

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Agronomiques



Mémoire
MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Gestion des Agrosystèmes

Présenté par :

CHENATLIA Narimene

HAMDAT Ferdous

Thème

Actions des extraits foliaires de deux plantes sahariennes sur la germination des graines de quelques espèces végétales arbustives

Soutenu publiquement

Le : 24/06/2023

Devant le Jury :

M. ZENKHRI Med Saleh	MCA	Président	UKM Ouargla
M. KEMASSI Abdallah	Pr.	Encadreur	UKM Ouargla
Me. BOUZIANE Narimane	Doctorante	Co-encadreur	UKM Ouargla
Me. BENBRAHIM Kalthoum	MCA	Examineur	UKM Ouargla

Année universitaire : 2022/2023



Dédicace

Je dédie ce travail accompagné d'un profond amour:

*A celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espoirs, à la source
d'amour Incessible, à la mère des sentiments fragiles qui
ma bénie par ces Prières Hayet Retmi ma mère*

*A mon support dans ma vie, qui m'a appris m'a supporté et
ma dirigé Vers la gloire Hosine mon père*

*A vous mon grand-père et ma grand-mère Mafdjour Retmi
et Mondjiya Ben Alah ceci est ma profonde gratitude pour
vous éternel amour, que ce rapport soit le meilleur cadeau
que je puisse t'offrir.*

*A vous mon frère (Mohamed) et sœur (Ferial) qui m'avez
toujours soutenu et encouragé durant ces années d'études.*

A ma tante Layla, Fatima Samia et Chaherazzade

A mes oncles (Nour dine, Remdan, Abdallah)

*A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé (Ferdous,
Hadil, Hiba, Fatima zohra, Salsabil)*

A tout la famille de Chenatlia et Retmi

C. Narimene



Dédicace

*Pour ceux qui ont insufflé dans mon cœur l'amour de
la science, Ma mère*

À qui j'ai hérité l'amour de l'agriculture, mon père.

A mes sœurs; Walid , Lakhder , Aymen , Abou ammer

*A mes filles sœurs ; Ahlem , Chaima, Fatima Zahra,
Hanadi .*

à ma belle sœur ; Aicha .

A mes amies d'études et mes amies d'école coranique.

Surtout ma copine Ahlem benlamri.

A toute ma famille.

Et tous ceux qui croient en moi.

*Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la
réalisation de ce travail*




Remerciements

Avant tout, nous donne nos plus sincères remerciements à Allah –Tout puissant-de n'avoir fourni de patience et de courage, et la volonté pour terminer ce travail

Nous tenons à exprimer mes chaleureux remerciements à notre encadreur le Professeur Kemassi Abdallah. Nous sommes reconnaissantes pour votre appui, disponibilité, vos critiques, et remarques durant tout ce temps. Vraiment, merci beaucoup pour tous vos efforts, vous donnerez toujours l'exemple du chercheur

Mes gratitudes et mes vives reconnaissances vont à tous les personnels administratifs de département « Agronomie », pour leur collaboration avec nous pour faciliter la réalisation de notre recherche.

Je voudrais exprimer également nos profondes gratitudes aux membres de Jury, ZENKHRI Med Saleh et Madame Benbrahim Keltoum pour l'attention et le temps consacré à la lecture et le jugement de ce mémoire. Ainsi que nous salue tous les enseignants que nousrencontrons ces deux années de master, nous aimerais vous remercier infiniment et vous dire que votre compétence et votre sérieux m'ont toujours influencée et formée.



Liste des figures

N°	Titre	Page
1	<i>Ephedra alata</i> en végétation (région d'El-ouade)	18
2	Feuille de <i>Salix alba</i> en végétation (origine)	19
3	<i>Argania spinosa</i> en végétation	20
4	Graines d' <i>Argania spinosa</i> (origine)	20
5	<i>Zizyphus lotus</i> L. en végétation	21
6	Fruit d' <i>Zizyphus lotus</i> L. (origine)	21
7	<i>Acacia nilotica</i> en végétations	22
8	<i>Vachellia flava</i> en végétation	23
9	<i>Delonix regia</i> en végétation (original)	24
10	Graines de <i>Delonix regia</i> (origine)	24
11	Les feuilles de <i>Salix alba</i>	27
12	Les feuilles d' <i>Ephedra alata</i>	27
13	La poudre des feuilles de <i>Salix alba</i>	27
14	La poudre des feuilles d' <i>Ephedra alata</i>	27
15	Dispositif d'extraction par reflux	27
16	Rotavapure pour éliminer le méthanol	27
17	Détection des flavonoïdes	29
18	Détection des alcaloïdes pour <i>Ephedra alata</i>	30
19	Détection des alcaloïdes pour <i>Salix alba</i>	30
20	Détection de Saponine	31
21	Détection des Tanins	32
22	Détection de stérols et terpènes	33
23	Détection des glycosides	34
24	Détection des composés réducteurs	35
25	Détection des quinine libre	36
26	Détection de polyphénol pour <i>Salix alba</i>	37
27	Détection de polyphénol pour <i>Ephedra alata</i>	37

28	Concentration de l'extraite foliaire de <i>Salix alba</i>	38
29	Concentration de l'extraite foliaire d' <i>Ephedra alata</i>	38
30	Les graines d' <i>Argania sponisa</i> après scarification	39
31	Les graines d' <i>Argania sponisa</i> trempé dans les extraits	39
32	Schéma du dispositif expérimental	41
33	Taux de germination des graines des espèces végétales testes témoins et traitées.	48
34	Temps moyen de germination des graines des espèces végétales testes témoins et traitées.	49
35	Délais de germination des graines des espèces végétales testes témoins et traitées	51
36	Cinétique de la germination des graines de <i>Zizyphus lotus</i> témoin et traitées	52
37	Cinétique de la germination des graines d' <i>Acacia nilotica</i> témoin et traitées	52
39	Cinétique de la germination des graines de <i>Vachellia flava</i> témoin et traitées	53
40	Cinétique de la germination des graines de <i>Delonix regia</i> témoin et traitées	53

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	Rendement d'extraction pour les extraits aqueux de deux plantes	39
2	Criblage phytochimique des extraits hydrométhanolique de feuilles de <i>Salix alba</i> et <i>Ephedra alata</i>	40

Liste des abréviations

AIA : Acide indole-3-acétique

ANA : Acide 1-naphtyl-acétique

CK : Cytokinines

GA₃ : Acide gibbérellique

PGPR : Plant growth-promoting rhizobacteria

UV : ultraviolet

NaOH : L'hydroxyde de sodium

KI : Iodure de potassium

FeCl₃ : Trichlorure de fer

H₂SO₄ : L'acide sulfurique

ROS : Réactives de l'oxygène

NADH : Nicotinamide adénine dinucléotide

FeCl : Chlorure ferrique

Oxg : Eau oxygénée

Py : Dormance Physique

No : Oxyde nitrique

Table de matière

Titre	Page
Listes des figures.....	A
Listes des abréviations.....	B
Introduction	2
Chapitre I- Aperçu bibliographique sur les phénomènes de germination	4
I.1- Définition.....	5
I.2- Morphologie et physiologie de la germination.....	5
I.2.1-Morphologie de la graine.....	5
I.2.2- Physiologie de la germination.....	5
I.3- Condition de la germination.....	5
I.3.1- Condition internes de la germination.....	5
I.3.2-Les conditions externes de la germination.....	6
I.3.2.1-Eau.....	6
I.3.2.2. Oxygène.....	6
I.3.2.3. Température.....	6
I.4- Différents obstacles de la germination.....	6
I.4.1- Dormance embryonnaire.....	7
I.4.2- Inhibitions tégumentaires.....	7
I.4.3- Inhibitions (dormance) chimique ou physiologique.....	7
I.5- Levée de dormance.....	8
I.5.1- Scarification.....	8
I.5.1.1- Scarification chimique.....	8
I.5.1.2- Scarification mécanique.....	8
I.5.1.3- Scarifications physiques.....	9
I.5.2- Prechilling (Stratification au froid).....	9
I.5.3- Stratification chaude, estivation, preheating ou warming.....	9
I.6- Hormones ou autres molécules.....	10
I.6.1- Auxine.....	10
I.6.2- Cytokinines.....	11

I.6.3- Gibberline.....	12
I.6.4- Ethylène.....	13
I.6.5- Acide abscissique.....	14
I.6.6- Brassinostéroïdes.....	15

Chapitre II- Méthodologie de travail

II.1- Matériel biologique.....	17
II.1.1- Plantes utilisées pour la préparation des extraits végétaux.....	17
II.1.1.1-Ephedra alata L. (Alenda).....	17
II.1.1.2-Salix alba L.....	18
II.1.2- Plantes utilisées pour les tests de germination.....	19
II.1.2.1- <i>Argania spinosa</i> L.....	19
II.1.2.2- <i>Zizyphus lotus</i> L.....	21
II.1.2.3- <i>Acacia nilotica</i> L.....	22
II.1.2.4- <i>Acacia ehrenbergiana</i> <i>Vachellia flava</i> H.....	23
II.1.2.4- <i>Delonix regia</i> R.....	24
II.2- Matériels utilisés	25
II.3- Préparation des extraits végétaux.....	25
II.4- Criblage phytochimique.....	28
II.4.1- Test des flavonoïdes.....	28
II.4.2- Test des alcaloïdes.....	29
II.4.3- Test des saponosides.....	30
II.4.4- Test des tanins.....	31
II.4.5- Test des stérols et terpènes.....	32
II.4.6- Test des glycosides.....	33
II.4.7- Test des Composés réducteurs.....	34
II.4.8- Test des Quinones libres.....	36
II.4.9- Test des polyphénols.....	37
II.5- Tests biologiques.....	38
II.5.1- Etude de l'effet sur la germination des graines.....	38
II.5.1.1- Etude de l'effet sur <i>Argania Spinosa</i> <i>Let Zizyphus lotus</i> L.....	38
II.5.1.2- Etude de l'effet sur <i>Acacia nilotica</i> , <i>Acacia vachellia</i> et <i>Delonix regia</i>	40

II.6- Constitution des lots expérimentaux.....	40
II.7-Paramètre étudiés.....	42
II.7.1- Rendement des extrais.....	42
II.7.2- Taux de la germination.....	42
II.7.3- Temps moyen de la germination	43
II.7.4- Délai de la germination.....	43
II.7.5- Cinétique de la germination.....	43
III- Résultat et discussion	
III.1- Rendement d'extraction.....	45
III.2- Criblage phytochimique.....	46
III.3- Effet sur la germination des graines.....	47
III.3.1- Taux de germination.....	47
III.3.2- Temps moyen de germination.....	49
III.3.3- Délai de germination.....	50
III.3.4- Cinétique de germination.....	52
Conclusion	
Référence	59
Annexes	
Résumé	
Abstract	
الملخص	

A blue horizontal scroll graphic with rounded corners and a vertical strip on the left side. The scroll is unrolled in the middle, revealing the text. The top and bottom edges of the scroll are slightly curved, suggesting it is a rolled-up document.

Introduction

INTRODUCTION

Introduction

L'Algérie possède une flore extrêmement riche et diversifiée représentée par les espèces aromatiques et médicinales, dont la plupart se produisent spontanément. La valorisation de ces les plantes est encore un domaine très important du pays (Amroune, 2018). Les plantes médicinales représentent une véritable fortune utilisée par l'humanité dans différents domaines tels que la pharmacie, la cosmétologie, et l'industrie alimentaire (Lubbe et Verpoorte, 2001). Elles contiennent un large spectre de molécules bioactives importantes, par exemple les composés phénoliques (De la calle et *al.*, 2013).

Les plantes sont indispensables à l'homme. Elles n'entrent pas seulement dans sa nourriture, mais aussi bien dans ses plaisirs et sa santé car les effets curatifs des plantes sont connus depuis les temps les plus reculés (Haberkoïn, 2007). La flore algérienne spontanée est assez diversifiée en espèces à intérêt biologique (Korichi, 2016).

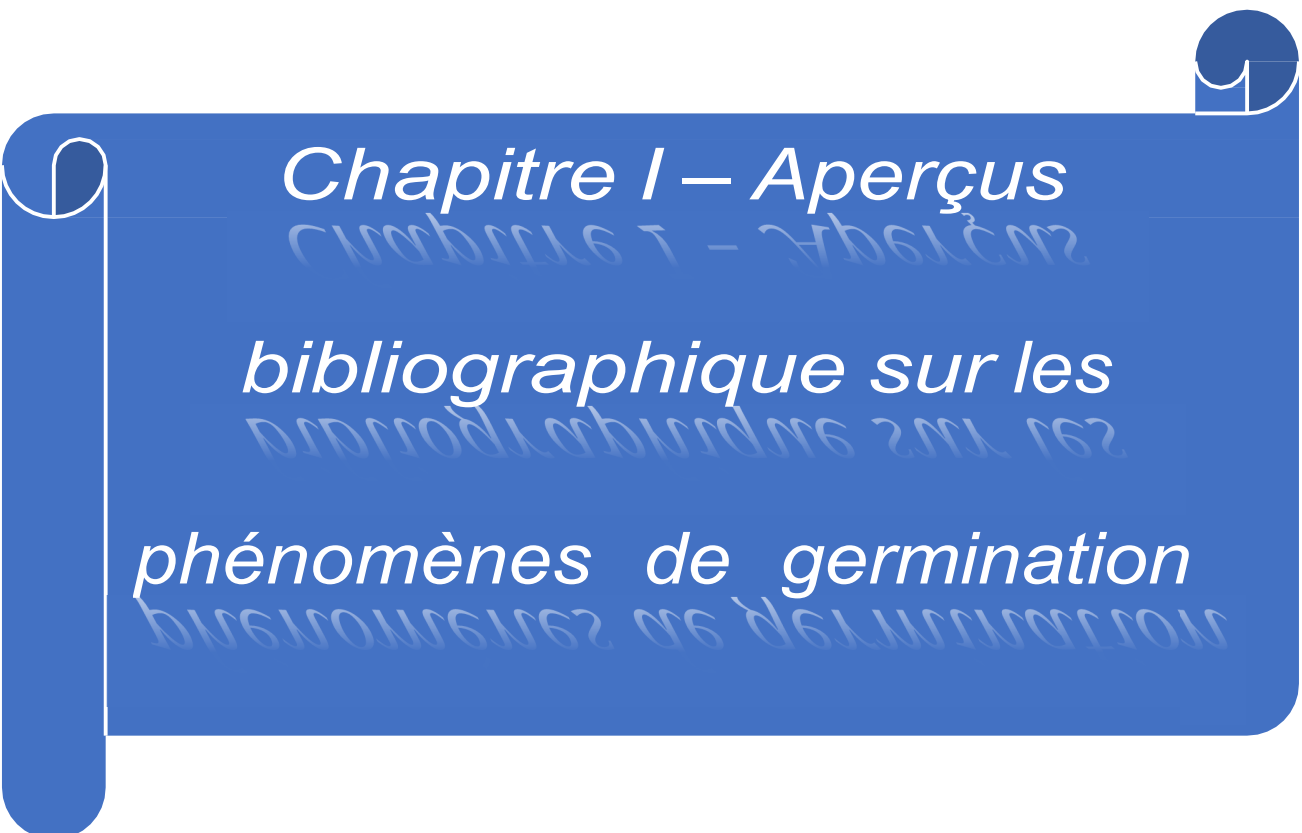
Depuis des décennies, il a été définitivement établi que les plantes sont de véritables usines capables de fabriquer des molécules très complexes et de structures très variées que l'on appelle métabolites secondaires. Et c'est en grande partie la présence de ces métabolites secondaires qui explique les effets positifs sur la santé humaine et animale (Wichl et Anton, 2003).

La tendance récente est de s'éloigner de l'utilisation d'engrais, des régulateurs de croissance chimique de divers types et combinaisons, en raison de leurs effets toxiques et nocifs sur la vie humaine, animale, végétale et sur les ressources naturelles inertes. Par conséquent, le spécialiste avait tendance à trouver des substances plus sûres dans la culture et à augmenter leur production et leur taux de germination grâce à l'utilisation d'extraits naturels de plantes (Khled et *al.*, 2013 ; Sadek et *al.*, 2002). Les extraits végétaux sont utilisés depuis des millénaires en agriculture. Le développement de l'agriculture biodynamique et la recherche d'alternatives aux produits phytosanitaires marque un regain d'intérêt important pour ces produits. Le nombre de plantes et des actifs qui les composent, combiné à la multiplicité des méthodes d'extraction rendent le potentiel d'utilisation des extraits végétaux en agriculture très large (Ramade, 2008).

Les extraits de plantes contiennent des composés nombreux acides organiques, acides aromatiques, coumarines, flavonoïdes, Tanins, alcaloïdes, glycosides, terpénoïdes et stéroïdes ainsi que certains gaz toxiques .Ces extraits agissent également pour favoriser les processus physiologiques des graines comme la phase de rompre la dormance des graines et la recherche ont montré que de nombreux extraits de plantes ont un effet sur la promotion des qualités de croissance végétative de nombreuses plantes (Khled et *al.*, 2013).

L'objectif de ce travail, est l'évaluation de l'effet des extraits des feuilles de deux plantes spontanées dont : *Salix alba* et *Ephedra Alata* sur la germination des graines de quelques espèces végétales arbustives.

La présente étude est subdivisée en trois chapitres, le premier chapitre est un aperçu général sur la germination dans lequel les processus de germination, la biologie et physiologie de germination sont développés. La méthodologie adoptée pour la partie expérimentale est regroupée dans le deuxième chapitre. Le troisième chapitre regroupe les résultats obtenus avec leurs analyses et interprétations. Le manuscrit se conclut par une conclusion et des perspectives.



*Chapitre I – Aperçus
bibliographique sur les
phénomènes de germination*

Chapitre I- Aperçu bibliographique sur les phénomènes de germination

I.1- Définition

La germination est le premier stade du cycle de vie des plantes pour produire une nouvelle génération. La germination est le déclenchement du développement d'une graine, d'une semence, d'une spore ou endospore, en une cellule végétative quand les conditions favorables (N'DRI et al., 2011).

I.2- Morphologie et physiologie de la germination

I.2.1-Morphologie de la graine

La graine s'imbibe d'eau et se gonfle, le tégument se fend et la radicule émerge et s'oriente vers le milieu (sol) selon un géotropisme (gravitropisme) positif. Puis, la tigelle émerge et s'allonge vers le haut (le ciel) (phototropisme). Les téguments de la graine se dessèchent tombent (Meyer et al., 2004).

