

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

**Conditions et techniques de germination des graines de  
plantes : un modèle de certaines plantes médicinales**

Présenté par :

**Debouba Mouna**

**Ayachi Ikram**

Devant le jury

Souhail Maalem

Pr. Université de Tébessa

Président

Hindel Fatmi

MCB Université de Tébessa

Examineur

Souad Mehalaine

MCB Université de Tébessa

Encadreur

Année universitaire : 2020/2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## ***Remerciement :***

*Tout d'abord ALLAH doit être grandement remercié pour m'avoir protégé, gardé et donné son aide.*

*J'exprime mon profond remerciement à mon professeur encadreur Mm. Mehalaine Souad qui nous a fait l'honneur d'être notre encadreur. Nous la remercions profondément pour son encouragement continu et aussi d'être toujours là pour nous écouter, nous aider et nous guider à retrouver le bon chemin par son sagesse et ses précieux conseils, ce qui nous a donné la force et le courage d'accomplir ce projet.*

*Merci à toute personne qui aurait contribué de près ou loin dans l'accomplissement de ce modeste travail.*

## الملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة الظروف التي تؤثر على الإنبات تحت الشروط الزجاجية لبعض الأنواع النباتية الطبية التي تم جمعها من المنطقة شبه الجافة الجزائرية (منطقة عين البيضاء، أم البواقي): الداتورة، الحرمل.

تم تقدير القوة الإنباتية لهذه البذور تحت شروط الإختبار الأولي، ثم معالجتها بجرعات متزايدة من حامض الجبريليك ثم حضنها في ظروف مختلفة في المختبر: في الظلام (30 درجة مئوية)، عند درجة حرارة 30 درجة مئوية مع تشرب حامض الجبريليك لمدة 24 ساعة، في مرحلة الضوء والظلام في درجة حرارة المختبر وفي إختبار تكيف الشتلات. تمت معالجة النباتات المتجددة لكلا نوعين الداتورة والحرمل بجرعات متزايدة من الأوكسين في المرحلة الخضرية.

أظهرت نتائج الإختبار الأولي أن معدل الإنبات منخفض (26.70%-20%) لكل من الداتورة والحرمل على التوالي.

حيث أظهر حامض الجبريليك تأثير معنوي عاليا ( $P < 0.01$ ) على إنبات بذور الداتورة بمعدل إنبات (10%-58%) على عكس بذور الحرمل (94%-100%). لم تظهر المعاملة بحامض الجبريليك في الظلام (30 درجة مئوية)، عند 30 درجة مئوية ومع التشرب لمدة 24 ساعة، في مرحلة الضوء والظلام عند درجة حرارة المختبر، أي تأثير معنوي على إنبات البذور لكلا النباتين.

أعطى إختبار التكييف نسبة تكيف عالية جدا بلغت (98.27%-88%) لكل من الداتورة والحرمل على التوالي. لم تؤثر معالجة نبات الداتورة بالأوكسين بشكل كبير على الكتلة الحيوية النباتية لهذا النبات.

**الكلمات المفتاحية:** النباتات الطبية، الإنبات تحت الشروط الزجاجية، حامض الجبريليك، الأوكسين.

## Résumé

L'objectif de ce travail est l'étude des conditions qui affectent la germination *in vitro* des graines de deux plantes médicinales collectées de la région semi-aride algérienne (région de Ain Beida, province de Oum El Bouaghi) : *Datura stramonium* L. et *Peganum harmala* L. Les graines des plantes ont été testées préliminairement pour leur pouvoir germinatif puis ont été traitées par des doses croissantes de l'acide gibbérellique (GA<sub>3</sub>) et incubées à différentes conditions dans le laboratoire : à l'obscurité (30 °C), à 30 °C avec imbibition à la GA<sub>3</sub> pendant 24 heures, à la phase lumière et obscurité à la température ambiante et au test d'acclimatation de plantules. Les plantes régénérées des deux espèces *D. stramonium* et *P. harmala* ont été traitées par des doses croissantes de l'acide indole acétique (AIA) au stade végétatif.

