

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



Université Larbi Tebessi
Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie
Département de biologie des être vivants
Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master
Spécialité : Ecophysiologie végétale

Thème

**Etude de la germination de graines de quelques plantes
médicinales de l'Algérie**

Présenté par :

Mabrouk Safia
Zouaid Noudjoud

Devant le jury

Souhail Maalem	MCA Université de Tebessa	Président
Hindel Fatmi	MAA Université de Tebessa	Examineur
Souad Mehalaine	MCB Université de Tebessa	Encadreur

Année universitaire : 2019/2020



Dédicace



Je dédie ce travail à mes chers parents.

A mes sœurs et mon frère.

A mes amies que j'ai vécu avec elles des beaux moments au cours de cursus à l'université.

A mes enseignants et à toute ma promotion.

NOUDJOURD

Dédicace

Après un remerciement sincère à dieu. Avec les bons sentiments je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance respectivement.

A mes chers parents

A mon cher frère et mes chers sœurs

A ma meilleur binôme Noudjoud

A tout la famille paternelle et toute la famille maternelle

A tous mes amies intimes

A tous mes collègues de la promotion de Master 2 Ecophysiologie végétale Et tous ceux que ma réussite leur tient à cœur.

Safia



Remerciements

Avant de présenter ce travail, nous remercions Allah le tout puissant qui nous donné la force et la santé pour réaliser ce travail.

Nous adressons nos remerciements à nos encadreurs de mémoire Madame Souad Mehalaine, d'avoir accepté de diriger ce travail ainsi que pour sa patience, ses conseils et orientations durant toute le période de la réalisation de ce travail.

Nous remercions sincèrement les Membres de jury d'avoir accepté de juger ce travail : Monsieur Souhail Maalem, Monsieur Hindel Fatmi.

Enfin, un grand merci à tous ceux qui ont contribué d'une façon ou d'outre, de près ou de loin, à l'aboutissement de ce mémoire.



Résumé

L'objectif de ce travail est l'étude du pouvoir germinatif des graines de trois plantes médicinales de la région semi-aride algérienne (région de Ain Beida, province de Oum El Bouaghi) : *Datura stramonium* L., *Marrubium vulgare* L. et *Peganum harmala* L. Les graines des plantes ont été testées pour leur viabilité puis ont été traitées par l'acide gibbéréllique (GA₃) *in vitro* sous les conditions ambiantes du laboratoire.

Le test de viabilité des graines a montré que *Peganum harmala* a présenté le meilleur taux de germination (93.3%). *Marrubium vulgare* a présenté un taux faible de germination (30%) mais les graines de *Datura stramonium* n'ont pas germé. L'application de la GA₃ a montré un effet très significatif sur le taux de germination des trois plantes qui ont présenté des taux élevés : 93.3%, 76.6% et 100% chez *Datura stramonium*, *Marrubium vulgare* et *Peganum harmala* respectivement. Le test d'acclimatation de plantules issues de la germination a donné des taux de réussite de 58% et 3% chez *Datura stramonium* et *Peganum harmala* respectivement.

Mots clés : Plantes médicinales, germination *in vitro*, acide gibbéréllique (GA₃), pouvoir germinatif.

Abstract

The objective of this work is the study of the seed germination ability of three medicinal plants from Algerian semi-arid region (region of Ain Beida, province of Oum El Bouaghi): *Datura stramonium* L., *Marrubium vulgare* L. and *Peganum harmala* L. The seeds of the plants were tested for their viability and then treated with gibberellic acid (GA₃) *in vitro* under ambient laboratory conditions.

The seed viability test showed that *Peganum harmala* had the best germination rate (93.3%). *Marrubium vulgare* had a low germination rate (30%) but *Datura stramonium* seeds did not germinate. The application of GA₃ showed a very significant effect on the germination rate of the three plants which presented high rates: 93.3%, 76.6% and 100% in *Datura stramonium*, *Marrubium vulgare* and *Peganum harmala* respectively. The acclimatization test of seedlings gave success rates of 58% and 3% of *Datura stramonium* and *Peganum harmala* respectively.

Keywords: Medicinal plants, *in vitro* germination, gibberellic acid (GA₃), germination ability.

الملخص

يهدف هذا البحث إلى دراسة الإنبات تحت الشروط الزجاجية لبعض الأنواع النباتية الطبية من المنطقة شبه الجافة الجزائرية : الداتورة ، الفراسيون الأبيض ، الحرمل ، بالإضافة إلى دراسة قدرة هذه النباتات على التأقلم في الشروط الطبيعية.

تم تقدير القدرة الإنباتية تحت شروط اختبار أولي ، ثم تقدير القدرة الإنباتية و استجابة البذور لحامض الجبريليك (GA_3) تحت الشروط الزجاجية ، كما تم زرع النباتات الناتجة في وسط زرع متكون من خليط الرمل والمادة العضوية وتعريض العينات النباتية للشروط الطبيعية في المختبر .

بينت نتائج الإنبات الأولي أن بذور الحرمل أظهرت قدرة إنباتية عالية ونسبة إنبات عالية (93.3%-100%) ، أما بذور الفراسيون الأبيض سجلت نسبة إنبات ضعيفة ، في حين لم تظهر بذور الداتورة أي نتيجة إنبات، وأظهرت المعالجة بحامض الجبريليك تأثير جد معنوي على نسب الإنبات لبذور الأنواع النباتية الثلاثة.

بينت نتائج التأقلم في الشروط الطبيعية أن سجلت نسبة تأقلم عالية نوعا ما (58.8%) ، أما الحرمل سجل نسبة تأقلم ضعيفة جدا ، في حين لم يسجل الفراسيون الابيض أي نسبة تأقلم.

الكلمات المفتاحية : نباتات طبية ، إنبات تحت الشروط الزجاجية ، حمض الجبريليك (GA_3) ، القدرة الإنباتية.

Liste des figures

N°	Titre	page
1	<i>Datura stramonium</i> L	3
2	<i>Marrubium vulgare</i> L	5
3	<i>Peganum harmala</i> L	7
4	Nombre de graines germées de <i>Datura stramonium</i> , <i>Marrubium vulgare</i> et <i>Peganum harmala</i>	16
5	Effet de la GA ₃ sur la germination des graines de <i>Datura stramonium</i>	17
6	Effet de la GA ₃ sur la germination des graines de <i>Marrubium vulgare</i>	18
7	Effet de la GA ₃ sur la germination des graines de <i>Peganum harmala</i>	19
8	Taux de réussite en (%) de développement de plantules après acclimatation de <i>Datura stramonium</i> et <i>Peganum harmala</i>	21

Liste des photos

N°	Titre	Page
1	Graines germées de <i>Marrubium vulgare</i> (1) et <i>Peganum harmala</i> (1)	16
2	Graines germées de <i>Datura stramonium</i>	17
3	Graines germées de <i>Marrubium vulgare</i>	18
4	Graines germées de <i>Peganum harmala</i>	19

SOMMAIRE

Introduction	1
<i>Chapitre I : Partie Bibliographique</i>	
1. Les plantes étudiées	3
1.1. <i>Datura stramonium L</i>	3
1.1.1. Classification	3
1.1.2. Description botanique	3
1.1.3. Composition chimique	4
1.1.4. Propriétés médicinales	4
1.2. <i>Marrubium vulgare L</i>	5
1.2.1. Classification	5
1.2.2. Description botanique	5
1.2.3. Composition chimique	6
1.2.4. Propriétés médicinales	6
1.3. <i>Peganum harmala L</i>	7
1.3.1. Classification	7
1.3.2. Description botanique	7
1.3.3. Composition chimique	8
1.3.4. Propriétés médicinales	8
2. La germination des graines des plantes	8
2.1. Définition	8
2.2. Types de germination des graines	8
2.3. Condition de la germination	9
2.3.1. Conditions externes de la germination	9
2.3.1.1. L'eau	9
2.3.1.2. L'oxygène	9
2.3.1.3 La température	9
2.3.1.4 La lumière	9
2.3.2. Conditions internes de la germination	9
2.4. Les phases de la germination	10
2.4.1. La première phase	10
2.4.2. La deuxième phase	10
2.4.3. La troisième phase	10
3. Les hormones végétales	10
3.1. La gibbérelline	11
3.1.1. Définition	11
3.1.2. Biosynthèse de la gibbérelline	11
3.1.3. Rôle physiologique des gibbérellines	11
3.1.3.1. Allongement entre-nœud	12
3.1.3.2. Floraison	12
3.1.3.3. Croissance des feuilles et des fruits	12
3.1.3.4. Germination des graines	13