I.2.2- Physiologie de la germination

Au cours de la germination, la graine se réhydrate et consomme de l'oxygène pour oxyder ses réserves en vue d'acquiescer l'énergie nécessaire. La perméabilité du tégument et le contact avec les particules du sol conditionnent l'imbibition et la pénétration de l'oxygène. Les réserves de toute nature sont digérées (MICHEL ,1997).

I.3- Condition de la germination

I.3.1- Condition internes de la germination

Les conditions internes de la germination concernent la graine elle-même, qu'elle doit être vivante, mûre, apte à germer (non dormante) et saine (Jean et al., 1998).

I.3.2-Les conditions externes de la germination

La graine exige la réunion des conditions extérieures favorables à savoir l'eau, l'oxygène, et la température.

I.3.2.1-Eau

La germination exige obligatoirement de l'eau à l'état liquide, en quantité suffisante, pour que ses tissus (hydratation des réserves) puissent entrer en vie active (Ammari. 2011).

I.3.2.2. Oxygène

La germination exige de l'oxygène, les besoins en oxygène de l'atmosphère sont très variables d'une espèce à une autre (Ammari. 2011).

I.3.2.3. Température

La température est certainement le facteur le plus important de germination parce qu'elle joue un rôle dans la vitesse des réactions biochimiques (Ammari. 2011).

I.4- Différents obstacles de la germination

Ce sont tous des phénomènes qui empêchent la germination d'un embryon non dormant (ce qui donne naissance à la nouvelle plante et constitue la partie vivante et active de la semence) placé dans des conditions convenables (Mazliak ,1982).

En effet, l'inaptitude à la germination de certaines graines peut être d'origine tégumentaire, et/ou embryonnaire due à des substances chimiques associées aux graines, ou à une dormance complexe (Bensaid, 1985).

Des graines qui ne germent pas, quelles que soient les conditions de milieu, sont des graines dites « dormantes », et leur dormance peut concerner soit les téguments, on parle alors plutôt d'inhibitions tégumentaires, soit l'embryon, on parle alors de dormance au sens strict, soit les deux à la fois (Soltner, 2001).

I.4.1- Dormance embryonnaire

Dans ce cas les inaptitudes à la germination résident dans l'embryon et constituent les véritables dormances. L'embryon peut être dormant au moment de la récolte des semences on appelle « dormance primaire ». Dans d'autre cas, l'embryon est capable de germer mais il perd cette aptitude sous l'influence de divers facteurs défavorables à la germination on parle alors de « dormance secondaire » (Chaussat et *al.*, 1975).

I.4.2- Inhibitions tégumentaires

Les dormances tégumentaires peuvent provenir : d'une imperméabilité à l'eau ou à l'oxygène ou aux deux, c'est le cas des « graines dures ». La levée de l'inhibition tégumentaire des graines constitue un facteur adaptatif important pour la survie de l'espèce, puisqu'elle permet le maintien d'un stock de graine et leur viabilité dans le sol. D'après Mazliak, (1982), les inhibitions tégumentaires peuvent être facilement définies par les semences ont des enveloppes :

- Totalement imperméable à l'eau.
- Les enveloppes séminales ne sont pas suffisamment perméables à l'oxygène.
- Des enveloppes trop résistantes pour que l'embryon puisse les rompre.

I.4.3- Inhibitions (dormance) chimique ou physiologique

Les inhibitions chimiques sont certainement plus rares dans les conditions naturelles. Leurs natures exactes restent généralement inconnus, car elles n'ont pas souvent été isolées (Mazliak ,1982). Les enveloppes (téguments de la graine ou péricarpe) contiennent très fréquemment des inhibiteurs de germination ou de croissance, comme l'acide cyanhydrique, l'ammoniac, l'éthylène et d'autres dérivés soufrés, l'acide abscissique ainsi que les phénols.

I.5- Levée de dormance

La levée des dormances est accomplie par différents mécanismes incluant les interactions entre l'environnement et les facteurs internes. Elle se caractérise par une augmentation de l'acide gibbérellique au détriment de l'acide abscissique.

Plusieurs techniques variant selon l'espèce et la nature de la dormance, sont prescrites pour lever la dormance avant le semis ou les tests de germination. La stratification froide (vernalisation) ou chaude (estivation), la scarification (mécanique, chimique ou physique), l'élimination des téguments et l'élimination des substances inhibitrices sont des procédés proposés (Bacchetta et al., 2006).

Pour lever la dormance embryonnaire, plusieurs traitements sont recommandés : par exemple le pré-chilling (également appelé stratification au froid), le préchauffage, l'application d'acide gibbérellique (GA3) à faible concentration, l'ajout de nitrate de potassium (KNO₃) au substrat et la lumière.

I.5.1- Scarification

Graines d'espèces appartenant à la famille des Tetraaceae ou endocarpe ligneux très dur et imperméable (ex : Fabaceae, Cistaceae, Convolvulaceae, Oleaceae, etc.) doivent être mécaniquement, chimiquement ou physiquement scarifiées (Bacchetta et al., 2006)

I.5.1.1- Scarification chimique

Les scarifications de type chimique prévoient l'immersion des graines dans de l'acide sulfurique à 96% pour un temps variable, afin de ramollir les téguments. Après traitement, les graines doivent être rincées à l'eau courante avant de commencer le test de germination ou de procéder au semis (Bacchetta et al., 2006).

I.5.1.2- Scarification mécanique

La scarification mécanique prévoit l'ouverture, la coupe ou l'abrasion avec du papier émeri des téguments extérieurs afin de permettre l'imbibition des graines. La partie de la graine la plus

adaptée aux scarifications mécaniques est celle située immédiatement au-dessus du sommet des cotylédons (ISTA, 2006)

I.5.1.3- Scarifications physiques

Selon Bacchetta et *al.* (2006), les scarifications physiques des graines consistent essentiellement en un passage en eau bouillante suivi d'un trempage de 12-24 heures dans de l'eau afin d'assouplir les téguments et de favoriser l'imbibition.

I.5.2- Prechilling (Stratification au froid)

Exposition à de basses températures qui répondent aux besoins de refroidissement nécessaires La germination peut aussi être appelée scarification du sol. Pour ce qui est de La dormance des bourgeons est terminée et les températures sont proches du point de congélation ou inférieures à 10°C est le plus efficace pour briser la dormance des graines. Pour la plupart des espèces La température optimale se situe autour de 5°C. Dans une population de semences, l'efficacité est également fonction de la durée du traitement par le froid (Hopkins, 2003).

I.5.3- Stratification chaude, estivation, preheating ou warming

Dans la nature, Un incendie (ou la chaleur d'un incendie) peut avoir des effets différents sur les semences. De nombreuses espèces présentant des pourcentages de germination accrus après une exposition à 80 °C jusqu'à 120 °C. Elles appartiennent à des familles dont les graines ont une (PY). Ainsi, les températures élevées peuvent rendre les enveloppes de graines ou de fruits perméables à l'eau (Baskin et Baskin, 2014).

Au laboratoire, les semences sont traitées à une température ne dépassant pas 40 °C pendant sept jours, avec une circulation de l'air libre avant germination dans les conditions recommandées (Rao et al., 2006).

I.6- Hormones ou autres molécules

La levée de la dormance est réalisée par divers mécanismes incluant des interactions complexes avec l'environnement médiées par des phytohormones et d'autres petites molécules tel que : les auxines, les gibbérellines, les brassinostéroïdes et l'éthylène et les composés azotés tels que les nitrates et l'oxyde nitrique (NO). Des études moléculaires sur la dormance ont mis en corrélation les modifications des transcriptomes, des protéomes et des taux d'hormones avec des états de dormance variables (Finkelstein et *al.*, 2008; Lin et *al.*, 2020).

I.6.1- Auxine

La première classe de phytohormones découverte dans les plantes est celle des auxines (Chan & Gresshoff, 2009). Ces substances appartiennent toutes à la famille des composés organiques aromatiques hétérocycliques indoliques (Paul-Émilie, 1961). Elles jouent un rôle essentiel en tant que principaux régulateurs de la croissance des plantes et sont produites par les PGPR (organismes de promotion de la croissance des plantes) (Oves et *al.*, 2013). On distingue trois grandes classes d'auxines :

- Les acides aryl-acétiques : représentés par l'acide indole-acétique (AIA) et l'acide 1-naphtylacétique (ANA)
- Les acides phénoxy acétiques : qui comprennent l'acide 2,4-dichlorophénoxy acétique.
- Les acides benzoïques : tels que l'acide 2,3,6-trichlorobenzoïque (Zhao, 2012).

L'auxine principale, l'acide indole-3-acétique (AIA) (Garbaye, 1994), est une phytohormone active dans la plupart des plantes et joue un rôle crucial en tant que molécule de signalisation dans la régulation du développement végétal (Spaepen et *al.*, 2007). Sa structure est très similaire à celle d'un acide aminé (Salisbury, 1994) et elle est synthétisée à partir de l'indole.

Les plantes peuvent produire de l'indole directement à partir du tryptophane (Raven et *al.*, 2007), dont la principale source dans le sol est les exsudats racinaires (Spaepen et *al.*, 2007). L'acide indole-3-acétique est la principale auxine naturelle et elle est facilement dégradée par les enzymes et les microorganismes, ce qui la rend particulièrement intéressante pour les applications industrielles (Raven et *al.*, 2007). Les bactéries l'utilisent pour établir des interactions avec les plantes dans le cadre de leur stratégie de colonisation, notamment en favorisant la croissance des

plantes et en intervenant dans les mécanismes de défense (Ryan et *al.*, 2008). Le rôle physiologique de l'auxine est :

1. La division et l'élongation cellulaire
2. L'élongation des racines primaires
3. La différenciation des tissus vasculaires
4. La dormance apicale
5. Améliore la croissance des plantes par l'utilisation des sources naturelles de tryptophane
6. En faible concentration seulement ils stimulent l'allongement de la tige
7. Favorisent la formation des racines latérales et adventives
8. Régulent la formation des fruits
9. Retardent d'abscission des feuilles
10. Jouent un rôle dans le phototropisme et le gravitropisme
11. La capacité de promouvoir de l'allongement cellulaire dans les sections de coléoptile et de tige dans la présence de Cytokinines (Taiz, 2010 ; Reece et *al.*, 2012).

I.6.2- Cytokinines

Les cytokinines, qui sont des phytohormones, jouent un rôle essentiel dans la croissance et le développement des plantes (Argueso et *al.*, 2012 ; Kieber et *al.*, 2014). Elles se composent généralement d'adénines liées à une chaîne latérale en N6 avec soit un isopentenyl de cinq carbones, soit un noyau aromatique (Salisbury, 1994). Leur structure est similaire à celle des bases puriques (adénines substituées) (Pan et *al.*, 2009). La zéatine est l'une des cytokinines les plus couramment présentes (Moubayidin et *al.*, 2009). Parmi les cytokinines synthétiques, on trouve les phénylurées, telles que le thidiazuron (Khan, 2009). Cette hormone est très importante, elle joue un rôle primordiale dans :

1. Activation de la germination des graines
2. Promotion de la ramification
3. Croissance des racines
4. Accumulation de la chlorophylle
5. Expansion des feuilles et le retard de la sénescence (Salisbury, 1994)

6. Peut mimer l'effet conjoint d'une l'auxine avec cytokinine sur la croissance et la différenciation d'explants
7. Lorsqu'il est ajouté à une culture in vitro, il amène une augmentation de la croissance des plants jusqu'à 30 fois plus importante (Capelle et *al.*, 1983)
8. Réduction de la cytokinine entraîne une fermeture des stomates induite par l'acide abscissique pour réduit l'absorption et l'assimilation du carbone
9. Réduire du métabolisme du carbone dans des conditions de stress lorsque la hausse de la cytokinine oxydase est régulée
10. Elle réponse aux stress abiotiques
11. Amélioration de la résistance des plantes contre les agents pathogènes (les bactéries, les champignons et les insectes nuisibles) (Akhtar et *al.*, 2020)
12. Modifient la dominance apicale
13. Favorisent la croissance de bourgeons latéraux et le déplacement des nutriments dans les tissus cibles (Reece et *al.*, 2012)
14. Quand le ratio molaire d'auxine est approprié elles favorisent la formation du bourgeon ou des racines des cultures de calus (Taiz et *al.*, 2010).
15. Jouent un rôle dans la croissance des méristèmes apicaux de la tige
16. Un taux élevé au niveau des racines de (CK) limite la signalisation de l'auxine et permet aux cellules de se différencier (Durbak et *al.*, 2012)
17. Les réponses à stress biotiques (Cao et *al.*, 2016).

I.6.3- Gibberline

Les gibbérellines sont des acides diterpénoïques composés de résidus isopréniques synthétisés par les plantes supérieures, les champignons (Frey-Klett et *al.*, 2007) et également par certaines bactéries (MacMillan, 2002). La GA3 (acide gibbérellique) est l'une des gibbérellines les plus couramment présentes et elle est synthétisée au niveau des embryons, des jeunes feuilles et des méristèmes (Olszewski et *al.*, 2002). L'acide gibbérellique et ses dérivés font partie d'une vaste famille de 125 acides diterpénique (Ge et *al.*, 2007). Plusieurs études ont rapporté la promotion de la croissance des plantes par les PGPR (plant growthpromoting rhizobacteria) productrices de

gibbérellines (Atzhorn et *al.*, 1988 ; GutierrezManero et *al.*, 2001). Elle joue un rôle primordiale dans :

1. Elle est impliquée dans la promotion de la croissance des racines puisqu'elles régulent l'abondance des poils racinaires (Bottini et *al.*, 2004)
2. Gibbérellines stimulent l'allongement des tiges
3. Formation du pollen
4. Croissance des tubes polliniques
5. Fructification
6. Formation et la germination des graines
7. Régulent la détermination du sexe
8. Transition de la phase juvénile à la phase adulte (Pan& Wang, 2009 ;Ge et *al.*, 2007).
9. Expansion des feuilles
10. Maturation du pollen
11. Induction de la floraison (Achard et Genschik, 2009).
12. Jouent un rôle dans la croissance des bourgeons
13. Peuvent être accroître la concentration en auxine (Cosgrove, 1998)
14. Retard de la sénescence (MacMillan, 2002).
15. Gibbérellines sont impliquées dans la promotion de la croissance de la racine puisqu'elles régulent l'abondance des poils racinaires (Bottini et *al.*, 2004).

I.6.4- Ethylène

L'éthylène est une phytohormone gazeuse (Groen et *al.*, 2014 ; Wani et *al.*, 2016) qui joue un rôle important en tant que régulateur de la croissance des plantes. Il est synthétisé par de nombreuses espèces bactériennes et est impliqué dans leur système de défense (Ahmad et *al.*, 2008). Les cytokinines et l'auxine sont des acteurs importants dans la production d'éthylène, et ils agissent en synergie (Gaspar et *al.*, 1996). Elle joue un rôle important dans plusieurs phénomènes dont :

1. Elles jouent un rôle d'hormone de maturation
2. Favorise le développement des racines adventives et des poils absorbants

3. Stimule la germination
4. Permet la levée de la dormance des graines (Ahmad et *al.*, 2008 ; Hayat *et al.*, 2010 ; Gupta et *al.*, 2015).
5. La concentration élevée d'éthylène après germination provoque l'inhibition de l'élongation des racines et de la fixation symbiotique de l'azote chez les légumineuses (Ahmad et *al.*, 2008 ; Hayat et *al.*, 2010)
6. Sénescence des fleurs
7. L'abscission des pétales et des feuilles
8. Réponses au stress (Groen et *al.*, 2014 ; Wani, et *al.*, 2016)
9. Régule la défense des plantes contre les facteurs de stress biotiques (Kazan, 2015 ; Wani et *al.*, 2016).
10. Formation des racines et des poils absorbants
11. Inhibition l'allongement des tiges (Reec, 2012)

I.6.5- Acide abscissique

L'acide abscissique est un acide faible qui a été découvert au début des années 1960 (Nambara et *al.*, 2005). Il est synthétisé dans les chloroplastes des feuilles et sa production est amplifiée en réponse à des contraintes environnementales telles que les déficits en eau et les températures basses (Davies, 1995). Cette phytohormone présente des actions multiples :

1. Maturation de l'embryon
2. Dormance et la germination des graines
3. Division et l'élongation des cellules
4. Induction florale
5. Réponses aux stress environnementaux (la sécheresse, la salinité, le froid, les attaques de pathogènes et le rayonnement UV) (Ohkuma et *al.*, 1965)
6. Favorisent la sénescence des feuilles
7. Favorisent la tolérance à la dessiccation (Reec et *al.*, 2012)
8. Action contre les pathogène (Davies 1995).

I.6.6- Brassinostéroïdes

Les brassinostéroïdes sont classés parmi les polyhydroxystéroïdes qui présentent une structure similaire à celle du cholestane, qui est également présente dans les stéroïdes animaux (Grove *et al.*, 1979). Ces composés jouent un rôle important dans la régulation de la croissance et du développement des plantes soit :

1. Croissance des tiges
2. Initiation et le développement des fleurs
3. Intervention dans les réactions aux stress abiotiques (le froid, les températures élevées, la salinité du sol, la sécheresse, la lumière, les inondations et les polluants organiques) (Wani *et al.*, 2016)
4. Favorisent la division cellulaires et l'expansion dans les pousses
5. À de faibles concentrations ils favorisent la croissance des racines et par contre ils inhibent la croissance des racines à des concentrations élevées
6. Favorisent la différenciation du xylème
7. Inhibent la différenciation du phloème
8. Favorisent la germination des graines et l'allongement des tubes polliniques (Reec *et al.*, 2012)
9. Implique dans la différenciation vasculaire, la floraison et la reproduction (Mandava, 1988; Hottiger et Boller, 1991)
10. Jouent un rôle dans la maturité du fruit (Hardtke, 2007).



Chapitre II-

Méthodologie de

travail

Chapitre II- Méthodologie de travail

II.1- Matériel biologique

Tous les plante utiliser soit pour les extractions soit pour tester la germination qui sont : *Ephedra alata* L. (Alenda), *Salix alba* L., *Argania spinosa* L., *Zizyphus lotus* L., *Acacia nilotica* L., *Vachellia flava* H., *Delonix regia* R.

II.1.1- Plantes utilisées pour la préparation des extraits végétaux

II.1.1.1-*Ephedra alata* L. (Alenda)

C'est un arbuste de la famille des Ephedraceae de 1 à 3 m de haut à tige très ramifiées avec des rameaux articulés portant des nœuds légèrement nervurées et intersectées de diamètre 1.5 mm qui se termine par une pointe souvent acérée (Silat et *al.*,2017 ; Kebili, 2016), qui porte des feuilles opposées, alternant d'un nœud à l'autre (Kebili, 2016) soudée en gaine à leur base (Chehema, 2006). Les fleurs sont en petits cônes blanchâtres, dioïques (Kebili, 2016).