Les résultats obtenus ont montré que le test préliminaire a donné un taux de germination faible de 26.70% et 20% pour *D. stramonium* et *P. harmala* respectivement. L'acide gibbérellique a présenté un effet positif hautement significatif ( $P < 0.01$ ) sur la germination des graines de *D. stramonium* avec des taux de germination de 10% et 58% contrairement aux graines de *P. harmala* qui n'ont pas été significativement affectées par le traitement gibbérellique et qui ont présenté des taux de 94% et 100%. Le traitement par la GA<sub>3</sub> à l'obscurité (30 °C), à 30 °C avec imbibition pendant 24 heures, à la phase lumière et obscurité à la température ambiante n'ont montré aucun effet significatif sur la germination des graines des deux plantes. Le test d'acclimatation a produit un taux de réussite très élevé 98.27% et 88% chez *D. stramonium* et *P. harmala* respectivement. Le traitement de *D. stramonium* par l'AIA n'a pas significativement affecté la biomasse végétale de cette plante.

**Mots clés** : Plantes médicinales, germination *in vitro*, acide gibbérellique, auxine.

## **Abstract**

The objective of this work is the study of the conditions that affect the *in vitro* germination of the seeds of two medicinal plants collected from the semi-arid region of Algeria (Ain Beida region, Oum El Bouaghi province): *Datura stramonium* L. and *Peganum harmala* L. The seeds of the plants were tested preliminarily for their germination power then were treated with increasing doses of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) and incubated under different conditions in the laboratory: in the dark (30 ° C), at 30 ° C with GA<sub>3</sub> imbibition for 24 hours, in the light and dark phase at room temperature and under acclimatization test. Regenerated plants of both species *D. stramonium* and *P. harmala* were treated with increasing doses of indole acetic acid (IAA) at the vegetative stage.

The obtained results showed that the preliminary test gave a low germination rate of 26.70% and 20% for *D. stramonium* and *P. harmala* respectively. Gibberellic acid showed a highly significant positive effect (P<0.01) on the germination of *D. stramonium* seeds with germination rates of 10% and 58% contrary to the seeds of *P. harmala* which were not significantly affected by the gibberellic treatment and which presented rates of 94% and 100%. The treatment with GA<sub>3</sub> in the dark (30 ° C), at 30 ° C with imbibition for 24 hours, in the light and dark phase at room temperature showed no significant effect on seed germination of the two plants. The acclimatization test produced a very high success rate of 98.27% and 88% in *D. stramonium* and *P. harmala* respectively. Treatment of *D. stramonium* with IAA did not significantly affect the plant biomass of this plant.

**Key words:** Medicinal plants, *in vitro* germination, gibberellic acid, auxin.

### Liste des figures

N°	Titre	page
1	Taux de germination chez <i>Datura stramonium</i> et <i>Peganum harmala</i>	13
2	Effet de la GA <sub>3</sub> sur la germination des graines de <i>Datura stramonium</i>	13
3	Effet de la GA <sub>3</sub> sur la germination des graines de <i>Peganum harmala</i>	14
4	Moyenne du nombre de graines germées de <i>Peganum harmala</i> sous l'effet de la GA <sub>3</sub> à la phase lumière et obscurité.	15
5	Taux de réussite d'acclimatation de <i>Datura stramonium</i> et <i>Peganum</i> <i>harmala</i>	15
6	Effet de l'AIA sur le poids de la biomasse végétale de <i>Datura</i> <i>stramonium</i>	17

### Liste des photos

N°	Titre	Page
1	<i>Datura stramonium</i> L	4
2	<i>Peganum harmala</i> L	6
3	Germination des Graines. 01 : <i>Datura stramonium</i> 02 : <i>Peganum harmala</i>	14
4	Acclimatation des plantes dans laboratoire. 01 : <i>Datura stramonium</i> 02 : <i>Peganum harmala</i>	16
5	Acclimatation des plantes dans la serre, stade végétatif. 01 : <i>Datura stramonium</i> 02 : <i>Peganum harmala</i>	16
6	Acclimatation des plantes dans la serre, stade floraison. <i>Datura stramonium</i>	16