<i>Chapitre II: Matériels et méthode</i>	
1. Matériel végétal	14
1.1. Collection des graines	14
2. Germination <i>in vitro</i> des graines	14
2.1. Stérilisation des graines	14
2.2. Test préliminaire de germination	14
2.3. Test de l'effet de l'acide gibbérellique (GA ₃)	14
2.4. Test d'acclimatation des plantules	15
3. Analyse statistique	15
<i>Chapitre III: Résultats et discussion</i>	
1. Test préliminaire de germination	16
2. Test de l'effet de l'acide gibbérellique (GA ₃)	17
3. Test d'acclimatation des plantules	20
Conclusion	22
Références bibliographiques	23

Introduction

Introduction

Pour traiter les blessures et les maladies, l'utilisation des plantes était connue dans les civilisations de l'Antiquité pour des usages religieux, cosmétiques mais aussi thérapeutiques (Lardry Haberkoin, 2007).

Les végétaux peuplaient la planète bien avant l'homme et ont d'abord servi à le nourrir via la cueillette puis la culture (Lorraine, 2013). Leur emploi a rapidement évolué en constatant leurs propriétés thérapeutiques. Les égyptiens avaient recours aux plantes aromatiques pour embaumer les morts, avec notamment un mélange d'huiles essentielles comme l'huile de cèdre, de basilic (Franchomme et al., 1990 ; Abrassart, 1997) et des plantes aux propriétés antiseptiques connues comme le nard de l'Himalaya, la cannelle, le ciste, des produits de sécrétion aromatique comme l'encens ou la myrrhe (Couic-Marinierf, 2013). En Grèce antique, Hyppocrate indiquait les bains aromatiques dans le traitement des maladies de la femme (Lardry et al., 2007). Et dans les grandes épidémies, on faisait brûler la lavande, sarriette, romarin et hysope (Franchomme et al., 1990). Ainsi, les arabes poursuivaient les recherches sur les plantes médicinales en devenant les premiers à mettre au point la distillation des plantes permettant d'en extraire l'huile essentielle il y a plus de mille ans (Nagraret, 2008). En Algérie l'usage de plantes médicinales est une tradition de mille ans (Benhouhou, 2015).

Dans le monde, 80% des populations ont recours à des plantes médicinales pour se soigner et traiter certaines maladies (diabète, cancer, grippe, hypertension, ...) (Marles et Farnsworth, 1996). En Algérie, comme dans tous les pays du Maghreb et les pays en voie de développement, le recours à la médecine traditionnelle est largement répandu et plusieurs remèdes à base de plantes utilisés individuellement ou en combinaison sont recommandés (Azzi, 2013).

Les plantes médicinales demeurent encore une source de soins médicaux dans les pays en voie de développement, en l'absence d'un système médical moderne (Tabuti et al., 2003). Le recours à la médecine à base de plantes est profondément ancré dans notre culture car l'Algérie est réputée par sa richesse en flore médicinale qui comprend des centaines d'espèces végétales. Cependant, la surexploitation des plantes médicinales et aromatiques a contribué à leur dégradation. En parallèle, les études de recherche sur la régénération des plantes médicinales sont très peu. Les quelques rares essais entrepris dans le cadre de projets de fin d'études, sont restés sans succès. Alors que, la mise au point d'une nouvelle technique moderne de production de plantes médicinales s'avère une nécessité pour contribuer à la

régénération et à la préservation de la flore médicinale. L'un des outils puissants de la propagation des espèces végétales est la culture *in vitro* (Bonga et al., 2010).

La multiplication de la plante peut se réaliser par deux voies (sexuée ou asexuée). Pour la reproduction sexuée, on met en jeu la fusion de cellules haploïdes (gamètes mâles et femelles) produit par la méiose et donnant un zygote diploïde qui engendra une plante entière après la germination de la graine. Ce processus s'effectue dans les fleurs qui contiennent les organes reproducteurs. La multiplication végétative (reproduction asexuée) est une reproduction permettant sans gamètes ni fécondation la production d'un individu à partir d'un organe parental de la même espèce. Cette voie n'implique que des mitoses à partir d'un organe prélevé de la plante mère et qui reforme les différentes parties de l'organisme végétal et se développe en un individu complet et génétiquement identique à la plante de départ (Margara, 1989 ; Mayer et al., 2004 ; Peyecru et al., 2007).

L'objectif de ce travail est d'étudier le pouvoir germinatif des graines de trois plantes médicinales qui poussent spontanément en Algérie notamment dans la région semi aride algérienne : *Datura stramonium* L., *Marrubium vulgare* L. et *Peganum harmala* L.

Le travail est subdivisé en trois chapitres :

- Le premier chapitre concerne une partie bibliographique sur les plantes citées ci-dessus et le processus de la germination des graines et les régulateurs de croissance qui influencent la germination.
- Le deuxième chapitre concerne la partie expérimentale c'est-à-dire les moyens et les techniques utilisés dans le laboratoire.
- Le troisième chapitre traite les résultats obtenus et leur discussion.

Partie bibliographique

1. Les plantes étudiées

1.1. *Datura stramonium* L.

1.1.1. Classification

Règne : Plantae.

Sous règne : Tracheobionta.

Embranchement : Spermatophyta.

Sous embranchement : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida.

Sous classe : Asteridae.

Ordre : Solanales.

Famille : Solanaceae.

Sous famille : Solanoideae.

Genre : *Datura*

Espèce : *Datura stramonium* L. (Konarev et al., 2004 ; Don Cheva et al., 2006 ; Sanjita et al., 2012).

1.1.2. Description botanique

Datura stramonium est une plante pouvant atteindre plus de 1 mètre de hauteur. C'est une plante annuelle, vigoureuse, herbacée, glabre et dégageant une odeur désagréable (Debelmas et Delaveau, 1983 ; Bremness, 2005 ; Schauenberg et Paris., 2006).



Figure 1. *Datura stramonium* L. (Anonyme 1)

1.1.3. Composition chimique

Toutes les parties de la plante *Datura stramonium* renferment des alcaloïdes : hyoscyamine, atropine et scopolamine. Leurs quantités et leurs proportions varient selon l'espèce considérée, la partie de la plante ainsi que les conditions environnementales. Les plantes du genre *Datura* présentent une teneur totale en alcaloïdes de 0.2% à 0.6% ; le tiers est de la scopolamine ; les 2 tiers restants de l'hyoscyamine et de l'atropine. Les jeunes plantes sont plus riches en scopolamine que les plantes adultes (Gay, 1978).

1.1.4. Propriétés médicinales

A faibles doses, la stramoine traite l'asthme, les quintes de toux de la coqueluche, les spasmes musculaire et les symptômes de la maladie de Parkinson. Elle décontracte les muscles du tube digestif. Comme la belladone, la stramoine peut être appliquée sur la peau pour soulager les douleurs rhumatismales et les névralgies. De plus, les alcaloïdes dérivés des tropanes diminuent les sécrétions et décontractent les muscles lisses (Iserin et al., 2007).

1..2. *Marrubium vulgare* L.

1.2.1. Classification

Règne : Plantae

Sous règne : Tracheobionta.