Les fruits entourés de bractées largement membraneuses. Le système racinaire latéral extrêmement puissant (Kebili, 2016), rampantes et horizontales (Gubb, 1913). Elle connut dans Sahara septentrional et occidental, de l'origine d'Asie, y compris l'Arabie Saoudite, que se trouve au niveau des terrains sableux, des regs et les lits sablonneux des oueds et sable de l'étage tropical et aussi dans la Hamada de Tingbert (Kebili, 2016).

En pharmacopée elle est utilisée en Algérie pour traiter la coqueluche et la faiblesse générale de même que contre le rhumes sous forme de gouttes nasales, en Egypte elle utilisées dans l'hypotensive, dépurative, agent astringent et antiasthmatique, en chine elle est utilisée dans le traitement contre frissons, l'asthme bronchiale, fièvre, rhume, grippe, congestion nasale, rhinite, cedème, maux de tête, arthralgies et comme antiallergique diaphorétique, et antitussif, en Asie utilisée dans la méthamphétamine et la fabrication clandestine d'une drogue de rue(Kebili,2016).

Pour la présente étude, les feuilles d'*Ephedra alata* sont récoltées de la région de Ouad Al-Alanda qui est situé au sud-ouest de la ville d'Al-Ouadi, à environ 20 km de celle-ci.



Figure 1-*Ephedra alata* en végétation (région d'El-ouade) (Kemassi, 2008)

II.1.1.2-Salix alba L.

Un arbre spontané de la famille des Salicaceae de 10 à 12 m de hauteur. Il présente un tronc couvert d'un rhytidom crevassé, noirâtre, des rameaux effilés jaunes ou bruns, souvent un peu pendants. Feuilles adultes courtement pétiolées, lancéolées, acuminées, denticulées, à pointe droite ou un peu déjetée, soyeuses-blanchâtres sur les 2 faces ou au moins en dessous ; chatons contemporains, cylindriques, pédonculés et feuillés, les mâles grêles, étalés-arqué ; les femelles assez denses ; écailles ciliées jaunâtres ; caduques ; 2 étamines libres, à anthères jaunes, style court ; capsule glabre subsessile, à pédicelle égalant à peine la glande (Beloued, 2001).

Salix alba L. est observé en Europe, le bassin méditerranéen et même l'Asie centrale au bord des fleuves et cours d'eau. Les Grecs et les Indiens d'Amérique et les anciens Égyptiens utilisaient l'écorce interne douce de l'écorce (écorce) et les feuilles de la plante de saule trempées dans l'eau et bues pour traiter la température corporelle élevée dans les fièvres et pour traiter les maux de tête et les douleurs rhumatismales (Jeffreys, 2008). Pour la présente étude, les feuilles de *Salix alba* sont récoltées de la région de Blida, située à 47 km au sud-ouest de la capitale Alger.



Figure 2- Feuille de *Salix alba* en végétation (original)

II.1.2- Plantes utilisées pour les tests de germination

II.1.2.1-*Argania spinosa* L.

C'est un arbre de la famille de Sapotaceae de 8 à 10m à cime très grande et étalée, dense et à contours arrondis en général. La tige est très voisine issues d'un même noyau écorce du fût et des grosses branches est rugueuse et leur ramification sont très denses, les extrémités des rameaux sont souvent épineuses. Les feuilles sont vert sombre à la face supérieure, plus claires en dessous, glabres, avec une nervure médiane très nette et des nervures latérales très fines et ramifiées.

Les fleurs sont hermaphrodites, de inflorescences est de glomérules axillaires. Les fruits à un extérieur vert et charnu, trouver dans l'intérieur un écrou avec une extrême coquille dure, qui à son tour contient un deux ou trois noyaux en forme d'amande (Driss Lamnauer, SA). De tronc très vigoureux et court. Leur bois est très compact, sans aubier, jaunâtre et lourd. L'enracinement est très développé. Leur durée de vie est 200 à 250 ans (Bezzala, 2005). Elle est fréquente dans Maroc et le deuxième plus commun arbre dans le pays.

Il présente entre 29° et 32° nord de l'équateur, avec la présence de quelques grappes isolées ou dispersés dans le nord-est du Maroc. En Algérie, cet arbre se trouve dans le sud-ouest et éloigné à distance de 312 hectares on le trouve aussi au Sahara occidental d'algérien (Mahfoud, 2018).

En pharmacopée elle utilise pour baisser le cholestérol, stimule également la circulation sanguine et facilite la digestion et renforce les défenses naturelles de l'organisme, l'huile d'argan est utilisée par les Marocains pour soigner la varicelle, l'acné juvénile et les vergetures sur femme enceinte. D'autre part, il est utilisé dans l'alimentation humaine. Elle consomme aussi comme fourrage pour les ovins, les caprins et les bovins. Protège les sols minces de l'érosion, facilite l'infiltration de l'eau et reconstitution des aquifères et utilise pour clôtures et les brise-vent (Orwa et al., 2009).

Son bois est utilisé pour les toitures des maisons ainsi que pour le chauffage. Ses feuilles peuvent être utilisées pour l'alimentation animale. Sa coque extérieure sert à nourrir le bétail et sa coque intérieure afin d'allumer un feu (Mahfoud, 2018). Pour la présente étude, les graines de *Argania spinosa* sont récoltées de la région de Maroc qui est un État d'Afrique du Nord limité au nord-ouest par l'océan Atlantique, au nord par le détroit de Gibraltar et la Méditerranée, à l'est et au sud par l'Algérie et au sud-ouest par la Mauritanie.



Figure 3-*Argania spinosa* en végétation



Figure 4-Graines d'*Argania spinosa* (original)

II.1.2.2-Zizyphus lotus L.

C'est une plante dicotylédone, issue de la famille Rhamnacée. Appelée localement « Sedra » (Borgi *et al.*, 2007). C'est un arbuste très ramifié épineux à grandes souches souterraines de 1,3 m à 2,2 m, pouvant atteindre 2 m de haut. *Lotus* pousse généralement dans les zones arides et pays semi-arides et est largement distribué en Chine, en Iran, L'Afrique, la Corée du Sud et l'Europe comme Chypre, l'Espagne, la Grèce, et Sicile (Richardson *et al.*, 2014 ; Adeli et Samavati,2015).

En Afrique, *Z. Lotus* est largement distribué dans Région méditerranéenne, comme l'Algérie, le Maroc, la Tunisie et Libye (Pottier, 1981). Cette plante utilisée en médecine traditionnelle et ancestrale, à la fois en Afrique du Nord et au Moyen-Orient, pour le traitement de plusieurs pathologies (l'obésité, les troubles urinaires, le diabète, les infections cutanées, la fièvre, la diarrhée, l'insomnie, l'inflammation) (Ghedira et *al*,1995 ; Abdoul, 2016).

Pour la présente étude, les graines de *Zizyphus lotus* sont récoltées de la région de Oran.



Figure 5- *Zizyphus lotus* L. en végétation
(original)



Figure 6- Les fruit d'*Zizyphus lotus* L.
(original)

II.1.2.3- *Acacia nilotica* L.

Ce sont des arbres épineux qui dépassant 5 m de haut (Chehma, 2006) de 20 m dans les terres humides avec un diamètre de 60 cm (Akplogan, 1984) à longues épines et écorce brune fendillée. La tige est droite et cylindrique qui porte de nombreuses branches étalées avec des épines (Akplogan, 1984). Les feuilles bipennées à petites folioles. Les fleurs sont petites jaunâtres, grouses larges formées d'une succession d'articles renflés qui séparées par des étranglements. (Chehma, 2006). Les fleurs sont jaune soufre, odorantes, en boules très denses.

Les fruits sont de couleur gris blanchâtre de 10 à 15 centimètres de long sur 15 à 20 millimètres de large qui présentent des bords ondulés et légèrement lomentacés contenant environ 6 à 15graines (Akplogan, 1984). Elle est fréquente dans le Sahara méridional et très rare au Sahara Central et septentrional. (Chehma, 2006).

En pharmacopée elle utilisés pour le tannage des peaux, infusion, macération, cataplasme et pommade, comme adoucissant, astringent, détersif, hémostatiques et expectorant. (Chehma, 2006). Elle utiliser aussi dans les traitements du vomissement, traitement antitussif, traitement antidysentérique, traitement antiscorbutique et traitement des plaies (Akplogan, 1984). Les graines utilisées proviennent d'une collection maintenue dans le laboratoire de botanique de la faculté Sciences de la Nature et de la vie Université de Kasdi Marbah Ouaragla.



Figure 7- *Acacia nilotica* en végétation

A :Plant d'*A. nilotica* ; B : Feuilles et fleur d'*A. nilotica* ; C : Graine d'*A. nilotica*

II.1.2.4- *Vachellia flava* H.

C'est un grand arbuste ou petits arbres qui dépassant rarement 4m de hauteur. Les feuilles sont petites, avec quatre paires de pennes, chacune avec huit à douze paires de pinnules. Les gousses sont aplaties et courbées avec des constrictions entre les graines (Bruce et *al.*, 2013). Sont beaucoup ramifié (Atta El-Desoukey, 2018). C'est une plante très résistante à la sécheresse. Leur origine est du centre et du sud Sahara et la partie nord du Sahel mais est rare au Sahara Occidental et il se produit dans Afrique de l'Est et Arabie (Bruce et *al.*, 2013).

En pharmacopée marocaine, les feuilles et écorces sont utilisés dans le traitement des ulcères gastriques et des diarrhées (Lahdachi, 2015). Elle est utilisée comme dysenterie, les saignements internes et diverses affections cutanées, lavage des plaies et les blessures et pour la cicatrisation. Elle est utilisée pour traiter les hémorroïdes, la transpiration des pieds et certains problèmes oculaires (Thotathil, 2022). Il est utilisé dans autre domaines comme bois de service, ou de chauffage et sa gomme est utilisée dans la cosmétique. Elle consommée aussi par les nomades du Sahara en période de disette (Lahdachi, 2015).

Elle est utilisée comme aliment pour le bétail. Au Yémen elle est utilisée pour produire le meilleur miel de qualité. Dans les pays du Moyen-Orient, elle est utilisée pour produire du charbon de bois qui est utilisé pour traiter les dermatoses animales (Thotathil, 2022). Les graines utilisées dans ce travail, proviennent d'une collection maintenue dans le laboratoire de botanique de la faculté Sciences de la Nature et de la vie Université de Kasdi Marbah-Ouaragla.

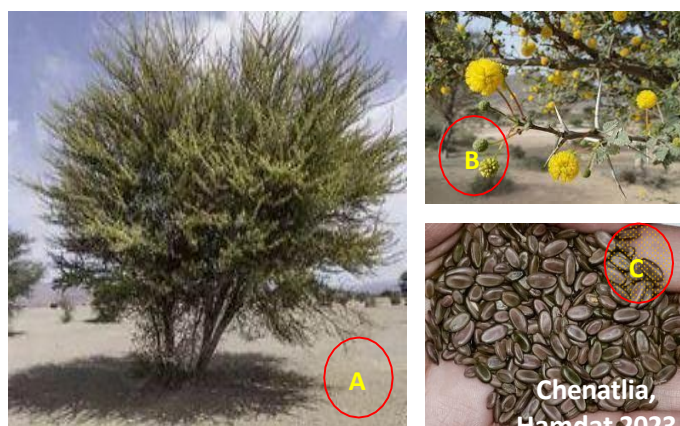


Figure 8- *Vachellia flava* en végétation

A : Plant ; B : Feuilles et fleur ; C : Graines

II.1.2.4- *Delonix regia* R.

Un arbre de la famille Fabaceae de 5 à 30 m de hauteur. Il présente des feuilles composées pennées, grande fleur (diamètre : 8 à 11 cm) de couleur rouge, gousse de très grande taille (longueur environ 60 cm) qui contient 20 à 50 graines, graines oblongues de longueur 1 à 1,5 cm (Abetokotany, 2004). Cet arbre, originaire de Madagascar, mais présente aujourd'hui dans plusieurs pays de la zone intertropicale, est souvent habitué à préparer un extrait connu pour avoir des propriétés médicinales.

Il a été rapporté dans la littérature comme antimicrobienne et activités antifongiques et utilisé comme antibiotiques en Côte d'Ivoire. Les médicaments traditionnels sont préparés à partir de plusieurs parties de l'arbre, y compris les fleurs (Joy, et al., 2001).

Pour la présente étude, les graines de *Delonix regia* ont été récoltées de la région de Bamako Mali qui est un État d'Afrique de l'Ouest, frontalier de la Mauritanie à l'ouest de l'Algérie au nord et nord-est du Niger à est du Burkina Faso et de la Côte d'Ivoire au sud, sud-ouest de la Guinée au sud-ouest et du Sénégal à l'ouest-sud-ouest.



Figure09-*Delonix regia* en végétation
(Original)



Figure 10- Graines de *Delonix regia*
(original)

II.2- Matériels utilisés

Pour permettre cette étude, les outils du travail suivant sont utilisés soit :

Sacs en papier : pour conserver les feuilles collecter.

Boites de conservation des glaces : pour trempage des grains.

Goblet en plastique : pour semer les grains.

Des étiquettes : pour mettre les noms des graines et les concentrations utilisées.

Papier de verre ou papier émeri : pour scarifier les grains.

Terreau et sable : pour le semis les grains.

Broyeur électrique avec flacon en verre : pour broyer les feuillie des plantes et conserver.

Flacon de méthanol et l'eau potable (eau douce) : Pour prépares les solutions qui utiliser pour faire les extractions.

Balance et spatule : afin de peser la quantité nécessaire à l'expérience.

Dispositif de l'extraction par reflux : ballon de 2000ml, réfrigérant, pompe d'aquarium, bassin, chauffe ballon, support.

Outils de filtrage : papier filtre avec entonnoir en verre et erlenmeyer flask.

Papier aluminium : afin d'isoler l'extrait contre la lumière.

Bécher et éprouvette graduée : pour fait la concentration.

Chiffon propre : pour sécher les grains après le trempage.

II.3- Préparation des extraits végétaux

Après la récolte, les parties aériennes des plantes subissent un séchage à l'air libre à température ambiante afin d'avoir une drogue homogène. Il est indispensable de suivre cette technique de séchage. Les parties aériennes sont rincées à l'eau de robinet pour éliminer la poussière et toute matière collée sur les feuilles.

Ensuite, elles sont étalées sur une plaque mince, dans une chambre aérée à température ambiante. La durée de séchage diffère d'une plante à une autre, mais elle ne dépasse guère les trente jours. Lorsque les parties sont complètement sèches, elles sont coupées en petits morceaux afin de faciliter leur broyage et conservées dans des bocaux en verre pour à la fin être transformée en poudre (Kemassi *et al.*, 2015).

A l'aide d'un broyeur électrique, les feuilles subissent un broyage afin d'obtenir une poudre fine et homogène, ensuite la poudre est passée à travers un tamis à mailles inférieur à 0,5mm. Les broyats sont stockés dans des boites en verre et conservés à l'abri de la lumière et de l'humidité. Chaque boite porte le nom de l'espèce, la partie utilisée, la date et le lieu de récolte. Le broyat des feuilles constitue le matériel végétal final utilisé pour la préparation des extraits aqueux.

Après le broyage, la poudre végétale subit une extraction par reflux dans une solution (2/3) méthanol et (1/3) d'eau distillée. L'extrait aqueux est obtenu par solubilisation des fractions actives dans de l'eau distillée et du méthanol. 50 grammes de la poudre végétale sont mis dans un ballon de 1000 mL de capacité avec suffisamment de solution aqueuse de méthanol (2:1) (2/3 de méthanol et 1/3 d'eau distillée). (Kemassi, 2014)

Le ballon est surmonté par un réfrigérant permettant la condensation des fractions volatiles organiques lors de l'extraction. Le mélange est porté à ébullition à 50°C pendant 6 heures. L'homogénat est refroidi et filtré à l'aide d'un papier filtre standard de type FIORONI R0122A00010.

Pour éliminer le méthanol, le filtrat est soumis à une évaporation sous vide à l'aide d'un rotor-vaporde type Heidolph-VAP pendant deux heures. Le produit obtenu est un extrait aqueux conservé dans un bocal hermétiquement fermé et couvert par du papier aluminium.



Figure 11- Les feuilles de *Salix alba*



Figure 12- Les feuilles d'*Ephedra alata*



Figure 13- La poudre des feuilles de *Salix alba*

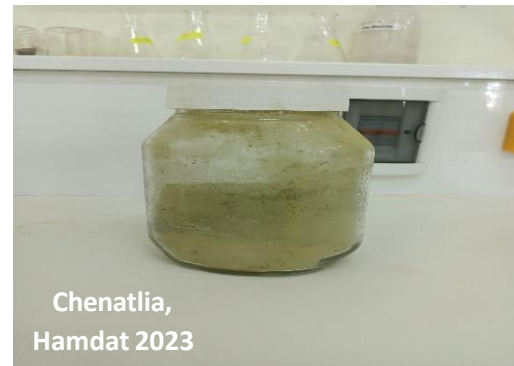


Figure 14- La poudre des feuilles d'*Ephedra alata*



Figure 15- Dispositif d'extraction par reflux



Figure 16- Rotavapure pour éliminer le méthanol

II.4- Criblage phytochimique

Les tests phytochimiques réalisés sur l'extrait végétale pour mettre en évidence la présence ou l'absence de certains groupes de familles chimiques (Hadj,2012) dont les alcaloïdes, flavonoïdes, triterpénoïdes, saponosides, glycosides, tanins, les quinones libres, composés réducteurs et polyphénole. C'est test est fait par une analyse phytochimique qualitative qui basé sur des tests de coloration (Kemassi,2014).

En classe ces résultats qualitatifs comme suite :

Absence : - (Réaction négative)

Trace : + (Réaction plus au moins positive)

Présence modérée : ++ (Réaction positive)

Présence confirmée : +++ (Réaction très positive)

II.4.1- Test des flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés phénoliques présents dans le règne végétal, caractérisés par leur structure de flavone qui comprend deux cycles aromatiques reliés par un cycle ouvert contenant un groupe carbonyle. Ils jouent un rôle important dans la protection des plantes contre le stress environnemental, les rayonnements UV, les pathogènes et les prédateurs (Harborne et *al.*, 2000). Qui sont présents dans de nombreux aliments d'origine végétale, tels que les fruits, les légumes, les céréales, les herbes et les épices. La consommation régulière d'aliments riches en flavonoïdes est associée à des effets protecteurs pour la santé, notamment la réduction du risque de maladies cardiovasculaires, de certains cancers, de troubles neurodégénératifs et de maladies inflammatoires (Erlund, 2004). Par exemple des flavonoïdes : Quercétine qui au trouvé niveau de oignons, pommes, baies, brocolis et thé vert (Erlund et *al.*, 2006), Kaempférol qui existant au niveau de choux de Bruxelles, épinards, tomates et fraises (Hollman et *al.*, 1997).