## Sommaire

<b>Introduction</b>	1
<b>Chapitre I : Partie Bibliographique</b>	
1. Les plantes étudiées	3
1.1. <i>Datura stramonium</i> L.	3
1.1.1. Classification	3
1.1.2. Description botanique	3
1.1.3. Répartition géographique	4
1.1.4. Composition chimique	4
1.1.5. Propriétés médicinales	5
1.2. <i>Peganum harmala</i> L.	5
1.2.1. Classification	5
1.2.2. Description botanique	5
1.2.3. Répartition géographique	6
1.2.4. Composition chimique	6
1.2.5. Propriétés médicinales	6
2. Germination des graines de plantes	7
2.1. Définition	7
2.2. Conditions de germination	7
2.2.1. Conditions externes	7
2.2.2. Conditions internes	7
2.3. Les phases de la germination	8
3. Effets des phytohormones sur la croissance des plantes	8
3.1. La gibbérelline	8
3.1.1. Définition	8
3.1.2. Biosynthèse de la gibbérelline	8

3.1.3. Rôle physiologique des gibbérellines	9
3.2. L'auxine	9
<b>Chapitre II: Matériel et méthodes</b>	
1. Matériel végétal	10
1.1. Collection des graines	10
2. Tests de germination <i>in vitro</i> des graines	10
2.1. Stérilisation des graines	10
2.2. Test 01 : Test préliminaire de germination	10
2.3. Test 02 : Effet de l'acide gibbérellique à l'obscurité (30 °C)	10
2.4. Test 03 : Effet de l'imbibition à la GA <sub>3</sub> pendant 24 heures (30 °C)	10
2.5. Test 04 : Effet de l'acide gibbérellique à la phase lumière et obscurité (température ambiante)	11
2.6. Test 05 : d'acclimatation des plantules	11
2.7. Test 06 : Effet de l'auxine sur la biomasse végétale	11
2.8. Analyse statistique	12
<b>Chapitre III: Résultats et discussion</b>	
1. Test 01 : test préliminaire	13
2. Test 02 : Effet de l'acide gibbérellique à l'obscurité (30 °C)	13
3. Test 03 : Effet de l'imbibition à la GA <sub>3</sub> pendant 24 heures (30 °C)	14
4. Test 04 : Effet de l'acide gibbérellique à la phase lumière et obscurité	14
5. Test d'acclimatation des plantules	15
6. Effet de l'auxine sur la biomasse végétale	16
<b>Conclusion</b>	19
<b>Références bibliographiques</b>	20

# Introduction

### **Introduction**

Depuis l'aube de l'humanité, les plantes permettent à l'homme non seulement de se nourrir, se vêtir, se loger, se chauffer, se parfumer... mais aussi de maintenir son équilibre, soulager ses souffrances, préserver et soigner les maladies qui nuisent à sa santé (Bruneton, 2013). Le mode d'utilisation des plantes médicinales est parvenu à travers la civilisation chinoise et romaine, la civilisation égyptienne par les embaumants et par les documents décrivant les pratiques des sorciers d'Afrique... ce qui a permis à présent d'avoir une panoplie de plantes aux produits naturels très diversifiée (Smitt et Halbran, 1999).

Actuellement l'organisation mondiale de la santé (OMS) estime environ 80% des habitants de la planète ont recours aux médecines traditionnelles à base de plantes en tant que soins de santé primaire (Krishnaiah et al., 2011 ; Bakchiche et al., 2013).

En Algérie, on a longtemps eu recours à la médecine traditionnelle grâce à la richesse et à la diversité floristique qui constitue un véritable réservoir phytogénétique, avec environ 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques (Bouazid et al., 2016).