Embranchement : Spermatophyta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnolipsida

Sous classe : Astéridae

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre : Marrubium

Espèce : *Marrubium vulgare* L. (Judd et al., 2002) .

1.2.2. Description botanique

Marrubium vulgare L. est communément connu par le nom Marriouth ou Marrube blanc, c'est une plante spontanée très répandue dans la région méditerranéenne. Le marrube blanc est une plante herbacée vivace pouvant atteindre 80 cm de hauteur, à tige quadrangulaire cotonneuse. Les feuilles pétiolées ovales ou arrondies, à limbe crénelé, sur les bords sont blanchâtres et duveteuses sur la face inférieure. Les fleurs petites, blanches, avec un calice à dents crochues sont groupées en verticilles globuleux à l'aisselle des feuilles. Le fruit est un tétra-akène. Toute la plante dégage une odeur forte, sa saveur est acre, qui irrite les organes du goût et de l'odorat, et amère (Aouadhi, 2010).



Figure 2. *Marrubium vulgare* L. (Anonyme 2)

1.2.3. Composition chimique

Marrubium vulgare contient des lactones diterpéniques (0.3-1%), mucilage, pectine, flavonoïdes, alcaloïdes, stachydrine, bétonicine, sels minéraux et huile essentielle. On pense que la marrubine est responsable de l'effet expectorant de la plante et de son pouvoir amer. Elle régularise les battements cardiaques (Iserin et al., 2007). Le marrube blanc renferme aussi des diterpènes amers de la série des furanolabdanes et surtout des composés de lactones : la marrubine, des Hétérosides flavoniques. En outre, cette plante contient des tanins spécifiques des Lamiacées et dérivés de l'acide hydroxycinnamique (Acide chlorogénique, caféique, caféylquinique) et la présence d'une faible quantité d'huiles essentielles (Wichtl et Anton, 2003).

1.2.4. Propriétés médicinales

La marrubine étant un expectorant et un amer puissant, le marrube blanc est prescrit dans le traitement des difficultés respiratoires, des bronchites, des bronchectasies (dilatation pathologique des bronches), des bronchites asthmatiformes, des toux sèches et de la coqueluche. Il fluidifie les mucosités. Tonique amer, le marrube blanc est apéritif et améliore le fonctionnement de l'estomac. Jadis, très répandu son emploi en décoction pour soigner diverses affections cutanées mais aujourd'hui est pratiquement abandonné (Iserin et al., 2007). Cette plante est également utilisée pour le traitement de diabète (Azzi, 2014), les dyspepsies et la perte d'appétit (Djahra, 2013).

1.3. *Peganum harmala* L.

1.3.1. Classification

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Sapindales

Famille : Zygophyllaceae

Genre : *Peganum*

Espèce : *Peganum harmala* L. (Zeguada, 2009).

1.3.2. Description botanique

Peganum harmala est une plante vivace buissonneuse de 50 cm de hauteur, très ramifiée, à feuilles linéaires découpées et à fleurs blanches à cinq pétales et à capsules rondes contenant 3 graines (Iserin et al., 2007).



Figure 3. *Peganum harmala* L. (Anonyme 3)

1.3.3. Composition chimique

Peganum harmala renferme des acides aminés (phénylalanine, valine, proline, thréonine, histidine, acide glutamique), flavonoïdes, coumarines, tanins, stérols et ou/triterpènes et des alcaloïdes (Al Yahya, 1986). Le taux des alcaloïdes est beaucoup plus élevé dans la graine que dans la racine, la tige et la feuille (Tahrouch et al., 2002). La plupart de ces alcaloïdes sont des alcaloïdes indoliques simple à β carbolines tels que harmine, harmaline, harmalol, harmol, harman (Mahmoudian et al., 2002). *P. harmala* contient environ 4% d'alcaloïdes indoliques dont l'harmine, l'harmaline et l'harmalol (Iserin et al., 2007).

1.3.4. Propriétés médicinales

L'Harmel reste peu employé par la phytothérapie occidentale moderne car il présente des risques de toxicité. Les graines servent à soigner

les troubles oculaires et à stimuler la lactation. En Asie centrale, la racine est fréquemment employée pour traiter les rhumatismes et les problèmes nerveux. L'harmine est un principe actif synthétisé par cette plante et qui permet d'atténuer les tremblements de la maladie de Parkinson (Iserin et al., 2007).

2. La germination des graines de plantes

2.1. Définition

La germination est définie comme la somme des événements qui conduisent la graine sèche à germer ; elle commence par la prise d'eau et se termine par l'allongement de l'axe embryonnaire (Hopkins, 2003). La germination est le passage de la vie latente de la graine à la vie active, sous l'effet de facteurs favorables. Selon Mazliak (1982), la germination est un processus physiologique dont les limites sont le début de l'hydratation de la semence et le tout début de la croissance de la radicule. Une semence a germé, lorsque la radicule a percé les enveloppes ou elle est visiblement allongée (Bewley, 1997).

2.2. Types de germination de graines

On distingue deux types de germination : la germination épigée, caractérisée par un soulèvement des cotylédons hors du sol car il y a un accroissement rapide de la tige. Le premier entre-nœud donne l'épi cotyle, et les premières feuilles, au dessus des cotylédons, sont les feuilles primordiales. Tandis que chez les plantes à germination hypogée, les cotylédons restent dans le sol (Ammari, 2011).

2.3. Conditions de la germination

2.3.1. Conditions externes de la germination

La graine exige la réunion de conditions extérieures favorables à savoir l'eau, l'oxygène, la température et la lumière (Soltner, 2007).

2.3.1.1. L'eau

Selon Chaussat et Ledebur (1975), la germination exige de l'eau pour être utilisée par l'embryon et provoque le gonflement de ses cellules, et donc leur division.

2.3.1.2. L'oxygène

La germination exige de l'oxygène (Soltner, 2007). Selon Mazliak (1982), une faible quantité d'oxygène peut être suffisante pour permettre la germination. D'après Meyer et al. (2004), l'oxygène est contrôlé par les enveloppes qui constituent une barrière.

2.3.1.3. La température

La température a deux actions sur la germination : soit directe par l'augmentation de la vitesse des réactions biochimique, c'est la raison pour la quelle il suffit d'élever la température de quelques degrés pour stimuler la germination (Mazliak, 1982), soit indirecte par l'effet sur la solubilité de l'oxygène dans l'embryon (Chaussat et al., 1975).

2.3.1.4. La lumière

La lumière agit de manière différente sur les espèces. Elle inhibe la germination des graines à photosensibilité négative et stimule celles à photosensibilité positive (Anzala, 2006). Les espèces indifférente à la photosensibilité sont rares (Heller et al., 1990).

2.3.2. Conditions internes de la germination

Lorsque des graines arrivées à maturité sont placées dans des conditions optimales de température, d'humidité et d'oxygénation pour leur germination et qu'elles ne germent pas, plusieurs facteurs entrent en jeu : la dormance de l'embryon ou les inhibitions de germination. Les conditions internes de la germination concernent la graine elle-même ; elle doit être vivante, mure, apte à germer (non dormante) et saine (Jeam et al., 1998).

2.4. Les phases de la germination

2.4.1. La première phase : ou phase d'imbibition est un phénomène d'entrée rapide et passive d'eau. Elle se déroule même si la graine n'est pas viable. Cette entrée d'eau est accompagnée d'une augmentation de la consommation d'oxygène attribuée à l'activation des enzymes mitochondriales.