Pour détecter la présence des flavonoïdes dans l'extrait, dans un tube à essai, il est ajouté quelques gouttes d'une solution de soude (NaOH) à 1/10 au Quelque millilitre d'extrait aqueux. L'apparition d'une coloration jaune-orange indique la présence des flavonoïdes. (Cherif, 2020)

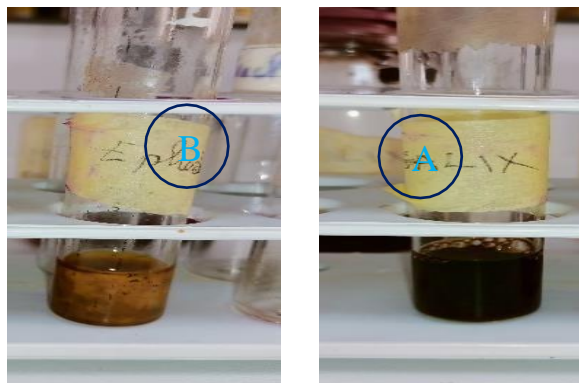


Figure 17- Détection des flavonoïdes
A ; *Salix alba*, **B ;** *Ephedra alata*

II.4.2- Test des alcaloïdes

Les alcaloïdes sont définis comme des composés chimiques organiques, principalement d'origine végétale, qui possèdent un noyau hétérocyclique azoté et ont souvent des propriétés pharmacologiques. Ils ont généralement une activité biologique prononcée et peuvent agir sur différents systèmes de l'organisme. (Fattorusso et Tagliatela-Scafati, 2008). Les alcaloïdes sont largement distribués dans le règne végétal et sont souvent produits par les plantes en tant que mécanisme de défense contre les herbivores ou les pathogènes. Certains exemples bien connus d'alcaloïdes d'origine végétale incluent la caféine, la nicotine, la morphine, la quinine, etc (Roberts et Wink, 1998). Par exemple des alcaloïdes : La caféine : un stimulant du système nerveux central que l'on trouve dans le café, le thé, le cacao, etc. (Nehlig, 2010). La morphine : un analgésique puissant dérivé de l'opium (Brownstein, 1993). La nicotine : un alcaloïde présent dans le tabac et responsable de l'addiction au tabac (Benowitz, 2010).

Pour détecter la présence d'alcaloïdes, le réactif de Bouchardat est utilisé : introduire dans un béchar 2g d'iode bi-sublimé et 2g d'Iodure de potassium (KI) dissous 100mL d'eau distillée. Dans un tube à essai, mettre 2mL d'extrait végétal, l'obtention d'un précipité brunnoir, brun-terre, ou jaune brun indique la présence d'alcaloïdes, après l'ajout de quelques gouttes de réactif de Bouchardat. (Cherif, 2020)



Figure 18- Détection des alcaloïdes pour *Ephedra alata*



Figure 19- Détection des alcaloïdes pour *Salix alba*

II.4.3- Test des saponosides

Les saponines, sont des composés naturels présents dans diverses sources végétales et animales. Ils sont caractérisés par leur structure chimique contenant à la fois des parties hydrophiles et lipophiles, leur conférant des propriétés tensioactives. Ils sont souvent utilisés comme agents moussants ou émulsifiants dans l'industrie des cosmétiques et alimentaires (Hostettmann et Marston, 1995). Les saponosides sont connus pour leurs propriétés pharmacologiques et biologiques diverses, telles que des activités antioxydantes, antiinflammatoires, antivirales, anticancéreuses, immunomodulatrices et cytotoxiques. Ils ont également été étudiés pour leurs effets bénéfiques sur la santé humaine, notamment dans le traitement de maladies cardiovasculaires, de troubles métaboliques et de maladies neurodégénératives (Liu, 1995). Par exemple des saponosides : La ginsénoside : un groupe de saponosides présents dans le ginseng (*Panax ginseng*) et utilisés traditionnellement comme toniques et adaptogènes (Leung et Wong,

2013). L'hédérine : un saponoside trouvé dans le lierre grimpant (*Hedera helix*) est utilisé pour ses propriétés expectorantes et mucolytiques (Saller, 2010).

Test des Saponosides : Dans un tube à essai, ajouté quelques millilitres d'extrait avec un peu d'eau, agiter pendant 15 secondes la tube dans le sens de la longueur du tube, mettre le tube verticalement pendant 15 minutes. La présence des saponines est indiquée par la persistance d'une mousse d'au moins un centimètre de hauteur. (Cherif, 2020)

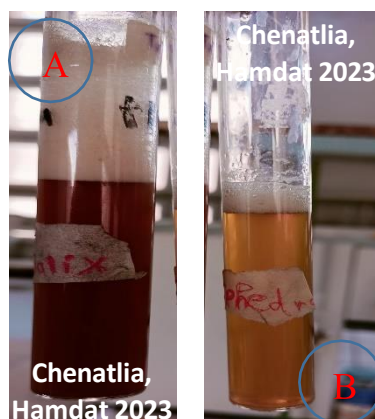


Figure 20- Détection de Saponine
A ; *Salix alba*, **B** ; *Ephedra alata*

II.4.4- Test des tanins

Les tanins sont des composés phénoliques naturels présents dans les plantes, caractérisés par leur capacité à former des complexes avec les protéines et les polysaccharides. Ils sont classés en deux catégories principales : les tanins hydrolysables et les tanins condensés, en fonction de leur structure chimique et de leur réactivité. Les tanins sont connus pour leur activité astringente et leurs propriétés antioxydantes (Hagerman et Butler 1989). Par exemple des tanins : L'acide ellagique : un tanin présent dans divers fruits et légumes, comme les grenades, les fraises et les noix, qui présente des activités antioxydantes et anticancéreuses potentielles (González-Sarrías et *al.*, 2017). L'ellagitannine : un type de tanin présent dans certaines plantes, comme l'écorce de chêne, qui possède des propriétés antimicrobiennes et peut contribuer à la prévention des maladies inflammatoires (Espín et *al.*, 2010).

Pour détecter les tanins introduire dans un tube à essai 2mL d'extrait, et ajouter de trichlorure de fer (FeCl₃) à 2%, l'apparition de couleur bleu verdâtre confirme la présence des tanins catéchiques (ou tanins condensés) et couleur brun-noir pour la présence des tanins galliques (tanins hydrolysables). (Cherif, 2020)

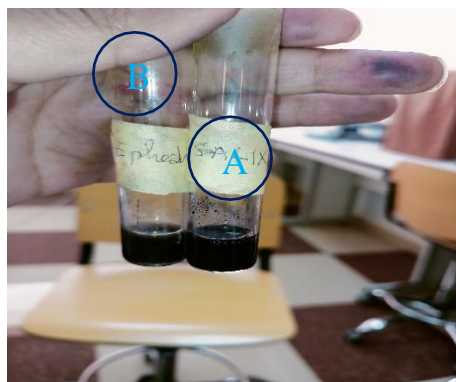


Figure 21- Détection des Tanins
A ; *Salix alba*, **B** ; *Ephedra alata*

II.4.5- Test des stérols et terpènes

Les sont des lipides naturels qui se caractérisent par leur structure chimique de base, comprenant un noyau stérane composé de quatre cycles fusionnés. Le stérol le plus connu est le cholestérol, qui est présent dans les membranes cellulaires des animaux et joue un rôle crucial dans la régulation de la fluidité et de la perméabilité de la membrane. Les plantes contiennent également des stérols, tels que le β -sitostérol et le campestérol (Berg et al., 2002). Les triterpènes sont une classe de terpénoïdes composés de multiples unités d'isoprène. Ils se caractérisent par leur structure de base constituée de six cycles fusionnés. Les triterpènes sont largement répandus dans le règne végétal et jouent un rôle important dans la défense des plantes contre les herbivores, la protection contre les infections et la régulation des processus biologiques tels que la croissance et le développement. Les triterpènes couramment trouvés comprennent l'acide ursolique, l'acide oleanolique et le bétulinol (Lewis et al., 2000). Par exemple des stérols et des triterpènes : Le bêta-

sitostérol : un stérol végétal présent dans de nombreux aliments d'origine végétale, telles que les noix, les graines et les huiles végétales, qui est associé à des effets bénéfiques sur la santé cardiovasculaire (Awad et *al.*, 2000). L'acide ursolique : un triterpène présent dans diverses plantes, notamment les pommes, qui présente des propriétés anti-inflammatoires, anticancéreuses et antioxydantes (Liu, 1995).

Pour signaler la présence des stérols, il est ajouté dans un tube à essai quelques millilitres d'extrait, un millilitre de H₂SO₄ (36N.) en inclinant le tube de 45°. L'apparition d'un anneau rouge ou violet indique la présence des triterpènes et l'apparition d'un anneau rouge au niveau de l'interface (la zone de contact entre les deux liquides) indique la présence de stérols insaturés. Ces phénomènes peuvent être observés simultanément.

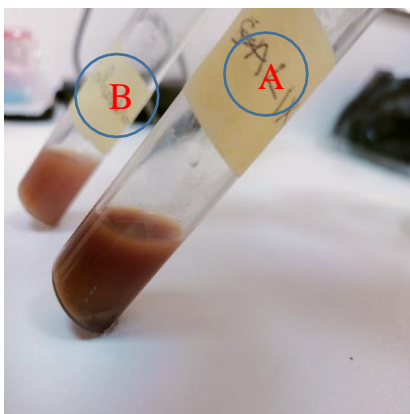


Figure 22- Détection de stérols et terpènes
A ; *Salix alba*, B ; *Ephedra alata*

II.4.6- Test des glycosides

Les glycosides sont des composés chimiques dans lesquels un ou plusieurs groupes hydroxyyles d'une molécule sont substitués par un groupe glycosyle. Les groupes glycosyle sont généralement des sucres tels que le glucose, le fructose ou le galactose. L'aglycone, également appelé génine, peut être de nature diverse, telle que des alcaloïdes, des phénols, des flavonoïdes, des terpènes, des stéroïdes, etc. (Veitch, 2009). Les glycosides sont souvent synthétisés par les plantes pour des raisons de défense, de reproduction, d'attraction d'insectes pollinisateurs ou de

stockage de nutriments. Ils peuvent également servir de réserves d'énergie et de transporteurs de composés bioactifs. Certains glycosides ont des propriétés pharmacologiques et peuvent être utilisés dans la médecine traditionnelle ou comme précurseurs de médicaments (Harborne, 1999). Par exemple des glycosides : La digoxine : un glycoside cardiotonique trouvé dans la digitale (*Digitalis purpurea*) et utilisé dans le traitement des troubles cardiaques (Rathore et *al.*, 2017). La salicine : un glycoside phénolique trouvé dans l'écorce de saule (*Salix spp.*) et utilisée comme analgésique et anti-inflammatoire (Schmid et *al.*, 2001).

Pour détecter des Glycosides dans une solution, le liquide de Fehling A et B est ajouté à 2mL d'extrait végétal dans un tube à essai, et par suite chauffé pendant 3 à 5 minutes. La réduction de la liqueur de Fehling montre la présence des glycosides et la couleur devient plus intense confirmant la présence des glycosides. (Cherif, 2020)



Figure 23- Détection des glycosides
A ; *Salix alba*, **B** ; *Ephedra alata*

II.4.7- Test des Composés réducteurs

Les composés réducteurs sont des substances chimiques capables de transférer des électrons à d'autres composés, les oxydant dans le processus. Ils sont souvent dotés de groupes fonctionnels tels que les groupes hydroxyle (-OH), les groupes amine (-NH₂) ou les groupes sulfhydryle (-SH), qui peuvent céder des électrons. Les composés réducteurs sont impliqués dans de nombreuses réactions biochimiques, notamment la respiration cellulaire et la photosynthèse (Nelson et Cox,

2004). Les composés réducteurs agissent comme des agents réducteurs dans les réactions d'oxydoréduction, où ils cèdent des électrons et subissent une oxydation. Ils peuvent réduire d'autres composés, tels que les ions métalliques, les peroxydes, les radicaux libres, les espèces réactives de l'oxygène (ROS) et les groupes disulfures. Cette activité réductrice leur confère des propriétés antioxydantes, l'aidant à protéger les cellules et les tissus contre les dommages oxydatifs (Halliwell et Gutteridge, 2007). Par exemple des composés réducteurs. L'acide ascorbique (vitamine C) : un puissant antioxydant et agent réducteur présent dans divers fruits et légumes, qui est essentiel pour de nombreuses réactions biochimiques dans l'organisme (Carr et Maggini, 2017). Le nicotinamide adénine dinucléotide (NADH): un cofacteur réducteur présent dans les cellules, qui est impliqué dans de nombreuses réactions biochimiques, notamment la production d'énergie (Belenky et al., 2007).

La détection des composés réducteurs est réalisée en ajoutant dans un tube à essai 2mL de liqueur de Fehling sur 2mL de l'extrait, par suite porté au bain-marie bouillant durant 8 min. La formation d'un précipité rouge brique indique leur présence (Elhaouda, 2018).

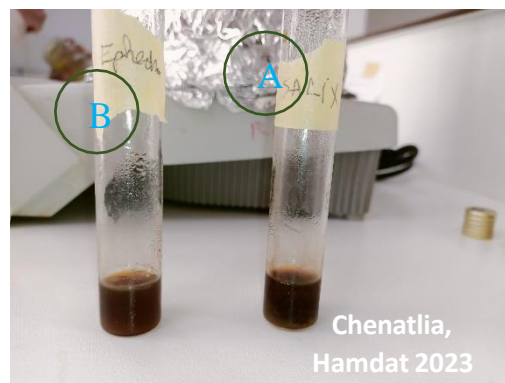


Figure 24- Détection des composés réducteurs
A ; *Salix alba*, **B ;** *Ephedra alata*

II.4.8- Test des Quinones libres

Les quinones libres sont des composés organiques oxydables qui contiennent un cycle de benzoquinone, naphthoquinone ou anthraquinone. Ils peuvent exister sous différentes formes, notamment la forme réduite (hydroquinone) et la forme oxydée (quinone), en fonction des réactions d'oxydoréduction auxquelles ils participent. Les quinones libres sont impliquées dans de nombreuses réactions biologiques et chimiques, telles que la respiration cellulaire, la photosynthèse, la mélanogenèse et la polymérisation. (Gulmezian et Hyland, 2005). Par exemple des quinones libres : La vitamine K1 (phylloquinone) : une quinone présente dans les légumes verts, qui joue un rôle essentiel dans la coagulation sanguine en tant que cofacteur pour la carboxylation des protéines de la coagulation. (Suttie, 1995). La plumbagine (5hydroxy-2-méthyl-1,4-naphtoquinone) : une quinone naturelle présente dans diverses plantes, utilisée en médecine traditionnelle pour ses propriétés antioxydantes, antimicrobiennes et antitumorales (Venkateswara Rao et *al.*, 2002).

Dans un tube à essais contenant quelques millilitres d'extrait végétal, il est ajouté quelques gouttes de NaOH à 1%. L'apparition d'une couleur qui vire au jaune, rouge ou violet indique la présence des quinones libres (Hadj moussa,2012).

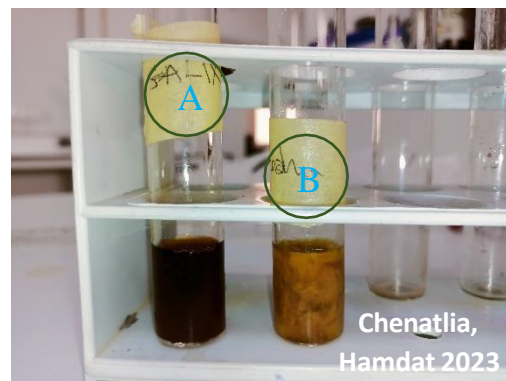


Figure 25- Détection des quinones libre
A ; *Salix alba*, B ; *Ephedra alata*

II.4.9- Test des polyphénols

Les polyphénols sont des composés bioactifs présents dans les plantes, caractérisés par la présence de plusieurs groupes hydroxyles phénoliques. Ils peuvent être classés en différentes catégories, telles que les flavonoïdes, les acides phénoliques, les stilbènes et les lignanes. Les polyphénols sont largement distribués dans le règne végétal et sont responsables des couleurs vives, des saveurs et des odeurs caractéristiques des fruits, des légumes, des herbes, des épices et des boissons comme le thé, le vin et le café (Pandey et Rizvi, 2009). Les polyphénols sont connus pour leurs propriétés antioxydantes, qui leur permettent de neutraliser les radicaux libres et de protéger les cellules contre les dommages oxydatifs. Les radicaux libres sont des espèces réactives de l'oxygène impliquées dans le vieillissement, les maladies cardiovasculaires, le cancer et d'autres problèmes de santé. Les polyphénols peuvent également exercer d'autres effets bénéfiques, tels que la modulation de l'inflammation, la protection contre les maladies neurodégénératives et la régulation de la glycémie (Scalbert et *al.*, 2005).

Pour détecter les polyphénols : Introduire dans un tube à essai 2mL de extraits et ajouté quelque goutte de solution alcoolique de chlorure ferrique (Fe Cl à 5 %). L'apparition d'une coloration verte plus ou moins foncée ou bleu noirâtre indique la présence des polyphénols (Terbagou, 2020).

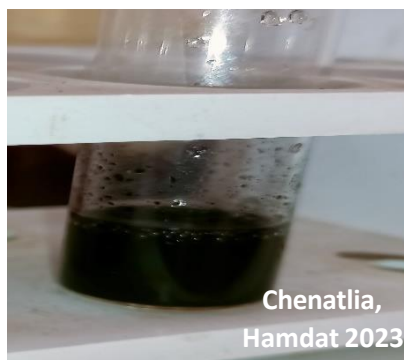


Figure 26- Détection de polyphénol pour *Salix alba*

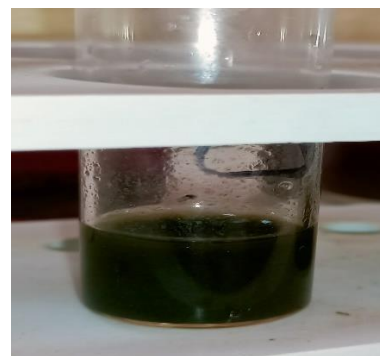


Figure 27- Détection de polyphénol pour *Ephedra alata*

II.5- Tests biologiques

II.5.1- Etude de l'effet sur la germination des graines

Les graines traitées sont divisées en deux groupes en fonction de la structure tégumentaire, le premier groupe est constitué des graines d'*Argania spinosa* et *Ziziphus louts* et le deuxième groupe par les graines d'*Acacia nilotica*, *Acacia vachellia* et *Delonix regia*.

