

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Université de Saïda– Moulay Tahar–**

**FACULTE DES SCIENCES**

**DEPARTEMENT DE BIOLOGIE**



**Mémoire Elaboré en vue de l'obtention du diplôme de Master**

**Spécialité : Biotechnologie végétale**

**Présentée par**

**M<sup>elle</sup>. Lakhdari Radjaa**

**Sur le thème intitulé**

**Le pouvoir germinatif et les activités biologiques de  
*l'Artemisia herba alba***

Soutenu le 14/07/2021

**Devant la commission de jury, composée par :**

<b>Benabdesslem Yasmina</b>	<b>Maître de Conférences –B-</b>	<b>Univ. de Saïda-Moulay Taha</b>	<b>Présidente</b>
<b>Chikhi Amira</b>	<b>Maître de Conférences –B-</b>	<b>Univ. de Saïda-Moulay Taha</b>	<b>Examineur</b>
<b>Hachem Kadda</b>	<b>Professeur</b>	<b>Univ. de Saïda-Moulay Taha</b>	<b>Encadreur</b>

**Année universitaire 2020-2021**

# Remerciement

*Avant tout nous remercions Allah le tout puissant, de nous avoir guidées toutes ces années d'études et nous avoir données la volonté, la patience et le courage pour terminer notre travail.*

*Nous voudrions tout d'abord exprimer notre profonde reconnaissance à monsieur « Hacham Kadda » notre encadreur, qui à dirigé notre travail ; ses conseils et ses commentaires précieux nous ont permis de surmonter nos difficultés et de se progresser dans notre mémoire de fin d'étude.*

*En suite nous tenons à remercier les membres du jury Qui nous ont fait l'honneur d'accepter de lire ce mémoire et de l'évaluer.*

*Nous adressons aussi nos vifs remerciements à tous nos enseignants (es).*

*Merci pour tous les gens qui ont contribué de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.*

*A nos collègues de la promotion de zeme année master :  
biotechnologie et génomique végétal « 2020-2021».*

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail :*

*A Ceux qui m'ont donné l'aide sans rien attendre en retour*

*A ceux qui m'ont encouragé et soutenu aux moments les plus difficiles*

*A mes **chers parents** qui ont toujours veillé à mon*

*bien être, pour leur soutien et leur sacrifice*

*, leur patience, leurs conseils, et leurs encouragements continus.*

*A tous les familles : **Zaoui***

*A mes chers oncles : **Benayad Abdelkader - Zaoui Naïm***

*A mon freres : **Ahmed Rafik***

*A mes sœurs : **Fatima Zohra - Belkis***

*A Aux autres : **Sid Ahmed- Ismaïl - Rïnad - Abir - Roumaïssa - Djawed***

*A Tous mes professeurs*

*A toute la promo de Biotechnologie*

*A tous les étudiants en biologie*

***Radjaa***

# Sommaire

## Résumé

Introduction.....	1
-------------------	---

## Chapitre 1. Monographie de l'Armoise Blanche

1.1. Généralité .....	3
1.2. Classification de l' <i>artemisia herba alba</i> .....	3
1.3. Répartition géographique .....	4
1.4. Description botanique .....	5
1.4.1. Partie souterraine .....	5
1.4.2. Partie aérienne .....	6
1.4.2.1. La tige .....	6
1.4.2.2. Les feuilles et les rameaux .....	6
1.4.2.3. La fleur .....	6
1.5. Biologie .....	7
1.6. Ecologie .....	8
1.7. Phénologie et adaptation .....	8
1.8. Utilisation d' <i>Artemisia herba alba</i> .....	9
1.8.1. En phytothérapie .....	9
1.8.2. En alimentation .....	9
1.8.3. En pastoralisme .....	9
1.8.4. En économie .....	10

## Chapitre 2. La germination des semences

2.1. Définition des semences .....	11
------------------------------------	----

2.2. La germination .....	11
2.3. Types de germination .....	12
2.3.1. Germination épigée .....	12
2.3.2. Germination hypogée .....	12
2.4. Condition de germination .....	12
2.4.1. Facteurs externes .....	12
2.4.1.1. L'Eau .....	12
2.4.1.2. L'oxygène.....	12
2.4.1.3. La température .....	12
2.4.2. Facteurs internes .....	12
2.4.2.1. La dormance .....	13
2.4.2.2. Inhibition tégumentaire .....	14
2.5. Levé de dormance .....	14
2.5.1. Traitements physiques .....	14
2.5.2. Traitements mécaniques .....	14
2.5.3. Traitements chimiques .....	15
2.6. Physiologie de la germination .....	15
<b>Le stress hydrique .....</b>	<b>16</b>
1. Effets et stratégies d'adaptation .....	16
2. Effets du stress hydrique sur la germination .....	17
3. L'imperméabilité à l'eau dans les téguments .....	18

### **Chapitre 3. Etude physiologique d'une plante**

3.1. Mesure de la biomasse végétale et de la teneur en eau .....	19
3.2. Dosage des teneurs en pigments photorécepteurs .....	19
3.3. Mesure des échanges gazeux photosynthétiques .....	19
3.3.1. Paramètres mesurés .....	20
3.3.2. Principe .....	20

<b>3.3.3. Protocole de saturation lumineuse et en co2 de la photosynthèse.....</b>	<b>21</b>
<b>3.4. Mesure de la fluorescence chlorophyllienne .....</b>	<b>21</b>
<b>3.4.1. Modélisation de la fluorescence à la chlorophylle .....</b>	<b>21</b>
<b>3.5. Mesure de la composition en acide gras des feuilles et produits de dégradation .....</b>	<b>22</b>
<b>3.5.1. Analyse de la composition en acide gras de feuilles .....</b>	<b>22</b>
<b>3.5.2. Mesure de la peroxydation des lipides membranaires .....</b>	<b>23</b>
<b>3.6. Extraction et dosage des sucres solubles totaux .....</b>	<b>23</b>

## **Chapitre 4. Veille Scientifique**

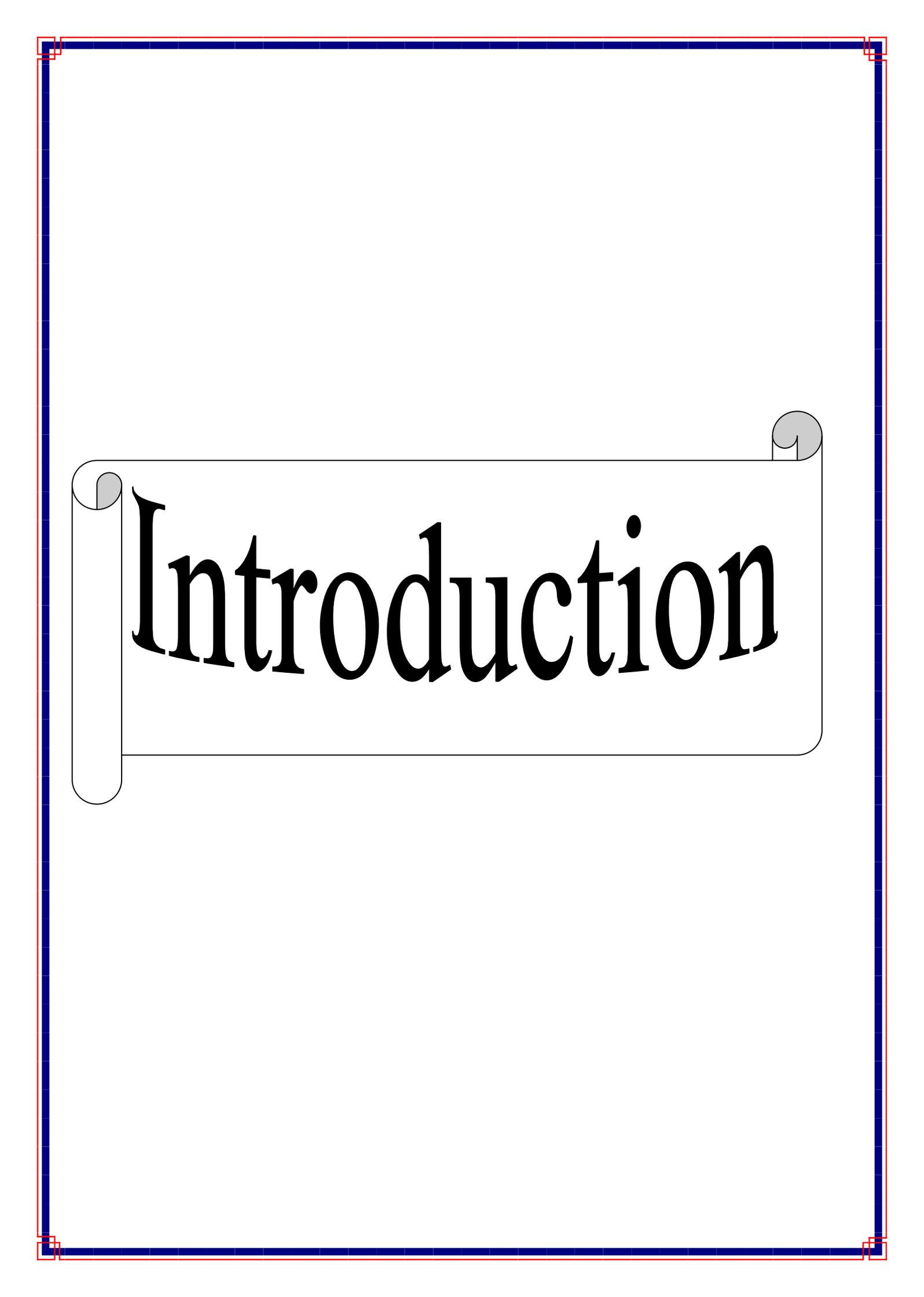
<b>4.1. Article 01 .....</b>	<b>25</b>
<b>Effets of the allelopathic plant <i>Artemisia herba alba</i> on the soilseedbank of a semi arid plant community .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1.1. Échantillonnages des banques de graines et conception expérimentale .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1.2. Analyse de données .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1.3. Constatations importantes .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2. Article 02 .....</b>	<b>30</b>
<b>Inhibitory effects of <i>Artemisia herba alba</i> on the germination of the gypsophyte <i>helianthemum squamatum</i>.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2.1. Essais de germination des graines .....</b>	<b>30</b>
<b>4.2. Résultats .....</b>	<b>31</b>
<b>4.3. Article 03 .....</b>	<b>34</b>
<b>Phytotoxic effects of volatile and water soluble chemicals of <i>Artemisia herba alba</i> .....</b>	<b>34</b>
<b>4.3.1. Essais biologiques sur la germination des graines .....</b>	<b>34</b>
<b>4.3.2. Résultats .....</b>	<b>35</b>
<b>4.4. Article 04 .....</b>	<b>39</b>

<b>Biochemical and physiological changes in <i>Artemisia herba alba</i> plants under water stress conditions</b> .....	<b>39</b>
4.4.1. Traitements de sécheresse .....	39
4.4.2. Teneur en chlorophylle .....	39
4.4.3. Mesure des teneurs en proline et sucres .....	39
4.4.4. Potentiel osmotique .....	40
4.4.5. Analyse statistique .....	40
4.4.6. Résultats .....	40
4.5. Article 05 .....	45
<b>Phytochemistry, Toxicity and Pharmacology of <i>Pistacia lentiscus</i>, <i>Artemisia herba alba</i> and <i>Citrullus colocynthis</i></b> .....	<b>45</b>
4.5.1. Méthodologies .....	45
4.5.2. Distribution et aspect botanique des plantes .....	45
4.6. Article 06 .....	47
<b>The physiological effect of <i>Artemisia herba alba</i> extracts on sperm activity in male rabbits</b> .....	<b>47</b>
4.6.1. L'effet physiologique des extraits d' <i>Artemisia herba alba</i> sur l'activité des spermatozoïdes chez les lapins mâles .....	47
4.6.1. Résultats .....	47
<b>Conclusion</b> .....	<b>51</b>
<b>Références bibliographiques</b>	

## **Résumé**

L'Armoise blanche ou *Artémisia arba alba*, connue en Algérie sous le nom de Chih, est une espèce végétale très appréciée pour ses qualités aromatique et thérapeutique en médecine traditionnelle, c'est une plante médicinale et aromatique, utilisée depuis longtemps dans la médecine traditionnelle algérienne, mais elle est exploitée à une échelle assez réduite, malgré ses effets biologiques potentiels. L'objectif de ce travail est d'établir un recueil sur les travaux antérieures sur le comportement physiologique (germination) de l'*Artemisia herba alba*. *A fin de valorisé l'importance de cette espece* devant cette situation de dégradation avancée de cet espace et engendrer des actions de sauvegarde doivent impérativement être engagées pour préserver ce patrimoine phylogénétique fragile.

**Mots clé :** Armoise blanche, physiologie, germination dégradation.



# Introduction

## Introduction générale

La steppe algérienne est devenue depuis quelques années le théâtre d'un déséquilibre écologique et climatique la dégradation intense de ce milieu fragile (ensablement, érosion éolienne, surpâturage, défrichement, sécheresse et salinisation ...) induisant la désertification nécessite une meilleure compréhension en vue de voir comment lutter contre ce fléau et lui adapter un aménagement adéquat (Haddouche *et al*., 2006). Durant les trois dernières décennies, les parcours steppiques des hautes plaines d'Algérie ont été marqués par une dégradation intense affectant le couvert végétal, la biodiversité et le sol. Au départ de cette dégradation, les changements les plus perceptibles sont ceux qui affectent certaines plantes pérennes dominantes assurant la physionomie de ces parcours c'est le cas des 4 formations steppiques (Alfa et Armoise et le Sparte et le Remth).

La phase de germination constitue une étape primordiale dans l'installation des cultures et sur laquelle repose la réalisation de la croissance précoce des plantes et le mode de déroulement des stades ultérieurs de développement. L'eau constitue un élément principal et déterminant dans le déroulement du processus de la germination des graines. Le passage de la vie latente des graines desséchées à la vie active, est conditionné par une absorption massive de l'eau, dont la quantité et la qualité influent grandement la réalisation de ce processus. L'activation du processus métabolique au niveau des graines en germination est gérée par le potentiel hydrique interne de ces organes et dont l'eau constitue l'élément moteur de sa régulation.

La germination caractérisée sur le plan morphologique par la percée des téguments par la radicule n'est en fait qu'un processus de croissance des cellules méristématiques radiculaires, où la turgescence constitue l'élément moteur de son déclenchement (Schiefelbein *et al*., 1997). Sur le plan physiologique, le déficit hydrique perturbe grandement la synthèse des protéines et limite par conséquent la remobilisation des réserves glucidiques, substances énergétiques emmagasinées sous forme d'amidon au niveau des graines desséchées.

La sélection des paramètres limitant l'impact du déficit hydrique sur le déroulement des différentes phases de la germination constitue un objectif primordial dans tout travail d'amélioration visant à améliorer les aptitudes de tolérance à ce stress chez l'*Artemisia herba alba*.

L'armoise ou le genre *Artemisia* comprend quelques 400 espèces, réparties sur les cinq continents (Vlatka Vajs, 2004). Au Maroc, il est représenté par douze espèces. L'huile

essentielle contenue dans les feuilles des *Artemisia* dénommée ‘Chih’, est connue pour ses propriétés régulatrices du cycle menstruel. On l'utilise aussi pour soigner les infections urinaires. D'ailleurs, le nom de son genre vient du nom latin de la déesse Artémis et qui avait pour rôle de protéger les femmes malades (Croix, 2004).

Le nom anglais Wormwood (attribué à toutes les armoises) fait allusion à son pouvoir vermifuge bénéfique pour l'homme et le bétail. En médecine chinoise, on l'utilise pour faire des moxas : bâtonnets d'armoise séchée que l'on fait brûler à proximité des points des méridiens pour les chauffer. Ce principe est utilisé en moxibustion et est une alternative à l'acupuncture et à l'acupression (Croix, 2004).

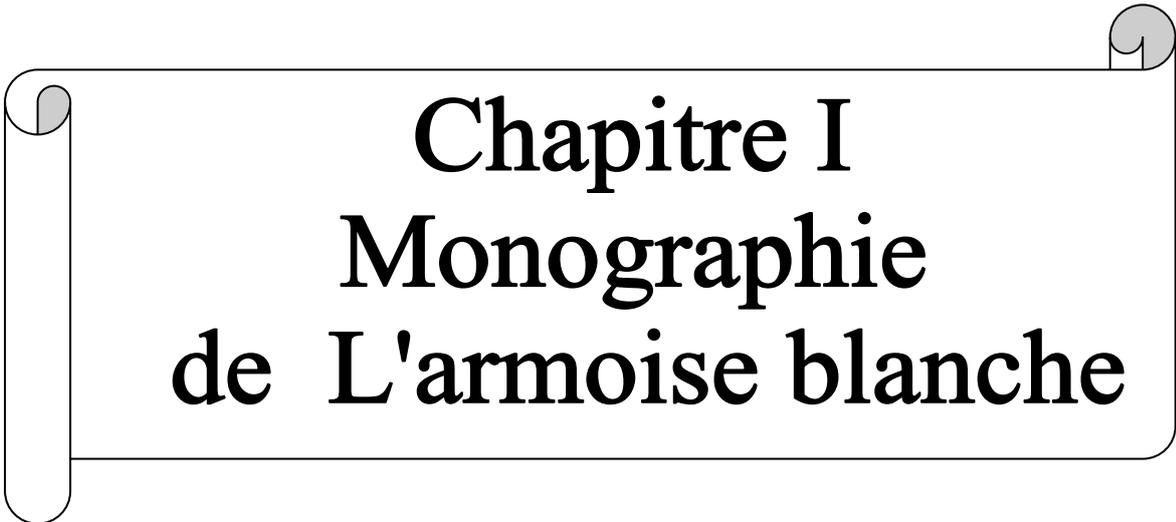
L'huile essentielle, neurotoxique et abortive, est interdite pendant la grossesse et aussi chez le bébé et l'enfant.

### **L'objectif :**

D'établir un recueil sur les travaux antérieures sur le comportement physiologique (germination) de l'*Artemisia herba alba*.

Ce travail s'articule en quatre parties :

- La première porte sur un aperçu général sur l'armoise blanche.
- Le second caserne la germination des semences
- Une troisième partie est consacrée à une étude physiologique de la plante
- Dans le quatrième chapitre on exposera une veille scientifique

A decorative scroll graphic with a white background and a black border. The scroll is unrolled in the middle, with the top and bottom edges curled up. The text is centered on the unrolled portion.

**Chapitre I**  
**Monographie**  
**de L'armoise blanche**

## 1-Généralités:

Le genre *Artemisia* appartient à la famille des Astéracées: c'est l'un des genres le plus répandu et le plus étudié de cette famille; il contient un nombre variable d'espèces allant jusqu'à 400 espèces (Mucciarelli et Maffei , 2002).

Il a été rapporté que le genre *Artemisia* est riche en métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les acides cafféoylquinic, les coumarines, les huiles essentielles, les stérols et les acétylènes (Kundan et Anupam, 2010).

Les espèces qui appartiennent au genre *Artemisia* possèdent des propriétés thérapeutiques, elles sont non seulement utilisées dans la médecine traditionnelle, mais aussi dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique (Mirjalili et *al.* , 2007).



**Figure 01:** photo *Artémisia herba alba*.

## 2 -Classification de l'*Artemisia herba alba*

L'Artémisia est le nom de guerre des armoises, il provient de celui de la déesse grecque de la chasse Artémis, la diane des romains, patronne des vierges à cause des bienfaits de cette herbe. *Herba alba* signifie herbe blanche. Plusieurs noms sont attribués à l'armoise blanche tels le thym des steppes , absinthe du désert. En Afrique du nord et en moyen orient, on l'appelle communément Shih " ou "Chih".

Le genre Artémisia appartient à la famille des composés, il comprend environ 400 espècesregroupées en quatre sections : *Abrotanum*, *Absinthium*, *Seriphidium* et *dracunculus*. La classification de l'*Artémisia herba alba* la plus utilisée dans la systématique du genre Artémisia est celle donnée par Quenzel et Santa et que nous pouvons résumer comme suit dans le tableau suivant :

**Tableau 01** : Classification de l'armoïse blanche :

Règne	Végétal
Embranchement	Phanérogames
Sous Embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones gamopétales
Sous Classe	Gamopétalépiqueyneisostermes
Ordre	Asterales
Famille	Synanthérées ou composées
Sous Famille	Tubuliflores
Tribu	Anthemidées
Genre	Artémisia
Espèce	<i>Artémisia herba alba</i>

### 3-Répartition géographique

- *En Algérie*

En Algérie, *l'Artémisia herba alba*, connue sous le nom de « chih » ou encore appelé semen-contra de barbarie, couvre près de six millions d'hectares dans les steppes, elle se présente sous forme de buissons blancs, laineux et espacés (Boutekjenet, 1987).