Selon Aymonin (1980), plusieurs plantes communes, par suite d'altérations dans leur milieu, ont péri et se sont éteintes dans de nombreux pays. C'est le cas également de l'Algérie où un grand nombre d'espèces végétales rares ou endémiques sont menacées de disparition, ce qui nous impose de chercher des méthodes efficaces pour leur préservation. Les études de recherche sur la régénération des plantes médicinales sont très peu, Alors que l'établissement de techniques modernes 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).

Selon Meddour et Derridj (2007), l'établissement d'un réseau de banques de semences pourrait fournir la solution la plus pratique à ce problème. Actuellement, il est techniquement possible de préserver à long terme des semences viables, en utilisant des méthodes de conservation relativement simples. La germination des graines est une étape importante et vulnérable dans le cycle de vie des plantes. Ce processus est régulé par l'interaction des conditions environnementales et l'état physiologique de la graine (Steckel et al., 2004). Chaque espèce végétale a une gamme spécifique d'exigences environnementales nécessaires à la germination (température, humidité, lumière, etc) (Baskin et Baskin, 1998).

L'objectif de ce travail est d'étudier quelques facteurs qui affectent la germination des graines de deux plantes médicinales qui poussent spontanément dans la région semi aride algérienne : *Peganum harmala* L. et *Datura stramonium* L.

Le travail est subdivisé en trois parties :

- La première partie concerne l'étude bibliographique qui traite la description et l'importance des deux plantes, les conditions de la germination des graines des plantes.
- La deuxième partie traite les tests de germination réalisés dans le laboratoire et les moyens appliqués pendant l'expérimentation.
- La troisième partie est consacré aux résultats obtenus et leurs interprétations.

Revue  
bibliographique

## **1. Les plantes étudiées**

### **1.1. *Datura stramonium* L.**

#### **1.1.1. Classification**

Règne : Plantae

Embranchement : Spermatophyta

Sous-embranchement : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Solanales

Famille : Solanaceae

Genre : *Datura*

Espèce : *Datura stramonium* L.

#### **1.1.2. Description botanique**

*Datura stramonium* est une plante annuelle herbacée, pousse librement jusqu'à plus de un mètre de haut, dans les sols riches, généralement glabre, avec une odeur désagréable au froissement (Geeta et Gharaibeh, 2007 ; Boris, 2001 ; Aliasgharpour et al., 2000., Mirzamatov et al., 1972). La plante pousse au bord des chemins, dans les décombres, les lieux incultes et en adventice des cultures, particulièrement des Solanaceae et des Cucurbitaceae (Ozenda., 1983 ), elle fleurit de Juillet à Octobre ou même à Novembre (Shu, 1994), elle possède deux parties : une partie aérienne possédant une tige dressée, ronde, lisse et des ramifications dichotomiques (William et al., 2007; Philip et al., 2002; William, 2002). Les feuilles sont lancéolées ou bien ovales, pointues, grandes (de 10 à 20 cm de long et de 7 à 12 cm de large), et de couleur verte foncée ; elles sont alternes pétiolées, profondément découpées en lobes inégaux pointues et marquées par des nervures saillantes à la face inférieure (Steenkamp et al., 2004; Henri et al., 2003 ). Les fleurs hermaphrodites isolées axillaires à corolle blanche ou violacée, en forme d'entonnoir plissé terminé par cinq lobes, le calice lui aussi a cinq sépales plissés longitudinalement. La floraison a lieu de juillet à octobre (Flesch, 2005 ; William, 2002). Le fruit est une capsule épineuse, s'ouvrant par 4 valves épaisses et divisé intérieurement en quatre loges, chacune contenant plus de 100 graines (Bruneton, 1999).

Les graines sont noires, réniformes et à surface réticulée de 2 à 3mm de large (Henri et al., 2003). et de 3 à 5 mm de long sur 1 à 1,5 mm de diamètre, elles sont réniformes aplaties dont la surface est verruqueuse et finement réticulée ou ponctuée. La section longitudinale de la graine montre sous le tégument un albumen huileux, blanc entourant l'embryon deux fois recourbé (Paris et Moyse, 1971 ; Stray, 1992 ). Une capsule produit normalement 600 à 700

graines (Weaver et Warwick, 1984). La partie souterraine est moins développée que la partie aérienne, représentée par une racine principale à partir de laquelle partent des racines qui s'enfilent de plus en plus vers l'extrémité (Mendel, 2004).