2.4.2. La deuxième phase : est la phase de germination au sens strict. Elle est caractérisée par une diminution de l'entrée d'eau, l'hydratation des tissus et des enzymes est totale. La consommation en oxygène est stable. De plus, les synthèses protéiques sont facilitées car la graine renferme toute la machinerie nécessaire, en particulier des ARNm y sont accumulés (Rajjou et al., 2004). Durant cette phase, il y a une reprise de la respiration et des activités métaboliques. La présence d'eau et d'oxygène permet l'activation des processus respiratoires et

mitotiques. L'eau rend mobiles et actives les phytohormones hydrosolubles en stock dans la graine. C'est le cas des gibbérellines qui sont véhiculées vers la couche à aleurones ou elles vont activer la synthèse d'hydrolases telles que les α -amylases, les nucléases ou les protéinases, nécessaires à la dégradation des réserves, à la division et l'élongation cellulaire. Les α -amylases hydrolysent l'amidon stocké dans l'albumen et libèrent des molécules de glucose, substrat du métabolisme respiratoire. La phase de germination au sens strict se termine avec la percée du tégument par la radicule, rendue possible grâce à l'allongement des cellules (Heller et al., 2004).

2.4.3. La troisième phase : ou phase de croissance post-germinative est caractérisée à nouveau par une entrée d'eau et une augmentation importante de la respiration. La consommation de l'oxygène serait due aux enzymes néo-synthétisées (Yakoubi, 2014).

3. Les hormones végétales

Traditionnellement, cinq classes d'hormones végétales ont retenu l'intérêt des chercheurs : Les auxines, les cytokinines, l'éthylène, l'acide abscissique et les gibbérellines. On a constaté plus récemment que les plantes disposent également d'autres signaux chimiques intervenant dans le contrôle de leur développement. On retrouve parmi ceux-ci l'acide salicylique (composé phénolique), la bétaine et la systémine (Yakoubi, 2014).

3.1. La gibbérelline

Elle fut mise en évidence pour la première fois par le phytopathologiste Eiichi Kurosawa en 1926, chez *Gibberella fujikuroi* (Ascomycète parasite du riz qui allonge exagérément les tiges) (Yamaguchi, 2008 ; Santner et al., 2009). Entre 1935 et 1938, Teijiro yabuta a isolé et purifié la substance à l'origine de la maladie. En 1955, Brian et ses collaborateurs ont réussi à déterminer la structure chimique de l'acide gibbérellique (GA_3) (Heller et al., 2004).

3.1.1. Définition

Les gibbérellines sont une famille de 136 diterpènes tetracycliques (possédant en principe 20 atomes de carbone) formés par quatre unités isoprènes en tant qu'hormones et varient selon les espèces considérées. Les gibbérellines sont associées à différents processus de développement

des plantes comme la germination, la régulation de l'expression génique dans l'aleurone des céréales. Elles se différencient par le nombre total d'atomes de carbone, la présence ou non de doubles liaisons, le nombre de carboxyles, le nombre et la position de substituant (OH ou CH₃ en particulier). La GA₃ est facilement extraite de culture de champignon, il est aussi la forme commercialement la plus disponible et il est de ce fait, la gibbérelline la plus étudiée (Hopkins, 2003).

3.1.2. Biosynthèse de la gibbérelline

La synthèse des gibbérellines s'effectue à partir de la formation de précurseurs isopréniques dans les plastes. L'unité d'isoprène de base est IPP (Isopentényl di-phosphate), qui dérive de la voie de l'acide mévalonique. Le géranyl géranyl pyrophosphate (GGPP : C₂₀) qui est produit, subit alors une cyclisation conduisant à la formation de gibbérellines (Hedden et Phillips, 2000). La synthèse de toutes les formes gibbérelliques se fait par des changements chimiques comme l'hydroxylation et l'oxydation etc.

3.1.3. Rôles physiologiques des gibbérellines

Les gibbérellines sont impliquées dans le développement de la graine, l'élongation des organes et le contrôle de la floraison (Santner et al., 2009). Elles sont aussi impliquées dans le processus de développement du fruit et la régulation de l'expression génique dans l'aleurone des céréales.

3.1.3.1. Allongement des entre-nœuds

Le résultat le plus spectaculaire d'une application de gibbérellines est l'allongement des entre-nœuds, souvent beaucoup plus marqué que pour l'auxine et se manifeste même dans des cas où celle-ci est inefficace (Heller et al., 1990). A l'inverse des auxines, les gibbérellines provoquent presque exclusivement l'allongement de plantes entières, plutôt que de tissus excisés. Cela est particulièrement évident dans le contrôle de la longueur des entre-nœuds des plantes qui présentent un nanisme génétique. Dans tous les cas, un traitement par la gibbérelline exogène de mutants nains restaure le phénotype normal (Hopkins, 2003).

3.1.3.2. Floraison

Les gibbérellines ont des effets stimulants sur la mise à fleur de certaines plantes chez lesquelles elles peuvent remplacer la vernalisation ou les jours longs. Leur action n'est pas générale et l'on est amené à penser que c'est leur rôle sur le déboîtement des entre-nœuds qui est à l'origine de leur efficacité sur la floraison. Chez certaines fleurs, comme celles du concombre, les gibbérellines peuvent infléchir le développement des ébauches dans le sens d'une sexualisation mâle (prédominance des étamines), alors que l'auxine agit dans le sens d'une sexualisation femelle (Heller et al., 1990).

3.1.3.3. Croissance des feuilles et des fruits

L'application de la gibbérelline à forte dose (ou en synergie avec une cytokinine) peut provoquer une exagération de la croissance des feuilles qui atteignent souvent une surface double de la surface normale (trèfle, radis). Elle agit aussi sur les feuilles d'avoine et les coléoptiles de riz, mais seulement pour renforcer l'action de l'auxine. Sur les péricarpes des fruits, les gibbérellines ont une action très comparable à celle de l'auxine, et comme avec cette dernière on peut obtenir des fruits parthénocarpiques, par des applications de gibbérellines sur des ovaires non fécondés. Les fruits obtenus (poires, pêches, tomates, concombres) sont tout à fait comparables aux fruits normaux, si ce n'est l'absence de pépins ou de noyaux (Heller et al., 1990).

3.1.3.4. Germination des graines

La gibbérelline (GA_3) joue un rôle majeur dans la germination en activant la levée de la dormance et la mobilisation des réserves (Gubler et al., 2008 ; Seo et al., 2009). Cette hormone joue un rôle antagoniste à l'acide abscissique (ABA) et le ratio ABA/ GA_3 est le régulateur majeur du développement des graines : la maturation est favorisée par un ratio élevé alors que la germination est induite par un ratio faible (White et al., 2000).

La synthèse de la GA_3 a lieu pendant l'imbibition puisque des inhibiteurs de biosynthèse de cette hormone empêchent les graines de germer (Nambara et al., 1991). Au niveau moléculaire, des données récentes indiquent que lors de l'imbibition, se produit une forte synthèse de GA_3 dans

l'embryon, ce qui réprime le programme embryonnaire régulé par l'acide abscissique et permet la mise en place des processus de germination (Gazzarrini et al., 2004).

Matériel et méthodes

1. Matériel végétal

1.1. Collection des graines

Les graines des trois plantes : *Datura stramonium*, *Marrubium vulgare* et *Peganum harmala* ont été collectées au stade fructification de l'habitat naturel des trois espèces médicinales de la région de Ain Beida dans le Nord-est de l'Algérie (latitude: 35.805° N, longitude: 7.376° E, altitude: 920 m).

2. Germination *in vitro* des graines

2.1. Stérilisation des graines

Les graines ont été lavées sous l'eau de robinet pendant 30 minutes, puis stérilisées par l'éthanol (70%) pendant 1 minute suivie d'une immersion dans une solution de chlorure de mercure (HgCl₂ 0.1%) pendant 2 minutes. Par la suite, les graines stérilisées ont été rincées par l'eau distillée stérile trois fois. Toutes les manipulations ont été effectuées devant le bec Bunsen (Haïcour, 2002).