Le genre *Artemisia* (les armoïses) regroupe des herbacées, des arbrisseaux et des arbustes, généralement aromatiques, densément tomenteux, pubescents ou glabres, de la famille des Astéracées.

- *Au niveau mondial*

*L'Artémisia herba alba* est une plante spontanée très répandue en Afrique du nord et au moyen orient, elle affectionne les climats secs et chauds, et existe sous forme de peuplements importants dans les zones désertiques (Hurabielle *et al.*, 1981).

C'est une plante steppique des régions irano-touraniennes, prédominante dans les steppes d'Espagne ainsi que dans le désert de Sinäi (Segal *et al.*, 1987).

Au Maroc, *l'Artémisia herba alba* se rencontre à l'état spontané, il n'est pas rare de trouver des zones de plusieurs dizaines de kilomètres de rayon où seule l'armoïse blanche règne dans un paysage quasi-désertique. Le Maroc attache beaucoup d'importance à cette plante qui constitue un excellent moyen naturel de lutte contre l'érosion et la désertification. (Bendjilali, 1980)



**Figure 02** : Aire de répartition mondiale de l'Armoise blanche déterminée d'après les indications (Houamel, 2018)

#### 4-Description botanique

L'armoise blanche est une plante vivace qui forme des buissons de 30 à 50 cm, blanche et laineuse, à tiges nombreuses, tomenteuses.

Les feuilles sont courtes, généralement pubescentes argentées avec des capitules sessiles de 2-5 fleurs. Ces derniers sont hermaphrodites alors que le fruit est akène.

Le réceptacle est nu et la corolle est insérée très obliquement sur l'ovaire (Besanger-beauquesne *et al.* , 1975 Quezel et Santa, 1963).

##### 4.1-Partie souterraine

L'armoise blanche présente une racine principale, épaisse et ligneuse, bien distincte des racines secondaires, qui s'enfoncent dans le sol comme un pivot.

Le système racinaire a une extension peu profonde avec un grand nombre de ramifications latérales particulièrement abondantes entre 2 à 5 cm de profondeur mettant en relation cette forme de racine avec l'existence d'un court calcaire superficiel.

Quand l'armoise se développe dans une région plus humide, ses racines pénètrent profondément jusqu'à 40 à 50 cm et ne se ramifient qu'à cette profondeur. (Pourrat, 1974)

La biomasse racinaire diminue très vite avec la profondeur et très peu de racines sont retrouvées à partir de 50 cm (Aidoud, 1983).

#### **4-2- Partie aérienne**

Elle est représentée par la partie ligneuse, la tige, les feuilles et les fleurs

##### **4.2-1- La tige**

L'armoïse 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).

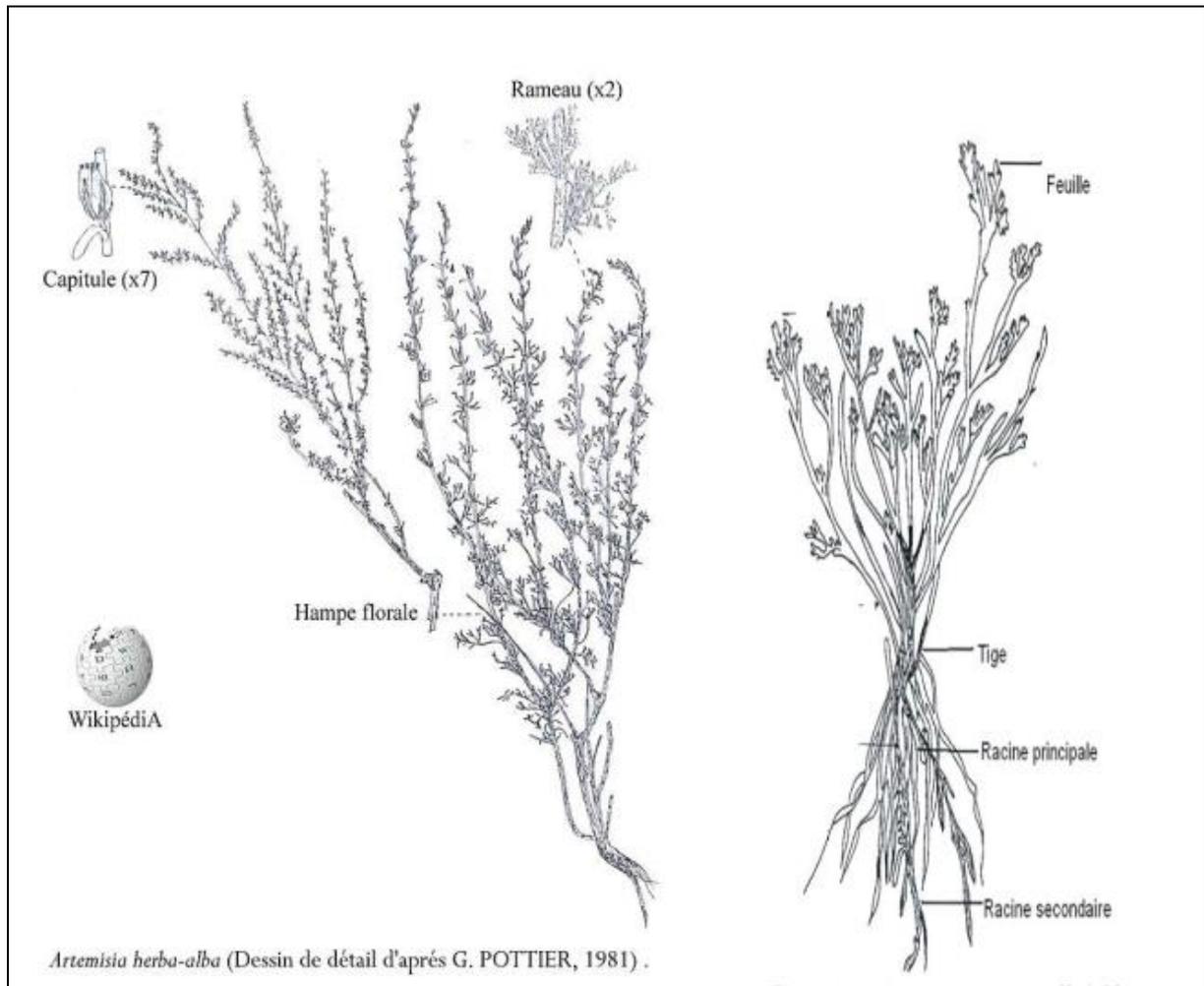
##### **4.2.2- Les feuilles et les rameaux**

Les feuilles sont courtes, blanches laineuses, et argentées. 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).

##### **4.2.3- La fleur**

La floraison s'effectue en automne à partir du mois de septembre. La fleur est formée d'inflorescences en capitules. Ces derniers sont très petits, étroits (12 à 5 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).



**Figure 4 :** Dessin de détail d'après Potter, 1981 d'*Artemisia herba alba*

## 5 - Biologie

*L'Armoise herbe blanche* est une plante ligneuse basse et toujours verte. Ses caractéristiques morphologiques et physiologiques font d'elle une espèce bien adaptée aux conditions climatiques arides.

Le dimorphisme saisonnier de son feuillage lui permet de réduire la surface transpirante et d'éviter ainsi les pertes d'eau. (Ourcival, 1992).

Grâce à son système racinaire très dense à la surface, *l'Armoise herbe blanche* est capable de valoriser toute humidité superficielle occasionnée par des petites pluies. (Le Floc'h , 1989)

Cette espèce est également capable d'exploiter l'humidité du sol jusqu'à 50 cm de profondeur (Floret et Pontannier , 1982) et peut profiter des fractures de la croûte, pour atteindre les poches d'humidité, notamment dans les sols à encroûtement calcaire.

Evenari et coll. (1976), ont rapporté que chez les plantes âgées d'*Artemisia herba-alba*, la tige principale se divise en « branches » physiologiquement indépendantes les unes des autres et susceptibles de mourir sans entraîner la mort de la plante entière. (Evenari *et al.* , 1980).

La floraison de cette espèce débute le plus souvent en juin mais les fleurs se développent essentiellement à la fin de l'été.

Lors des années pluvieuses et dans les sols qui lui conviennent, *l'Armoise herbe blanche* présente une forte production de graines et un pouvoir de régénération élevé. (Nabli , 1989).

## 6 -Ecologie

L'Armoise blanche existe dans les bioclimats allant du semi-aride jusqu'au saharien. Elle semble indifférente aux altitudes et peut vivre dans les régions d'hiver chaud à frais.

Dans le sud, cette plante pousse sur les sols bruns steppiques de texture moyenne et en extrême sud sur les sols sableux. Elle résiste à la sécheresse, supporte le gypse et des niveaux de salinité modérément élevés. .(Nabli, 1989).

Elle se développe dans les steppes argileuses où les précipitations sont de l'ordre de 200mm/an. Son développement est lié à la nature du sol. En effet, il faut qu'il soit peu perméable, tassé et colmaté (Celles ,1980).

Accompagnée de l'alfa « *stippa tenassissima* », elle couvre souvent de très grandes superficies dans les hauts plateaux.

Sa présence est plus fréquente en bordure des oueds et dans les dayas (dépression de la steppe à sol imperméable qui sont des secteurs plus ou moins humides) (Pouget ,1989).

En Algérie l'armoïse blanche présente une vaste répartition géographique couvrant, environ 4 millions d'hectares et se développe dans les steppes argileuses et les sols tassés relativement peu perméables. Elle se trouve sur les dayas, les dépressions et les secteurs plus ou moins humide. Elle constitue un moyen de lutte contre l'érosion et la désertification (Ayad *et al.* , 2013).

## 7 - Phénologie et adaptation

Les variations phénologiques observées sur l'Armoïse blanche montrent une adaptation très poussée de l'espèce vis à vis du milieu et en particulier la sécheresse du climat.

Les pousses qui proviennent des bourgeons latéraux de la bases des rameaux lignifiés, apparaissent en général en hivers

(Rodin *et al.*,1970, Aidoud, 1983).

Pendant la période d'été la plante réduit ces feuilles et par conséquent, la diminution de la surface transpirante due à la température élevée constitue l'une des adaptations morphologiques les plus efficaces chez les espèces végétales des régions aride et désertiques. Ce phénomène a été décrit chez l'Armoise par (Evenari *et al.* ,1975) et chez d'autres espèces telles que *Helianthemumvirgatum*, *Noeamucronata*. (Orshan ,1954)

Une indication d'adaptation à la sécheresse de l'armoise blanche est fournie par son système racinaire aussi bien dans sa forme, son mode d'extension et sa biomasse. Par ailleurs, il semble que les racines soient d'autant plus superficielles que la texture est fine (Barbour, 1981 et Zohary ,1973) ce qui est bien le cas des sols à texture limoneuse.

## **8- Utilisation d'*Artemisia herba-alba***

### **8.1 En phytothérapie**

En pharmacopée traditionnelle, l'Armoise blanche était reconnue depuis longtemps par les populations pastorales et nomades pour ses vertus purgatives. On l'utilise notamment comme vermifuge chez les ovins (Nabli,1989).

(Freidman *et al.* ,1986), ont rapporté que l'infusion de l'Armoise blanche est assez employée par les bédouins du Neguev (Israël) pour soulager les maux gastro-intestinaux.

En Irak, elle est préparée avec le thé et constitue l'une des formes d'automédication contre le diabète non insulino-dépendant (DNID)(Al-Waili,1986).

### **8.2 En alimentation**

L'Armoise blanche est considérée comme l'arôme de certaines boissons au même titre que le thé ou le café (Bendjilal *et al.* ,1984). Néanmoins, son usage dans l'industrie alimentaire reste très limité à cause de la toxicité de la bêta thujone dont le taux ne doit pas dépasser 5mg/kg (Bendjilal *et al.* ,1984).

### **8.3 En pastoralisme**

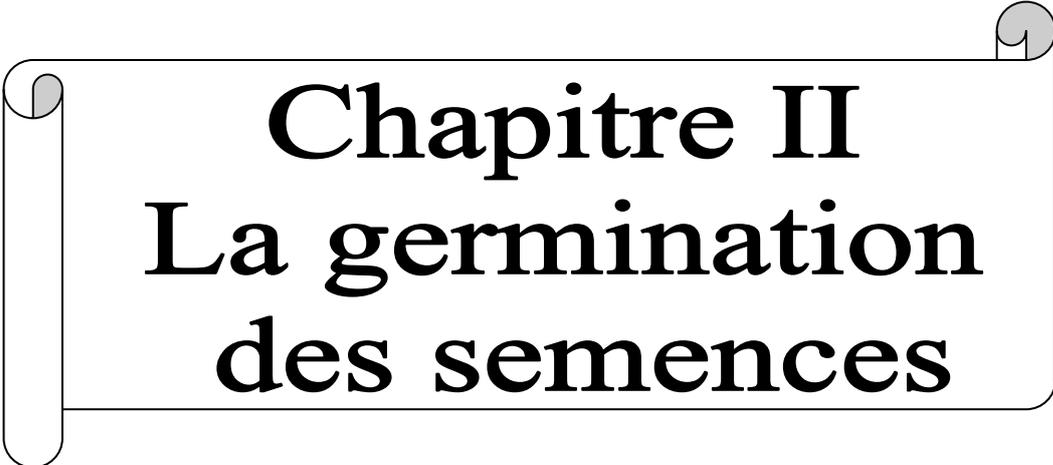
C'est est une plante essentiellement fourragère, très appréciée par le bétail comme pâturage d'hiver (Nabli, 1989) parce qu'elle a une valeur fourragère importante de 0,45 à 0,70 UF/kg MS (Nedjraoui, 1981). Les steppes à armoise blanche sont souvent considérées comme les meilleurs parcours (là 3 ha/mouton) en raison de sa valeur énergétique (Aidoud, 1989).

Selon Aidoud (1989) dans le Sud-Oranais, la production de l'armoise blanche varie entre 104 et 636 kg MS/ha ; la productivité étant de 340 kg MS/ha/an. La production des éphémères varie entre 23 et 407 kg MS/ha. Celle des thérophytes, qui constituent l'essentiel de la flore (75%), se situe entre 0 et 264 1kg MS/ha.

**8.4 En économie**

Par la fabrication des huiles essentiels.

Au cours des dernières décennies, l'huile essentielle de l'armoise blanche a été soigneusement étudiée et la diversité dans la composition de cette huile recueillie dans différents pays a conduit à de nombreux chemotypes. Généralement, l'huile a été en grande partie rapporté être composée de monoterpénoïdes, principalement oxygénés tels que le 1-8 cinéole, chrysanthenone,  $\alpha$  et  $\beta$  thujones et le camphre comme composants majeurs (Mohamed *et al.* , 2010).

A decorative scroll graphic with a white background and a black border. The scroll is unrolled in the center, with the top and bottom edges curled up. The text is centered within the unrolled portion.

# Chapitre II

## La germination des semences

### **1. Définition des semences :**

La semence désigne un organe, ou un fragment de végétal, capable de produire un nouvel individu (Vallée *et al.*, 1999). Les semences sont alors des spores, des fruits ou des fragments de fruit, des organes végétatifs (bulbes, tubercules...), des graines. La graine représente l'étape finale de l'évolution de l'ovule fécondé. Elle est constituée d'une amande enveloppée dans les téguments. L'élément essentiel de l'amande est l'embryon, généralement unique, noyé ou non dans un tissu nutritif, l'albumen ou l'endosperme (Côme, 1970). En effet, la graine, c'est la forme sous laquelle sont détachés et dispersés les jeunes embryons issus des phénomènes sexuels intra ovulaires (Augier *et al.*, 1982).

### **2. La Germination :**

La germination se définit comme « le phénomène par lequel l'embryon croît en utilisant les réserves de la graine ». D'après Rollin, (2014), on considère que la fin de ce processus est atteint lorsque la plantule est autotrophe, c'est-à-dire lorsqu'elle est capable de se suffire à elle-même en puisant l'eau et les sels minéraux du sol et le gaz carbonique de l'air. Cette définition de la germination qui convient aux horticulteurs et agriculteurs, n'est pas partagée par les physiologistes qui considèrent que la germination débute avec l'imbibition de la graine et cesse dès que la radicule a percé les téguments (Evenari, 1957 *in* Heller, 2000). Ils justifient ce point de vue par le fait d'une part, que certains facteurs (physiques ou chimiques) stimulent la germination alors qu'ils inhibent la croissance de la radicule et d'autre part, pendant la germination, les embryons peuvent être déshydratés et réhydratés sans dommage, ce qui n'est pas le cas si la croissance de la radicule a commencé (Rollin, 2014).

Dans une graine, une spore, les manifestations vitales sont très réduites : la respiration, le dégagement de chaleur sont infimes, les échanges nutritifs sont nuls, il n'y a ni croissance ni synthèses.

Ces organismes ne sont pourtant pas morts et peuvent, si certaines conditions sont remplies, reprendre une vie active. En effet Jaizoz (2009), définit la vie latente comme une forme de résistance aux conditions défavorables et notamment aux mauvaises saisons. L'entrée en vie latente peut résulter d'un déterminisme interne ou de l'insuffisance de facteurs externes comme une température excessive ou déficit hydrique etc... Le retour à la vie active exige des conditions extérieures favorables, ce qui signifie que les diverses composantes du milieu présentent des valeurs appropriées, autrement dit pas d'inhibiteurs extérieurs (Jaizoz, 2009 ; Soltner, 2007).

### **3.Types de germination**

#### **3.1- Germination Epigée :**

Type de germination de la graine, dans lequel celle-ci est soulevée au-dessus du sol par la croissance de la plantule qu'elle renferme. C'est au niveau de l'axe situé au-dessous des cotylédons, ou hypocotylaire, que la plantule s'allonge le plus vite : ainsi, les cotylédons, l'albumen (si la graine en comporte) et le premier bourgeon se trouvent exhaussés et émergent de la terre. À proprement parler, on dit que « la graine lève ».

#### **3.2- Germination Hypogée :**

Type de germination de la graine, dans lequel celle-ci reste à l'intérieur du sol, comme chez le pois, le chêne, le blé, le maïs : la portion de tige située au-dessus des cotylédons s'allonge plus vite que la partie hypocotylaire (située sous les cotylédons) la gemmule, ou premier bourgeon, et les premières feuilles, seules, se trouvent élevées au-dessus de la terre, portées sur cet axe épi cotyle.

### **4. Condition de germination :**

L'induction de la germination n'est possible que si certaines conditions sont respectées.

#### **4.1. Facteurs externes**

La germination ne peut avoir lieu que si l'eau, la température et l'oxygène sont assurés.

##### **4.1.1. L'Eau :**

L'eau est évidemment indispensable et doit être disponible dans le milieu extérieur en quantité suffisante (Heller et *al.*, 2004). L'eau dissout l'oxygène et lui permet d'attendre l'embryon (Chaux et Foury, 1994). L'absorption de l'eau par la semence s'effectue par osmose, au travers du tégument qui lui-même plus au moins cellulosique en retient des quantités importantes (Bensaadi, 2011).

##### **4.1.2. L'oxygène :**

Seul l'oxygène dissous dans l'eau d'imbibition est utilisé par l'embryon pour ces besoins métaboliques. Ce gaz étant très peu soluble dans l'eau. La germination engage de nombreuses oxydations ; les semences germent dans l'eau courante seulement (Bensaadi, 2011).

##### **4.1.3. La température :**

Il existe pour chaque plante et chaque phase de végétation des températures minima, optima et maxima (Bensaadi, 2011). Quand la température s'élève, la vitesse de germination croît (Gate et Giban, 2003).

## 4.2. Facteurs internes

La germination ne commence qu'après la levée de dormance de la graine. La dormance d'une graine empêche la germination de cette dernière même si les conditions extérieures réunissent des facteurs qui lui sont favorables.

### 4.2.1. La dormance :

Il est fréquent que des semences, placées dans de bonnes conditions de germination, ne germent pas. On parle communément de dormance.

(Lang et *al.*, 1987) répertorient 54 types de dormance, basés sur la variation des facteurs qui déterminent ces dormances, et proposent 3 classes principales subdivisées en plus de 15 sous-classes.

Néanmoins, les mécanismes complexes qui agissent sont encore mal connus et (Hilhorst et Karssen, 1992) estiment qu'il est prématuré de distinguer autant de formes de dormances.

#### ➤ Dormance embryonnaire :

Lorsque les semences de certaines espèces sont mises dans des conditions favorables à leur germination, on constate qu'elles ne germent pas. Cependant quand on leur applique un prétraitement approprié (scarification par exemple), la germination se produit. De telles semences sont dites en état de dormance.