Pour le premier groupe, la concentration en extrait retenue est de 20%, bien que pour le deuxième groupe, elle est de 1%.

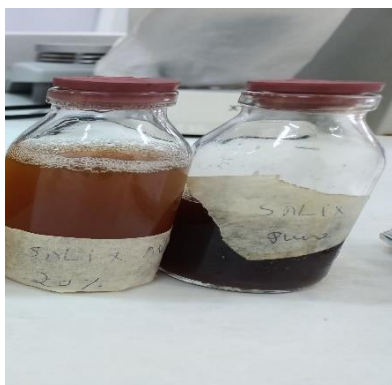


Figure 28- Concentration de l'extrait foliaire de *Salix alba*



Figure 29- Concentration de l'extrait foliaire d'*Ephedra alata*

II.5.1.1- Etude de l'effet sur *Argania Spinosa* et *Zizyphus lotus L*

Pour ces espèces, les graines sont exposées à une opération de scarification à l'aide du papier abrasif. Cette opération permettant de fragiliser le tégument, donc diminuer son épaisseur ou de le couper à un endroit pour faciliter la germination et d'accélérer les processus germinatifs. De manière générale, les semences ont une enveloppe plus épaisse et coriace. Pour cette raison on fait l'acte de scarification. Cette méthode est réalisée par le papier de verre ou papier émeri.



Figure 30- Les graines d'*Argania sponisa* après scarification

Après scarification, 10 graines d'*Argania spinosa* et *Ziziphus louts* ont été trempées dans l'eau potable pour le témoin et pour les traitements (*Salix alba* et *Ephedra alata* à 20%), les graines ont été imprégnées dans les extraits végétaux et dans l'eau oxygénée. Après 3 jour de trempage, les graines ont été rincées et ensuite semis dans des gobelets contenant du terreux étiqueté.



Figure 31- Les graines d'*Argania sponisa* trempé dans les extraits

II.5.1.2- Etude de l'effet sur *Acacia nilotica*, *Acacia vachellia* et *Delonix regia*

Pour ces espèces végétales, les graines ont été imprégnées dans les extraits foliaires de *Salix alba* et *Ephedra alata* à 1%, dans l'eau oxygénée et dans l'eau de robinet (témoin). La durée de trempage des graines été de 24 heures dans les conditions naturelles de la région de Ouargla. Après le trempage des graines, ces dernières ont été rincées par de l'eau de robinet en ensuite soumis dans des gobelets contenant du terreux étiqueté.

Pour toute l'expérimentation, le suivi est quotidien (vérification, irrigation si nécessaire, comptage des graines germées, anomalies de germination ou autres, ...).

II.6- Constitution des lots expérimentaux

Pour effectuer les tests biologiques définis en haut, des lots expérimentaux sont constitués en fonction du traitement appliqué et les exigences expérimentales. Chaque lot regroupe 10 graines de même provenance, saines, et de calibre normal (figure 11).

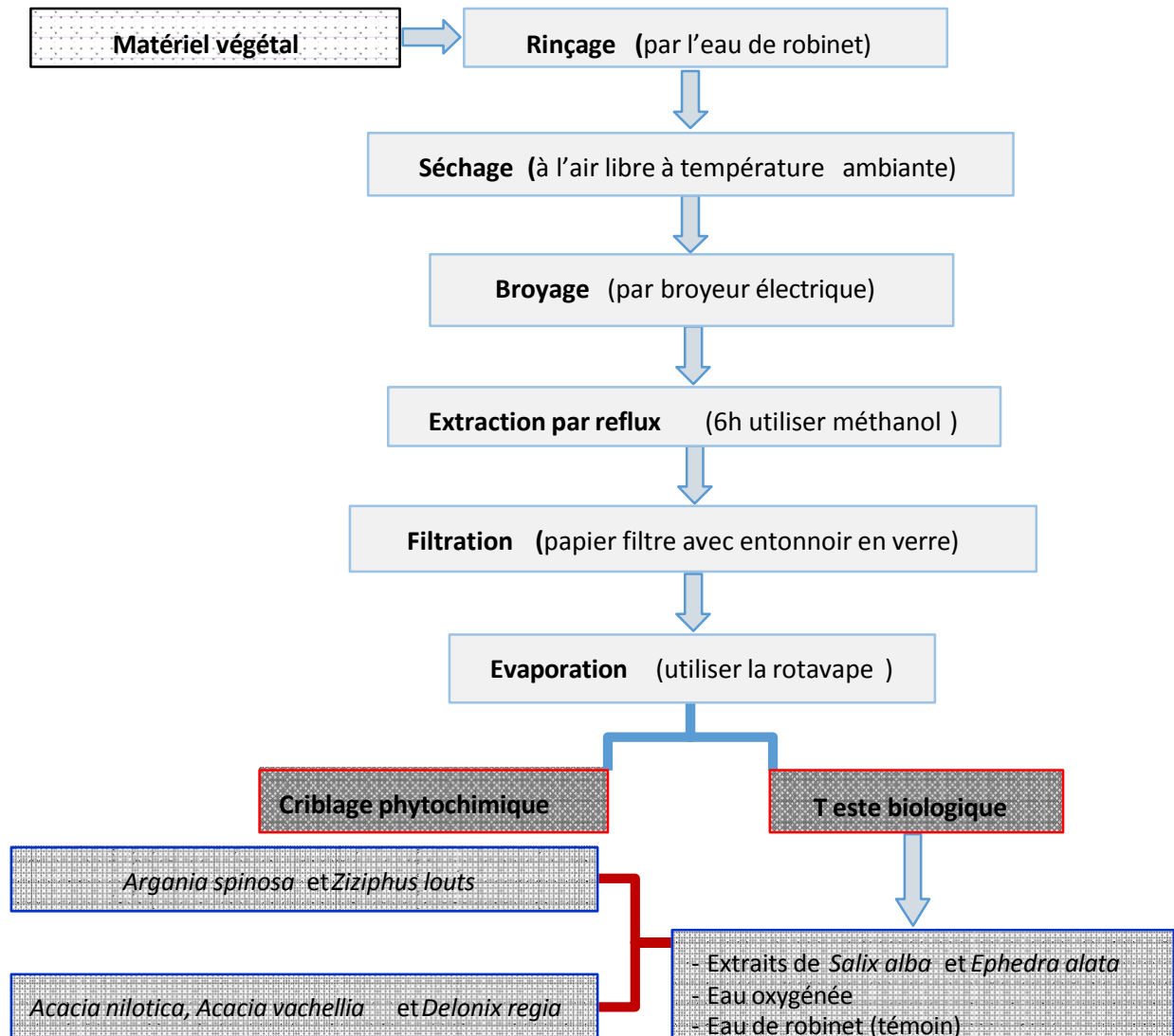


Figure 32- Schéma du dispositif expérimental

II.7-Paramètre études

II.7.1- Rendement d'extraction

Selon Poojary (2015), le rendement des extrais est déterminé par le rapport entre la masse de l'extrait après l'évaporation du solvant et la masse du matériel végétal de départ, il est exprimé en pourcentage par la relation suivante :

$$R(\%) = \left(\frac{Mse}{Mmv} \right) \times 100$$

R (%) : Rendement en (%)

Mse : La masse de l'extrait après l'évaporation du solvant exprimée en g

Mmv : La masse du matériel végétal de départ exprimée en g

II.7.2- Taux de la germination

Selon Ahoton (2009), le taux de germination correspond au nombre de graines germées par rapport au nombre de graines semées. Le comptage des graines germées est effectué d'une manière journalière. Dans notre étude, on dit que les graines sont germées lorsque les feuilles cotylédonaire sont à la surface du sol. Il est exprimé en pourcentage par la formule suivante :

$$TG = \left(\frac{NGg}{NGt} \right) \times 100$$

TG : Taux de germination

NGg : Nombre des graines germées

NGt : Nombre des graines totales

II.7.3- Temps moyen de la germination

Selon Gzabator (1962), la calculer du temps moyen de la germination est fait à partir des nombres des graines germée (taux de germination) et leur date de germination. Il est calculé par l'équation suivante :

$$TMG = \sum NiTi \div \sum Ni$$

TMG : Temps moyen de la germination

NiTi : Nombre des graines germées au temps

Ni : Nombre des graines germées

II.7.4- Délai de la germination

Selon Ahoton (2009), il correspond à l'intervalle du temps écoulé entre le jour de semis et la datte de germination de la première graine.

II.7.5- Cinétique de la germination

Correspond à la variation dans le temps de évolutions dans le temps du taux de germination des graines, pour tracer leur courbe, il faut calculer le taux de la germination.

A blue graphic element resembling a scroll, with a white outline and rounded corners. It is positioned horizontally across the middle of the page. The text is centered within this graphic.

Résultat et

discussion

Chapitre III- Résultat et discussion

III.1- Rendement d'extraction

Le rendement d'extraction représente la quantité de matière sèche extraite en proportion du poids sec de la matière végétale utilisée dans le processus d'extraction. Les valeurs moyennes du rendement d'extraction pour les extraits aqueux de deux plantes sont regroupées dans le tableau (1)

Tableau 01- Rendement d'extraction pour les extraits aqueux d'*Ephedra alata* et de *Salix alba*

Plantes	Rendement
<i>Ephedra alata</i>	4.08%
<i>Salix alba</i>	2.5%

Pour les feuilles de *Ephedra alata*, le rendement d'extraction est de 4.08%, ce qui est supérieur à celui estimé pour les feuilles de *Salix alba* (2.5%). Les résultats obtenus montrent une grande variation dans les rendements d'extraction entre les deux espèces végétales.

Pour la plante *Ephedra alata* ce rendement d'après Touafri et ses collaborateurs (2022), où ils montrent que le rendement d'extraction obtenu par macération dans le méthanol est 16.37% qui est supérieur de nous rendements. Pour extrait éthanolique de feuilles de cette même plante est égal à 4.2%, autre travail dite que le rendement d'extraction de cette plante est égal à 20.35% (extrait méthanolique) (Digheche et Khalfallah, 2019). Kemassi et al. (2019) notent un rendement d'extraction de 4.3% pour l'extrait aqueux des feuilles d'*Euphorbia guyaniana* obtenu par macération et de 6.3% pour les racines. Cristina Nica et al. (2020), notent que l'extrait aqueux de feuilles de *Salix alba* renferme 20% en polyphénols condensés et tanins.

III.2- Criblage phytochimique

Criblage phytochimique ou bien screening phytochimique ce sont des tests utilisés pour identifier et isoler les composés chimiques présentés dans les plantes. Le tableau (2) regroupe les résultats obtenus.

Tableau 2-Criblage phytochimique des extraits hydrométhanolique de feuilles de *Salix alba* et *Ephedra alata* (Réaction négative : -, Réaction plus au moins positive : +, Réaction positive : ++, Réaction très positive : +++)

Tableau 2- Criblage phytochimique des extraits hydrométhanolique de feuilles de <i>Salix alba</i> et <i>Ephedra alata</i>		
	<i>Ephedra alata</i>	<i>Salix alba</i>
Flavonoïde	+++	++
Alcaloïdes	++	+
Saponosides	+	+++
Tanins	+++	+++
Stérole et Triterpènes	+	-
Glucides	++	+++
Composés Réducteurs	++	+
Quinones Libres	+++	+
polyphénole	+++	+++

Les analyses des extraits aqueux de *Salix alba* et *Ephedra alata* permettent d'obtenir une vision qualitative de la présence ou l'absence des molécules bioactives contenant dans les deux extraits. Il est noté que les extraits d'*Ephedra alata* sont riches en Flavonoïde, Alcaloïdes, Tanins, Glucides, Composés Réducteurs, Quinones Libres et polyphénole et montre la présence de Saponosides, Stérole et Triterpènes. Pour l'extrait de *Salix alba*, il est noté que sont riches en Flavonoïde, Saponosides, Tanins, Glucides et polyphénole et montre la présence des Alcaloïdes, Composés réducteurs et Quinones libres et l'absence de Stérole et Triterpènes. Chaque groupe de ces composés présente des propriétés chimiques spécifiques et peut avoir des effets biologiques potentiels.

La teneur en alcaloïdes dépend de divers facteurs, elle est souvent due au caractère variétal, n'étant pas la même dans diverses espèces du même genre. Elles sont susceptibles de fluctuations liées aux conditions de croissance par exemple l'exposition au soleil ou à l'ombre. Elle est également fonction de l'âge de la plante (Merghem, 2009). Les flavonoïdes représentent une classe de métabolites secondaires largement répandue dans le règne végétal.

Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux qui sont en partie responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois les feuilles. Le terme flavonoïde regroupe une très large gamme de composés naturels polyphénoliques (Stöckigt et al., 2002). Les résultats de criblage phytochimique montrent la présence des saponosides, des tanins, des flavonoïdes, des alcaloïdes, des terpénoïdes, des quinones.

Boulenouar (2011) et Tlili et al. (2015) signalent la présence de flavonoïdes, de tanins, de coumarines, et d'alcaloïdes dans la partie foliaire des plantes sahariennes dotées d'une activité biologique exceptionnelle soit l'espèce *Pergularia tomentosa* (Asclepiadaceae). Le screening phytochimique montre une richesse particulière de deux plantes étudiées en métabolites secondaires soit des flavonoïdes, des saponosides, des glycosides, des terpènes, des stérols et des alcaloïdes totaux.

III.3- Effet sur la germination des graines

III.3.1- Taux de la germination

La Figure 33 représente le taux de germination de graines des espèces testées (5 espèces) par rapport aux différents traitements chimiques et biologiques (*Salix alba*, *Ephedra alata* et Eau oxg) et le témoin. La durée de suivi expérimental a été de l'ordre de 3 mois pour l'Arganier et le Jujubier, et de 2 mois pour les autres espèces soit *Acacia nilotica*, *Vachellia flava* et *Delonix regia*.

À la lecture de la figure 33, il est noté que le taux de germination des graines varie en fonction des traitements appliqués et l'espèce testée. De même, malgré l'application combinée du traitement physique (scarification) et chimique (traitement par l'eau oxygénée) et biologique (extraits foliaires), les graines d'arganier ne germent pas et pour le jujubier le taux de germination a été faible. La même chose était soulevée pour les autres espèces testées soit

Acacia nilotica, *Vachellia flava* et *Delonix regia*, où les pourcentages de germination oscillent entre 16.67% et 33.33%. Alors qu'au niveau du lot témoin, le taux de germination était de 8% pour *Z. lotus*, 33.33% pour *V. flava* et 16.67% de *D. regia*. Pour les autres espèces testes témoins soit *A. nilotica* et *A. spinosa* aucun cas de germination été notée.

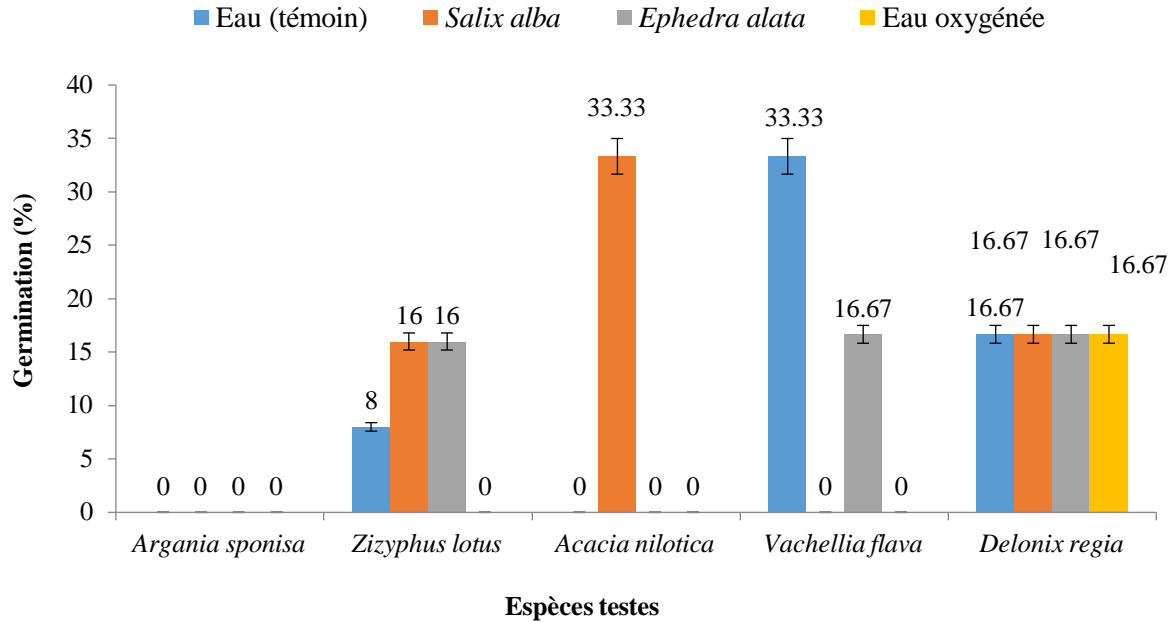


Figure 33- Taux de germination des graines des espèces végétales testes témoins et traitées

D'après les résultats obtenus par Belkadi et Hadj Allal (Algérie, 2016), sur les graines de *Zizyphus lotus* traitées au froid, témoin, et scarifiées, notent des taux germination de 90%, 70%, et 60% respectivement. A comparaison avec les travaux de Benbada (2013) en l'Algérie, où il note que les graines d'*Acacia raddiana* traitées par l'acide sulfurique montrent un taux de germination de 60%, et de 13.33% pour les graines traitées par le brassage de graines par le sable. Pour les graines traitées par la solution de *Capsicum* 25%, le taux de germination est de 40%, est pour les traitements combinés (brassage par le sable avec solution de Capsicum) est de 60%. En Cameroun, Hamawa et al. (2020), notent que les graines d'*Acacia Sénégal* L. traitées par l'acide sulfurique concentré donnent un taux de germination de 52%, 61% pour les graines traitées par de l'eau bouillante (100°C), de 87% pour les graines scarifiées. En Algérie, Khelouifi et Mansouri (2017) rapportent un taux de germination de 6.1% pour les graines

Acacia nilotica imprégnées durant 40 minutes dans l'acide sulfurique concentré (98%). Parallèlement, ils notent que les graines de cette même espèce sont sensibles aux effets de l'eau bouillie, le trempage des graines dans l'eau chaude abouti à des pourcentages de germination faibles. En Inde, Chubamerenla et Hemant (2015) montre que le taux de germination des graines de *Delonix regia* traitées par de l'eau chaude pendant 20 min donne un taux de germination de 87.50%, et de 72.50% pour les graines scarifiées. Suite aux résultats d'études antérieures et les résultats de notre étude, nous constatons que les traitements appliqués dans la présente étude n'ont guère d'effet sur le processus de germination.