2.2. Test préliminaire de germination

Les graines stérilisées des trois plantes ont été immergées dans l'eau distillée stérile pendant une heure. Par la suite, les graines ont été placées sur du papier filtre stérile dans des boîtes de Pétri stériles et incubées à la température ambiante au laboratoire. Les graines ont été imbibées quotidiennement avec de l'eau distillée stérile (Prat, 2007). Le test a été réalisé en trois répétitions. Le taux de la germination a été calculé après 30 jours comme suit :

Nombre de graines germées / Nombre de graines testées × 100

2.3. Test de l'effet de l'acide gibbérellique (GA₃)

Les graines stérilisées ont été émergées dans trois doses de l'acide gibbérellique (GA₃) (125, 250, 500 mg/L) pendant deux heures. Puis les graines traitées de chaque espèce ont été placées sur Agar-agar stérile dans des boîtes de Pétri stériles et incubées à l'obscurité continue et à la lumière indépendamment et à la température ambiante au laboratoire. Un témoin pour chaque espèce a été réalisé dans les mêmes conditions. Le test a été réalisé en trois répétitions. Le taux de la germination a été calculé après 30 jours comme suit :

Nombre de graines germées / Nombre de graines testées × 100

2.4. Test d'acclimatation des plantules

Les graines germées et développées en plantules saines et vigoureuses ont été destinées à un test d'acclimatation dans le laboratoire. Les plantules ont été placées sur un mélange de sable et tourbe stériles (2/3 sable, 1/3 tourbe) dans des pots en plastique. Pour chaque espèce végétale, cent plantules ont été placées et réparties sur 50 pots à raison de deux plantules par pot. Le taux de réussite a été calculé en pourcentage après presque une semaine du premier transfert des plantules. Dans les conditions normales d'acclimatation, les plantules qui continuent à bien croître seront transférées à la serre où elles continuent leur croissance sur le sol afin de calculer le véritable taux de réussite de l'acclimatation. Cependant, en raison de la propagation de l'épidémie de Coronavirus et la fermeture des laboratoires, nous n'avons pas repris cette expérimentation.

3. Analyse statistique

Les résultats obtenus du test préliminaire de la germination et du test de l'effet de l'acide gibbérellique ont été traités par une analyse de la variance (ANOVA) à un seul facteur.

Résultats et discussion

1. Test préliminaire de germination

Les résultats obtenus de l'analyse de la variance ont montré une différence très significative ($P < 0.01$) entre les trois espèces testées. *Peganum harmala* a présenté le meilleur nombre de graines germées 9.33 correspondant à un taux de germination de 93.3%. *Marrubium vulgare* a présenté un nombre faible de graines germées, 3 ce qui correspond à 30% alors que les graines de *Datura stramonium* n'ont pas germé (Figure 4).

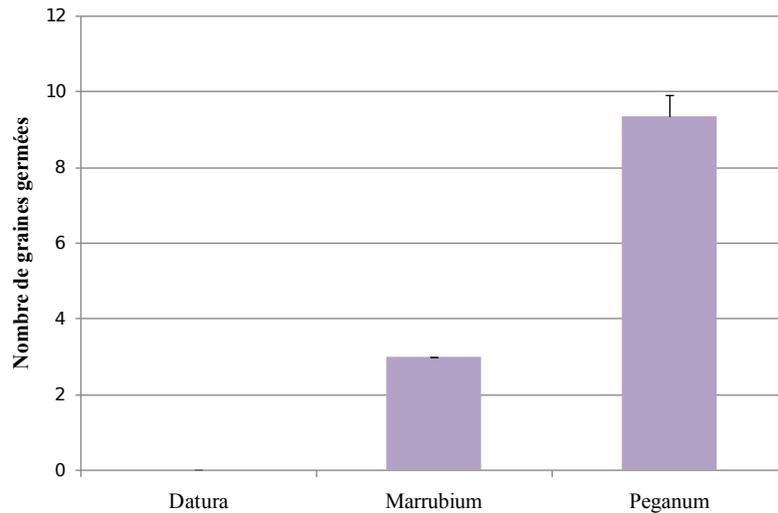
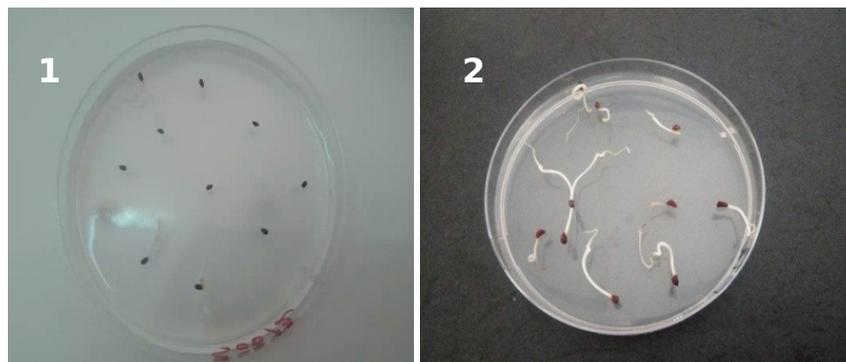


Figure 4. Nombre de graines germées de *Datura stramonium*, *Marrubium vulgare* et *Peganum harmala*



(Photo Mabrouk et Zouaid)

Photo 1. Graines germées de *Marrubium vulgare* (1) et *Peganum harmala* (2)

2. Test de l'effet de l'acide gibbérellique (GA₃)

Les résultats obtenus de l'analyse de la variance ont montré un effet très significatif ($P < 0.01$) de la GA₃ sur la germination des graines de *Datura stramonium*. Le nombre de graines germées est positivement corrélé avec la croissance des doses de la GA₃ appliquées. Le nombre de graines germées est entre 3 et 9.33 correspondant à un taux de germination de 30% et 93.3% (Figure 5).

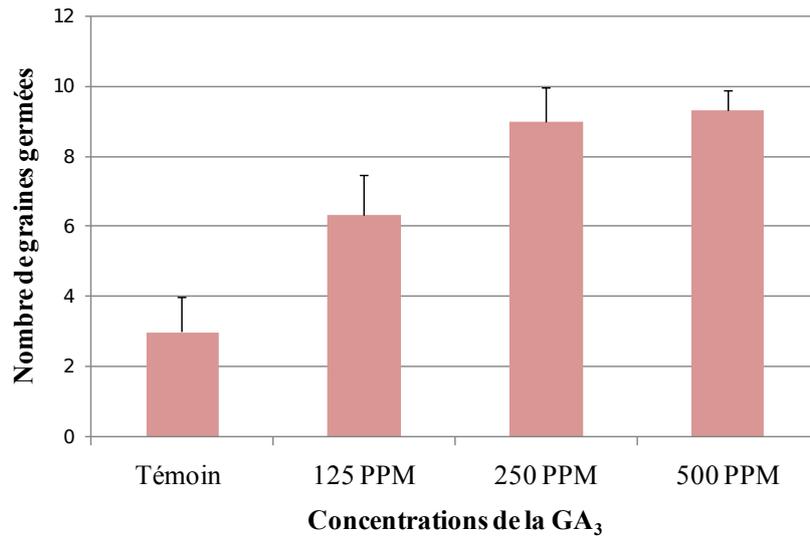


Figure 5. Effet de la GA₃ sur la germination des graines de *Datura stramonium*



(Photo Mabrouk et Zouaid)

Photo 2. Graines germées de *Datura stramonium*

Les résultats obtenus de l'analyse de la variance ont montré un effet très significatif ($P < 0.01$) de la GA_3 sur la germination des graines de *Marrubium vulgare*. Le témoin a présenté un nombre de graines germées faible de 3 (30%), les doses de la GA_3 ont enregistré un nombre entre 6 et 7.66 (60% et 76.6%) (Figure 6).