La dormance peut être définie comme étant l'incapacité d'une semence viable à germer, lorsque les conditions du milieu sont favorables à sa germination.

les dormances dues aux facteurs externes tels que la lumière, la température ou l'eau, et les dormances endogènes conditionnées par la constitution interne de la semence. Toute/fois, les influences de ces deux types de facteurs peuvent dépendre l'une de l'autre et sont parfois difficilement séparables.

Certains auteurs (Evenari, 1961 ; Come, 1967) préfèrent n'attribuer le terme de "dormance" ou "dormance réelle" qu'à l'élément actif de la semence, c'est à dire à l'embryon. De ce point de vue, la dormance est propre à l'embryon et subsiste lorsqu'on enlève les enveloppes de la semence. Dans le cas de cette dormance réelle ou dormance embryonnaire, on distingue : la dormance primaire et la dormance secondaire.

Selon Bunning (1947) distingue deux types de dormances :

- a- La dormance primaire :** Elle peut apparaître avant ou pendant la maturation morphologique de la semence. La post - maturation qui correspond à la maturation physiologique de la semence, permet à celle - ci d'acquérir l'aptitude à la germination.
- b- La dormance secondaire :** est souvent attribuée à des substances inhibitrices (blastokolines) contenues dans les tissus extérieurs à l'embryon.

#### 4.2.2. Inhibition tégumentaire :

Toute semence non dormante (dormance embryonnaire) qui ne germe pas lorsque les conditions du milieu sont favorables est inhibée, et l'inhibition est dite tégumentaire. Celle-ci relève des téguments. Toutefois, la distinction entre dormance embryonnaire et inhibition tégumentaire s'agit de petites semences. L'inhibition tégumentaire peut être due à une imperméabilité à l'eau ou à l'oxygène, à des substances inhibitrices (phénols, aldéhydes ..) , à une résistance des téguments à l'expansion de l'embryon. En conclusion, ce que nous pouvons retenir c'est que les premiers auteurs, en cherchant à comprendre pourquoi les semences ne germent pas immédiatement lorsqu'elles sont mises dans les conditions favorables, pourquoi celles qui germent ne le font pas en même temps ... découvrirent que les semences sont des organes vivants qui exigent certaines conditions pour germer. En effet, en plus des facteurs externes tels l'eau, la température, l'oxygène, la lumière, la semence pour germer a besoin que certains facteurs qui lui sont propres (dormance et inhibition) disparaissent. Bien que les causes des phénomènes de dormance embryonnaire et d'inhibition tégumentaire ne soient pas parfaitement connues de nos jours compte-tenu de leur complexité, il existe cependant de nombreux moyens permettant de les lever. Ces moyens, variables selon les espèces, les types et les degrés de dormance et d'inhibition, sont connus sous le nom de prétraitement.

### 5. Levé de dormance :

Traitements de la levée de la dormance D'après Roussal (1984), de nombreuses techniques ont été utilisées pour rendre les semences perméables. Nous avons appliqué différents traitements sur les graines n'ayant pas germé au bout d'une semaine.

#### 5.1. Traitements physiques

- **Trempe dans l'eau froide :** Les graines sont trempées dans de l'eau du robinet puis placées à température ambiante pendant 24 à 48 heures (Wahbiet *al.*, 2010).
- **Trempe dans l'eau chaude :** Les graines sont placées dans de l'eau bouillante (100°C), puis laissées (environ 12h) jusqu'au retour à température ambiante (Wahbiet *al.*, 2010).

## 5.2. Traitement mécanique

- **Scarification** : Les graines sont frottées à l'aide de papier de verre (effet abrasif pour réduire l'épaisseur du tégument) (Deymie, 1984).

- **La stratification à froid** Les graines, sont déposées sur une feuille de papier aluminium puis refermée. Elles sont ensuite placées dans le réfrigérateur à 4°C pendant 4 jours et donc soumises à un traitement au froid humide (Weaver et Jordan, 1985).

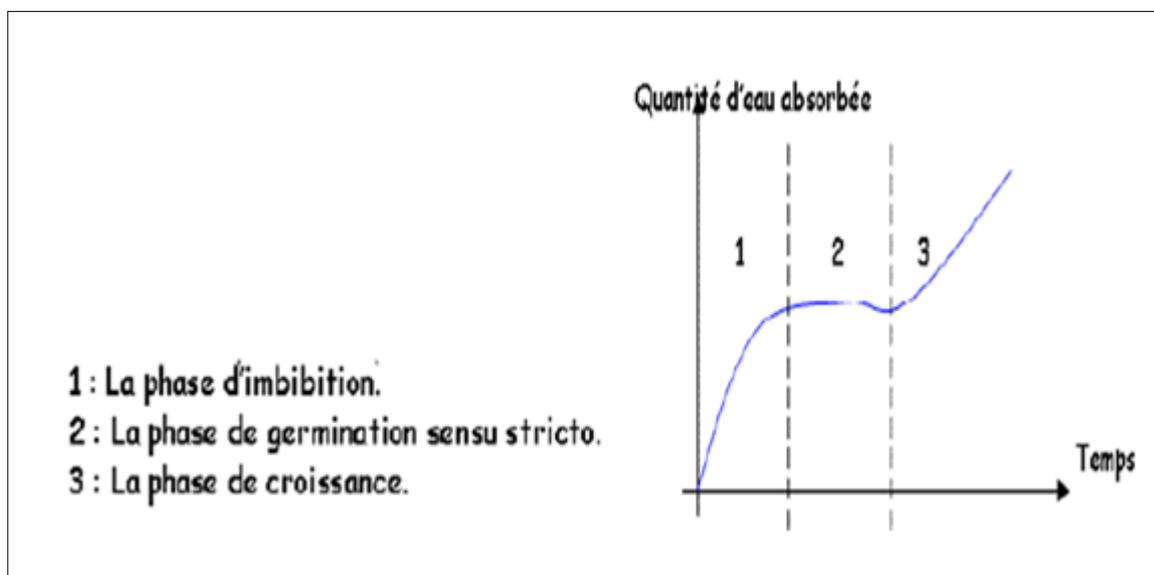
## 5.3. Traitements chimiques

- **A base d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)** Les graines sont mises au contact de l'acide sulfurique (96%-98%) pendant 15 minutes, puis lavées à l'eau courante (Hiltner, 1902).

- **A base d'acide gibbérellique (GA3)** La gibbérelline est une phytohormone qui favorise en général la levée de dormance des bourgeons et des graines. Nous avons testé ce traitement par un trempage des graines dans une solution de 100 ppm de GA3 pendant 24h (Côme et Corbineau, 1984).

## 6. Physiologie de la germination :

La germination des graines comprend trois principales phases :



**Figure 05 :** Courbe théorique de la germination. (Bensaadi, 2011)

### ➤ Phase 1 :

Ou phase d'imbibition, correspond à une forte hydratation des tissus, accompagnée d'une élévation de l'intensité respiratoire (Heller et al., 2004). Elle implique un mouvement d'eau dans le sens de potentiel hydrique décroissant (Hopkins, 2003). La graine de blé absorbe 50% de son poids de départ. L'imbibition est rapide et réversible (Chaussat, 1999).

➤ **Phase 2 :**

Encore appelée phase de germination sensu stricto, est caractérisé par une stabilisation de l'hydratation et de l'activité respiratoire à un niveau élevé (Hopkins, 2003). Durant cette phase, la graine peut être réversiblement hydratée et réhydratée sans dommage apparent pour sa viabilité (Heller et al., 2004).

Elle est caractérisée par une diminution de l'entrée d'eau, l'hydratation des tissus et des enzymes est totale. La consommation en oxygène est stable.

Durant cette phase, il y a reprise de la respiration et des activités métaboliques. La présence d'eau et d'oxygène permet l'activation des processus respiratoires et mitotiques.

L'eau rend mobiles et actives les phytohormones hydrosolubles en stock dans la graine. C'est le cas des gibbérellines qui sont véhiculées vers la couche à aleurones où elles vont activer la synthèse d'hydrolases (telles que

Les  $\alpha$ -amylases, les nucléases ou les protéinases) nécessaires à la dégradation des réserves, à la division et l'élongation cellulaire.

- **Les  $\alpha$  –amylases :** hydrolysent l'amidon stocké dans l'albumen et libèrent des molécules de glucose, substrat du métabolisme respiratoire.
- **Les nucléases :** permettent la libération d'acides nucléiques impliqués dans la formation des cytokines, hormones qui stimulent la division cellulaire.
- **Les protéinases :** lysent les réserves protéiques qui favorisent la formation de phytohormones telles que l'auxine responsable de l'élongation des cellules.

La phase de germination au sens strict se termine avec la percée du tégument par la radicule, rendue possible grâce à l'allongement des cellules.

➤ **Phase 3 :**

Elle se caractérise par une reprise de l'absorption d'eau et une élévation de la consommation d'oxygène puis très rapidement, on assiste à une reprise des divisions et grandissement cellulaire (Hopkins, 2003). À ce stade, la déshydratation des tissus cause la mort de la semence, la germination est terminée lorsque la radicule émerge les téguments de la graine.

## II. Le stress hydrique :

### 1. Effets et stratégies d'adaptation :

Le stress hydrique a été défini comme une baisse ou un excès de la disponibilité de l'eau, traduisant par une réduction de la croissance de la plante et/ou de sa reproduction par rapport au potentiel du génotype. La contrainte hydrique est le facteur ou l'ensemble de facteurs ayant pour conséquence le stress. D'autres auteurs limitent la définition du stress aux seules conditions correspondant à une hydratation suboptimale des tissus (Lamaze et *al.*, 1994).

L'installation d'une sécheresse se manifeste par la combinaison d'une part, de la restriction de la disponibilité en eau du sol et d'autre part, de l'augmentation de la demande évaporatoire (Kiani, 2007).

Le manque d'eau peut se manifester aussi bien dans le sol que dans l'atmosphère (Scoric, 1990). Généralement, la sécheresse du sol est lente (Larcher, 1995), mais la diminution de l'humidité de l'air peut parfois être rapide (Yokota et *al.*, 2006). D'un point de vue physique, le stress hydrique résulte d'un abaissement du potentiel hydrique dans l'air et/ou dans le sol en dessous d'une certaine valeur, dépendant du génotype, du phénotype et des caractéristiques du milieu (type de sol, température, vent) (Lamaze et *al.*, 1994).

Le manque d'eau ou déficit hydrique représente le stress abiotique le plus sévère auquel la culture du blé dur fait face dans les conditions de production des zones arides et semi-arides (Chennafi et *al.*, 2006).

Les effets physiques, chimiques et physiologiques du stress hydrique dépendent du degré et du temps des conditions de sécheresse en relation avec le stade de développement de la plante (Hamon, 2007). D'autre part, la réponse de la plante à la sécheresse dépend de l'espèce, le génotype, la durée et la sévérité de la perte d'eau (Yokota et *al.*, 2006).

### 2. Effet du stress hydrique sur la germination :

En absence d'humidité suffisante, la graine même si elle est correctement placée dans le sol, elle n'évolue pas, retardant ainsi, la levée de la culture et en cas de persistance de la sécheresse la situation peut se traduire par une absence de levée (Feliachi et *al.*, 2001). La sécheresse est l'un des principaux facteurs environnementaux qui affecte grandement la germination des espèces cultivées et réduit leur survie au cours des stades précoces de développement.

Au cours de cette phase, c'est le métabolisme des carbohydrates qui se trouve fortement affecté (Ingram et *al.*, 1996), à travers la perturbation du fonctionnement

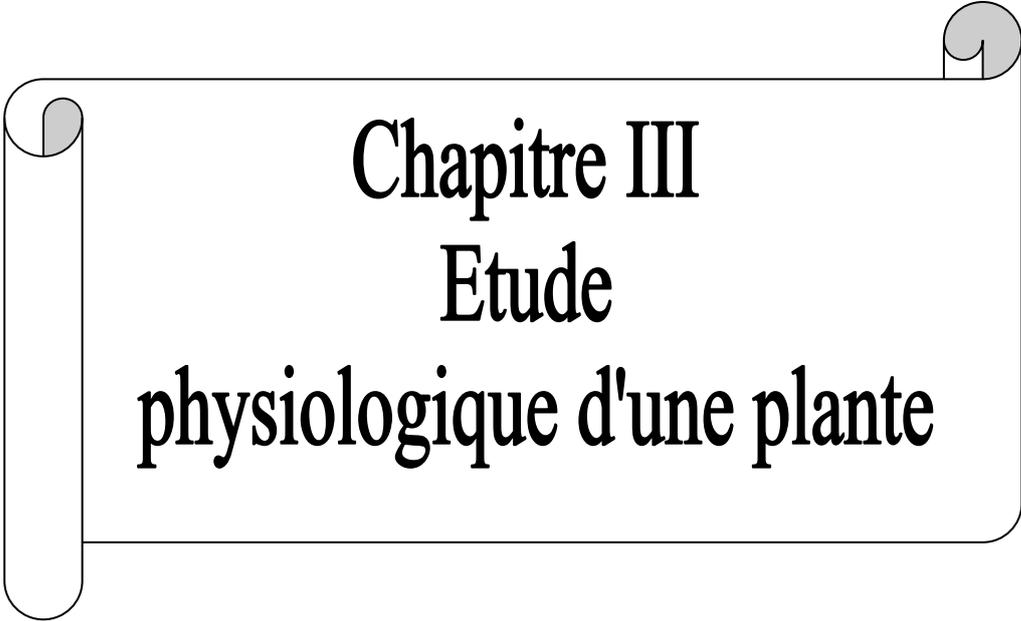
enzymatique impliqué dans ce processus. Il a été démontré que le glyceraldéhyde-3-déshydrogénase cytotogique est fortement induite par le déficit hydrique ce qui est l'origine d'un changement de l'acidité de la glycolyse (Velasco *et al.*, 1994). De nombreux gènes contrôlant le métabolisme des sucres simples sont régulés en amont par les variations de l'hydratation cellulaire. Quoique l'hydrolyse de l'amidon et la libération des sucres réducteurs énergétiques constituent une étape incontournable dans le déroulement de la germination, mais indirectement la disponibilité des carbohydrates pendant cette phase assure un rôle de protection contre le déficit hydrique. Ils constituent les principaux osmolytes impliqués dans l'ajustement osmotique, assurent une protection des macromolécules essentiellement membranaires (Bray *et al.*, 1989).

### **3. L'imperméabilité à l'eau dans les téguments**

Il existe des semences qui ne peuvent pas germer parce que leurs enveloppes ne laissent absolument pas passer l'eau.

En milieu humide, ces semences ne gonflent pas, restent sèches et résistent à l'écrasement. C'est pourquoi elles sont appelées semences dures.

Les semences deviennent dures pendant la phase de déshydratation, enfin de maturation. Nokes (1986) cité par Si Fodil (2009), estime d'ailleurs que, pour éviter des traitements ultérieurs destinés à augmenter le taux de germination, il faut récolter très tôt les semences qui n'ont pas encore de téguments durs, Mais Vora (1989) cité par Si Fodil (2009), pense que les graines deviendraient plus dures avec le temps. Les travaux de Hyde (1954) mettent en évidence le rôle du hile dans la déshydratation des semences dures : en fin de maturation, lorsque que le tégument est devenu imperméable, la vapeur d'eau s'échappe par le hile qui reste ouvert et fonctionne comme une valve ; en atmosphère sèche, le hile s'ouvre en moins d'une minute et la graine peut perdre de l'eau (Côme, 1982). En atmosphère humide, la fermeture est aussi rapide et empêche la réhydratation.



**Chapitre III**  
**Etude**  
**physiologique d'une plante**

## 1. Mesure de la biomasse végétale et de la teneur en eau

Après la récolte des plantes, la biomasse aérienne et racinaire a été déterminée. Plusieurs paramètres ont été étudiés, les échantillons de feuilles et racines ont été pesés pour déterminer leurs masses fraîches. De même, la longueur de la tige, le nombre de feuilles et de nœuds ont été mesurés avant le séchage du matériel végétal.

La teneur en eau a été calculée à partir de la masse fraîche et de la masse sèche déterminée à la suite du séchage, selon le calcul suivant :

$$TE = \frac{MF - MS}{MF} \times 100$$

TE : Teneur en Eau

MF : Masse Fraîche

MS : Masse sèche

## 2. Dosage des teneurs en pigments photorécepteurs

Pour l'extraction des chlorophylles totales, environ 0,5 g de matériel végétal congelé est broyé dans l'azote liquide et à l'obscurité en présence de carbonate de calcium pour maintenir le pH de l'échantillon. Le broyat est ensuite transféré dans un tube à centrifuger avec 25 mL d'acétone à 80 % permettant la mise en solution des pigments. Les échantillons sont conservés 5 h dans la glace à l'obscurité puis centrifugés à 1 500 g pendant 10 min à 4 °C (Beckman type CH-J2MC). La densité optique est mesurée à 460, 646,6 et 663,6 avec un spectrophotomètre UV/VIS (Perkin-Elmer, Lambda 2S).

Les concentrations en caroténoïdes et en chlorophylles a, b et totales sont calculées en utilisant les équations de Porra (2002) :

- Chlorophylle a (mg.L-1) = (12,25 x DO663,6) – (2,55 x DO646,6) (1)

- Chlorophylle b (mg.L-1) = (20,31 x DO646,6) – (4,91 x DO663,6) (2)

- Chl a + b (mg.L-1) = (17,76 x DO646,6) + (7,34 x DO663,6) (3)

- Caroténoïdes (mg.L-1) = 5 x DO460 – ((3,19 x Chla + 130,3 x Chlb) / 200) (4)

### 3. Mesure des échanges gazeux photosynthétiques

#### 3.1. Paramètres mesurés

Les mesures de la photosynthèse nette et des échanges gazeux ont été effectuées à l'aide d'un appareil portable Li-Cor modèle 6400 (Lincoln, NE, USA). Les paramètres mesurés et calculés sont :

- La photosynthèse nette ( $P_n$ ,  $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) ;
- La concentration intercellulaire en  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ,  $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{mol air}^{-1}$ ) ;
- La conductance stomatique ( $g_s$ ,  $\text{mol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) ;
- La transpiration ( $T_r$ ,  $\text{mol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ).

#### 3.2. Principe

Les mesures des échanges gazeux ont été réalisées sur des plantes cultivées sur sol ou en hydroponie totale à la suite d'un stress As.

La feuille est enfermée dans une chambre étanche de  $6\text{ cm}^2$  dans laquelle sont relevés régulièrement plusieurs paramètres (température de l'air, humidité relative, éclairement).

Une pompe assure la circulation de l'air dans le système et l'amène vers le spectrophotomètre infrarouge (IRGA : Analyseur de Gaz à Infra Rouge). Le  $\text{CO}_2$  est dosé par mesure différentielle entre la cellule de mesure et une cellule de référence où circule un air dépourvu en  $\text{CO}_2$  (par passage sur du bicarbonate de calcium). La concentration en  $\text{CO}_2$  du mélange gazeux pénétrant dans la chambre de mesure est ajustée à la valeur souhaitée par un injecteur à  $\text{CO}_2$  (LI-6400-01, Lincoln, NE, USA) qui utilise comme source des cartouches sous haute pression de  $\text{CO}_2$  liquéfié. Les mesures ont été réalisées en utilisant une concentration de  $360\ \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{mol air}^{-1}$ . L'humidité relative a été maintenue à  $60 \pm 5\%$  par passage sur du sulfate de calcium anhydre. La température des feuilles, maintenues à  $23\text{ }^\circ\text{C}$ , est mesurée par un thermocouple et la température de la chambre contrôlée par deux refroidisseurs thermoélectriques à effet Peltier. L'intensité lumineuse a été mesurée au niveau de l'échantillon par un détecteur de lumière à diode de silicone. Au cours de l'expérimentation, l'éclairement de la feuille était de  $400\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , il était assuré par le module LI-6400-02 LED (Light Emitting Diode, Lincoln, NE, USA).

Au cours d'une mesure, l'analyseur enregistre régulièrement le flux de la pompe et les variations des taux de CO<sub>2</sub> et d'H<sub>2</sub>O sont calculées selon les équations de ( VonCaemmerer et Farquhar ,1981). Les mesures sont réalisées en continu.

### ***3.3. Protocole de saturation lumineuse et en CO<sub>2</sub> de la photosynthèse***

Les mesures ont été réalisées sur deux espèces végétales, *V. faba* et *S. nigrum*, cultivées en hydroponie à la suite d'un traitement à l'As d'une durée de 14 jours. 5 répétitions par conditions de culture et par espèces végétales ont été réalisées.