**Photo 01.** *Datura stramonium* L. (Anonyme 1)

### **1.1.3. Répartition géographique**

Certains auteurs ont signalé que l'origine de *Datura stramonium* est incertaine, mais la plupart ont convenu que cette plante est originaire de la zone tropicale de l'Amérique centrale et du sud (Steenkamp et al., 2004). Elle a colonisé l'Europe à travers l'Espagne, elle s'est propagé ensuite en Afrique du nord et le long de la méditerranée. Aujourd'hui, on la trouve naturalisée dans toutes les régions du monde, excepté les régions à climat dur. Sa distribution est due aux voyages et à l'introduction des plantes décoratives d'origine variée (Debelmas et Delaveau, 1983).

### **1.1.4. Composition chimique**

Dans la plante de *Datura stramonium*, la biosynthèse des alcaloïdes est variable, elle dépend de l'espèce considérée, des conditions environnementales aux quelles l'espèce est soumise, de la période et des conditions de récolte de la plante (Baiza et al., 1998 ; Houmani, 1994 ; Mirzamatov et al., 1972). 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).

### **1.1.5. Propriétés médicinales**

Le *Datura stramonium* est une plante médicinale très importante. Ses graines et ses feuilles sont utilisées dans différentes recettes de traitement. Les graines sont souvent utilisées comme aphrodisiaque et sont également indiquées comme sédatif dans les maux de tête et comme narcotique dans l'insomnie, alors que les feuilles et les fleurs sont séchées et fumées ou fumigées dans le traitement de l'asthme (El Bazaoui et al., 2009). Quand les feuilles de *Datura stramonium* sont mélangées avec l'huile de moutarde, elles peuvent être utiles dans certains troubles cutanés. L'huile de fruit est utilisée pour apaiser les courbatures. Traditionnellement, cette plante est utilisée dans le traitement des rhumatisme. Elle est fréquemment utilisé comme antiparasitaire (Sayyed et Shah, 2014).

## **1.2. *Peganum harmala* L.**

### **1.2.1. Classification**

Règne : Plantae

Embranchement : Spermatophyta

Sous-embranchement : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Sapindales

Famille : Zygophyllaceae

Genre : *Peganum*

Espèce : *Peganum harmala* L.

### **1.2.2. Description botanique**

Le « harmel » est une plante herbacée, vivace, glabre, buissonnante, de 30 à 90 cm de hauteur, à rhizome épais, à odeur forte, désagréable, qui rappelle celle de la rue.

Les tiges dressées, très rameuses, qui disparaissent à l'hiver, portent des feuilles alternes, découpées. A leur extrémité, s'épanouissent les fleurs solitaires, assez grandes 25 à 30 mm dont les cinq sépales verts, linéaires, persistants dépassent la corolle aux pétales elliptiques, d'un blanc veiné de vert. Le fruit est une capsule globuleuse, à trois loges, de 6 à 8 mm, déprimée au sommet, entourée par les sépales persistants ; elle s'ouvre par 3 ou 4 valves pour libérer les nombreuses graines.

Les graines, de saveur amère, sont environ 2 mm, elles sont pyramidales, anguleuses, de couleur brun foncé tirant sur le rouge, à tégument externe réticulé ; on les récolte en été (Hammiche et al., 2013).



**Photo 02.** *Peganum harmala* L. (Ayachi I. Le 22 Avril, 2021, Hammamet, Tebessa).

### **1.2.3. Répartition géographique**

*Peganum harmala* est largement distribué à travers le monde, généralement dans la zone méditerranéenne surtout dans les zones sèche en Europe comme l'Espagne, la Russie, Hongrie, en Afrique (Maroc oriental, Sahara septentrional et hauts plateaux Algériens, Tunisie, steppes de la Lybie, déserts d'Egypte), et en Asie, il est répandu dans les steppes de l'Iran, du Pakistan, du Turkestan jusqu'au Tibet et en Sibérie (Bézanger-Beauquesne et al., 1980).