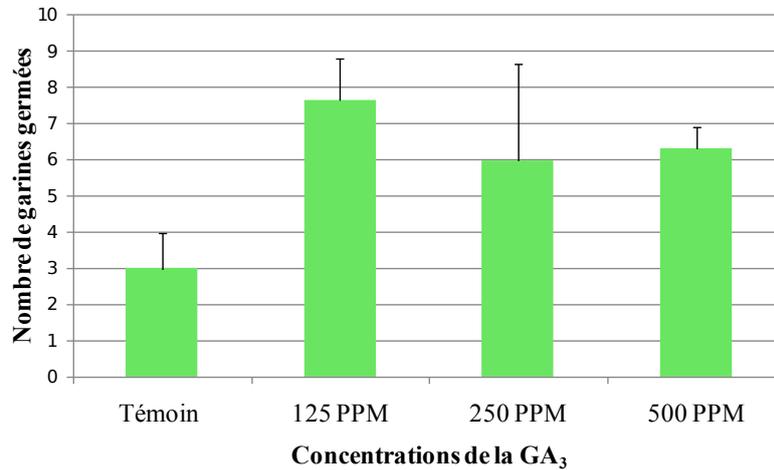
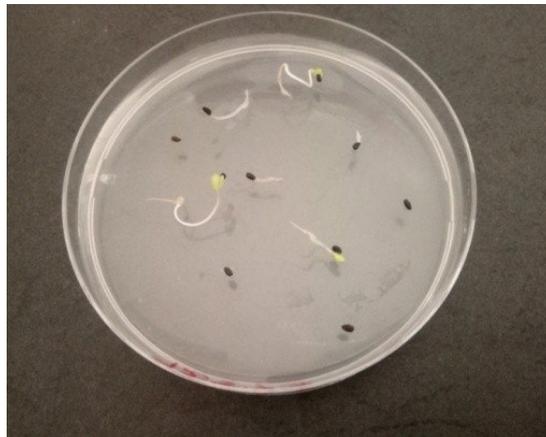


Figure 6. Effet de la GA_3 sur la germination des graines de *Marrubium vulgare*



(Photo Mabrouk et Zouaid)

Photo 3. Graines germées de *Marrubium vulgare*

Les résultats obtenus de l'analyse de la variance ont montré un effet très significatif ($P < 0.01$) de la GA_3 sur la germination des graines de *Peganum harmala*. Le nombre de graines germées est entre 8.33 et 10 correspondant à un taux de 83.3% et 100% (Figure 7).

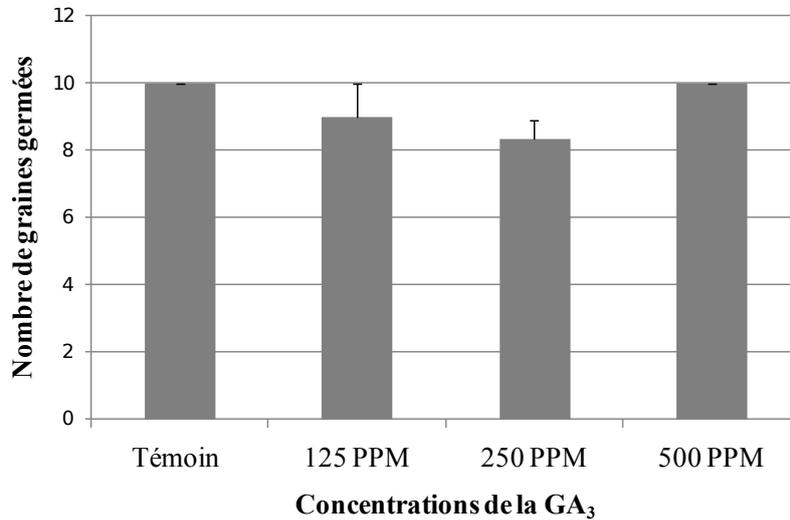


Figure 7. Effet de la GA_3 sur la germination des graines de *Peganum harmala*



(Photo Mabrouk et Zouaid)

Photo 4. Graines germées de *Peganum harmala*

La dormance des graines de plantes est un état provisoire dans lequel des graines viables ne peuvent pas germer même dans des conditions favorables (dormance secondaire) (Hilhorst et Koornneef, 2007). Tandis que, la dormance primaire est dépendante de l'acide abscissique (ABA). En effet, la biosynthèse des enzymes de la voie de production de l'acide abscissique (ABA) favorise la dormance des graines (Nambara et Marion, 2005 ; Finchtel et Leubner, 2006). Dans notre expérimentation (test préliminaire), la non germination des graines de

Datura stramonium peut être expliquée par l'effet de l'acide abscissique endogène, alors que l'utilisation de la GA₃ a affecté significativement la levée de la dormance chez cette plante. De plus, les trois doses de la GA₃ ont amélioré le taux de germination notamment chez *Marrubium vulgare*. Des études ont rapporté que la dormance et la germination des graines dépendent de la concentration de l'acide abscissique et de la GA₃ (Finkelstein et al., 2008). Selon Hilhort et Koornneef (2007), l'acide abscissique (ABA) favorise l'induction et le maintien de la dormance pendant la maturation embryonnaire et inhibe la germination. Par contre, l'acide gibbérellique favorise le processus de la levée de dormance et la germination (Finkelstein et al., 2008).

Parmi les facteurs extérieurs qui influent sur la germination des graines, la température. Selon Maziliak (1982), la température a une action directe sur la germination, c'est la raison pour la quelle il suffit d'élever la température de quelques degré pour stimuler la germination. Plusieurs études ont confirmé que la germination des graines de *Peganum harmala* est très significative à la température de 28 °C (Mayad et al., 2003). Ainsi, les graines de *Marrubium vulgare* germe bien dans les zones tempérées (Rigano, 2006 ; Meyre, 2005), leur température optimale de germination est de 30 °C (Garai et al., 2011). Dans le laboratoire de biologie végétale où nous avons réalisé cette expérimentation, la température était favorable, entre 25°C et 30°C, pour la germination des graines des trois plantes.

Ainsi la lumière agit de manière différente sur la germination, elle inhibe la germination des graines à photosensibilité négative et stimule celle des graines à photosensibilité positive (Anzala, 2006). Dans ce travail, nous avons essayé de tester l'effet de la lumière sur la germination des graines des trois espèces mais nous n'avons pas atteint de résultats discutables en raison de la fermeture des laboratoires dans le mois de Mars et donc l'impossibilité de terminer notre expérimentation.

3. Test d'acclimatation des plantules

Après une semaine de repiquage de plantules pour leur acclimatation dans le laboratoire, nous avons enregistré un taux de réussite de croissance de plantules de 58% et 3% chez *Datura stramonium* et *Peganum harmala* respectivement, alors que les plantules de *Marrubium vulgare* n'ont pas continué à croître (Figure 8).

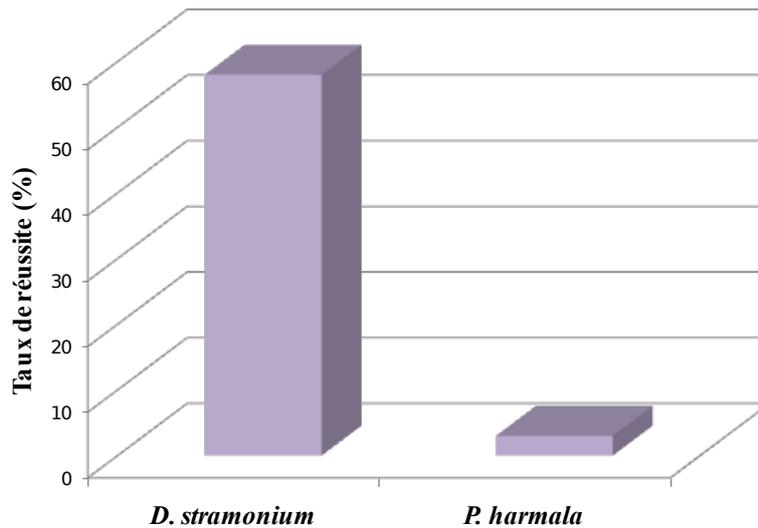


Figure 8. Taux de réussite en (%) de développement de plantules après acclimation de *Datura stramonium* et *Peganum harmala*

Bien que nous n'avons pas terminé le test d'acclimation pour la raison mentionnée (Voir partie matériel et méthodes), nous essayons dans ce paragraphe de donner quelques informations bibliographiques sur les conditions externes pour réussir l'adaptation de plantules issues de la germination *in vitro*.