#### Saturation lumineuse

La feuille utilisée pour cette mesure est progressivement adaptée à une intensité lumineuse de 2 000 μmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>. Puis 10 niveaux d'éclairages d'intensité décroissante sont appliqués (2 000 - 1 500 - 1 000 - 800 - 600 - 400 - 300 - 200 - 100 - 0 μmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>). Pour chaque intensité lumineuse, les mesures sont relevées après une durée de stabilisation de plusieurs minutes (maximum 5 min). Les mesures ont été réalisées à la concentration de 360 μmol CO<sub>2</sub>.mol air<sup>-1</sup> et à une humidité relative de 60 ± 5 %.

#### Variation de la teneur en CO<sub>2</sub>

Six niveaux de concentrations en CO<sub>2</sub> ont été testés (1 500 - 1 200 - 900 - 600 - 300 - 0 μmol CO<sub>2</sub>.mol air<sup>-1</sup>), réalisés par le passage de l'air sur un absorbeur de CO<sub>2</sub> ou par enrichissement de l'air avec du CO<sub>2</sub> exogène. Les mesures ont été faites sous un éclairage de 400 μmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup> assuré par le module LI- 6400-02 et à une humidité relative de 60 ± 5 %.

## **4. Mesure de la fluorescence chlorophyllienne**

La mesure de la fluorescence des chlorophylles a permis de quantifier les activités des systèmes photosynthétiques, traduisant l'état physiologique de la partie aérienne de la plante.

### ***4.1. Modélisation de la fluorescence de la chlorophylle a***

Le rendement de fluorescence (FF) peut être défini par le rapport entre l'intensité de la fluorescence (F) et l'intensité du flux de photons absorbé (J) (Maxwell et Johnson, 2000) :

$$\Phi F = \frac{F}{J}$$

L'intensité de fluorescence émise dépend du taux de fluorescence (KF), considéré comme invariable, tandis que le flux de photons absorbé est réparti selon les différentes voies de désexcitation possibles. Outre la fluorescence, les autres voies non photochimiques de désexcitation de la chlorophylle a sont la dissipation non-radiative (dissipation thermique) et les transferts vers d'autres photosystèmes. Ces voies de désexcitation peuvent s'écrire sous la forme de trois constantes de vitesse :

- KP pour la voie photochimique ;
- KD pour la dissipation thermique ;
- KT pour le transfert de l'énergie d'excitation directement vers les PSI.

## **5. Mesure de la composition en acide gras des feuilles et produits de dégradation**

### ***5.1. Analyse de la composition en acide gras de feuilles***

La composition en acides gras des feuilles a été déterminée sur les plus jeunes feuilles des plants de *S. nigrum* et *V. faba* cultivées en hydroponie selon le protocole de (LeGuédard *et al.*, 2008). En effet, les feuilles âgées, habituellement utilisées pour ce type d'analyse, se sont révélées, dans certaines conditions de culture, jaunies voire desséchées. Par la suite, les tissus foliaires prélevés sont placés dans 1 mL de méthanol contenant 2,5 % d'acide sulfurique.

L'échantillon est chauffé 1 h à 80 °C. Ensuite, les tubes sont refroidis rapidement dans la glace et, après ajout de 0,75 mL d'hexane et 1,5 mL d'eau, ils sont agités et centrifugés. La phase hexane (phase supérieure) est alors prélevée, et les esters méthyliques sont analysés par chromatographie en phase gazeuse (Hewlett Packard 5890 série II) sur une colonne capillaire Carbowax 1,2 micron, 15 m (Altech, Deerfield, IL., USA).

Le volume injecté est de 1 µL. La température est programmée à partir du protocole suivant : la température initiale est de 160 °C maintenue 1 min après l'injection, puis augmentation de la température de 20 °C/min jusqu'à 190 °C, puis de 5 °C/min jusqu'à 210 °C. Cette température est ensuite maintenue pendant 5 min.

### 5.2. Mesure de la peroxydation des lipides membranaires

La mesure de la peroxydation des lipides membranaires, selon le protocole élaboré par ( Ben Youssef *etal*,2005), est réalisée sur les feuilles de plantes cultivées en hydroponie et sur les feuilles des plantes cultivées sur sol.

Les extraits végétaux sont préparés à partir de matériel végétal frais broyé en présence d'azote liquide dans un mortier préalablement congelé. Après décongélation, 2 g de tissus végétaux broyés sont mis en contact avec 20 mL de tampon formé d'acide thiobarbiturique à 0,5 % (TBA) et d'acide trichloroacétique à 20 % (TCA). Le mélange est homogénéisé et incubé à 90 °C pendant 30 min. Au cours de l'incubation, un complexe se forme entre le TBA et les substances réactives à l'acide thiobarbiturique (TBARS) dont le MDA. La réaction est arrêtée par un refroidissement immédiat dans un bain de glace. Après centrifugation à 10 000 g pendant 20 min et à 4 °C, le surnageant est récupéré est filtré sur filtre seringue de 0,45 µm de diamètre de pores (Sartorius, Minisart stérile), pour un dosage colorimétrique des lipoperoxydes. Le dosage est effectué par spectrophotométrie (Spectrophotomètre Perkin-Elmer Lambda 2S UV-VIS), l'absorbance de l'échantillon est mesurée à 532 nm. La densité optique est corrigée par une lecture à 600 nm.

Un blanc est réalisé avec du tampon d'extraction. La concentration de TBARS est calculée en utilisant son coefficient d'extinction molaire

(C = 155 mM<sup>-1</sup>.cm<sup>-1</sup>).

$$\text{TBARS (nmol/g MF)} = \frac{(A_{532} - A_{600}) \times V}{155 \times \text{MF}} \times 1000$$

A = Absorbance

V = Volume de l'extrait (mL)

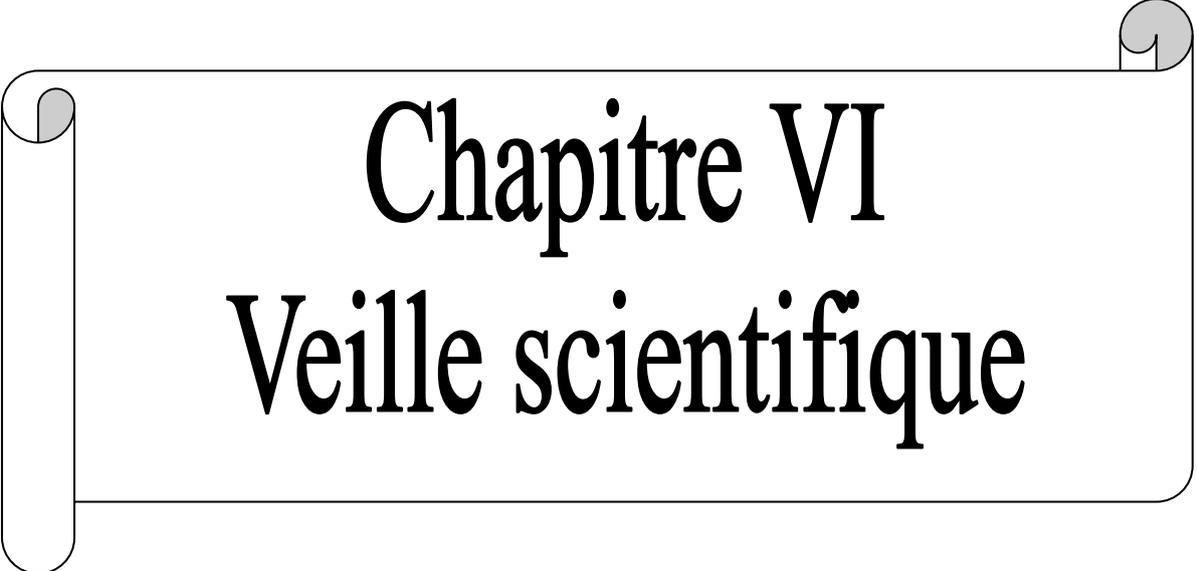
MF = Matière végétale fraîche (g)

**6. Extraction et dosage des sucres solubles totaux**

Les sucres solubles totaux ont été dosés par la méthode de (Dubois *et al.*, 1956), elle consiste à mettre 100mg de matière fraîche dans des tubes à essai contenant 2 ml d'éthanol à 80%. On laisse à température ambiante pendant 48 heures. Au moment du dosage, les tubes sont placés dans une étuve à 80°C pour faire évaporer l'alcool. Dans chaque tube, on ajoute 20ml d'eau distillée. C'est la solution à analyser. Dans des tubes à essai propres, on introduit 1ml de la solution à doser auquel on ajoute 1ml de phénol à 5%. Les tubes sont soigneusement agités. On ajoute alors 5ml d'acide sulfurique concentré (96 %,  $d=1,89$ ) à l'aide d'une burette dont le jet tombe brutalement sur la surface du liquide. La température atteint alors environ 110°C.

Après une agitation rapide au vortex, les tubes sont maintenus pendant 45mn à 5°C.

Après un séjour de 30mn à l'obscurité, les mesures d'absorbance sont effectuées à une longueur d'onde de 490 nm. Enfin, les concentrations ( $\mu\text{g/g MF}$ ) sont calculées à partir de l'équation déduite de la gamme d'étalonnage.

A decorative scroll graphic with a white background and a black outline. The scroll is unrolled in the middle, with the top and bottom edges curled up. The text is centered on the unrolled portion.

# Chapitre VI

## Veille scientifique

## Effects of the allelopathic plant *Artemisia herba-alba* Asso on the soil seed bank of a semi-arid plant community

Nabeel M. Modallal and Fawzia M.R Al-Charchafchi

Department of Biological Sciences and Biotechnology, Faculty of Sciences, Hashemite University, F.O. Box 150459, Postal Code 13115 Zarqa, Jordan

© 2006 Asian Network for Scientific Information

### Échantillonnage des banques de graines et conception expérimentale

En janvier 2014, 160 échantillons de sol ont été prélevés sur trois microsites. Plus précisément, 20 individus *A. herba-alba* et 20 individus *S. vermiculata* ont été sélectionnés au hasard (Fig. 1A). Ensuite, deux échantillons de sol ont été prélevés sous la canopée de chaque individu, dans la direction des vents principaux (NO) ( $n=80$  ; microsites ART et SAL pour *A. herba-alba* et *S. vermiculata* respectivement ; Fig. 1B). Deux autres échantillons de sol ont été prélevés dans un sol nu et ouvert, à 30 cm du bord de la canopée de chaque individu ( $n = 80$  ; microsite BS ; Fig. 1B). Ces trois microsites étaient les plus abondants dans les communautés végétales naturelles de la zone d'étude et représentaient environ 60 % de la couverture. Des individus sélectionnés d'*A. herba-alba* et de *S. vermiculata* avaient une physionomie très similaire. En effet, les deux espèces ne différaient pas par leur hauteur moyenne ( $F_{1,38} = 3,08$ ,  $P = 0,09$  ; voir en ligne Fig. S1), bien que *S. vermiculata* ait un rayon plus long ( $F_{1,38} = 7,94$ ,  $P < 0,01$  ; voir en ligne Fig. S1). Les carottes de sol mesuraient 3,5 cm de diamètre et 10 cm de profondeur, ce qui est suffisant pour échantillonner l'ensemble de la banque de graines dans les zones arides (Guo et al. 1998). Les échantillons de sol ont été conservés dans des sacs en plastique hermétiques et stockés dans une chambre froide à 4°C pendant trois mois.

Nous avons suivi la méthode d'émergence des semis (Heerdet *al.*, 1996) pour évaluer la banque de graines viable du sol. Tout d'abord, des échantillons de sol ont été trempés environ dix minutes dans une solution de bicarbonate de sodium ( $\text{NaHCO}_3$ ) pour provoquer la désagrégation des argiles. Ensuite, les échantillons de sol ont été lavés sur un tamis à mailles de 4 mm pour éliminer la fraction grossière du sol et lavés à nouveau sur un tamis à mailles de 0,25 mm pour obtenir des échantillons concentrés riches en graines. Les échantillons finaux ont été placés dans des pots en aluminium de  $23 \times 9 \times 7$  cm remplis de substrat (un mélange de tourbe blanche, 70 % et de sol de pinède, 30 %) et ont été mis à germer en serre pendant quatre mois, sous un régime de température contrôlé (25°C le jour et 15°C la nuit). Un filet de nylon de 0,25 mm a été placé entre les échantillons et le substrat pour empêcher la

germination à partir du substrat. Les pots étaient régulièrement irrigués avec de l'eau douce. Pour induire la germination des graines dormantes, 1 g l<sup>-1</sup> d'acide gibbérellique (AC3) a été ajouté à l'eau d'irrigation au cours du dernier mois (Ikuma et Thimann, 1960). La levée des plantules a été surveillée pendant 30 jours après la fin de l'expérience, mais aucune autre germination n'a eu lieu. Les positions des pots ont été modifiées au hasard pour éviter tout effet potentiel de site.

Pour simuler la germination d'une banque de graines en présence d'une plante allélopathique, un des deux échantillons prélevés sur chaque individu de deux espèces, et un des deux échantillons prélevés sur chaque sol nu (bloc de traitement ; n = 80), ont été irrigués avec un Dilution 5 g l<sup>-1</sup> d'extrait aqueux d'*A. herba-alba*, qui a remplacé un arrosage normal une fois toutes les deux semaines. La concentration équivalait à ajouter environ 0,6 g d'*A. herba-alba* par pot, ce qui peut être considéré comme similaire aux quantités trouvées dans la nature (Orr *et al.*, 2005). L'extrait aqueux a été obtenu par trempage des parties aériennes (pousses et feuilles fraîches) de différents individus d'*A. herba-alba* dans de l'eau distillée (100 g l<sup>-1</sup>), pendant 24 h à température ambiante et dans l'obscurité totale (Escudero *et al.*, 2000 ; Fernandez *et al.*, 2013 ; Orr *et al.*, 2005). Du matériel frais a été collecté au printemps 2014 auprès d'une population naturelle de la zone d'étude. L'extrait résultant a été filtré, stocké dans de petites bouteilles (100 ml) et congelé jusqu'à ce qu'il soit utilisé. L'activité allélopathique de l'extrait aqueux de *S. vermiculata* a été écartée dans une expérience préliminaire (Arroyo *et al.* données non publiées).

La levée des semis a été suivie chaque semaine. En particulier, la richesse en espèces et la densité des graines ont été quantifiées en nombre d'espèces et en nombre de semis, respectivement, qui ont émergé de chaque échantillon. Le moment de l'émergence a été quantifié comme la différence, en jours, entre le moment auquel l'échantillon a été mis à germer et le moment où le plant a été observé pour la première fois. La mortalité des semis a été quantifiée comme le rapport entre le nombre de semis morts et le nombre qui a émergé de chaque échantillon.

### **Analyses de données**

Les différences de richesse et de densité des banques de graines entre les microsites (BS, ART et SAL) ont été analysées avec des modèles linéaires généralisés (GLM). Nous avons utilisé une distribution d'erreurs de Poisson parce que nos données de comptage ne répondaient pas aux hypothèses de normalité, même après diverses transformations de données. Dans l'analyse

de la densité des graines, un GLM binomial négatif a été effectué pour traiter la surdispersion des données. Les tests de différence significative honnête (HSD) post hoc de Tukey ont été utilisés pour détecter les différences entre les paires de microsites. Les évaluations de la structure de la banque de graines ont été basées sur les pots qui n'ont pas été traités avec un extrait aqueux.

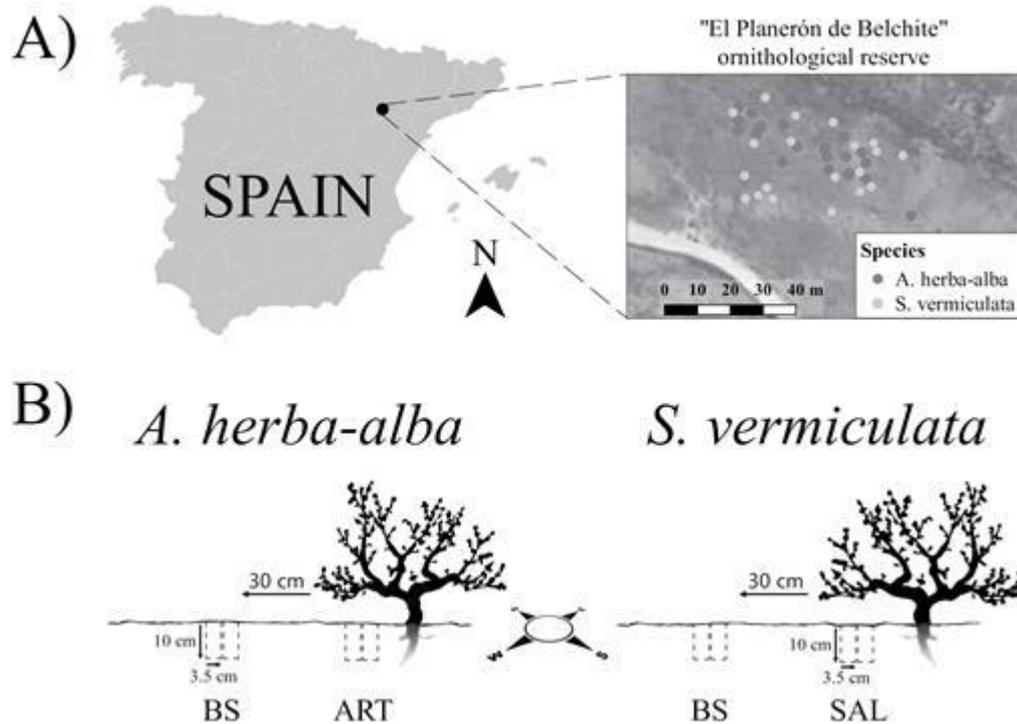
L'effet de l'extrait aqueux d'*A. herba-alba* sur l'émergence des plantules a été analysé avec des modèles mixtes linéaires généralisés (GLMM). Plus précisément, nous avons évalué l'importance des différences dans la richesse des espèces et l'abondance des semis entre les pots traités et non traités avec des GLMM séparés avec Poison distribution des erreurs. Le traitement a été défini comme un facteur fixe tandis que le microsite et l'identité de chaque plante ou sol nu ont été inclus comme facteurs aléatoires car les échantillons de sol prélevés sur le même individu ou le sol nu étaient plus proches les uns des autres que les autres échantillons. La sélection du meilleur modèle a été basée sur le critère d'information d'Akaike (AIC ; Zuuret *al.*, 2009). Si deux modèles ou plus avaient le même AIC (c'est-à-dire une différence < 2 points AIC), le modèle le plus parcimonieux était sélectionné.

Les différences dans le moment de l'émergence et la mortalité des semis des espèces les plus abondantes dans la banque de graines entre les pots traités et non traités ont été évaluées en effectuant des GLMM espèces × traitement distinctes. Une distribution Poison des erreurs a été spécifiée pour le temps de germination, et une distribution binomiale des erreurs a été spécifiée pour la mortalité des semis. Le pot a été inclus comme facteur aléatoire dans chaque modèle. Un effet aléatoire au niveau de l'observation a été inclus pour tenir compte de la surdispersion dans le moment de l'émergence (Harrison, 2014).

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel R (CoreTeam ,2015). Les GLMM ont été réalisés à l'aide de la fonction glmer dans le package lme4 (Bates *et al.* 2015)

**Figure 1:**(A) localisation de la zone d'étude et des individus sélectionnés. (B) Schéma du plan d'échantillonnage de la banque de semences.

### Seed bank sampling and experimental design



### Constatations importantes

Nous avons constaté que la richesse et la densité de la banque de graines étaient plus élevées sous couvert d'arbustes qu'ils ne l'étaient en sol nu. *A. herba-alba* et les microsites de *S. vermiculata* avaient une richesse de banque de graines similaire. Cependant, la densité de la banque de graines était plus élevée sous *A. herba-alba* en raison de la grande abondance de graines d'*A. herba-alba*. Aqueux extraire de 50% la levée des semis de la banque de graines, et affecté la mortalité de certains semis émergés. De l'autre main, l'extrait aqueux n'a pas influencé le moment de la levée de semis. Nous concluons que, bien que la présence d'allélopathiques les plantes ne provoquent pas de changements significatifs dans la structure de la banque de graines par rapport à des arbustes similaires non allélopathiques, leur présence peut en fait entraîner une réduction de la levée des plantules à partir de la banque de graines, ce qui conduit à une faible richesse et densité en espèces végétales proche. À notre

connaissance, il s'agit de la première étude à examiner la effet d'une plante allélopathique sur la structure et la germination dans toute une banque de graines de sol.