III.3.2- Temps moyen de la germination

La Figure 34 représente le temps moyen de la germination des graines des espèces testes témoins et traitées par les extraits végétaux, eau oxygénée et témoins.

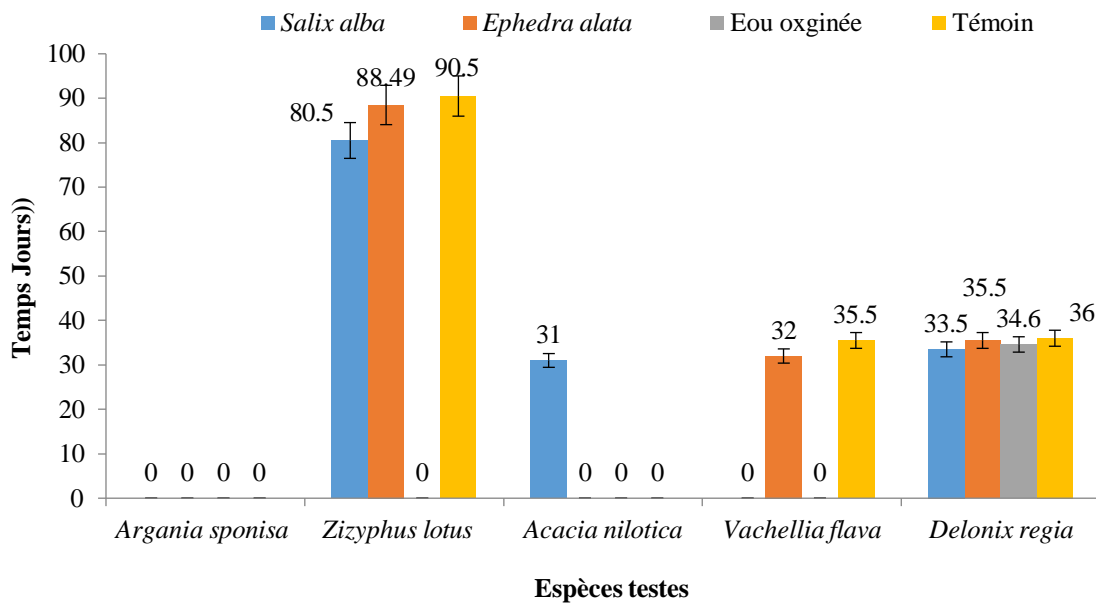


Figure 34 – Temps moyen de germination des graines des espèces végétales testes témoins et traitées

La figure 34 regroupe les valeurs moyennes du temps de germinations estimés pour les graines de différents lots témoins et traitées. Le temps de germination moyen de graines de *Z. lotus* est de 90.5 jours pour le témoin et de 88.49 jours et 80.5 jours pour les graines traitées

par l'extrait de *Salix alba* et *Ephedra alata* respectivement. Pour les autres espèces testées, les temps moyens de germination varient de 31 jours à 36 jours entre les espèces testées et les traitements appliqués.

Ali et al. (2017) notent dans la région de Niger sur *Diospyrosmes piliformis* Hochst. Un temps moyen de germination de graines de 20 jours pour le témoin, de 16 jours et pour les graines ébouillantées, 18 jours pour les graines trempées dans l'eau tiède durant 1 jour est 14 jours et pour les graines trempées dans l'eau tiède durant 3 jours. En comparaison avec la littérature, il est constaté que les traitements appliqués n'ont pas un effet stimulateur de la germination et n'affecte pas la vitesse de germination et le temps moyen de germination ; le temps moyen de germination des graines du lot témoin sont proches des valeurs estimées pour les graines des lots traitements.

III.3.3- Délai de la germination

La figure 35 regroupe les valeurs de délais de germinations estimés pour les graines de différents lots témoins et traitées. L'étude qui a été réalisée par Benbada en 2013 sur *Acacia raddiana* montre que le délai de germination pour les graines traitées par l'acide sulfurique est 2 jours et le même pour les graines traitées par solution de *Capsicum* 25%. Pour les traitements combinés (brassage par le sable avec solution de Capsicum), le délai de germination a été de 3 jours. Pour les graines traitées par le brassage de graines par le sable il est de 4 jours. Alors qu'il est de 8 jours pour le témoin (non traité). Selon les travaux de Hamawa et al. (2020), les graines d'*Acacia senegal* L. montrent un délai de germination de 4 jours pour les graines traitées par l'acide sulfurique concentré, de 5 jours pour les graines traitées par l'eau bouillante (100°C), et pour les graines qui ont été scarifiées, il est de 3 jours.

Au Niger, le travail de Garba et al. (2020) notent que la température de l'eau de trempage joue un rôle important dans les processus de germination, les graines de *Tamarindus indica* L. trempées dans l'eau bouillie à 100°C jusqu'à refroidissement montrent un délai de germination de 9 jours, de 72 heures pour les graines trempées dans l'eau tiède et 8 jours pour les graines scarifiées.

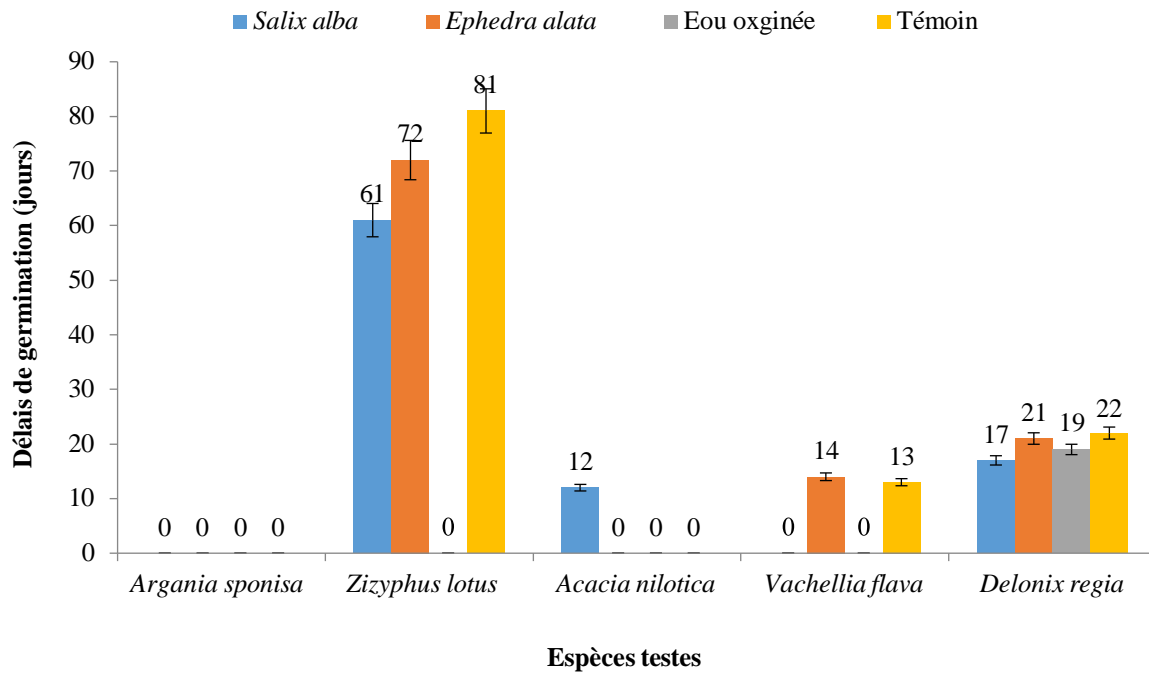


Figure 35 – Délais de germination des graines des espèces végétales testes témoins et traitées

Laouer et Touahar (2019) notent qu'en Algérie les graines de *Retama retamet*, *Genista saharaele*, ont un délai de germination de 2 jours pour les graines scarifiées, 4 jours pour les graines traitées par l'acide sulfurique (H_2SO_4), 2 jours pour les graines traitées par l'acide gébbrillique (GA3) et de 7 jours pour les graines témoins.

En outre, Ali et al. (2017) dans leurs travaux dans là de Niger sur *Diospyros Mespiliformis* Hochst., montrent que le délai de germination des graines témoin est 8 jours. Pour les graines scarifier est 9 jours et aussi pour les graines traitées par l'eau bouillante, le délai de germination est de 7 jours et est de 1 à 3 jours pour les graines trempées dans l'eau tiède.

III.3.5- Cinétique de germination

Les Figures 35, 36, 37,38 représentent la cinétique de la germination des graines de des espèces testées témoins et traitées.

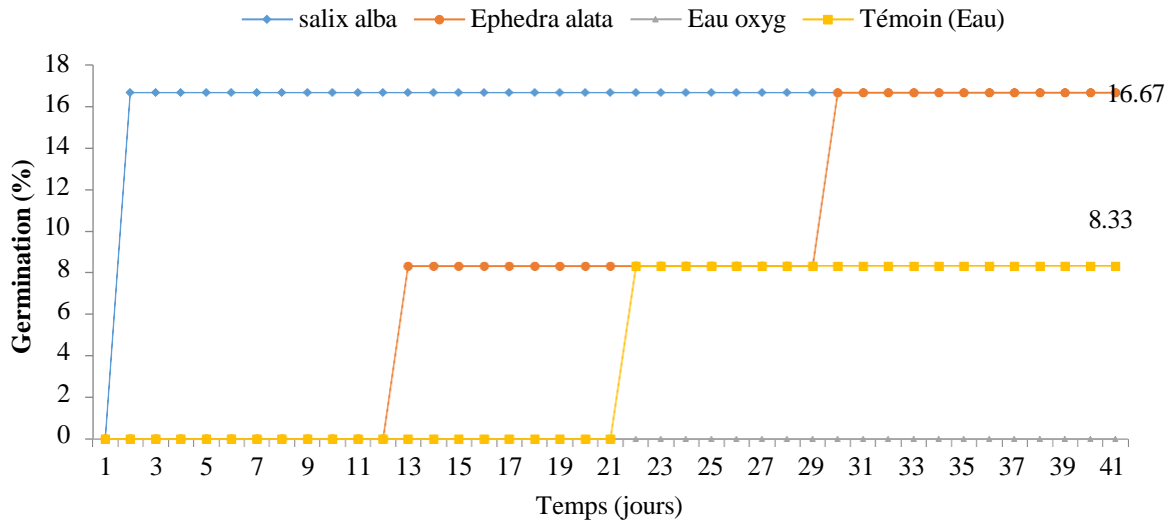


Figure 35-Cinétique de la germination des graines de *Zizyphus lotus* témoin et traitées

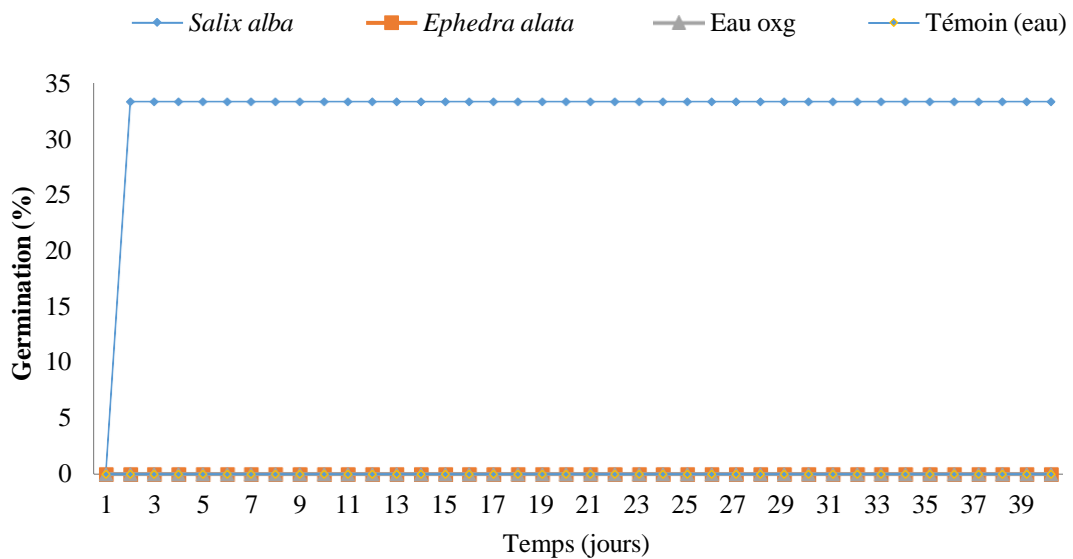


Figure 36-Cinétique de la germination des graines d'*Acacia nilotica* témoin et traitées

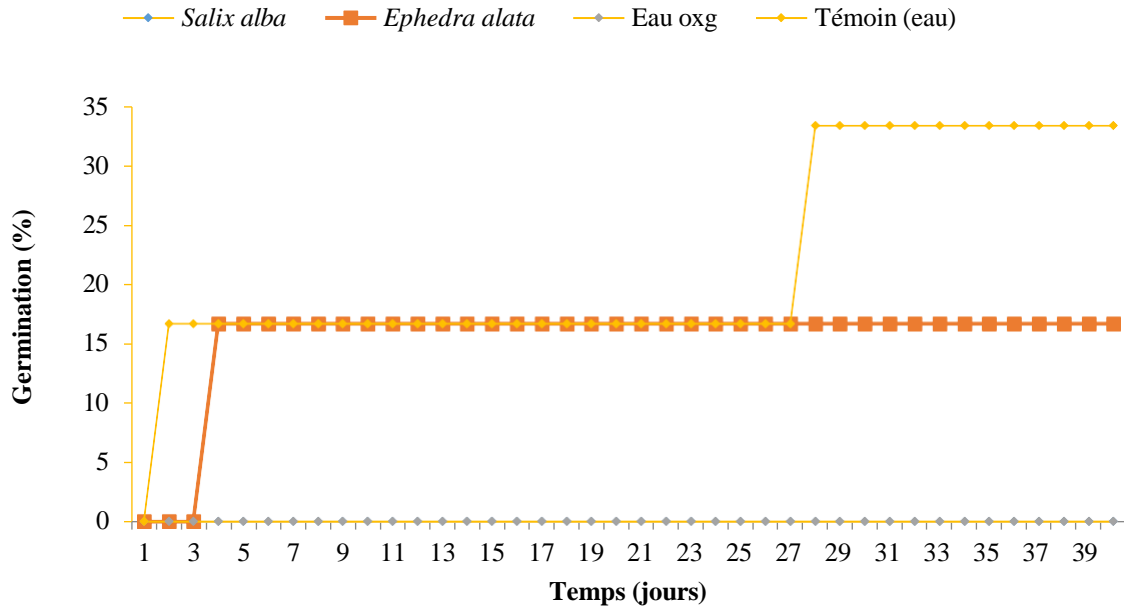


Figure 37-Cinétique de la germination des graines de *Vachellia flava* témoin et traitées

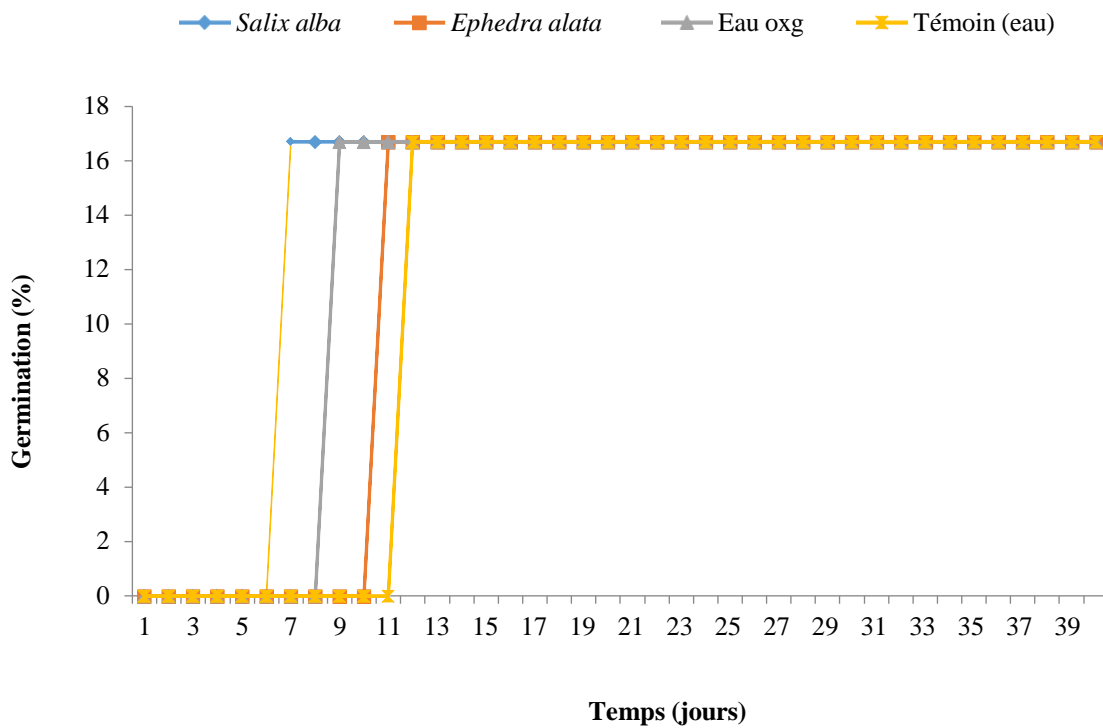


Figure 38-Cinétique de la germination des graines de *Delonix regia* témoin et traitées

En observant dans les figures 15, 16, 17 et 18, il est possible de constater que la cinétique de germination des graines fluctue en fonction des traitements appliqués. L'analyse de cette cinétique met en évidence généralement trois phases bien définies. Dans un premier temps, il y a une phase de latence où les graines ont besoin d'un temps adéquat pour s'imbiber correctement. Ensuite, une deuxième phase exponentielle se manifeste, caractérisée par une augmentation rapide de la vitesse de germination jusqu'à atteindre un maximum. Enfin, une troisième phase se présente sous forme d'un plateau, indiquant l'arrêt de la germination. On observe que la germination des graines présente une accélération rapide du taux de germination, illustrée par une augmentation linéaire jusqu'au deuxième jour. Ensuite, la germination tend à se stabiliser progressivement jusqu'au troisième jour, cette observation est pour les graines qui ont été traitées par l'extrait de *Salix alba*. Pour les graines traitées par l'extrait d'*Ephedra alata*, la germination des graines présente une accélération rapide du taux de germination ; elle se montre par une augmentation linéaire jusqu'au troisième jour. Par la suite, la germination tend à se stabiliser progressivement jusqu'au quatrième jour. En ce qui concerne les graines traitées avec l'extrait de *Salix alba* et l'eau oxygénée, elles n'ont donné aucun résultat. Les prétraitements par l'acide sulfurique et par la scarification ont le même délai de germination et la même tendance de l'évolution du taux de germination, sauf que le prétraitement par la scarification a permis la germination de toutes les graines (100%). La cinétique de la germination correspond aux variations dans le temps du taux de germination des graines témoins et traitées. Il est remarqué une variation dans le taux de germination journalier observé au niveau de différents lots (Ali et al., 2017).