### **1.2.4. Composition chimique**

Parmi les constituants de *Peganum harmala*, acides aminés (phénylalanine, valine, proline, thréonine, histidine, acide glutamique), flavonoïdes, coumarines, bases volatiles, tanins, stéroïdes/triterpènes (Al Yahya, 1986). Outre des alcaloïdes dans la graine (3 à 4 %), dans la racine, la tige (0,36 %) et la feuille (0,52 %). Parmi les alcaloïdes trouvés dans la *Peganum harmala* : Harmane, Harmaline, Harmine et Harmalol. La teneur en alcaloïdes s'élève brusquement en été, durant la phase de mûrissement du fruit, au moment de la récolte de la graine. L'harmaline constitue les 2/3 des alcaloïdes totaux de la graine (Tahrouch et al., 2002).

### **1.2.5. Propriétés médicinales**

Pendant longtemps, *P. harmala* a été utilisé comme médicament folklorique pour le traitement de diverses affections, telles que le lumbago, l'asthme, les coliques, la jaunisse et comme emménagogue stimulant (Bukhari et al., 2008). Les graines possèdent des propriétés

hypothermiques et essentiellement hallucinogènes (Sharaf et al., 1997; Lamchouri et al., 1999; Fan et al., 1997), effet anti-tumoral (Madadkar et al., 2002 ; Goel et al., 2009), effet insecticide (Goel et al., 2009), anti-paludisme (Goel et al., 2009), antileishmanial (Mirzaie et al., 2007), antispasmodique, antihistaminique, vaso-relaxant (Asghari et Lockwood, 2002), effet cicatrisant, anti-oxydant, propriétés immunomodulatrices, cicatrisation leucémique (Zaker et al., 2007), effet hypoglycémiant (Singh et al., 2008), propriétés analgésiques et anti-inflammatoires, effets antinociceptifs (Monsef et al., 2004), effet hépatoprotecteur (Khaled et al., 2008). En outre, il a été rapporté que cette plante a des effets antibactériens, antifongiques et antiviraux (Darabpour et al., 2011).

## **2. Germination des graines de plantes**

### **2.1. Définition**

La germination d'une graine est définie comme étant la somme des événements qui commencent avec l'imbibition et se terminent par l'émergence d'une partie de l'embryon, généralement la radicule, à travers les tissus qui l'entourent (Bewley, 1997).

### **2.2. Conditions de germination**

#### **2.2.1. Conditions externes**

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. L'oxygène est également nécessaire à la germination (Soltner, 2007). La température est un facteur critique pendant la germination de la graine. A température optimale la germination est maximale et rapide (Alvarado et Bradford, 2002). Le métabolisme de la graine dépend de la température, elle affecte l'activité de l'ATPase, la respiration et la synthèse des protéines (Posmyk et al., 2001). La germination des graines est aussi affectée par la lumière ; selon Heller et al. (1990), 70 % des graines ont une photosensibilité positive, 25% sont à photosensibilité négative et 5% sont indifférentes.

#### **2.2.2. Conditions internes**

D'après Chaussat et Deunff (1975) la germination est influencée par la maturité et la longévité des semences. Pour qu'une semence germe, il faut qu'elle soit mature et toutes les parties constitutives soient complètement différenciées morphologiquement (Heller et al., 1990). La longévité est la durée pendant laquelle les semences restent vivantes et gardent leur pouvoir germinatif. La longévité varie selon les espèces et elle dépend des conditions de conservation, d'humidité et de température (Heller et al., 1990).

### **2.3. Les phases de la germination**

La germination de la graine comprend trois phases principales :

La première phase est celle de l'imbibition de la graine, qui se traduit par une augmentation régulière et importante de l'activité respiratoire (Come, 1970 ; Mazliak, 1982). La seconde phase est dite la germination sensu stricto, et marquée par un arrêt de l'absorption de l'eau et le maintien d'une activité respiratoire régulière (Mazliak, 1982). La troisième phase est caractérisée par une reprise de l'absorption de l'eau et une activité respiratoire de plus en plus importante due au développement de la radicule (Mazliak, 1982).