**Table 1:** seed bank density per species and microsite (based only on counts from non-treated pots;  $n = 80$ ) and seedling emergence per species and treatment

Species	Seed bank density (seeds m <sup>-2</sup> )			Seedling emergence (seedlings m <sup>-2</sup> )	
	BS	ART	SAL	Non-treated	Treated
<i>Anacyclus clavatus</i> (Desf.) Pers.	26	0	0	13	0
<i>Artemisia herba-alba</i> Asso	780	12 271	832	3666	1638
<i>Astragalus sesameus</i> L.	0	156	260	104	13
<i>Brachypodium retusum</i> (Pers.) P. Beauv.	0	0	0	0	52
<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) P. Beauv.	78	52	156	91	52
<i>Bromus</i> sp.	26	52	52	39	39
Unidentified sp. 1	26	0	0	13	0
<i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>hispanica</i> (Roth) Nyman	78	260	208	156	130
<i>Filago pyramidata</i> L.	0	52	156	52	13
<i>Frankenia pulverulenta</i> L.	208	156	1040	403	208
<i>Juncus</i> sp. 1	52	0	52	39	65
<i>Juncus</i> sp. 2	52	104	0	52	65
Unidentified sp. 2	104	104	52	91	104
<i>Plantago afra</i> L.	208	572	1352	585	143
<i>Plantago albicans</i> L.	0	52	0	13	13
<i>Plantago coronopus</i> L.	26	0	0	13	0
<i>Salsola kali</i> L.	78	0	0	39	0
<i>Sonchus tenerimus</i> L.	26	104	52	52	26
<i>Spergularia diandra</i> (Guss.) Boiss.	52	0	0	26	13
<i>Suaeda vera</i> J.F.Gmel.	26	0	0	13	0
<i>Trigonella polyceratia</i> L.	0	156	0	39	39
Total	1846	14 091	4212	5499	2613

Quatre cent vingt trois semis de 20 différents espèces ont émergé des échantillons de la banque de semences dans pots ( $n = 80$  ; tableau 1). La densité moyenne de la banque de graines était de 5499 graines m<sup>-2</sup> (tableau 1).

Environ 85 % de graines dans la graine les échantillons de banque provenaient de l'une des quatre espèces les plus abondantes (*A. herba-alba*, *D. glomerata*, *Frankeniapulverulenta* L. et *Plantagoafra* L.). *Artemisia herba-alba* était la plus représentative espèces de banque de graines avec plus de 65% de graines (Tableau 1).

## **Inhibitory effects of *Artemisia herba-alba* on the germination of the gypsophyte *Helianthemum squamatum***

Adrián Escudero, María J. Albert, José M. Pita & Félix Pérez-García

Departamento de Biología Vegetal, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola, Universidad Politécnica

de Madrid, Ciudad Universitaria s/n, E-28040 Madrid, Spain

Received 12 February 1999; accepted in revised form 1 December 1999

### **Essais de germination des graines**

Quatre répétitions de 25 graines de *H. squamatum* ont été réalisées pour chaque traitement. Les graines ont été placées dans des boîtes de Pétri en verre de 7 cm sur deux feuilles de papier filtre humidifiées avec soit 3,5 ml d'eau distillée (témoin), soit 3,5 ml d'extraits aqueux d'*A. herba-alba* à différentes concentrations équivalentes aux extraits de 2, 4 et 10 g de matière fraîche pour 100 ml d'eau distillée. Les graines ont été mises à germer dans une chambre de germination à 25 C sous une photopériode lumineuse de 16 h fournie par des tubes fluorescents froids ( $35 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). Cette température a été choisie car elle est considérée comme optimale pour la germination de cette espèce (Pérez-García *et al.*, 1995; Escudero *et al.*, 1997). Les graines montrant l'émergence de radicules ont été enregistrées tous les deux jours et retirées des boîtes de Pétri. La germination finale a été notée après 30 jours.

Les procédures ci-dessus ont également été suivies avec des semences commerciales de laitue (*Lactuca sativa* L. cv. Val-dor -*Asteraceae*). Ces essais ont été menés afin d'évaluer l'effet allélopathique sur du matériel présentant une très faible variabilité génétique et une germinabilité très peu de variabilité génétique et avec une germination atteignant presque 100 %. Quatre répétitions de 25 graines de laitue ont été utilisées pour chaque traitement. Le pourcentage de germination finale des graines de laitue a été évalué après sept jours d'incubation sous 16 h de photopériode lumineuse à 25 C.

Afin d'évaluer l'effet des substances phytochimiques volatiles, des morceaux de 5 cm de pousses d'*A. herba-alba* (100 g) ont été placés séparément au fond de récipients en verre hermétique cylindrique. Les graines de *H. squamatum* ont été mises à germer à température ambiante dans des boîtes de Pétri ouvertes sur le dessus d'un treillis dans les récipients en verre, à environ 1 cm au-dessus du matériel frais d'*A. herba-alba*. Les essais de germination ont suivi le protocole décrit ci-dessus. Quatre répétitions de 25 graines ont été réalisées.

Enfin, afin d'établir si les composés allélopathiques sont libérés dans le sol et accumulés aux niveaux de toxicité suggérés par les essais biologiques ci-dessus, une dernière expérience de germination a été menée.

Les graines de *H. squamatum* ont été mises à germer sur cinq substrats différents, (1) témoin (papier-filtre), (2) sol des pentes recouvertes de gypse, (3) sol échantillonné sous des plants d'*A. herba-alba* sans litière, (4) sol échantillonné sous des plantes *A. herba-alba* avec litière et (5) sol échantillonné de la zone *A. herba-alba* mais distant de plus de 2 m de la canopée *A. herba-alba*. Trois carottes de deux centimètres de profondeur ont été prélevées au hasard et fusionnées avant utilisation. Les échantillons de sol ont été séchés dans des conditions de laboratoire et tamisés. Seule la fraction terre fine (< 2 mm) a été utilisée pour remplir les boîtes de Pétri (hauteur 2 mm). La litière était broyée et incorporée lorsque cela était nécessaire pour éviter toute interférence physique pendant le processus de germination (voir Fowler 1986). Quatre répétitions de 25 graines ont été réalisées pour chaque traitement.

## Résultats

La concentration de l'extrait aqueux avait un fort effet significatif sur les graines scarifiées (extraction à chaud et à froid) et n'a eu qu'un effet légèrement significatif sur graines intactes sous extraction à chaud (Tableau 1) Pourcentages de germination atteints dans les conditions de contrôle pour les graines intactes et les graines scarifiées (tableau 2) sont similaires à ceux obtenus dans des travaux antérieurs (Pérez-García et al. 1995 ; Escudero et al. 1997). Germination finale pourcentages sous les quatre traitements expérimentaux n'ont pas été affectés par l'origine de la matière fraîche (pousse/racine), ou interaction avec la concentration d'extraits (tableau 1). Les graines scarifiées ont atteint un niveau inférieur pourcentages de germination par rapport aux graines témoins après exposition à n'importe quelle concentration d'extraits d'*A. herba-alba* sous l'extraction à froid (tableau 2), alors que la plupart de ces différences ont disparu sous extraction à chaud.

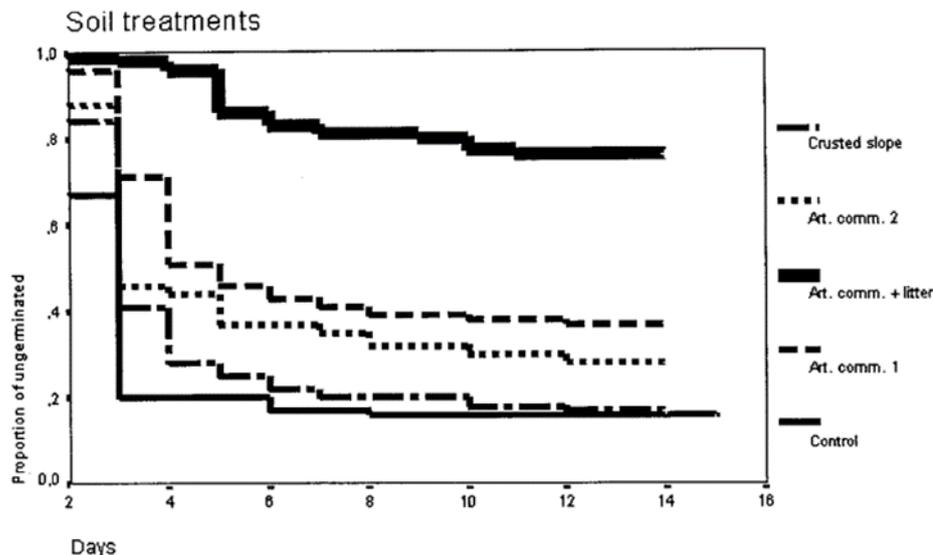
**Tableau 1.** ANOVA à deux facteurs pour l'effet de la concentration d'extrait aqueux et du type de matériel frais (pousse/racine) sur le pourcentage de germination final (arc sin transformé) des graines d'*Helianthemum squamatum*. Résultats après 30 jours d'incubation. Les différences significatives sont en gras.

	SS	df	F	sig. of F
<b>Intact seed/hot extraction</b>				
Shoot/root	39.23	1	1.20	0.284
Concentration	381.25	3	3.88	<b>0.021</b>
s/r × cc	49.04	3	0.50	0.686
<b>Intact seeds/cool extraction</b>				
Shoot/root	50.35	1	1.07	0.312
Concentration	224.95	3	1.59	0.218
s/r × cc	94.76	3	0.67	0.579
<b>Scarified seeds/hot extraction</b>				
Shoot/root	229.44	1	3.79	0.063
Concentration	1208.57	3	6.66	<b>0.002</b>
s/r × cc	126.20	3	0.70	0.564
<b>Scarified seeds / cool extraction</b>				
Shoot/root	43.81	1	0.93	0.344
Concentration	1813.56	3	12.87	<b>&lt;0.001</b>
s/r × cc	33.10	3	0.23	0.871

**Tableau 2.** Valeurs d'erreur moyenne et standard du pourcentage final de germination des graines d'*Helianthemum squamatum* sous différents traitements. Résultats après 30 jours d'incubation. Les différences significatives (intervalle de confiance à 95 %) pour le test SNK sont indiquées par des lettres. Le nombre de répétitions était de 8 dans tous les cas car les traitements avec des extraits de pousses et de racines ont été regroupés. Les résultats de l'eau froide/des graines scarifiées ne sont pas inclus car il n'y a pas de différences significatives.

Concentration of aqueous extract. (g fresh mat./100 ml)	Hot water extracts/ intact seeds		Hot water extracts/ scarified seeds		Cool water extracts/ Scarified seeds	
	Mean ± SE	SNK ranges	Mean ± SE	SNK ranges	Mean ± SE	SNK ranges
0 (Control)	20 ± 10.5	a	85 ± 8.9	a	85 ± 8.9	a
2	18 ± 6.8	a	79.5 ± 10.1	a	61.5 ± 10.2	b
4	12 ± 5.7	b	74.5 ± 11.7	a	61.7 ± 10.7	b
10	9.5 ± 6.2	b	60.5 ± 15.6	b	57 ± 10.2	b

**Figure 2.** Modèles de courbes de germination (« fraction des non germés ») des graines d'*Helianthemumsquamatum* après différents traitements du sol (méthode Kaplan–Meier). Art.comm. 1 a indiqué les sols obtenus sous les plants d'*Artemisia herba-alba* à l'exclusion de la fraction de litière. De l'art. comm. 2 indiquaient le traitement avec de la terre de la communauté *Artemisia herba-alba* mais éloignée des plantes matures.



Les différences observées n'ont pas été attribuées à un osmotic effect potentiel car les dosages avec des solutions avec une conductivité électrique de 3,68, 1,47, 0,73 et 0,01 dS m<sup>-1</sup> (contrôle) n'a pas montré de différences significatives (F D 2,75I P D 0,09) en germination finale pourcentage. Ces valeurs de conductivité étaient similaires à ceux des extraits aqueux de matériel de pousse. Enfin, le pourcentage de germination sur les différents traitements du sol étaient significativement différents (F D 27,9IP < 0,0001). Le test SNK n'a détecté que des différences pour le traitement des sols *A. herba-alba* avec de la litière, ce qui était inférieur (20% 10,3). Cependant, une tendance d'un taux de germination plus faible a été observé : 70 % 12,6 et 65% 4,0 pour les deux autres traitements d'*Artemisia* sols communautaires, le second correspondant à le sol sous plantes matures contre 83% 13,1 et 85% 8,8 en conditions témoins et sur gypse sols de la pente respectivement. En ce sens, les différences entre les courbes de germination ont été détectés par le test du log-rank (Figure 2). Germination sous contrôle conditions et sur les sols de gypse des pentes encroûtées a été plus rapide que sur les sols communautaires d'*A. herba-alba* (trois traitements), étant particulièrement retardée en cas de présence de litière.

## **Phytotoxic effects of volatile and water soluble chemicals of *Artemisia herba-alba***

ANTONIO I. ARROYO<sup>1\*</sup>, YOLANDA PUEYO<sup>1</sup>, FRANÇOIS PELLISSIER<sup>2</sup>, JAVIER RAMOS<sup>3</sup>, ANA ESPINOSA-RUIZ<sup>4</sup>, ANNIE MILLERY<sup>2</sup> AND CONCEPCIÓN L. ALADOS<sup>1</sup>

Journal of Arid Environments 151: 1-8 (2018)

### **Essais biologiques sur la germination des graines**

L'effet phytotoxique des substances chimiques volatiles libérées par les parties aériennes d'*A. herba-alba* a été déterminé en évaluant la germination des graines chez les quatre espèces cibles (*S. vermiculata*, *L. spartum*, *P. halepensis* et *A. herba-alba*). Les graines ont été placées sur une couche de papier filtre Joseph dans des boîtes de Pétri de 10 cm de diamètre et ont été humidifiées avec 5 ml d'eau déminéralisée. Des récipients en papier d'aluminium (3 cm de diamètre) contenant 0,05, 0,1 ou 0,5 g (poids sec) de parties aériennes broyées ont ensuite été placés dans des boîtes de Pétri. Dix répétitions (c'est-à-dire des boîtes de Pétri) de *S. vermiculata*, *P. halepensis* et *A. herba-alba* (10 graines chacune) et *L. spartum* (5 caryopses chacune) ont été utilisées à chaque traitement. Les contrôles ont été effectués en plaçant des récipients en aluminium vides dans des boîtes de Pétri. Les boîtes de Pétri ont été scellées hermétiquement avec du parafilm. Les graines ont été mises à germer dans une serre dans des conditions contrôlées (12 h de lumière à 23 °C et 12 h d'obscurité à 18 °C ; Tableau A.1).

L'effet phytotoxique des produits chimiques solubles dans l'eau a été déterminé en évaluant la germination des graines chez les quatre espèces cibles selon le même schéma mentionné ci-dessus (tableau A.1). Dans ce cas, les graines ont été humidifiées avec 5 ml d'extrait aqueux dilué à 0,5, 2 ou 5 g l<sup>-1</sup>, et des contrôles ont été effectués en lessivant les graines avec de l'eau déminéralisée. De plus, les graines devaient germer dans une pièce dont la température variait entre 24 °C le jour et 20 °C la nuit, et 12 h de lumière fournie par des tubes fluorescents à lumière froide (204 μmol s<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup>).

La germination des graines d'*A. herba-alba* a échoué dans ces conditions et a nécessité des températures plus basses pour réussir. Par conséquent, les graines d'*A. herba-alba* ont été configurées pour germer dans une chambre de croissance thermostatique qui avait 12 h de photopériode lumineuse (210 μmol s<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup>), une température de période lumineuse de 15 °C et une température de période sombre de 5 °C (A.1). Les positions des boîtes de Pétri ont été modifiées au hasard tous les quelques jours et le nombre de graines germées (rupture des téguments et saillie de la radicule) a été enregistré quotidiennement pendant 21 jours.

L'effet phytotoxique d'un mélange de composés phénoliques purs a également été déterminé en évaluant la germination des graines chez les quatre espèces cibles. Plus précisément, les acides catéchol, protocatéchique et vanillique ont été utilisés pour le mélange car ils ont été identifiés et quantifiés dans l'extrait aqueux d'*A. herba-alba* (40,6 mg l<sup>-1</sup> dans 100 g l<sup>-1</sup> d'extrait aqueux ; 37,2, 9,4 et 2,2 mg l<sup>-1</sup> respectivement). Les graines ont été humidifiées avec 5 ml de trois dilutions du mélange phénolique comme traitements (0,24, 0,98 et 2,44 mg l<sup>-1</sup>). La proportion trouvée pour chaque composé identifié a été maintenue lors du mélange. Ainsi, à chaque traitement, la concentration de chaque composé était la même que la concentration de tels composés dans 0,5, 2 ou 5 g l<sup>-1</sup> d'extrait aqueux d'*A. herba-alba*. Les graines ont été humidifiées avec de l'eau déminéralisée chez les témoins. Le nombre de répétitions, le nombre de graines par traitement et les conditions de germination étaient les mêmes que ceux de l'essai biologique de germination de l'extrait aqueux (tableau A.1).

## Résultats

Effets des produits chimiques volatils et hydrosolubles sur la germination des graines : Aucun effet significatif des produits chimiques volatils libérés par les parties aériennes d'*A. herba-alba* n'a été observé sur la germination des graines de *S. vermiculata* et *L. spartum* (tableau 1, figure B.1). Cependant, les produits chimiques volatils libérés par la plus grande quantité de parties aériennes d'*A. herba-alba* ont inhibé la germination de *P. halepensis* (tableau 1, figure 1A). De plus, les produits chimiques volatils libérés par n'importe quelle quantité de parties aériennes d'*A. herba-alba* ont également inhibé la germination de ses propres graines (tableau 1, figure 1B).

**Tableau 1** Résultat des analyses GLMM pour l'effet du traitement et le temps de mesure sur la germination des graines des espèces cibles. La signification du 649 changement de déviance a été testée en comparant des modèles avec et sans l'effet de chaque terme, en supposant une distribution  $\chi^2$ . Les effets significatifs ( $p < 0,05$ ) sont mis en évidence en gras.

Species	Variable	Volatile chemicals				Aqueous extract				Phenolic mixture			
		Res. Deviance	$\chi^2$	df	p-value	Res. Deviance	$\chi^2$	df	p-value	Res. Deviance	$\chi^2$	df	p-value
<i>S. vermiculata</i>	Treatment	223.37	7.43	3	0.06	257.58	2.17	3	0.54	253.28	2.07	3	0.56
	Time	230.79	0.01	1	0.92	259.64	0.11	1	0.74	255.23	0.11	1	0.73
	Treatment:Time	223.34	0.02	3	0.99	257.30	0.17	3	0.98	253.12	0.05	3	0.99
<i>L. spartum</i>	Treatment	463.05	1.16	3	0.76	336.93	0.87	3	0.83	313.55	1.02	3	0.80
	Time	281.52	182.7	2	< 0.001	289.34	48.46	2	< 0.001	271.01	43.56	2	< 0.001
	Treatment:Time	273.76	6.62	6	0.36	281.11	7.37	6	0.29	267.41	2.62	6	0.85
<i>P. halepensis</i>	Treatment	849.99	22.02	3	< 0.001	652.20	11.66	3	< 0.01	369.20	6.95	3	0.07
	Time	355.90	516.12	2	< 0.001	405.91	257.94	2	< 0.001	300.26	75.89	2	< 0.001
	Treatment:Time	330.68	5.23	6	0.51	385.94	8.26	6	0.22	290.31	3.07	6	0.80
<i>A. herba-alba</i>	Treatment	263.91	27.27	3	< 0.001	566.72	37.53	3	< 0.001	552.56	15.81	3	< 0.01
	Time	271.60	19.58	2	< 0.001	382.80	221.45	2	< 0.001	343.23	225.14	2	< 0.001
	Treatment:Time	243.74	0.57	6	0.99	329.77	15.07	6	0.02	317.60	9.53	6	0.15

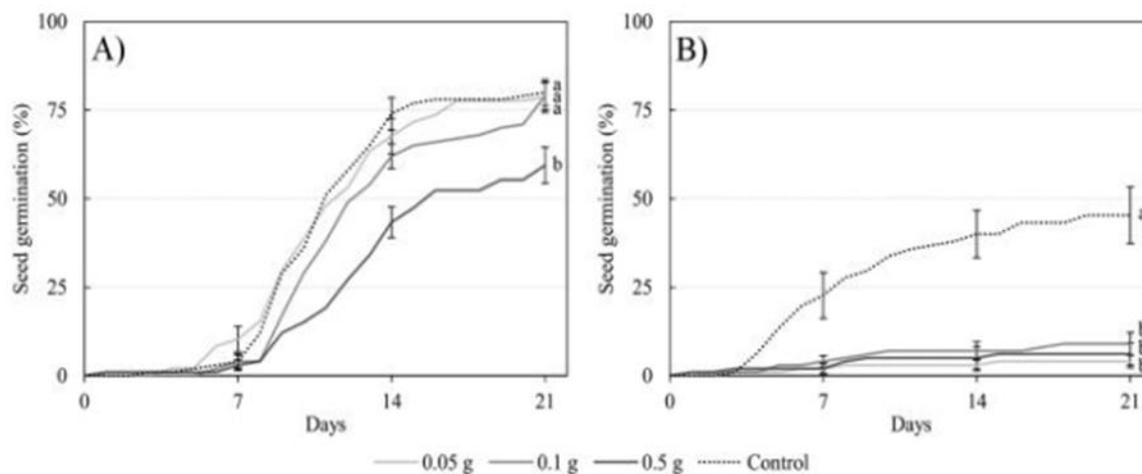
Les produits chimiques hydrosolubles d'*A. herba-alba* n'ont pas eu d'effet significatif sur la germination des graines de *S. vermiculata* et *L. spartum* (tableau 1, figure B.2). D'autre part, la germination des graines de *P. halepensis* différait significativement entre les traitements (tableau 1). Plus précisément, la concentration intermédiaire d'extrait aqueux a favorisé la germination des graines par rapport à la concentration la plus élevée d'extrait aqueux. Cependant, ils ne différaient pas significativement des graines du témoin (figure 2A). En ce qui concerne la germination des graines d'*A. herba-alba*, il y avait une interaction entre le traitement et le moment de la mesure (tableau 1).