Conclusion

CONCLUSION

Conclusion

La présente étude menée sur la germination des différentes espèces d'arbres soit *Argania spinosa*, *Ziziphus lotus*, *Acacia nilotica*, *Vachellia flava*, *Dilonix regia* espèces classées sur les plans agro-forestière, écologique et économique comme intéressantes, plus à ses caractéristiques et exigences pour lève la dormance pour que germiné dans les conditions ambiantes locales. Ces graines sont caractérisées par des enveloppes très dures, ce qui pose des problèmes d'inhibition de la germination (inhibition tégumentaire).

Pour lève cette dormance ou bien dit pour accélérer le processus de germination nous appliquerons des traitements combiner sur les graines qui possèdent des téguments plus durs que l'autre (*Argania spinosa*, *Ziziphus lotus*), la scarification, chimique par trempage dans l'extraites des plantes qui sont *Ephedra alata* et *Salix alba* et l'eau oxg. Quant les autres graines qui sont *Acacia nilotica*, *Vachellia flava* et *Dilonix regia*, elles subissent des traitements chimiques.

L'analyse phytochimique révèle une abondance particulière de métabolites secondaires dans les extraits de deux plantes soit *Ephedra alata* et *Salix alba* notamment des flavonoïdes, des saponosides, des glycosides, des terpènes, des stérols et des alcaloïdes totaux.

Nos résultats obtenus ont montré qu'en termes de taux de germination, les graines d'*Argania spinosa* ne montrent pas de germination, tandis que le taux de germination pour le *Ziziphus lotus* était faible (16%) marque aux graines traitées par traitements combinés (scarification, trempage donne l'extraites des plantes), alors qu'au niveau de lots témoins on marquer un taux de germination faible (8%). Les mêmes observations ont été faites pour les autres espèces testées, à savoir *Acacia nilotica* (33.33% des graines traiter par *Salix alba*), *Vachellia flava* (16.67%) pour les graines traiter par *Ephedra alata* et 33.33% pour lot témoin et *Delonix regia* un taux de germination est égal à 16.67% pour tous les lots.

Pour les temps moyens de germination, les graines de jujubier mettent 90.5 jours à germer dans le groupe témoin par rapports aux lots de *Salix alba* (80.5%) et *Ephedra alata* (88.49), pour les graines du genre d'Acacia les temps moyens de germination varient de 31 à 35.5 jour, en fonction à la fois des espèces elles-mêmes et des traitements appliqués. Quant

aux graines de *Delonix regia*, le temps de germination est similaire, allant de 33.5 à 36 jours. Lorsqu'en parle de délai de germination on dit que le délai varie en fonction du type de graines et des traitements appliqués.

Lorsqu'en compare les résultats de notre étude avec les études précédentes, il est évident que les traitements appliqués dans cette étude n'ont eu que peu d'effet sur le processus de germination, pour cela il est important de reprendre cette étude en appliquant d'autres techniques de prétraitement de semences et sur d'autres espèces qui souffrent lors du processus de régénération naturelle.



Référence

REFERENCE

Références bibliographiques

- Abdoul-Azize S., 2016- Potential Benefits of Jujube *Zizyphus Lotus (L.)* Bioactive Compounds for Nutrition and Health. *Journal of nutrition and metabolism* . volume 2016: 9
- Abdoul-Azize S, Bendahmane M, Hichami A., 2013- Effects of *Zizyphus lotus (L.)* Desf. Polyphenols on Jurkat cell signaling and proliferation. *International Immunopharmacology*. Volume 15 :364-371.
- Achard P, Genschik P., 2009- Releasing the brakes of plant growth: how GAs shutdown DELLA proteins. *J. Exp. Bot*, volume 60(4):1085–1092.
- Adeli M , Samavati V ., 2015 - Studies on the steady shear flow behavior and chemical properties of water-soluble polysaccharide from *Zizyphus lotus* fruit. *International journal of biological macromolecules*. volume 72: 580-587.
- Munees A , Mulugeta K., 2014-Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective. *Journal of King Saud University Science*, volume 26 :1–20.
- Ahoton LE, Adjakpa JB, M'PO IfontiM,AkpoEL ., 2009-Effet des prétraitements des semences sur la germination de *Prosopis africana* (Guill., Perrot. Et Rich.) Taub., (Césalpinacées). *Tropicicultura*. volume 27(1): 233-238.
- Akhtar S, Mengistu F Mekureyaw, Chandana P, Thomas R ., 2020: Role of cytokinins for interactions of plants with microbial pathogens and pest insects. *Frontiers In Plant Science*, volume 10 : 1777.
- Akplogan D , Boniface D ., 1955 : Contribution à l'étude pharmacodynamique d'une plante de la pharmacopée traditionnelle, docteur vétérinaire, médecine et de pharmacie de dakar : 10-15
- Ammari S., 2011 - Contribution à l'étude de germination des graines des plantes sahariennes broutées par le dromadaire : 46.
- Amroune S., 2018- Phytothérapie et plantes médicinales. Université des Frères Mentouri Constantine . Algérie.
- Argueso C , Fernando F , Petra E, Jennifer PC, Claire E, Hutchison G, Eric S, Jeffery L , Joseph J, Kieber., 2012- Two-component elements mediate interactions between cytokinin and salicylic acid in plant immunity. *PLoS Genetics*, volume 8(1):13.

-Atta E , Rehab M ., 2018- Phytochemical and Antimicrobial Activity of *Acacia Ehrenbergiana* Hayne (Salam) as a Grazing Herb Against some Animal Pathogens. Kuldeep Dhama, Egypt, Shaqraa University, KSA, Volume 6(6):246-250.

-Awad A B, Fink C S., 2000- Phytosterols as anticancer dietary components: evidence and mechanism of action. *Journal of Nutrition*, volume 130(9): 2127-2130.

B

- Bacchetta G, Fenu G, Mattana E, Piotto B, Virevaire M ., 2006- “Manuale per la raccolta, studio, conservazione e gestione *ex situ* del germoplasma”. APAT, Agenzia per la Protezione dello Ambiente. Roma: 217.

- Baskin Jerry M , Baskin C C, Xiaogie Li., 2000- Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. *Plant Species Biology*. 15(2): 139–152.

-Belenky P , Katrina L B , Charles B ., 2007- NAD⁺ metabolism in health and disease In *Trends in Biochemical Sciences*, volume 32(1): 12-19.

- Belkadi N , Hadj-al I ., 2016- Etude morphométrique et essai de germination des graines de jujubier (*Zizyphus lotus*) provenant du sud Algérien. Extraction et dosage de 3 classes de flavonoïdes et estimation de l'effet de la poudre des fruits vis-à-vis de *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera : Tenebrionidae). Mémoire de master en biologie option génétique et amélioration végétale., Université de Tizi-Ouzou .

- Beloued A ., 2001- plantes medicinales d'algerie :198.

- Benbada S., 2013 : Amélioration du taux de germination des graines d'*Acacia raddiana* pour lever leur inhibition tégumentaire, Ingénieur d'Etat, Agronomie Saharienne, universite kasdi merbah-ouargla : 20-26.

- Bennet B., 1978 -Caractéristique physiologiques liées à l'halophylie et à la résistanceauxsels. *Sco. Botfranc .Franc* : 3-4 , 73-93.

-Benowitz N L., 2010- Nicotine addiction, *New England Journal of Medicine*, volume 362(24): 2295-2303.

-Bensaid S., 1985 : Contribution à la connaissance des espèces arborescentes, germe et croissance d'*Acacia raddiana*, thèse de magister. Ed institut national agronomique (I.N.A) Elmarrache Algérie : 70.

-Bezzala A., 2005- Essai d'introduction de l'arganier(*Argania spinosa* (L.) Skeels) dans la zone de M'doukel et évaluation de quelques paramètres de résistance à la sécheresse, magistere, université el hadj lakhdar : 10-12.

- Borgi W, Ghedira K, Chouchane N., 2007- Anti-inflammatory and analgesic activities of *Zizyphus lotus* root barks. *Fitoterapia*, volume 78(1): 16-19.

-Boulénouar N, Marouf A, Cherif A 2011. Phytopathologie fongique et métabolites secondaires. *Annales de l'Université de Bechar* 11: 1112-6604

-Bottini R , Fabricio C , Patricia P ., 2004- Gibberellin production by bacteria and its involvement in *plant growth promotion*. *Appl. Microbial. Biotechnol*, volume 65 : 497-503.

-Brownstein M J., 1993 - A brief history of opiates, opioid peptides, and opioid receptors In *Proceedings of the National Academy of Sciences*, volume 90(12): 5391-5393.

C

- Capelle SC, Mok DW, Kirchener SC, Mok MC., 1983- Effects of Thidiazuron on cytokinin autonomy and the metabolism of N [nitrogen]6- (delta 2-isopentenyl) (8-14C [carbon isotope]) adenosine in callus tissues of *Phaseolus lunatus* L, *Plant Physiology* volume 73(3): 796-802..

- Cao Z Y, Li-Hua S , Ren-Xiang M , Lin-Ping Z , Xiao-Yan L , Zhi-Wei Z , Ming-Xue C ., 2016- Profiling of phytohormones and their major metabolites in rice using binary solid-phase extraction and liquid chromatography-triple quadrupole mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, volume 1451: 67–74.

-Carr A , Maggini S ., 2017- Vitamin C and immune function, *Nutrients*, volume 9(11) : 1211.

-Chan PK, Gresshoff PM., 2009: Role of plant hormones in legume nodulation in Life support systems (eolss), *biotechnology*, Volume 8 : 2-11.

--Chaussat R, Ledunff Y., 1975- La germination des semences .Ed. Bordars, paris : 232.

-Chehema A ., 2006- Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Ed. Dar El Houda, Ain Milila (Algérie) : 146.

- Chubamerenla I , Hemant K , Josiah M , Somnath S., 2015- Effect of Different Pretreatment Method on Seed Germination of Gulmohar (*Delonix regia*). *Volume 8(19)*: 5105-5110

-Cosgrove D J.,1998- Cell wall loosening by expansins,*Plant Physiology* volume 118(2): 333-339.

-Czabator F J., 1962- Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science*, volume 8(4): 386-396.

D

- Davies P J., 1995- The plant hormones: their nature, occurrence and functions, p. 1-12. In *Davies Peter J (ed), Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- De la calle I, Costas M, Cabaleiro N, Lavilla I, Bendicho C ., 2013- Fast method for multielemental analysis of plants and discrimination according to the anatomical part by total reflection X-ray fluorescence spectrometry. *Food Chemistry* , volume 138(1) : 234–241.
- Digheche S , KHALFALLAH Meriem ., 2019- Evaluation de l'activité antioxydant et antibactérienne des extraits et des alcaloïdes totaux de l'Ephedra alata alenda, *Biochimie appliquée*, Université Mohamed Khider de Biskra : 48.
- Durbak A , Hong Y , Paula M ., 2012- Hormone signaling in plant development, *Current Opinion in Plant Biology*, volume 15(1): 92-96.

E

- EL-Haoud H , Boufellous M , Berrani A , Tazougart H , Bengueddour R ., 2018.- Screening phytochimique d'une plante medicinale: *Mentha Spicata L*, *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences* are the property of Atlantic Center Research Sciences, Maroc, 7(4):226-233.
- Erlund I ., 2004- Review of the flavonoids quercetin, hesperetin, and naringenin. Dietary sources, bioactivities, bioavailability, and epidemiology, *Nutrition Research*, volume 24(10): 851-874.
- Erlund I , Freese R I., Marniemi J , Paula H ., 2006: "Bioavailability of quercetin from berries and the diet." *Nutr Cancer*, volume 54(1): 13-7.
- Espín J C , Francisco A ,Tomás B , García-Cone M T, 2010.Bioavailability and metabolism of dietary ellagic acid and ellagitannins In *The Mediterranean Diet*: 187-210 .

F

- Fattorusso E, Tagliabatella-Scafati O., 2008- *Modern Alkaloids: Structure, Isolation, Synthesis and Biology*. John Wiley & Sons.

- Finkelstein R , Reeves W , Ariizumi T , Steber C ., 2008 - Molecular Aspects of Seed Dormancy. *Annual Review of Plant Biology*. 59(1): 387–415.
- Frey-Klett P, Garbaye J, Tarkka M., 2007- The mycorrhiza helper bacteria revisited, In *New Phytologist*, volume 176: 22-36.

G

- Garba A ,Amani A , Karim S , Morou B , Abdoul K , Soumaila SIN., 2020- Effets des prétraitements sur la germination des graines de *Tamarindus indica* L. (Fabaceae-Ceasalpinoideae) en pépinière: proposition pour une restauration de l'espèce au sahel, *Journal of Applied Biosciences*, volume 149 : 15362 – 15378.
- Garbaye J., 1994- Helper bacteria: a new dimension to the mycorrhizal symbiosis (Tansley review, 76) In *New Phytologist*, volume 128: 197-210.
- Gaspar T , Claire K , Claude P , Hubert G , David M. Reid, Trevor A T ., 1996- Plant hormones and plant growth regulators in plant tissue culture In *Vitro Cell Dev Bio Plant*, volume 32 : 272-289.
- Ge Peh L, Yong C Y C, Tan J W H, Hua S N, Ong L E S., 2007- Analyses of Gibberellins by Capillary Electrophoresis-Mass Spectrometry Combined with Solid-Phase Extraction,*Journal of Chromatography* volume 1159(1-2): 242–249.
- Govind G , Shailendra S P , Narendra K A , Sunil k S , Vinod S ., 2015- Plant growth promoting Rhizobacteria (PGPR): Current and future prospects for development of sustainable agriculture. *J. Microbiol. Biochem.* Volume 7(2): 96–102.
- Groen S C, Whiteman N K., 2014- the evolution of ethylene signaling in plant chemical ecology. *Journal of chemical ecology*. Volume 40: 700-716.
- Grove MD, Spencer GF, Rohwedder WK, Mandava N, Worley JF, Warthen JD, Steffens GL, Flippen-Anderson JL, Cook JC.,1979- Brassinolide, a plant growth-promoting steroid isolated from *Brassica napus* pollen. *Nature*.,Volume 281(5728):216–217.
- Gutiérrez-Mañero F J , Beatriz Ramos-Solano, Agustín P , Jalel M , Francisco R. Tadeo, Manuel T ., 2001- The plant growth promoting rhizobacteria *Bacillus pumilus* and *Bacillus licheniformis* produce high amounts of physiologically active gibberellins,*Physiolgy Plant*, volume 111(2): 206-211.
- GUBB A.S., 1913- Flore Saharienne, Alger, Adolphe Jo Urdan : 43.

-Gulmezian M, Hyland R H., 2005- The Chemistry of Quinonoid Compounds In *Comprehensive Heterocyclic Chemistry volume 3*: 499-556.

-Gupta G, Parihar SS, Ahirwar NK, Snehi SK, Singh V ., 2015- Plant growth promoting Rhizobacteria (PGPR): Current and future prospects for development of sustainable agriculture. *J. Microbiol. Biochem*, volume 7(2): 96–102.

H

- Hardtke C S., 2007- Transcriptional auxin-brassinosteroid crosstalk: who's talking?. *Bioessays*, volume 29(11): 1115-1123.

-Hopkins, William G., 2003-Physiologie végétale. 1ère édition (Ed.) De Boeck Université, Bruxelles, 536 : 1–70.

-Hadj moussa A ., 2012- Contribution à l'étude in vitro de l'effet des extraits de feuilles de Retama raetam sur l'activité de l' α -amylase, d'Etude Supérieur en Biologie, Département de Biologie, université Abou Bekr Belkaid.

-Harborne J B, Williams C A., 2000- Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, volume 55(6): 481-504.

-Hagerman A E, Butler L G.,1989- Protein precipitation method for the quantitative determination of tannins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, volume 26(4): 968-971.

-Harborne J B., 1999- *Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis*. Springer.

-Halliwell B, Gutteridge J M C., 2007- *Free Radicals in Biology and Medicine*. Oxford University Press.

-Hottiger T , Boller T ., 1991- Ethylene biosynthesis in *Fusarium oxysporum* f. sp. *tulipae* proceeds from glutamate/2-oxoglutarate and requires oxygen and ferrous ions in vivo. *Archives of Microbiology*, volume 157: 18–22.

-Hollman P C, Trijp J M van, Mengelers M J, Vries J H de, Katan M B.,1997- Bioavailability of the dietary antioxidant flavonol quercetin in humans. *Cancer Lett*, volume 114(1-2): 139-40.

-Hostettmann K, Marston A., 1995- *Saponins*, Cambridge University Press.

J

- Jean P , Catmrine T, Giues L ., 1998 - Biologie des plantes cultivées. Ed. L' Arpers , Paris : 150.
- Jeffryes D ., 2008-Aspirin The Remarkable Story of a Wonder Drug: 21
- Joy P Matthew J S, Skaria P ., 2001- Medicinal plants, Trop, Horticult: 449 -632.

I

- ISTA., 2006-International rules for seed testing. Edition 2006. The International Seed Testing Association (ISTA). Method Validation for Seed Testing. *Bassersdorf* Chswitz.