## **3. Effets des phytohormones sur la croissance des plantes**

### **3.1. La gibbérelline**

#### **3.1.1. Définition**

Le terme « gibbérellines » (ou GA) englobe un large groupe d'acides carboxyliques diterpénoïdes et tétracycliques. Les GA sont formées par 19 ou 20 atomes de carbone. En effet, beaucoup de gibbérellines C20 sont décarboxylées en position 20 au cours de la biosynthèse. Il en existe 136 formes différentes isolées de plantes ou de micro-organismes, nommées gibbérellines. La grande majorité de ces molécules sont inactives et sont en réalité des précurseurs ou catabolites des formes bioactives: la GA1, la GA3, la GA4 et la GA7. La GA3 est produite en quantité importante par le champignon *Gibberella fujikoroi* tandis que la GA1 et la GA4 sont les deux formes bioactives prédominantes chez les plantes (Griffiths et al., 2006).

#### **3.1.2. Biosynthèse de la gibbérelline**

La voie de biosynthèse des GA est bien décrite, le précurseur étant le géranyl-géranyldiphosphate (GGPP), molécule formée de 20 atomes de carbone à partir de laquelle la biosynthèse implique différentes enzymes et aboutit à la formation de la GA12 d'où dérivent toutes les GAs. Cette voie s'étend sur trois compartiments subcellulaires distincts : les plastes, le réticulum endoplasmique et le cytosol, ainsi que trois classes d'enzymes différentes : les terpènes synthases, les cytochromes P450 mono-oxygénases, et les dioxygénases 2-oxoglutarate-dépendantes. Les composants de cette voie de biosynthèse ont été identifiés et caractérisés chez *Arabidopsis* mais également chez le riz signifiant que cette unique voie semble conservée aussi bien chez les monocotylédones que chez les dicotylédones (Hedden et Philips, 2000 ; Yamaguchi, 2008).

### **3.1.3. Rôle physiologique des gibbérellines**

D'une façon générale, les GAs stimulent la croissance et le développement des plantes dans des processus variés, tels que la germination de la graine, l'allongement de la tige, l'expansion des feuilles, la maturation du pollen ou encore l'induction de la floraison (Achard et Genschik, 2009). Elles influencent ces processus en activant l'élongation et la division cellulaire (Ubeda-Thomas et al., 2008 ; Achard et al., 2009).

### **3.2. L'auxine**

Les auxines ont été les premières phytohormones découvertes et les plus étudiées. Elles ont été isolées par Went en 1926. En 1931, Kögl et Haagen-Smit purifient l'auxine et établissent sa composition chimique (Raven et al., 1986). Elle est issue du métabolisme du L-tryptophane chez de nombreux microorganismes, bactéries (Muller et al., 1989), champignons (Stein et al., 1990) et algues (Finnie et Van Staden, 1985). L'auxine est aussi produite par les jeunes feuilles et les graines de végétaux à partir des réactions de transamination et de décarboxylation du L-tryptophane. En général, le L-tryptophane constitue le précurseur principal pour l'auxine (Chung et Tzeng, 2004).

L'auxine possède de nombreux rôles physiologiques, son action dépendant à la fois de sa concentration et du type de tissu sur lequel.

-L'auxine est impliquée dans le contrôle de la division cellulaire chez les plantes.

-L'auxine est capable de stimuler l'élongation des cellules de la partie aérienne de la plante et joue un rôle essentiel dans l'activité du cambium et dans la formation des vaisseaux conducteurs qui forment le bois.

-Elle joue également un rôle majeur à toutes les étapes de la reproduction, elle est essentielle à la croissance du fruit et à la parthénocarpie.

-L'addition de l'auxine exogène permet d'augmenter la rhizogénèse adventive.