Globalement, la concentration la plus élevée d'extrait aqueux a inhibé la germination des graines d'*A. herba-alba* aux trois moments considérés (j7, j14 et j21), tandis que les concentrations les plus faibles et intermédiaires n'ont inhibé sa germination qu'à partir de j7 (Fig. 2B).

Le mélange de composés phénoliques purs (c'est-à-dire les acides catéchol, protocatéchine et vanillique) n'a pas eu d'effet significatif sur la germination des graines de *S. vermiculata*, *L. spartum* et *P. halepensis* (tableau 1, figures B.3 et 3A). Cependant, la concentration la plus élevée du mélange a significativement inhibé la germination des graines d'*A. herba-alba* (tableau 1, figure 3B).

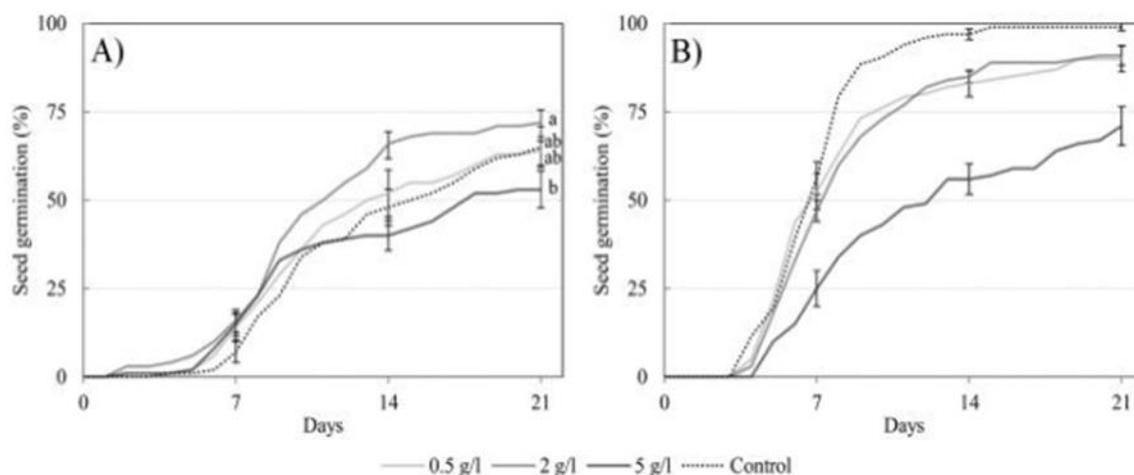
**Fig. 1** Germination (% moyen  $\pm$  SE) des graines de A) *P. halepensis* et B) *A. herba-alba* exposées à des produits chimiques volatils libérés par 0,05, 0,1 et 0,5 g de parties aériennes de *A. herba-alba* broyées. Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre les traitements (test Tukey HSD)

**Fig. 1**



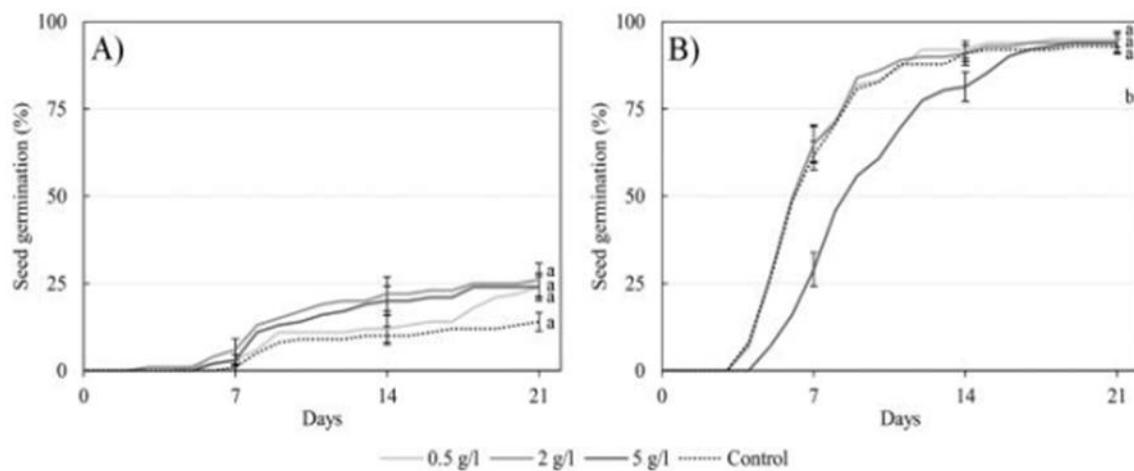
**Fig. 2** Germination (% moyen  $\pm$  SE) de A) *P. halepensis* et B) *A. herba-alba* graines humidifiées avec 5 ml d'extrait aqueux d'*A. herba-alba* dilué à 0,5, 2 et 5 g l-1. Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre les traitements (test HSD de Tukey)

**Fig. 2**



**Fig. 3** Germination (% moyen  $\pm$  SE) de A) *P. halepensis* et B) *A. herba-alba* graines humidifiées avec 5 ml d'un mélange d'acides catéchol, protocatéchique et vanillique. A chaque traitement, la concentration de chaque composé était la même que la concentration de de ces composés dans 0,5,2 ou 5 g l<sup>-1</sup> d'extrait aqueux d'*A. herba-alba*. Différentes lettres indiquent des différences significatives entre les traitements (test HSD de Tukey)

**Fig. 3**



## **Biochemical and Physiological Changes in Artemisia herba-alba Plants under Water Stress Conditions**

C. Guenaoui, M. 1,2 1,2 Gorai, 2S. Smiti and 1M. Neffati

1Sciences Faculty of Tunis, Tunisia

2Institut des Régions Arides de Medenine, Tunisia

© IDOSI Publications, 2008

### **Traitements de sécheresse :**

Avant les traitements, les plantes étaient régulièrement irriguées à la capacité du champ (F C). A l'âge de 4 mois, trois groupes de 24 plantes ont été aléatoirement sélectionnés et ont été soumis à différentes conditions d'eau : 100 % du FC, 70 % FC (stress modéré) et 40 % FC (stress sévère) respectivement, dans des conditions environnementales similaires à celles décrites ci-dessus.

Les plantes stressées par la sécheresse ont été arrosées tous les 2 jours pour remplacer approximativement l'évapotranspiration, de sorte que le niveau de stress hydrique reste constant. 36 jours de traitement ont suffi pour provoquer des changements remarquables et donc 12 plantes de chaque groupe ont été récoltées. Par la suite, les plantes restantes ont été ré-arrosées au FC pendant une période de 40 jours avant d'être récoltées.

Les plantes témoins ont été bien arrosées chaque jour et échantillonnés suivant les mêmes intervalles de jour que les groupes traités. Après la récolte, le matériel végétal a été lyophilisé et les poids secs (DW) ont été déterminés.

### **Teneur en chlorophylle :**

Environ 0,1 g de feuilles lyophilisées ont été pulvérisées et ajoutées à 5 ml d'une solution d'acétone à 80 %. Après 72 h d'incubation à 4 °C dans l'obscurité, les teneurs en chlorophylle a, b et totale ont été mesurées en fonction de l'absorbance à 665 et 649 nm, respectivement, en utilisant l'équation suivante :

$$\text{chl a } (\mu\text{g /ml}) = 11,63 (A) - 2,39 (A).$$

$$\text{chl b } (\mu\text{g /ml}) = 20,11(A) - 5,18 (A).$$

$$\text{chl total } (\mu\text{g /ml}) = 6,45 (A) + 17,72 (A).$$

**Mesure des teneurs en proline et sucres :**

La teneur en proline dans 100 mg de feuilles lyophilisées a été extraite et déterminée selon la méthode de Troll et Lindsey [23] simplifiée et pointée par Dreyer [24]. La teneur en proline a été exprimée en  $\mu\text{mol. G MS}$ . La dose de sucres solubles a été réalisée à partir de 100 mg de feuille lyophilisée [25]. La teneur en sucres solubles a été exprimée en  $\mu\text{mol. G MS}$ . Toutes les données ont été mesurées trois fois et la moyenne a été utilisée pour l'analyse des résultats et la discussion.

**Potentiel osmotique :**

Pour la détermination du potentiel osmotique, des échantillons congelés ont été décongelés et le potentiel osmotique de la sève obtenue a été mesuré à l'aide d'un osmomètre à pression de vapeur (Christ alpha 1-4).

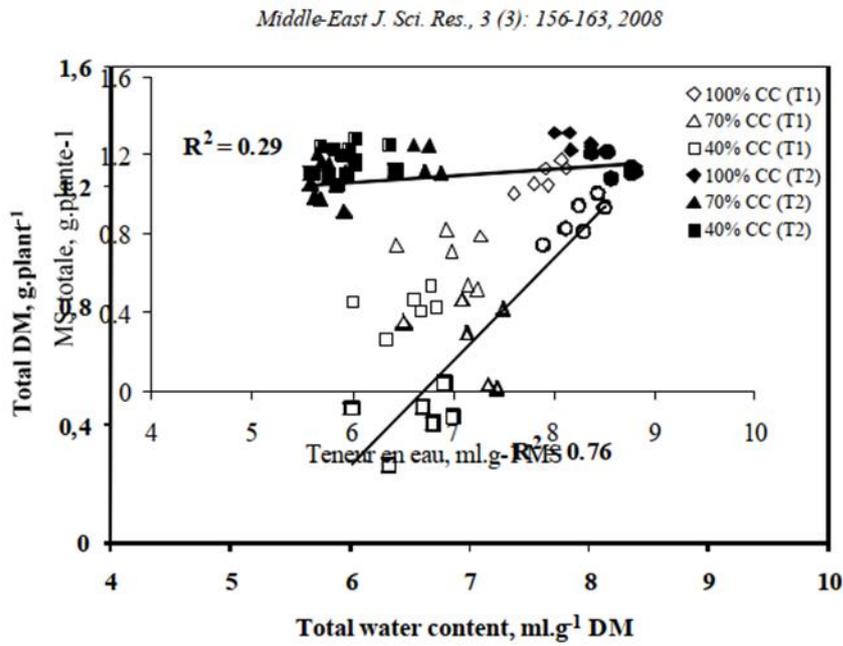
**Analyse statistique :**

L'importance des effets du traitement sur les paramètres physiologiques et biochimiques a été évaluée par analyse de la variance à l'aide des modèles de la version SPSS 12.0. Les comparaisons des moyennes entre les trois traitements, à nombre égal de répétitions, ont été réalisées par un test de Duncan.

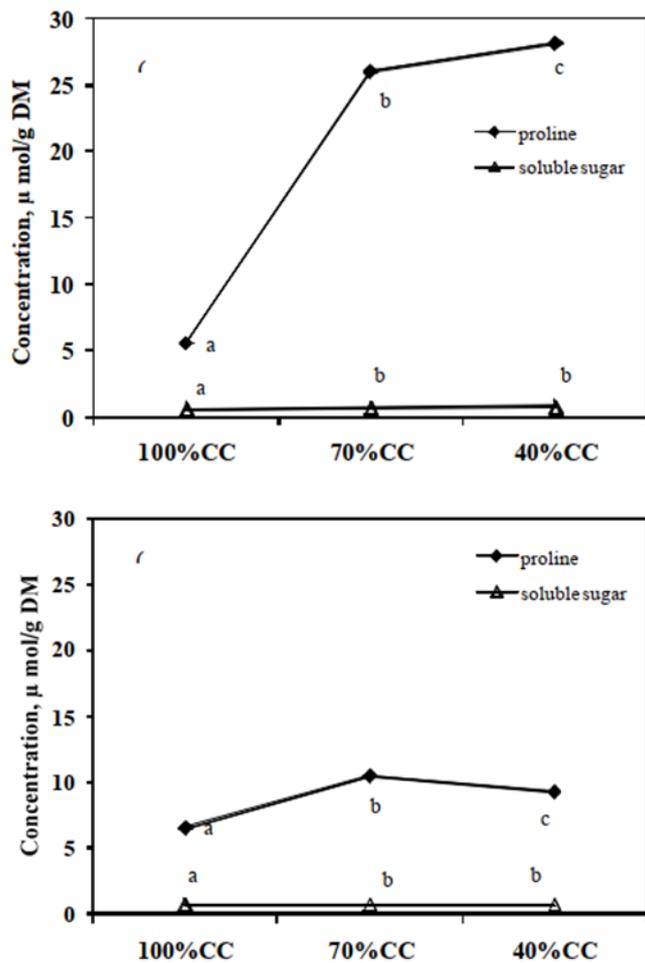
**Résultat**

Le stress hydrique induit a influencé de manière significative ( $p < 0,05$ ) le poids sec total des plantes. La production de matière sèche la plus élevée (1,092 g par plante) a été observée dans des conditions de contrôle et a été réduite à environ 0,68 et 0,42 g par plante dans les plantes traitées par sécheresse sous 70 % CC et 40 % CC, respectivement. Les plantes non traitées présentaient à nouveau le total le plus élevé.

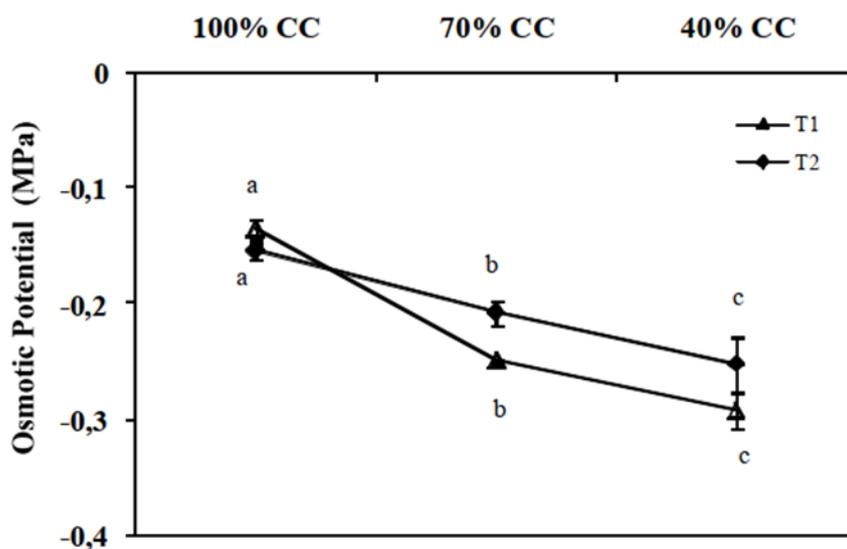
**Fig. 1** : Corrélation entre la production de matière sèche et la teneur en eau après stress hydrique (symboles lumineux) et réarrosage traitements (symboles sombres)



**Fig. 2** : Teneur en proline et en sucres solubles après traitement de stress hydrique (a) et de ré-arrosage (b). Moyenne de 3 répétitions



**Fig. 3** : Potentiel osmotique d'*A. herba-alba* après stress hydrique (T1) et traitement de ré-arrosage (T2). Moyenne de 3 répétitions



**Tableau 1** : Chlorophylle a, b et teneur totale en A. herba-alba après stress hydrique et traitement de réarrosage. Moyenne de 3 répétitions et SE à 5%.

Treatment		chl a ( $\mu\text{g/g MS}$ )	chl b ( $\mu\text{g/g MS}$ )	Total chl ( $\mu\text{g/g MS}$ )
<b>Water stress</b>	100%CC	0.88 $\pm$ 0.13a	0.58 $\pm$ 0.061a	1.46 $\pm$ 0.06a
	70%CC	0.84 $\pm$ 0.10b	0.54 $\pm$ 0.04b	1.38 $\pm$ 0.05b
	40%CC	0.74 $\pm$ 0.078c	0.52 $\pm$ 0.03c	1.26 $\pm$ 0.04c
<b>Re-watering</b>	100%CC	0.89 $\pm$ 0.03a	0.59 $\pm$ 0.01a	1.48 $\pm$ 0.02a
	70%CC	0.89 $\pm$ 0.05a	0.59 $\pm$ 0.01a	1.48 $\pm$ 0.04a
	40%CC	0.91 $\pm$ 0.067a	0.54 $\pm$ 0.02b	1.45 $\pm$ 0.05a

Teneur en eau avec une quantité de 6,1 ml.g 1 MS. Sévère les plantes stressées ont au contraire montré une teneur en eau plus faible c'était 23 % de moins que le niveau des témoins. De façon intéressante, 40 jours de réarrosage ont permis de récupérer à la fois le total poids sec et état hydrique total. Par rapport au contrôle plantes, les plantes précédemment traitées sévèrement ont montré une augmentation de la production de matière sèche et de la teneur en eau 97 % et 94 %, respectivement. Afin d'illustrer l'entre les deux paramètres, la matière sèche totale produite a été exprimée par rapport à teneur totale en eau de la plante. Une forte corrélation ( $R^2=0,8$ ) a été remarquée et révélée que la croissance des plantes dans des conditions de déficit hydrique dépendait fortement de leur état hydrique (Fig. 1).

### Teneur en chlorophylle :

Comme le montre le Tab.1, la teneur en chlorophylle des feuilles a changé de manière significative ( $p<0,05$ ) après 36 jours de traitement du stress hydrique. La teneur en chlorophylle la plus élevée a été trouvée dans les plantes témoins. Les valeurs les plus basses étaient observées dans les plantes traitées. A 40% CC, la diminution de La teneur en Chla, Chlb et chl totale était d'environ 0,14  $\mu\text{g/g SM}$  ; 0,06  $\text{g/g MS}$  et 0,2  $\text{g/g MS}$ , respectivement. Cependant, les différences ont encore diminué avec un retour à arrosage optimal.

### Contenu de la proline :

Le contenu en proline des produits non traités et les plantes traitées étaient significativement différents ( $P = 0,023$ ). Les plantes témoins avaient des teneurs en proline dans les parties aériennes plus faibles par rapport aux plantes stressées. La figure 2 montre que les quantités de proline dans les plantes témoins se situaient dans une fourchette de 5,54  $\mu\text{mol.g 1 MS}$  poids sec de partie aérienne. Limiter l'eau l'approvisionnement pendant 36 jours a augmenté

ce niveau de 4 et 5 fois sous 70 et 40 % CC, respectivement. Après 40 jours de ré-arrosage, cette quantité a diminué spécialement pour les plantes qui ont été sévèrement stressés mais il n'a pas atteint le niveau de contrôle.

### **Teneur en sucre soluble :**

Les teneurs en sucres solubles étaient remarquablement inférieures à celles de la proline (Fig. 2). Les plantes stressées par l'eau ont montré une teneur en sucres solubles plus élevée par comparaison aux plantes témoins. Il était d'environ 0,69 et 0,74  $\mu\text{mol.g}^{-1}$  MS avec une augmentation de 22 et 35% sous 70 % et 40 % CC, respectivement. Teneur en sucre soluble de les plantes ré-arrosées ont montré une diminution surtout pour plantes précédemment soumises à un stress sévère qui ont atteint la niveau de contrôle (0,6  $\mu\text{mol.g}^{-1}$  MS).

### **Potentiel osmotique :**

Le potentiel osmotique était remarquablement réduit après le traitement du stress hydrique (Fig. 3). Il diminué de -0,8 MPa dans des conditions d'eau optimales à -1,5 MPa et -1,8 MPa sous 70%CC et 40%CC, respectivement, mais elle a encore augmenté lorsque les plantes ont été ré-arrosé pendant 40 jours.