Pour une bonne croissance végétative, le genre *Datura* exige une luminosité de 1400 à 1800 Lux dont la durée quotidienne est 16 heures avec 8 heures d'obscurité (Cosson, 1972 ; Cosson, 1976 ; Cosson et al., 1978) et une humidité relative entre 50 et 60%. La meilleure température pour l'acclimation de plantules de *Datura* est entre 27 °C et 30 °C (Cosson, 1972 ; Schmelezer et al., 2008). Thurzova (1981) a montré que le sol doit être riche en humus. Ainsi, *Datura stramonium* pousse sur tous les types du sol mais elle préfère des terres riches en éléments nutritifs (Clause, 1992) et elle est cultivée généralement à partir de graines semées soit directement en champs soit en pépinières (Schmelezer et al., 2008). *Peganum harmala* peut se développer dans les zones sahariennes (Abbassi et al., 2003). Dans leur étude, Yousefi et al. (2009) ont montré que l'espèce *Peganum harmala* est très commune sur les sols sableux et qui contiennent des quantités faibles en nitrates. De plus Caravello et al. (2011) ont rapporté que le sol de culture de *Peganum harmala* est caractérisé par la présence d'une quantité importante de calcaire et une faible teneur en matière organique.

Conclusion

Conclusion

Dans ce travail, nous avons testé le pouvoir germinatif des graines de trois plantes médicinales : *Peganum harmala*, *Marrubium vulgare* et *Datura stramonium* et l'effet de l'acide gibbérellique (GA₃) sur le taux de germination.

Les résultats obtenus ont montré que :

- Dans le test de viabilité des graines, *Peganum harmala* a présenté le meilleur taux de germination (93.3%). *Marrubium vulgare* a présenté un taux faible de germination (30%) alors que les graines de *Datura stramonium* n'ont pas germé.
- L'application de la GA₃ a montré un effet très significatif sur le taux de germination des trois plantes qui ont présenté des taux élevés : 93.3%, 76.6% et 100% chez *Datura stramonium*, *Marrubium vulgare* et *Peganum harmala* respectivement.
- Le test d'acclimatation de plantules issues de la germination *in vitro* a donné des taux de réussite de 58% et 3% chez *Datura stramonium* et *Peganum harmala* respectivement. Les plantules de *Marrubium vulgare* n'ont pas continué à croître.

L'utilisation de l'acide gibbérellique a augmenté le taux de germination chez *Datura stramonium* et *Marrubium vulgare*. Dans le futur, l'effet d'autres facteurs pourrait être examiné sur la germination des graines des trois espèces végétales (températures, lumière...) pour préparer une méthode appropriée de régénération pour les trois plantes.

Références bibliographiques

Listes des références bibliographiques

(A)

- Abbassi, K., Mergaoui, L., Atay-Kadiri, Z., Stambouli, A., Ghaout, S (2003). Activité biologique de l'extrait de graines *Peganum harmala* sur le criquet pèlerin. *Journal of OrthopteraResearch* 12(1), 71-78.
- Abrassart, J.L (1997). Aromathérapie essentielle, huiles essentielles, parfums pour les coups et lame. Edition Guy trédaniel.
- Al Yahya, A (1986). Phytochemical studies of the plants used in traditional medicine of Saudi Arabia. *Fitoterapia* 52, 179-182.
- Ammari, S (2011). Contribution à l'étude de germination des graines des plantes sahariennes broutées par le dromadaire.
- Anonyme 1 : <https://theconversation.com>
- Anonyme 2: www.le-jardin-ethnobotanique.com
- Anonyme 3: <https://www.almyimages.fr>
- Anzala, F.J (2006). Contrôle de la vitesse de germination chez le maïs (*Zea mays*) : étude de la voie de biosynthèse de l'acide amine issue de l'aspartate et recherche de QTLs. Thèse de Doctorat. Université d'Angers.
- Aouadhi, S (2010). Atlas des risques de la phytothérapie traditionnelle études de 57 plantes recommandées par les herboristes.
- Azzi, R (2013). Contribution à l'étude de plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel du diabète sucré dans l'Ouest algérien. Thèse doctorat en biochimie. Université Telemcen.
- Azzi, R (2014). Phytochemical, antihyperglycemic and antihyperlipidemic study of crude hydroalcoholic extract of aerial parts of *Marrubium vulgare* L. in normal and streptozotocin-induced-diabetic wistar rat. *Int J Pharm Sci Res* 5(5), 2006-13.

(B)

- Benhouhou, S (2015). Etudes ethnobotanique des plantes médicinales dans la région médicinales des Aurès. Thèse Doctorat. Université Mohamed Khider –Biskra.
- Bewley, J.D (1997). Seed germination and dormancy. *Plant Cell* 9, 1055-1066.
- Bonga, J.M., Klimaszewska, K.K., Von Aderkas, P (2010). Recalcitrance in clonal propagation, in particular of conifers. *Plant Cell Tissue OrganCult* 100, 241-254.

- Bremness, L (2005). Plantes aromatiques et médicinales. Edition Larousse, Paris.

(C)

- Caravello, G.U., Conard, S.G., Farina, A., Ferchichi, A., Taïqui, L (2011). Série d'études biologiques méditerranéennes. Université d'Alacante.
- Chaussat, R., Lendeunff, Y (1975). La germination des semences. Edition Bordars. Paris.
- Cosson, L (1972). Influence des facteurs de l'éclaircissement sur la teneur en alcaloïdes tropaniques des *Datura* : Analyse des processus pouvant en expliquer les effets. Thèse de Doctorat.SC, Paris.
- Cosson, L (1976). Importance des facteurs climatiques et des étapes de développement dans la productivité des alcaloïdes tropaniques. Biologie végétale.
- Cosson, L., Escudero, M.A., Cougoul, N (1978). La régulation écophysio-logique du métabolisme des alcaloïdes tropaniques (hyoscyamine et scopolamine). Plant. Mad.EtPhyt 4, 319-326.
- Couic-Marinier, F (2013). Lobstein A. des huiles essentielles gagnent du terrain à l'officine. Actualités pharmaceutiques 52, 525.

(D)

- Debelmas A. M., Delaveau, P (1983). Guide des plantes dangereuses. 2^{ème} édition. Edition Maloine, Paris.
- Doncheva, T., Berkov, S., Philipov, S (2006) Comparative study of the alkaloids in tribe *Datureae* and their chemosystematic significance. Biochemical systematics and ecology 34, 478-488.
- Djahra, A (2013). Etude phytochimique et activité antimicrobienne, antioxydante, antihépatotoxique du Marrube blanc ou *Marrubium vulgare* L. Thèse Doctorat. Université Badji Mokhtar – Anaba.

(F)

- Finch-Savage, W.E., Leubner-Metzger, G (2006). Seed dormancy and the control of germination New Phytologist. Tansley review.
- Finkelstein, R., Reeves, W., Ariizumi, T., Steber, C (2008). Molecular aspects of seed dormancy. Ann.Rev. Plant Biol 59, 387-415.
- Franchomme, L., Péroiel, D., Jollois, R (1990). L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles, Fondement démonstration, illustration et application d'une science médicinale naturelle. EJ.