K

- Kazan K ., 2015- Diverse roles of jasmonates and ethylene in abiotic stress tolerance. Trends in plant science, volume 20: 219-229
- Korichi A ., 2016- Effets des extraits de quelques plantes spontanées du Sahara septentrional, sur trois stades de développement (œuf, L1 et adulte) d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae). mémoire de Master . Université de Ouargla : 82.
- Kebili Z ., 2016- contribution à l'étude de quelques activités biologiques des extraits de *Ephedra alata* de la région de Ouargla, Magister, Biologie, UKMO : 4-6.
- Kemassi A ., 2014-Toxicité comparée des extraits d'*Euphorbia guyoniana* (Stapf.) (Euphorbiaceae), *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) et de *Capparis spinosa* L. (Capparidaceae) récoltés de la région de Ghardaïa (Sahara septentrional) sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Cyrtacanthacridinae), Doctorat, Écologie Saharienne et Environnement, UKMO : 28.
- Kemassi A , Herouini A, Hadjseyd A, Cherif R., Ould El Hadj M D., 2019-Effet insecticide des extraits aqueux d'*Euphorbia guyoniana* (Euphorbiaceae) récoltée dans Oued Sebseb (Sahara Algérien) sur le *Tribolium castaneum*. Lebanese Science Journal, 20(1): 55-70.
- Kemassi A, 2014. Toxicité comparée des extraits d'*Euphorbia guyoniana* (Stapf.) (Euphorbiaceae), *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) et de *Capparis spinosa* L. (Capparidaceae) récoltés de la région de Ghardaïa (Sahara septentrional) sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Cyrtacanthacridinae), Doctorat, Sciences Biologiques, Université Kasdi Marbah- Ouargla : 28-30

- Kemassi A, 2008. Toxicité comparée des extraits de quelques plantes acridifuges du Sahara septentrional Est algérien sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775), *Agronomie saharienne*, magister, Université Kasdi Marbah- Ouaragla : 66
- Khan W , Usha R P ,Sowmyalakshmi S, Mundaya N, Jithesh P Rayorath D, Mark H A T, Critchley J S, Craigie ,Jeff N ,Balakrishan P ., 2009- Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development. *J. Plant Growth Regul*, volume 28: 386–399.
- Kieber Joseph J, Schaller G Eric., 2014- Cytokinins. *The Arabidopsis Book/American Society of Plant Biologists*, volume 12:35
- Kheloufi A., 2019-Contribution à l'étude des effets de la sécheresse et du stress salin sur l'écophysiologie des espèces d'Acacia en Algérie, Doctorat, Biologie, université de batna 2 : 39-59.
- Kyalangalilwa B , Boatwright J S , Daru B H, Maurin O and Vander B M ., 2013- Phylogenetic position and revised classification of *Acacia* s.l. (Fabaceae: Mimosoideae) in Africa, including new combinations in *Vachellia* and *Senegalia*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, volume 172(4): 500 – 523.

L

- Lahdachi F Z , Laila N , Jamal I , Faouzia M ., 2015- Aperçu sur les acacias spontanés et introduits au Maroc, *European Scientific Journal* August, volume 11(23) : 1857 – 7881.
- Leung Kar Wah ,Alice ST Wong., 2013-Ginseng and male reproductive function. *Spermatogenesis*, volume 3 (3): 26391.
- Lewis N, Kutchan T M, Croteau R G., 2000- Natural products (secondary metabolites). *Biochemistry & molecular biology of plants*. American Society of Plant Physiologists. Volume 24:1250-1319.
- Liu J ., 1995- Pharmacology of oleanolic acid and ursolic acid. *Journal of Ethnopharmacology*, volume 49(2): 57-68.
- Lubbe A , Verpoorte Ro., 2011 - Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. *Industrial Crops and Products*, volume 34(1): 785–801.

M

- Mac millan J ., 2002- Occurrence of gibberellins in vascular plants, fungi, and bacteria. *J. Plant Growth Regul*, volume 20 (4): 387-442.

- Mahamane A , Rabiou H , Soumana I , Bioyandou I ., 2019- Effet des traitements sur la germination de *Acacia tortilis* subsp. *raddiana* (Savi) Brenan au Niger, sahel, volume13(2) : 776-790.
- Mandava B N., 1988- Plant Growth-Promoting Brassinosteroids. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, volume 39(1): 23–52.
- Mazlaik P .,1982- Physiologie végétale, croissance et développement. Tome 3. Ed. Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, Paris : 420.
- Merghem R., 2009- Elément de biochimie végétale. Bahaeddine. Constantine, Algérie:17
- Meyer S , Reeb C, Bosdeveix R ., 2004 - Botanique, biologie et physiologie végétale .Ed. Moline, Paris : 461.
- Michel V ., 1997- La production végétale, les composantes de la production. Ed. Danger, Paris : 478.
- Moubayidin L , DiMambro R , Sabatini S ., 2009- Cytokinin-auxin crosstalk, Trends in Plant Science, volume 14(10): 557-562.

N

- Nambara E , Marion-Poll A ., 2005- Abscisic acid biosynthesis and catabolism, Annu. Rev. Plant Biol, volume 56: 165-185.
- Nehlig A ., 2010- Is caffeine a cognitive enhancer?. Journal of Alzheimer's Disease, volume 20 (1) : 85-94
- Nelson D L, Cox M M, 2004. Lehninger Principles of Biochemistry. W. H. Freeman.
- N'dri A, VROH-BI, I, Kouamé P L., 2011-Bases génétiques et biochimiques de la capacité germinative des graines: implications pour les systèmes semenciers et la production alimentaire. *Sciences & Nature* volume,8(1-2) : 120

O

- Ohkuma K, Addicott F T, Lyon J L, Thiessen W E, Carns H R, Smith O E, Cornforth J W, Milborrow B V, Ryback G, Wareing P F., 1965- The structure of abscisin II. Tetrahedron letters, volume 6(29) : 2529-2535.
- Olszewski N, Sun TaiPing et Gubler Frank ., 2002- Gibberellin signaling: biosynthesis, catabolism, and response pathways,The Plant Cell, volume 14 Suppl: 61 -80.
- Orwa C, Mutua A, Kindt R, Jamnadass R, Anthony S., 2009- Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0. World Agroforestry Centre, Kenya

P

- Pan X , Wang X ., 2009- Profiling of Plant Hormones by Mass Spectrometry. J. Chromatogr, volume 877(26): 2806–2813.
- Pandey K B , Rizvi S I., 2009- Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, volume 2: 270-278.
- Pilet P E., 1961- Les Phytohormones de Croissance : Methodes, Chimie, Biochimie, Physiologie, Applications Pratiques, Massons. Paris.
- Pottier A G., 1981 - Flora of Tunisia Angiospermes-Dicotyledones, Apet.
- Poojary M M, Vishnumurthy K A., 2015- Extraction, characterization and biological studies of phytochemicals from *Mammea suriga*. Journal of Pharmaceutical Analysis, volume 5: 182–189.

R

- Rabetokotany A ., 2004- contribution a l'étude des processus de levee de dormance et de germination de quelques especes de legumineuses exotiques et autochtones. memoire de magister . Universitié de Madagascar : 9.
- Rao NK, Hanson J, Dulloo M E, et Ghosh K., 2006- Manipulation des semences. (Ed.), Bioversity International : 181 .
- Raven P H , Evert R F , Eichhorn S E, Bouharmont J ., 2007- Biologie végétale. 2èmeEd, De boeck université bruxelles: 870.
- Rathore S S, Garg A, Kumar A, Dalal K, Singh S K, Pandit V., 2017- Digoxin: A time-tested cardiac glycoside with novel applications in cardiovascular diseases. Pharmacology, volume 101: 86-92.
- Reece, Urry, Cain, Wasserman, Minorsky, Jackson., 2012- Biologie, 4th ed.
- Richardson J E, Chatrou L W, Mols J B, Erkens R H, & Pirie M D, 2014. Historical biogeography of two cosmopolitan families of flowering plants: Annonaceae and Rhamnaceae. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, volume 359(1450): 1495-1508.
- Rifat H , Safdar A Ummay A , Rabia K , Iftikhar A ., 2010 -Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: A review. Ann. Microbiol, volume 60:579–598.
- Roberts M F, Wink M., 1998 -Alkaloids: Biochemistry, Ecology, and Medicinal Applications. Plenum Press.

-Robert R P, Germaine K, Franks A, Ryan DJ, Dowling DN., 2008- Bacterial endophytes: recent developments and applications In *Fems Microbiol. Lett*, volume 278(1) : 1-9

S

-Salisbury FB., 1994-The Role of Plant Hormones. In: *Plant-environment interactions*. ed. marcel dekker wilkinson re, new York: 39-81.

-Saller R., 2010- Ivy in the Treatment of Acute Bronchitis: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials,*Phytomedicine*, volume 17: 1109-1113.

-Schmid B, Lüdtke R, Selbmann H K, Kötter I., 2001- Tolerability and efficacy of a willow bark extract in patients with osteoarthritis: randomized, placebo-controlled, double-blind clinical trial. *Phytotherapy Research*, volume 15: 344-350.

-Scalbert A , Johnson Ian T, Mike Saltmarsh., 2005- Polyphenols: antioxidants and beyond. *The American Journal of Clinical Nutrition*, volume 81: 215-217.

-Silat L , Yahaioui A ., 2017- Master En Biologie, Contribution à l'étude des extraits de l'espèce *Ephédra alata* Alanda de la région de Sigus, biochimies des molécules bioactives et application, Université Larbi Ben Mhidi Oum El bouaghi : 4-6

-Soltner D., 2001- Les bases de la production végétale.,Tome III la plante et son amélioration, 3eme édition Paris : 189.

-Spaepen S, Vanderleyden J, Remans R., 2007- Indole-3-acetic acid in microbial and microorganism-plant signalling In *Fems Microbiol*, volume 31: 425-448

-Suttie J W., 1995- Vitamin K. In *Biochemical and Physiological Aspects of Human Nutrition*: 367-388.

-Stöckigt J, Sheludko Y ,Unger M ,Gerasimenko I , Warzecha H , Stöckigt D., 2002-Highperformance liquid chromatographic, capillary electrophoretic and capillary electrophoreticelectrosprayionization mass spectrometric analysis of selected alkaloid groups. *Journal of chromatography A* 967: 85-113.

T

-Taiz L, E Zeiger., 2010- *Plant Physiology*, 5th ed.; Sinauer Associates.

-Terbagou Y, & Hamza Z., 2020- L'étude phytochimique Qualitative des Extraits desnoyaux de Quelques variétés de datte Locales ,Sebseb ,Doctoral dissertation, Université de Ghardaïa

-Thotathil V , Hanan H R , Ameena Fakrooh and Lakshmaiah Sreerama ., 2022- Phytochemical Analysis of *Acacia ehrenbergiana* (Hayne) Grown in Qatar: Identification of Active Ingredients and Their Biological Activities, Identification of Active Ingredients and Their Biological Activities. *Molecules*, Claudio Ferrante

-Tlili M.L., 2015- Contribution à la caractérisation physico-chimique et biologique des extraits de *Pergularia tomentosa* issue de quatre sites sahariens différents (Sahara septentrional). Mémoire de magister en biochimie. Université d'Ouargla, 120 p.

- Touafri S , Baalouj C, Mekki S ., 2020- Tests Pharmacotoxicologiques des extraits de l'Ephédra, *Microbiologie Appliquée*, Master, Université Mohamed Khider de Biskra : 21-22.

Y

- Yougouda H , Baye-Niwah C , Kepwa F B F S , Mapongmetsem P M ., 2020- Effet de Prétraitements sur la Germination des Semences d'*Acacia senegal* (L.) Willd. (Mimosaceae), *European Scientific Journal* January, volume 16 : 236-273.

V

-Veitch N C., 2009- Alkaloids: biosynthesis, biological roles and health benefits. *The Alkaloids: Chemistry and Biology*, volume 66: 1-299.

-Venkateswara R J, Ramesh A, Rao M N A., 2002- Free radical scavenging activity of plumbagin isolated from *Plumbago zeylanica*. *Fitoterapia*, volume 73: 511-513

W

-Wani a Shabir H, Kumar V , Varsha S , Saroj K S ., 2016- Phytohormones and their metabolic engineering for abiotic stress tolerance in crop plants. *The Crop Journal*, volume 3: 162-176.

-Wichtl M , Anton R., 2003- *Plantes thérapeutiques : tradition, pratique officinale, science et thérapeutique*, 2nd ed. (trad. française de *Teedrogen und Phytopharma*, par Anton, R. and Bernard, M., XCVI , Tec & Doc – Éditions médicales internationales : 692.

Z

-Zhao Y ., 2012- Auxin biosynthesis: a simple two-step pathway converts tryptophan to indole-3-acetic acid in plants. *Mol. Plant*, volume 5: 334–338.

محفوظ عبد هلا، 2018- تجربة انتاش شجرة الرقان ومتابعة شتاتها في المشتل بالمعهد التكنولوجي المتوسط الفالحي المتخصص بتيميمون، ماستر اكاديمي، أنظمة الإنتاج البيئي الفالحي، جامعة احمد درارية

ادرار : 4,9.

صادق قاسم، إقبال محمد غريب، ساجدة حميد 2002. بعض النباتات في صفات الخزنفة لدرنات البطاط صنف ديزري. مجلة العلوم الزراعية العراقية (5): 69-70.

خالد، صالح مصطفى، عباس، هوازن عبد هلا وحواس ، حسين حبار، 2013-) منشطات نمو للنباتات (صديقة للبيئة

مجلة جامعة النهريين 16(4):35-19.



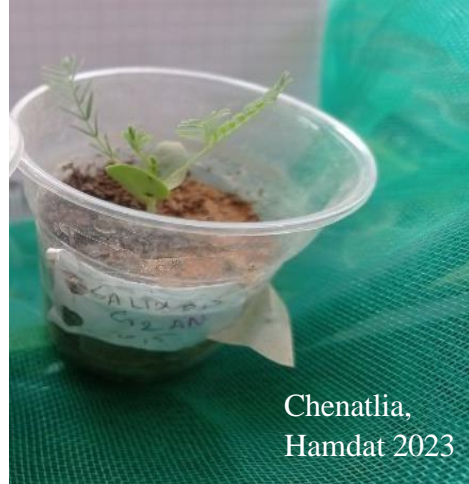
Annexe

Annexe I.

1. Les effet sur la germination



Les graines d'*Zizyphos lotus* germé



Les graines d'*Acacia nilotica* germé



Les graines d'*Acacia flava* germé



Les graines d'*Dilonix regia* germé



Résumés

7462911162

Actions des extraits foliaires de deux plantes sahariennes sur la germination des graines quelques espèces végétales arbustives

Résumé-

L'étude réalisée porte sur l'application d'un prétraitement aux semences de cinq espèces arbres dont *Argania spinosa*, *Zizyphus lotus*, *Acacia nilotica*, *Vachellia flava* et *Dilonix regia*. Les traitements appliqués sont de différents genres dont la scarification, trempage dans les extraits de *Salix alba* et *Ephedra alata*, eau oxygénée. L'application des différents traitements engendrent des effets stimulateurs de la germination et parfois inhibiteurs de la germination ; en fonction de l'extrait végétal, la dose, l'espèce teste, la réponse aux métabolites qui se trouve dans l'extrait végétal diffères.

Le taux de germination pour les graines de *Zizyphus lotus* est de 8% pour le lot témoin et de 16% pour les lots traités par l'extrait d'*Ephedra alata* et *Salix alba*, bien que le traitement à l'eau oxygénée ne présente aucun effet. Pour les graines d'*Acacia nilotica*, le taux de germination est de 33.33% pour les traités par l'extrait de *Salix alba* et nulle pour les autres lots. Pour les graines de *Vachellia flava* traitées par l'extrait aqueux de *E. alata*, le taux de germination été de 33.33% et 16.67% pour le témoin.

L'estimation du délai de germination et du temps moyen de germination laisse apparaitre l'effet limité des préparations et traitement appliqués sur la germination ; des valeurs inhabituelles de ces deux indices ont été constatée.

Mots clés : Extrait végétal, germination, prétraitement, délai de germination, eau oxygénée.

Actions of leaf extracts of two Saharan plants on seed germination of some shrubby plant species

Abstract-

The study focuses on the application of pre-treatment to the seeds of five tree species, including *Argania spinosa*, *Zizyphus lotus*, *Acacia nilotica*, *Vachellia flava*, and *Delonix regia*. The applied treatments include scarification, soaking in extracts of *Salix alba* and *Ephedra alata*, and hydrogen peroxide. The application of different treatments has stimulating or inhibiting effects on germination, depending on the plant extract, dosage, tested species, and response to the metabolites present in the plant extracts.

The germination rate for *Zizyphus lotus* seeds is 8% for the control group and 16% for the lots treated with extracts of *Ephedra alata* and *Salix alba*, while hydrogen peroxide treatment has no effect. For *Acacia nilotica* seeds, the germination rate is 33.33% for those treated with *Salix alba* extract and zero for the other lots. For *Vachellia flava* seeds treated with the aqueous extract of *E. alata*, the germination rate was 33.33% and 16.67% for the control group.

The estimation of germination delay and average germination time reveals the limited effect of the applied preparations and treatments on germination, with unusual values observed for these two indicators.

Keywords: Plant extract, germination, pre-treatment, germination delay, hydrogen peroxide.

تأثير مستخلصات أوراق نباتين صحراويين على إنبات بذور بعض أنواع النباتات الشجرية

الملخص

تتناول الدراسة التطبيق المسبق للبذور لخمسة أنواع من الأشجار، بما في ذلك الأرغان (*Argania spinosa*) والسدر البري (*Zizyphus lotus*) والأكاسيا النيلية (*Acacia nilotica*) والفاخيلية الصفراء (*Vachellia flava*) وشجرة الزينة (*Dilox regia*) يشمل التطبيق المسبق معاملات مختلفة بما في ذلك الخدش، والنقع في مستخلصات شجرة الصفصاف الأبيض (*Salix alba*) وشجيرة الحشيشة (*Ephedra alata*) ، وماء الأوكسجين. يؤدي التطبيقات المختلفة إلى تحفيز النبات وأحياناً إلى تثبيط النبات ، اعتماداً على المستخلص النباتي والجرعة ونوع النوع المختبر والاستجابة للمركبات الأليضية

الموجودة في المستخلصات النباتية المختلفة.

معدل النبات لبذور السدر البري هو 8% للمجموعة الضابطة و 16% للمجموعات المعاملة بمستخلص شجيرة الحشيشة الأبيض وشجرة الصفصاف، على الرغم من عدم وجود تأثير لمعاملة ماء الأوكسجين. بالنسبة لبذور الأكاسيا النيلية، معدل النبات هو 33.33% للمعاملة بمستخلص شجيرة الصفصاف الأبيض وصفرة للمجموعات الأخرى. بالنسبة لبذور الفاخيلية الصفراء

المعاملة بالمستخلص المائي لشجيرة الحشيشة الأبيض، كان معدل النبات 33.33% و 16.67% للمجموعة الضابطة.

تظهر تقديرات فترة النبات والوقت المتوسط لانبات تأثير المعاملات والتحضيرات المطبقة على عملية النبات. تم ملاحظة قيم غير عادية لهذين المؤشرين.

كلمات مفتاحية: مستخلص نباتي، انبات، معالجة مسبقة، فترة النبات، ماء الأوكسجين.