## **Phytochemistry, Toxicity and Pharmacology of *Pistacia lentiscus*, *Artemisia herba-alba* and *Citrullus colocynthis***

Mohamed Amine Gacem, Aminata Ould El Hadj-Khelil, BadreddineBoudjemaa, and Hiba Gacem

© Springer Nature Switzerland AG 2020

E. Lichtfouse (ed.), Sustainable Agriculture Reviews 39, Sustainable Agriculture Reviews 39, [https://doi.org/10.1007/978-3-030-38881-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-38881-2_3)

### **Méthodologies :**

Les informations présentées dans cette revue sont collectées à partir de différentes bases de données, spécialement ScienceDirect et NCBI-PubMed, en utilisant les mots-clés suivants : *Pistacialentiscus*, *Artemisia herba-alba*, *Citrulluscolocynthis*, composition phytochimique, enquête ethnopharmacologique, usages ethnomédicaux, activités biologiques et effets toxicologiques. Les résultats des études récupérées sont traités puis organisés selon les sections de ce document.

### **Distribution et Aspect Botanique des Plantes :**

Le genre *Artemisia* comprend plus de 500 espèces (Abadet *al.* , 2012), il est également connu sous le nom de « Chih » comme il est communément appelé en Algérie et pousse dans les climats arides et semi-arides (Messoudeneet *al.* ,2011), dont les précipitations varient entre 0 et 50 cm (Tan *et al.* , 1998). L'espèce *Artemisia herba-alba* est un arbuste sauvage qui pousse dans les steppes et régions arides méditerranéennes (Maroc, Algérie, Egypte, etc.) (Verninet *al.* , 1995). Cette plante est relativement abondante dans la péninsule ibérique s'étendant à l'est, au sud-est et au sud de l'Espagne (Salidoet *al.* , 2004).

Le genre *Artemisia* est parmi le plus grand genre de plantes médicinales, il contient plus de 300 espèces reconnues dans les zones arides et semi-arides comme remède médical. Le genre *Pistacia* appartient à les Anacardiaceae, il contient plus de 600 espèces, les espèces sont considérées comme xérophytes des arbres. De nombreuses espèces sont réparties du bassin méditerranéen à l'Asie centrale. *Citrulluscolocynthis* (L.) Schrad appartient aux Cucurbitacées, le genre *Citrullus* contient environ 5 à 6 espèces, elles sont largement disponibles dans les déserts.



**Fig. 3.1** *Artemisia herba-alba*. Connue depuis des millénaires, l'herbe d'absinthe blanche a été décrite pour une longtemps dans les steppes du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord. C'est une plante essentiellement fourragère, très apprécié par le bétail. Il a une odeur caractéristique et un goût amer. L'armoise est une plante herbacée aux tiges rigides, dressées et très feuillues, tandis que les feuilles des tiges fleuries sont beaucoup plus petites. Les plantes fleurissent de septembre à décembre.

*A. herba-alba* est une plante basse et persistante, sa physiologie et la morphologie des racines. Leur permettre de s'adapter dans les zones arides et de valoriser l'humidité maximale du sol. Le réduit la taille des feuilles réduit la surface sudorale (Fig. 3.1). La hauteur peut atteindre jusqu'à 40 cm, les tiges sont petites, dressées et rigides, et la floraison commence à la fin de l'été (Moufid et Eddouks ,2012).

## **The Physiological Effect of *Artemisia herba alba* Extracts on Sperm Activity in Male Rabbits**

Fathiya A. Rajab Al Marghani and Salma M. Abo-Bakr Alostaomar Department of Biology, College of arts and sciences, Omar Al-Mukhtar University. /El-gubba, Libya

Received :18/4/2021 Accepted :30/5/2021

### **L'effet physiologique des extraits d'*Artemisia herba alba* sur l'activité des spermatozoïdes chez les lapins mâles :**

L'application de la relation suivante :

- Vitesse (mm/s (= Distance (mm) / Temps (secondes)). Le Mouvement du Sperme :

Afin de connaître le mouvement du sperme mettre une goutte de sperme dilué dans la tranche normale et couverte par lamelle, thèse aminée sous le microscope optique X40, puis calculer le nombre de spermatozoïdes animés par rapport au nombre d'animaux collés dans les 3 groupes de vision a été calculé la moyenne arithmétique du groupe. La concentration de sperme : lors de l'observation de la concentration, prélever la goutte de sperme diluée et les mettre en réseau FOV comptage Malassez a recouvert la lamelle et examiner au microscope zoom optique en méthodologie de manière 400X, de gauche à droite Quand le plus haut vers le bas, et le nombre calculé des spermatozoïdes de 5 boîtes large gamme de réseau comptent pour l'application de la relation la concentration suivante de spermatozoïdes :

$$C = D \cdot V \cdot N / n$$

où:

D : coefficient d'atténuation.

V : nombre de réseaux de fièvre (1\_3 mm) (2,5 mm) longueur de (2 mm) Vue. (0,2 mm) de hauteur.

n : nombre de spermatozoïdes. Qui ont été calculés dans 5 cases.

N : Nombre de petits carrés 100 squassta

Les résultats de la présente étude ont montré que les extraits aqueux de l'absinthe plantent. *Artemisia herba alba* possède une activité stimulante élevée qui a conduit à une augmentation de concentration de testostérone, car les résultats ont montré une augmentation significative dans le groupe traité avec une dose de 20 mg/kg par rapport au témoin (tableau 1). Au contraire, une baisse significative a été notée dans le deuxième groupe par rapport au témoin, tandis que les résultats dans le quatrième groupe étaient proches du troisième.

**Tableau 1.** L'impact de l'extrait végétal sur la testostérone, la vitesse et la concentration du mouvement des spermatozoïdes chez les lapins mâles.

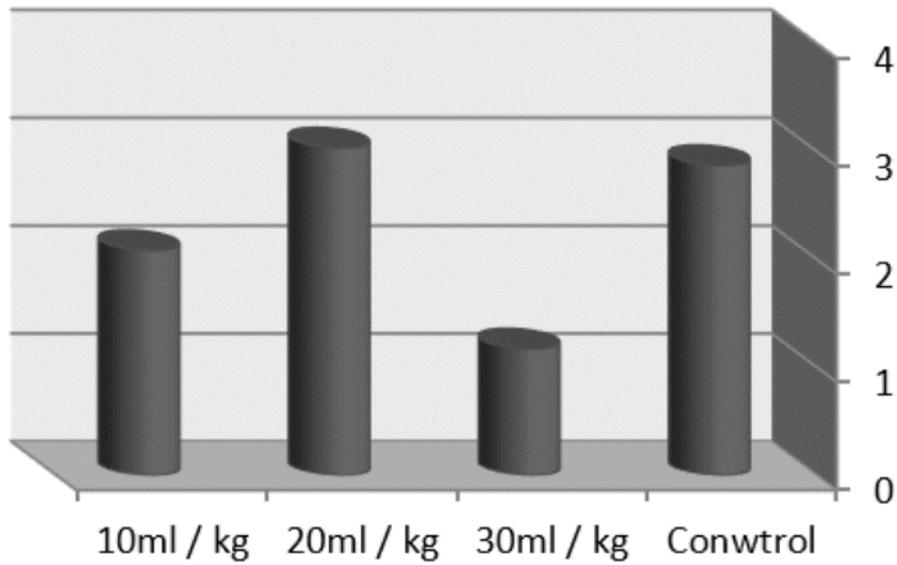
<b>Group</b>	<b>Control</b>	<b>10ml/kg</b>	<b>20ml/kg</b>	<b>30ml/kg</b>
<b>Testosterone concentration Nano gm/ml SD±X</b>	1.775±2.878	0.78±2.09	0.74±3.04	1.76±1.178
<b>Sperm velocity Mm / sec SD±X</b>	0.007±0.036	0.008±0.033	0.005±0.039	0.003±0.019
<b>Sperm motility% SD±X</b>	6.70±98.16	3.89±94.11	6.198±107.64	2.60±94.48
<b>Sperm concentration 10<sup>6</sup>mm<sup>3</sup> SD±X</b>	6.132±225.14	19.348±219.51	21.67±315.88	45.46±209.17

Les données enregistrées dans le tableau 1 ont indiqué que l'effet de l'extrait aqueux de la plante d'absinthe à une dose de (10, 20, 30 mg/kg) a affecté la vitesse, le mouvement et concentration de spermatozoïdes, où la troisième dose de 20 mg / kg a enregistré les taux les plus élevés d'augmentation de la vitesse, du mouvement et de la concentration des spermatozoïdes par rapport au témoin.

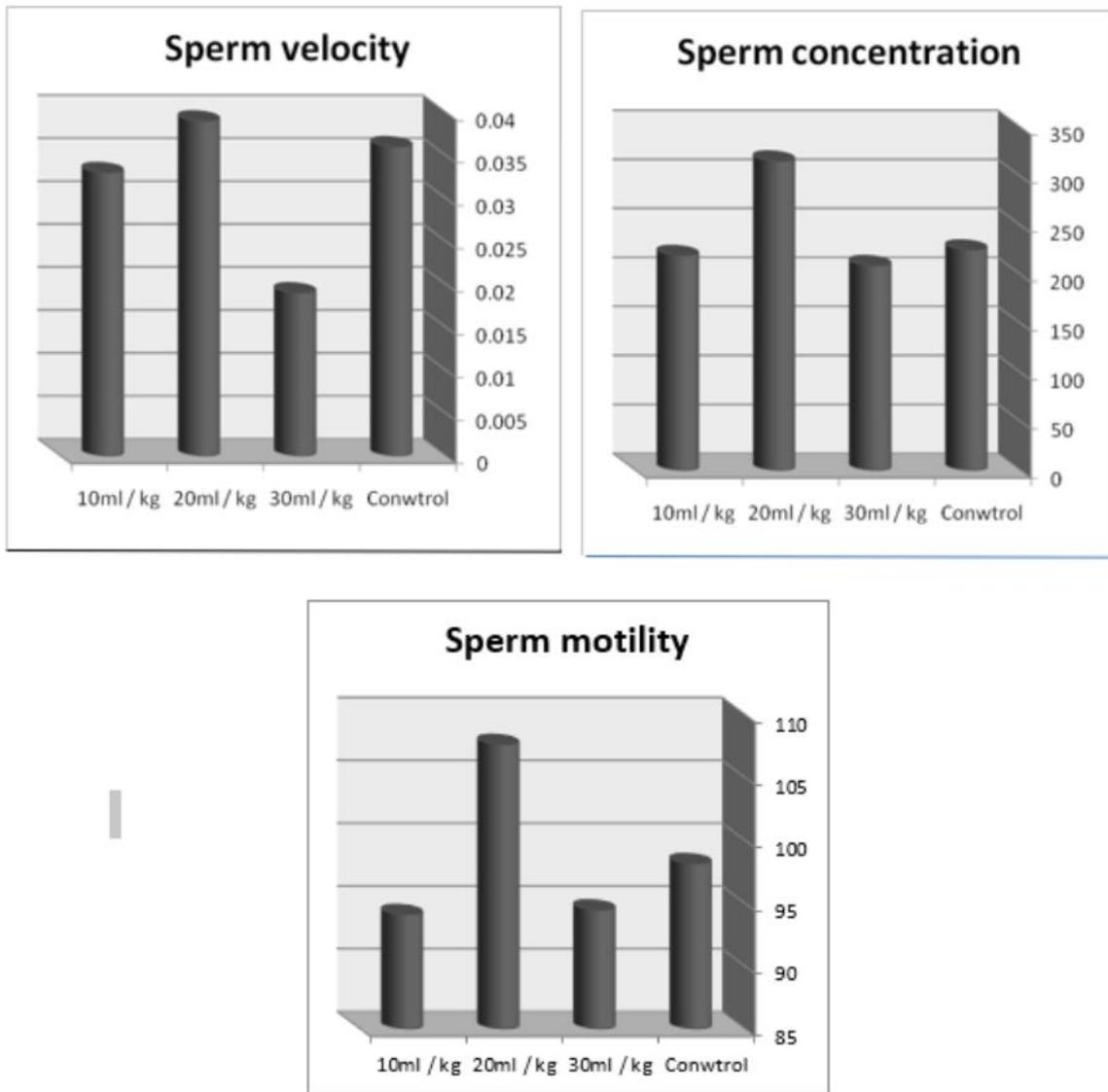
Résultat pour le groupe traité avec la quatrième dose 30 mg/kg avec une diminution significative pour le deuxième groupe par rapport au témoin, et l'augmentation de la concentration en spermatozoïdes n'était pas limitée. Au troisième groupe seulement, mais l'a dépassée pour le quatrième groupe traité avec 30 mg/kg par rapport à le contrôle. Les deuxième et quatrième groupes ont également montré une diminution significative par rapport au congénère du groupe témoin.

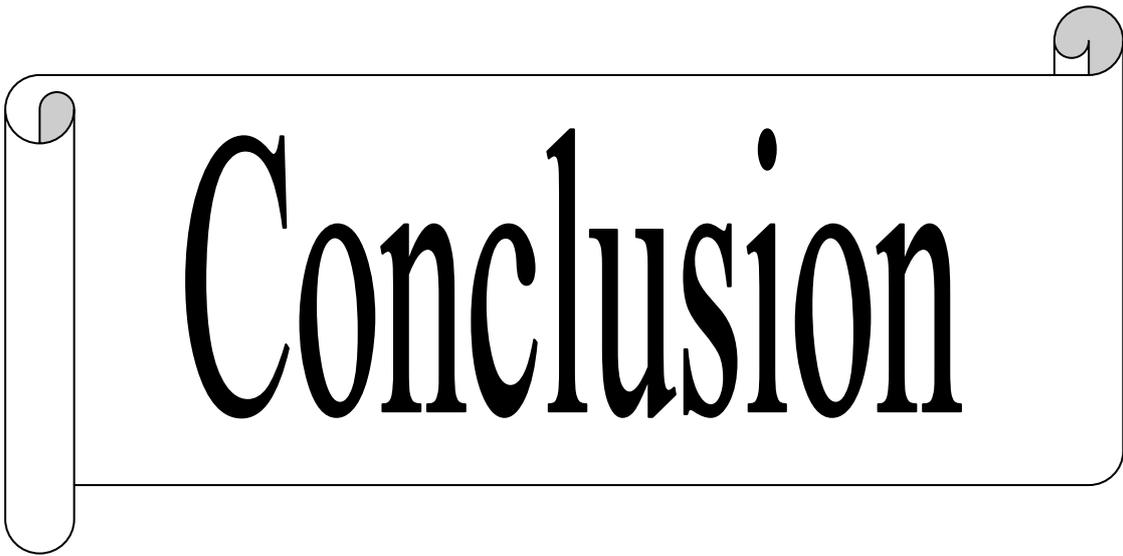
**Fig. 1** : La concentration de l'hormone testostérone chez les lapins mâles domestiques traités avec différentes doses d'*Artemisia herba alba*.

## Testosterone concentration



**Fig. 2** : La vitesse, le mouvement et la concentration des spermatozoïdes de lapins domestiques mâles traités avec différentes doses d'extrait d'*Artemisiaherba alba*.



A decorative scroll graphic with the word "Conclusion" written on it. The scroll is white with a black outline and is positioned horizontally in the center of the page. The word "Conclusion" is written in a large, black, serif font. The scroll has a rolled-up appearance on the left side and a small circular detail on the right side. The entire page is framed by a blue border with red corner accents.

Conclusion

## Conclusion

L'état actuel des écosystèmes steppiques, leur importance écologique et socio-économique, la dégradation du milieu et la nécessité d'un développement durable sont autant d'éléments qui justifient notre sujet de recherche. La steppe qui subit une dégradation continue suivie par une longue période de sécheresse et exposée à une exploitation irrationnelle de ses ressources pastorales risque de disparaître irréversiblement et de céder la place à un écosystème désertique.

L'armoise blanche « *Artemisia herba alba* » est une plante médicinale et aromatique, utilisée depuis longtemps dans la médecine traditionnelle algérienne, mais elle est exploitée à une échelle assez réduite, malgré ses effets biologiques potentiels.

Je peux ainsi prédire avec discrétion à partir de cette recherche que quels que soient les travaux de recherche et les efforts entrepris dans ce sens, ils restent toujours insuffisants pour arriver à déchiffrer, à saisir et à bénéficier totalement de toutes les vertus et les qualités que représentent les plantes médicinales steppiques, parmi lesquelles on trouve une plante légendaire et historique dont l'utilisation est très bien conservée dans nos traditions à travers des générations, cette mythique plante c'est la fameuse armoise blanche « *Artemisia herba alba* ».

Devant cette situation de dégradation avancée de cet espace, des actions de sauvegarde doivent impérativement être engagées pour préserver ce patrimoine phylogénétique fragile:

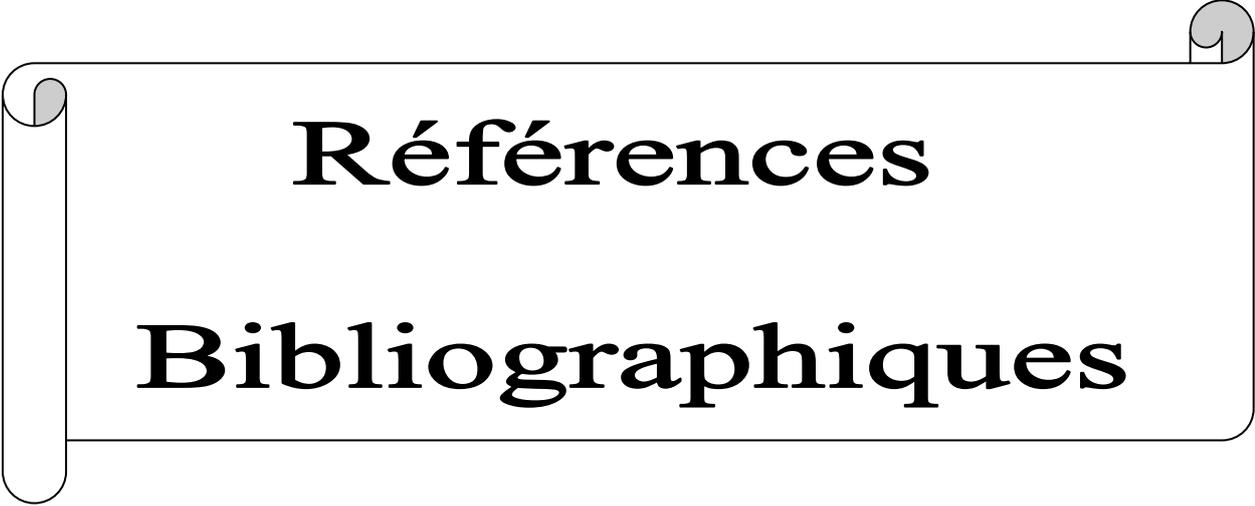
- Augmenté le nombre d'agent forestier afin d'assurer une meilleure protection de la diversité biologique.
- Instituer des législations et créer des associations en vue de la protection de la steppe.
  
- Organiser le pâturage et l'élaboration de programmes de pâturage compte de la durée de recouvrement de la végétation.
- Mise en défens des parcours dégradés avec un système de rotation.
- la plantation d'arbustes telle que *Atriplex nummularia*, *Atriplex canescens* et la remise d'espèces fourragères pour lutter contre l'érosion des sols et contre la désertification.
- Lancer des programmes de multiplication des plantes autochtones au niveau des pépinières pour permettre la reconstitution du couvert végétal à base de plantes steppiques.
- Création des périmètres fourrager en irrigué.

## Conclusion

---

- Impliquer les riverains dans les programmes de lutte contre la désertification en créant des postes d'emploi.

- Il est important que la population locale prenne conscience qu'il faut préserver, gérer et utiliser efficacement leurs terres et les ressources en eau pour la lutte contre la désertification.

A decorative scroll graphic with a black outline and grey shading on the left and right sides, containing the text.