(G)

- Gay, C (1978). Usage des daturas, plantes ornementales, magiques, médicinales et hallucinogènes. Edition Cochin-Port Royal, Paris.
- Gazzarrini, S., Tsuchiya, Y., Lumba, G., Okamoto, M., Mccourt, P (2004). The transcription factor FUSCA3 controls developmental timing in Arabidopsis through the hormones gibberellin and abscisic acid. DevCell 7, 373-385.
- Gorai, M., Gasmi, H., Neffati, M (2011). Factors influencing seed germination of medicinal plant *Salvia aegyptiaca* L(Lamiaceae). Saudi Journal of biological sciences 3, 255-260.
- Gubler, F., Hughes, T., Waterhouse, P., Jacobsen, J (2008). Regulation of dormancy in barley by blue light and after-ripening: effects on abscisic acid and gibberellin metabolism. Plant Physiol 147, 886-896.

(H)

- Haïcour, R (2002). Biotechnologies végétales, techniques de laboratoire. Edition Tec & Doc Lavoisier Paris.
- Hedden, P., Phillips, A.L (2000). Gibberellin metabolism: new insights revealed by the genes. Trends Plant Sci 5, 523-530.
- Heller, R., Esnault, R., Lance, C (1990). Physiologie végétale, Masson Paris.
- Heller, R., Esnault, R., Lance, C (2004). Plant physiology I Tome I. Nutrition, Dunod, Paris.
- Hilhorst, H.W.M., Koornneef, M (2007). Dormancy in plants. Encyclopedia of Life Sciences John Wiley and Sons, Ltd. www.els.net. 24 / 10 / 2009.
- Hopkins, W.G., (2003) physiologie végétale. Traduction de la 2^{ème} édition américaine par Serge, R. Edition de Boeck.

(I)

- Iserin, P., Michel, M (2007). Larousse des plantes médicinales. Edition 21. Rue du Montparnasse, Paris cedex.

(J)

- Jeam, P., Catrine, T., Giues, L (1998). Biologie des plantes cultivées. Edition L'Arpers, Paris.
- Judd W, S., Campbell C, S., Kellogg E, A., Stevens, P (2002). Botanique systématique : Une perspective phylogénétique. 1^{ère} Edition. Edition Paris et Bruxelles.

(K)

- Konarev, A., Flaskok, J., Konechnaya, G., Shewry, P (2004). The distribution of serine proteinase inhibitors in seeds of the *Asteridae*. *Phytochemistry*65, 3003-3020.

(L)

- Lardry, J.M., Haberkom, V (2007). L'aromathérapie et les huiles essentielles. *KinesitherRev* 61, 14-7.
- Lorraine, E (2013). 100 questions sur la phytothérapie. Edition la Béotie, Italie.

(M)

- Mahmoudian, M., Jalipour, H., Dardashti, P.S (2002). Toxicity of *Peganum harmala* : review and case report. *Iran. Journal Pharmacol* 1, 1-4.
- Margara, J (1989). Bases de multiplication végétative. Les méristèmes et les organogènes. Edition Inra.
- Marles, R.J., Farnsworth, N (1996). Antidiabetic and thier active constituents: an udapte. *Protocols Journal of Botany and Medicine* 1, 85-135.
- Mayad, E.H., Chebli, B., Tahrouch, S., Rouchi, R., IdrissiHassani, L.M (2003). Optimisation de la germination et suivi des principaux métabolites secondaires au cours du développement chez *Peganum harmala L* (Zygophyllaceae). *Biologieet Santé* vol 3, 1.
- Mazliak, P (1982). Croissances et développement, physiologie végétale II. Edition Paris.
- Meyer, S., Reeb, C., Bosdeveix, R (2004). Botanique, biologie et physiologie végétale. Edition Maloine, Paris.
- Meyre-Silva, C., Yunes, R.A., Schlemper, V., Campos-Buzzi, F., Cechinel, V (2005). Analgesic potentiel or marrubiim derivatives, a bioactive diterpene present in *Marrubium vulgare*(Lamiaceae) *IL Farmaco*. Vol 60 (4), 321-326.

(N)

- Nambara, E., Akazawa, T., Mccourt, P (1991). Effects of the gibberellin biosynthetic inhibitor uniconazol on mutants of *Arabidopsis*. *Plant Physiol* 97, 736-738.
- Nagraret-Ehrhat, A.S (2008). La phytothérapie : Se soigner par les plantes. Edition Eyrolles, Paris.
- Nambara, E., Marion-Poll, A (2005). Abscisic acid biosynthesis and catabolism. *Annual Review of Plant Biology* 56, 165-85.

(P)

- Peyecru, P., Bechr, J.C., Carion, F., Crand Perrin, D., Prrier, C (2007). Biologie. Edition Dunod , Paris
- Prat, R (2007). Expérimentation en biologie et physiologie végétale. Hermann, Editeurs des sciences et des arts. Edition Quae.

(R)

- Rajjou, L., Gallardo, K., Debeaujon, I., Vandekerckhove, J., Job, C., Job, D (2004). The effect of alpha-amanitin on the *Arabidopsis* seed proteome highlights the distinct roles of stored and neosynthesized mRNAs during germination. *Plant physiol* 134, 1598-613.
- Rigano, A (2006). Effet des extraits de *Marrubium vulgare* sur la croissance de *Candida Albicans* responsable des infections nosocomiales. Mémoire de Magister. Université de Mostaganem.

(S)

- Sanjita, D., Kumar, P., Basu, S (2012). Phytoconstituents and therapeutic potentials of *Datura stamonium* Linn. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics* 2(3): 4-7.
- Santner, A., Calderon-Villalobos, L.I., Estelle, M (2009). Plant hormones are versatile chemical regulators of plant growth. *Nat Chem Biol* 5, 301-307.
- Schauenberg, P., Paris, F (2006). Guides des plantes médicinales analyse, description et utilisation de 400 plantes. Edition delachaux et niestlé, Paris, p 33-34.
- Schmelzer, G.H., Gurib, F.A., Arroba, R., Badoc, C.H., De Ruijter, A., Simmonds, M.S.J (2008). *Plant Resources of Tropical Africa* 11, 1.
- Seo, M., Nambara, E., Choi, G., Yamaguchi, S (2009). Interaction of light and hormone signals in germinating seed. *Plant Mol Biol* 69, 463-472.
- Soltner, D (2007). Les bases de la production végétale tome III, la plante. Edition Collection sciences et technique agricole, Paris.

(T)

- Tahrouch, S., Rapior, S., Mondolot-Cosson, S., Idrissi-Hassani, L.A., Bessière, J.M., Andary, C (2002). *Peganum harmala* : source combinée d'arômes et de colorants. *Rev. Biol. Biotech* 2, 33-37.
- Tabuti, J.R.S., Ley, K.A., Dhillon, S.S (2003). Traditional herbal drugs of Bulamogi. Uganda: plant, use and administration. *J. ethnopharmacology* 88, 19-44.

Références bibliographiques

- Thurzoval, L (1981). Les plantes santé qui poussent autour de nous. Edition Bordas.

(W)

- White, C.N., Proebsting, W.M., Hedden, P., Rivin, C.J (2000). Gibberellins and seed development in maize. Evidence that gibberellin / abscisic acid balance governs germination versus maturation pathway. *Plant Physiol* 122, 1081-1088.
- Wichtl, M., Anton, R (2003). Plantes thérapeutiques. Edition Tec & Doc Lavoisier, Paris.

(Y)

- Yakoubi, F (2014). Réponse hormonale des graines du gombo (*Abelmoschus esculentus.L*) sous stress salin. Mémoire de Magister. Université d'Oran.
- Yousefi, Y., Satomi, M., Oikawa, H (2009). Etude de l'activité antifongique de quelques extraits végétaux. Mémoire de Magister. Université de M'sila .

(Z)

- Zeguada, Z (2009). Activité allélopathique et analyse photochimique. Mémoire pour obtention le doctorat en biologie université d'Oran.