# **Références Bibliographiques**

**Référence bibliographiques**

- **A, Aronson J, Akrimi N, Le Floc'h E**, eds. L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait. Montrouge : John Libbey Eurotext, 1995.
- **Abd El kasim. H .( 1984)** - Approche phytoécologique et phytosociologique de
- **Abdelkrim H., 1984.** Approche phytoécotogique et phytosociotogique de quelques nappes alfatières de la région de DjeLfa et Tebessa.Thèse Magister, Inst. Nat. Agron., Alger, 120 p.
- **Abdelkrim H., 1988 :** les formations steppiques à alfa (*stipa tenacissima* L) : Autoécologie, syntaxonomie et importance pastorale. Coll. Phytosoc., XVI « Phytosociologie et pastoralisme. Paris 1988,P 446-456. Stuttgart.
- **Abdessattar Ghobtane, Mustapha Ksontini et Azaiez Ouled Belgacem 2011 :** Etude écophysiological saisonnière de l'alfa (*Stipa tenacissima*. L) de trois nappes alfatières de la région de Kasserine (Tunisie) Revue des Régions Arides n° 25 (1/2011) pp:77-95
- **Achour H., 1983.** etude phytoécologique des formations à alfa (*Stipa tenacissima* L) du sud oranai. Wilaya de Saida. Thèse 3°cycle. USTHB Alger.216p.
- **AgroBio Périgord 2013 :** Faires ses test de germination, Fiche Technique Avec le concours financier de l'Europe, du Conseil Régional d'Aquitaine et d'Aquitaine Active septembre 2013.4P.
- **Aidoud A ., 1983.** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du sud oranais. Thèse 3° cycle ; USTHB. Alger ; 253p
- **Aidoud A ., 1989.** Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés des hautes plaines Algéro-oranaises (Algérie) : fonctionnement, évaluation et évolution des ressources végétales. Thèse de doctorat es sciences ; USTHB.Alger ; 240p
- **Aidoud A, Touffet J.1996 :** La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. Sécheresse1996 ; 7 : 187-93.
- **Aidoud.(1996)** - La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima*) graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes, Vol 7, p 187-193.
- **Aidoud-Lounis F., 1997.** Le complexe alfa-armoise-sparte (*Stipa tenacissima* L., *Artemisia herba-alba* Asso, *Lygeum spartum* L.) des steppes arides d'Algérie : structure et dynamique des communautés végétales. Thèse de doctorat, université d'Aix-Marseille, Marseille, 1997.
- **Amara, I., M. Capellades, M.D. Ludevid, M. Pages and A. Goday, 2013.** Enhanced water stress tolerance of transgenic maize plants over-expressing LEA Rab28 gene. J. Plant Physiol., 170: 864-873.
- **Aronson J ; Floret C ; Le Floc'h E ; Ovalle C & Pontanier R., 1995.** Restauration et réhabilitation des écosystèmes dégradés en zones arides et semi-arides. Le vocabulaire et les concepts. In : Pontanier R, M'hiri
- **Augier J., Rubat Du Merac M. L. 1982.** Cours de botanique, Monocotylédones. Lechevalier, Paris, 325 P

- **Bensaadi N. 2011.** Effet du stress salin sur l'activité des  $\alpha$ -amylases et la remobilisation des réserves des graines d'haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) en germination. Mémoire de magistère. Université d'Oran.
- **Bliss R.D., Platt-Aloria K.A. & Thomson W.W., 1986,** Osmotic sensitivity in relation to sensitivity in germination barley seeds. *Plant Cell and Env.* 9,721-725
- **Bonvissuto and Busso, 2007:** Germination of grasses and shrubs under various water stress and temperature conditions *Phyton, International Journal of Experimental Botany*, 76 (2007), pp. 117–129
- **Bouazza M., Benabadji N., Loisel R. et Metge G., 2004.** EVOLUTION DE LA végétation stepique
- **Boudjada, , 2009-** Contribution à l'étude de la variabilité géographique chez l'alfa (*Stipa tenacissima* L.). *Revue de l'Institut national de la Recherche Agronomique* n° 23-2009 : 7-23.
- **Boudjada, S. Harfouche, A. Chettah, W., 2009-** Contribution à l'étude de la variabilité géographique chez l'alfa (*Stipa tenacissima* L.). *Revue de l'Institut national de la Recherche Agronomique* n° 23-2009 : 7-23.
- **Boudy P. (1950)** - Économie forestière nord-africaine. Monographie de l'alfa et traitement de l'alfa, Fasc 2, Livre III. Paris : Larousse., 2, (II), 777 - 818.
- **Boudy P; 1952** - Guides du forestier en Afrique du Nord. Ed. la maison rustique, Paris.
- **Boudy, 1948** Economie forestier Nord Africaine .4Vol .Loras EdParis T1 :Milieu phisique et humaine .Ed .Laros,Paris ,688p
- **Bourahla, A. & Guittonneau, G. (1978)-** Nouvelles possibilités de régénération des nappes alfatières en liaison avec la lutte contre la désertification. *Bulletin de l'Institut d'Ecologie Appliquée d'Orléans*, 1 : 19-40.
- **Bouzenoune E. (1984)** : Etude phyto-géographique et phyto-sociologique des groupements végétaux du sud oranais (wilaya de Saïda), thèse 3<sup>e</sup> cycle, L.S.N, Univ. Sei, Tech. H. Boumediene, Alger, 225 p. et annexes.
- **Celles J.P. (1970)** - Biologie de la faune alfatière dans les régions steppiques de Tlemcen, thèse magister 3 sciences agronomique, INA, Alger ; 11-22 p.
- **Celles J.P.(1975)-** Contribution à l'étude de la végétation des confins Saharo-Constantinois (Algérie) ; thèse Doct. 3<sup>e</sup> cycle, Univ Nice, 364 p.
- **Chaussat R., 1999.** Productions végétales : croissance et développement des plantes. Ed., Paris: 1-6p.
- **Chaux et Foury. 1994.** Maitrise des facteurs de production, qualité et traitement des semences, mise en culture par semis en place in Production légumière. Tec et Doc. Lavoisier. Pp 277-431-445.
- **Chergui . M et Horri . M .(2006)** - Contribution à l'étude du polymorphisme morphologique de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) sur six stations steppiques, mémoire de fin étude en vue de l'obtention du diplôme d'étude supérieur en biologie, Univ Ibn khaldoun, Tiaret, 3-4, 12-18p.
- **Côme D. 1968.** Problèmes de terminologie posés par la germination et ses obstacles. *Bulletin Société Française Physiologie Végétale*. 14(1) : 3-9.

- **Come D. et Françoise C., 2006** : Dictionnaire de la biologie des semences et des plantules ; Lavoisier, 2006.p73.
- **Côme D.**, 1967, L'inhibition de germination des graines de Pommier (*Pirus malus* L.) non dormantes. Rôle possible des phénols tégumentaires, Ann. Sci. Nat. Bot., VIII, pp 371-478.
- **Côme D.**, 1970, « Les obstacles à la germination », Collection Monographie de physiologie végétale, Masson et Cie, Paris. 162p
- **Côme D.**, 1982, Germination (Chapitre 2), dans Croissance et développement - Physiologie Végétale II, Mazliak P., Collection Méthodes, Herman, Paris, pp 129-225.
- **Côme D.**, 1993, *Apports de la recherche à l'amélioration de la qualité germinative des semences*, C.R. Acad. Agric. Fr., 79, n°2.
- **Côme D.,1975** .ROL DE L'EAU ,l'oxigène,et de la température dans la germination .Paris, p27-44
- **Cosson E.** Rapport sur un voyage botanique en Algérie, d'Oran au Chott-El-Chergui. Extr Ann Sci Nat 1853 ; 3e sér : 1-60.
- **Dallel M., 2012** : Evaluation du potentiel textile des fibres d'Alfa (*Stipa tenacissima* L.) : caractérisation physico-chimique de la fibre au fil. Université de Haute Alsace - Mulhouse, thèse de doctorat.
- **Djebaili S .( 1984)** - recherches phytosociologique et écologique sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'atlas sahariens Algériens, Ed OPV ; Alger, 171. 17
- **Djebaili S. 1984** Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. Alger : Office des publications universitaires (OPU), 1984.
- **Djebaili S.,1990** : Syntaxonomie des groupements pré forestiers et steppiques de l'Algérie aride. Ecol. Médit. Vol 16 : pp. 231-244.
- **Djebaili.(1978)** -Recherches phyto-sociologiques et phyto-écologiques sur la végétation des Hautes Plainnes steppiques et de l'Atlas saharien algériens. Thèse de Doctorat, Univ. Sci. et Tech. du Languedoc, Montpellier, 220 p + annexes
- **Djebaili.(1988)** : Connaissance sur l'alfa (*Stipa tenacissima*). Biocénoses n°3 : 43-52.
- **Evenari M ,1957**)Les problemes physiologique de la germination.Soc .FRANCE PHISIOLOGIE VEGETALE .VOL3
- **Evenari M.**, 1961, A survey of the work done in seed physiology by the department of botany, Hebrew University, Jerusalem (Israël), Proc. Int. Seed Test. Ass., 26, 4, pp 597-658.
- **Feliachi K, Amroune R et Khaldoune. 2001.** Impact de la sécheresse sur la production des céréales cultivées dans le nord de l'Algérie: céréaliculture N0 35.ED. ITGC. Algérie
- **Florect. & Pontanierr., 1978.** -Etude des relations climat-sol-végétation de quelques formations végétales naturelles du Sud tunisien (Production-bilan hydrique des sols). Inst. Rég. Arides Médenine, Dir. Ress. Eau et Sols Tunis, Centre Etudes phytosociologiques et écologiques, Montpellier et Office Rech. Sc. Tech. Outre-Mer, Paris, 96 p.
- **Florect., LE Floc'eh., Pontanire.R & Romanfe. , 1978.** – Modèle écologique régional en vue de la planification et de l'aménagement agro-pastoral des régions

arides. Application à la région de Zougrata. Inst. Rég. Arides Médenine, Dir. Ress. Eau et Sols Tunis, Centre Etudes phytosociologiques et écologiques, Montpellier, Office Rech. Sc. Techn. Outre-Mer, Paris, 74 p.

- **Gate P et Giban M. 2003.** Stades du blé. Ed. Paris, ITCF. 68p.
- **Ghrab, S., 1981.** Étude de la variabilité éco-phénologique de l'alfa en Tunisie centrale: application en vue de la sauvegarde et de l'aménagement des nappes alfatières. Thèse doctorat. Univ. droit, écon. et sciences Aix-Marseille, Faculté sciences et techniques Saint Jérôme, p. 135.
- **Gounot M., 1969** -Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Ed. Mas., Paris. 314 p.
- **Guinochet M. ; 1973** - Phytosociologie. Ed. Masson. Paris. 227 p.
- **Haddouche I 2009 :** la télédétection et la dynamique des pesages en milieu aride et semi-aride :cas de la région de Naàma. Thèse de doctorat en biologie. Faculté des science université Abou bekr belkaid Tlemcen, 253p.
- **HALEM M.,1997 :** La steppe Algérienne : causes de la désertification et propositions pour un développement durable. Thèse de magistère. UNIV Sidi Bel. Abes. 180 p.
- **Harche M. 1978.** Contribution à l'étude de l'alfa d'Algérie : germination, croissance des feuilles et différenciation des fibres. Thèse 3<sup>o</sup>cycle. Univ Sci Tech Lille,
- **Heler R., Esnault R. et Lance C. 2000.** Physiologie végétale et développement, Ed. Dunod, Paris. 366p.
- **Hellal B., 1991** Influence de paillage sur la composition floristique de la steppe à Alfa et du Fatras sur la biomasse foliaire de l'Alfa Th. Magister en biologie. Ecol Vég. Dep. Bio. Fac. Sci. Univ. Abou Bakr Belkaid Tlemcen.
- **Heller R .et al. ,1995.** Physiologie Végétale,Développement Tome2 , Edition Masson ,Paris , 315P .
- **Heller R, Esnault R 2004.** Physiologie végétale II, développement. Ed., Dunod, Paris. 64-240p.
- **Hilhorst H.W.M., Karssen C.M., 1992,** Seed dormancy and germination : the role of abscisic acid and gibberellins and the importance of hormone mutants, Plant Growth Regulation, 11, pp 225-238.
- **Hopkins W. G. 2003.** Physiologie végétale traduction de la 2<sup>ème</sup> Edition américaine par Serge R. Révision scientifique de Charle M. Edition Deboek. Université Bruxelles. 66-81, 237-309, 362-514p.
- **Hu, Z.Q. Zhou, T.S. Li, Y.P. Wu, Y.R. Wang 2013** Environmental factors controlling seed germination and seedling recruitment of *Stipa bungeana* on the Loess Plateau of northwestern China Ecological Research, 28 (2013), pp. 801–809
- **Jaizoz. 2009.** Dormance Des Plantes. [https:// www.scribd.com/jaizoz](https://www.scribd.com/jaizoz).
- **Kadi. H. Hanifi Et Achour. (1998)** L'alfa en Algérie : syntaxonomie, relation milieu-végétation, dynamique et perspectives d'avenir. Thèse Doctorat d'état, Univ. H.Boumediène, Alger. 228p.
- **Kadik ET AL 1984 .( 2006)** - Contribution à l'étude du polymorphisme morphologique de l'alfa (*Stipa tenacissima L.*) sur six stations steppiques, mémoire de

fin étude en vue de l'obtention du diplôme d'étude supérieur en biologie, Univ Ibn khaldoun, Tiaret, 3-4, 12-18p.

- **Khelil M.A.**, 1991 : Biologie des population de l'entomofaune des steppes à alfa dans la region steppique de tlemcen (Algerie) et impact sur la production de la plante-hôte :Application à deux insectes *Mylabris oleae* et *Mylabris calida* Pall ( Coléoptères, Meloidae). These Doct Bio, Univ Abou Bakr BelKaid Tlemcen, 13P.
- **Khelil M.A. ( 1984 )**-Biologie de la faune alfatière dans les régions steppiques de Tlemcen, thèse magister 3 sciences agronomique, INA, Alger ; 11-22 p.
- **Khelil M.A.(1995)**-Le peuplement entomologique des steppes a alfa « stipa tenacissima » .ed OPU ,Ben-Aknon, alger. Pp.11-12.
- **Kihale N et Harche M .(1989)**-Contribution a l'étude des composés de la feuilles de l'Alfa( stipa tenacissima L .). BullEcol Terr ; 4 ,62- 6 .
- **Komarov .(1970) in Rachida(2008)**- Caractérisations édaphiques des formations Alfatières dans la commune de Maâmora Wilaya de Saida .
- **Labbe M .,2004**.CES Etonnantes graines germées .Auvers sur Oise : labbé .
- **Lacoste L., 1955** : Répartition et condition climatique des nappes alfatière Bulletin de la société d'histoire naturelle de Toulouse, 90 (3/4),362-368.
- **LACOSTE. (1955)** -Répartition et conditions climatiques des nappes alfatières. Bull.sochist ;Toulouse,90,(3-4) :362\_ 368.
- **Lang A., 1965**, Effects of some internal and external conditions on seed germination. Handb. der Pflanzenphysiol.15, 2, 848-893.
- **Lang A.G., Early J.D., Martin G.C., Darnell R.L.**, 1987, Endo-, para-, and ecodormancy ; physiological terminology and classification for dormancy research, Hort. Sci., 22, pp 371-377.
- **Le Floc'h E.1991**: Invasive plants of the mediterranean. Groves RH, di Castri F, édés. Biogeography of Mediterranean invasions. Dordrecht (Pays-Bas) ; New York : Kluwer Academic Publishers ; Cambridge University Press, 1991 : 67-80.
- **Le Houerou , 1967**. Problèmes et potentialités des zones arides de l'Afrique du Nord. Opt. Méd. N°26 :17-35.
- **Le Houérou, H.N., 1990**- Recherches écoclimatiques et biogéographiques sur les zones arides de l'Afrique du Nord. Thèse de Doctorat d'État, Université Paul Valéry, Montpellier, 2 tomes (184 p. et 189 p.) + annexes (182 p.).
- **Le Houérou, H.N., 1995**. Bioclimatologie et Biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertisation, Options méditerranéennes, sér. B : recherches et études : 1-396p.
- **M. Chaieb, C. Floret, E. Le Floc'h, R. Pontanier 1992** Life history strategies and water resource allocation in five pasture species of Tunisian arid zoneArid Soil Research and Rehabilitation, 6 (1992), pp. 1–10
- **M. Neffati, N. Akrimi 1997** : Etude des caractéristiques germinatives des semences de quelques légumineuses spontanées de la Tunisie steppique Revue des Régions Arides NS (1997), pp. 272–287
- **Maire R, 1953** : Carte phytoécologique de l'Algérie et de la Tunisie. Alger ; Baconnier, 1926

- **Marion J .(1952)** -Objectifs et premières leçons de l'expérimentation alfatière notamment au Maroc, ANN. Rech. Forest, Maroc, SRF, Rabat, 60-140 p.
- **Mazliak P. 1982.** Croissance et développement. Physiologie végétale. Tome 2. Ed : Hermenn. Paris ; 465p.
- **Mehdadi Z 1992 :** contribution à l'étude de la régénération naturelle de l'Alfa (*Stipa tenacissima*) et comportement du méristème végétatif .Th .Magister en biologie .Université de Sidi Bel Abbés.
- **Mehdadi Z., Z. Benaouda, I. Bouchaour, S. Moulessehou, M. Joseph & A. Delcourt, 2000.-** Étude du comportement du méristème végétatif de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.). Approches cytologique et histologique. J. Soc. Biol., 194, 195-204.
- **Metro, A. 1947 :** l'Alfa du Maroc . Revue des eaux et forêts .7.401.413.
- **Meyer et al 2004.**BOTANIQUE ,BIOLOGIE ET PHISIOLOGIE Végétale, Edition Malonie ,
- **Michel, B.E. and M.R. Kaufmann, 1973.** The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiol., 51: 914-916.
- **Monjauze A , Faurel L et Schoteus G. ( 1955 )-** Note préliminaire sur un itinéraire botanique dans la steppe et le Sahara septentrional algérois, Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, (46.5-6), 206-230 p.
- **Moulay A et Benabedeli K., 2011 :** considération sur la dynamique de la steppe à Alfa dans le sud-ouest oranais. Journées scientifiques de l'INRF, Ain Skhoua, 7p.
- **Nedjraoui D. (1990)** - Adaptation de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) aux conditions stationnelles. Thèse Doct. USTHB, Alger, 256 p.
- **Nedjraoui D., (1981)** - Teneurs en éléments biogènes et valeurs énergétiques dans trois principaux faciès de végétation dans les Hautes Plaines steppique de la wilaya de Saida. Thèse Doct. 3<sup>o</sup>cycle, USTHB, Alger, 156p.
- **Nedjraoui D., (2001)** - Profil fourrager; URBT BP 295 Alger Gare, Alger 16000, Algérie
- **Neffati M, Behaeghe T, Akrimi N, Le Floc'h E.1996 :** Viabilité des semences de quelques espèces pastorales steppiques tunisiennes en rapport avec les conditions de leur conservation. Ecologia mediterranea 1996 ; XXII : 39-50.
- **O.R.D.F (Office National des Travaux Forestiers), 1990.** Carte de localisation de la zone steppique
- **Osborne J.M., Fox J.E.D. & Mercer S., 1993,** Germination response under elevated salinities of six semi-arid blue bush species (Western Australia). In: Lieth H. & Al Masoom A.(Eds), Towards the Rational Use of High Salinity Plants, Vol. 1, pp. 323-338. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 521 pp.
- **Ozenda P ,1954.**observation sur la végétation d'une région semi-aride :les-hauts plateaux du sud-algérois .Bu !!Soc .Hist .Nat .AFR.Nord
- **Ozenda P., 1982.** Les végétaux de la biosphère. Ed : Doin 431p.
- **Pouget. (1980)** - Les relations sol –végétation dans les steppe sud algéroises document N° 116 ORSTOM , paris thèse dct , Univ Aix\_ Marseille.
- **Quezel et Santa. (1962)** - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris, C . N .R.S , 2 tommes,1170p.

- **Rios-Rojas, L., F. Tapia and L.A. Gurovich, 2014.** Electrophysiological assessment of water stress in fruit-bearing woody plants. *J. Plant Physiol.*, 171: 799-806.
- **Rodin ET AL. (1970 )-** Etude géobotanique des pâturages du secteur Sud- Ouest du département de Médéa, première partie, édition « Naoura », Leningrad.
- **Rollin P. 2014.** « GERMINATION », © EncyclopædiaUniversalis France.
- **ROLLIN, « GERMINATION »**, *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 3 juin 2017. URL : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/germination/>
- **Soltner D. 2007.** Les bases de la production végétale tome III, la plante. Ed. Collection sciences et technique agricole Paris, 304p.
- **Teggar .(1995)** - Caractérisations édaphiques des formations Alfatières dans la commune de Maâmora Wilaya de Saida .
- **Tixier . (1976)** -La nappe alfatière dans les régions de Ain Deheb et d'Aflou, projet alfa, rapport, n° 3, Inst., Nat., Agr., El Harach, 8-21 p.
- **Trabut L .( 1889 )-**Etude sur l'alfa (*Stipa tenacissima L.*), Ed. Adolphe Jourdan, 65 p.
- **Vallee C., Bilodeau G., Cegep J.D.L. 1999.** Les techniques de culture en multicellulaires. Institut Québécois du développement de l'horticulture ornementale. Technology and Engineering. 394P.
- **Zeriahene(1987)** :contribution à l'étude du système racinaire de l'alfa en relation avec l'adaptation au xérophytisme thèse majister université ;Oran.113p.
- **Zhou, S., Y.Y. Han, Y. Chen, X. Kong and W. Wang, 2015.** The involvement of expansins in response to water stress during leaf development in wheat. *J. Plant Physiol.*, 183: 64-74.