Cette hormone est responsable de la dominance apicale, l'élongation des tiges et la différenciation cellulaire (Whipps, 1990).

# Matériel et méthodes

## **1. Matériel végétal**

### **1.1. Collection des graines**

Les graines des deux plantes : *Datura stramonium* et *Peganum harmala* ont été collectées au stade fructification de l'habitat naturel des deux 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. Tests de germination *in vitro* des graines**

### **2.1. Stérilisation des graines**

Les graines ont été lavées dans l'eau de robinet pendant quelques minutes, puis stérilisées par l'éthanol (70%) pendant 1 minute suivie d'une immersion dans une solution de chlorure de mercure (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 01 : Test préliminaire de germination**

Les graines stérilisées des deux plantes ont été placées sur le sable stérile dans des boîtes en aluminium et incubées dans une serre. Les graines ont été imbibées quotidiennement avec de l'eau de robinet (Prat, 2007). Le test a été réalisé en trois répétitions.

### **2.3. Test 02 : Effet de l'acide gibbérellique à l'obscurité (30 °C)**

Les graines stérilisées ont été émergées dans quatre doses de l'acide gibbérellique ( $GA_3$ ) (0, 125, 250, 500 mg/L) pendant 2 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 à 30 °C dans une étuve.

### **2.4. Test 03 : Effet de l'imbibition à la $GA_3$ pendant 24 heures (30 °C)**

Les graines stérilisées ont été émergées dans quatre doses de l'acide gibbérellique ( $GA_3$ ) (0, 125, 250, 500 mg/L) pendant 24 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 à 30 °C dans une étuve.

### **2.5. Test 04 : Effet de l'acide gibbérellique à la phase lumière et obscurité (température ambiante)**

Les graines stérilisées ont été émergées dans quatre doses de l'acide gibbérellique (0, 125, 250, 500 mg/L) pendant 1 heure. 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. La température du laboratoire a été mesurée chaque jour, pendant l'expérimentation, avec un thermomètre. Nous avons enregistré une moyenne des températures minimales de 16.14 °C et une moyenne des températures maximales de 19.83 °C.

Tous les tests de germination ont été réalisés en cinq répétitions avec 10 graines dans chaque répétition, et le taux de germination a été calculé à la fin de l'expérimentation comme suit :

**Nombre de graines germées / Nombre de graines testées × 100**

### **2.6. Test 05 : acclimatation des plantules**

Les graines germées et développées en plantules saines et vigoureuses ont été destinées à un test d'acclimatation dans le laboratoire ensuite dans la serre. 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 mise pour acclimatation. Les plantules ont été irriguées chaque jours avec de l'eau stérile dans le laboratoire et puis avec de l'eau de robinet dans la serre. La température dans la serre a été mesurée chaque jour. Nous avons enregistré des températures minimales de 28 °C et maximales de 42 °C durant l'expérimentation. Le taux de réussite de développement de plantes a été calculé en pourcentage après deux mois d'acclimatation où *Datura stramonium* atteint le stade plein floraison et *Peganum harmala* atteint le stade plein végétatif.

### **2.7. Test 06 : Effet de l'auxine sur la biomasse végétale**

Après acclimatation dans la serre pendant un mois, les parties aériennes des plantes régénérées des deux espèces *Datura stramonium* et *Peganum harmala* ont été traitées par deux doses de l'AIA : 1 mg/l et 2 mg/l au stade végétatif pour tester l'effet de cette hormone sur le développement de la biomasse végétale, la matière sèche végétale et la teneur en alcaloïdes dans la matière sèche végétale. Après un mois du traitement hormonal, le poids de la biomasse végétale a été estimé en gramme mais nous n'avons pas pu estimer le poids de la matière sèche et

la concentration en alcaloïdes car ces deux paramètres nécessiteraient au moins un mois supplémentaire.

### **3. Analyse statistique**

Les résultats obtenus ont été traités par une analyse de la variance (ANOVA) à un seul facteur pour tester l'effet de l'acide gibbérellique. Les résultats obtenus du test 04 ont été traités par une analyse de la variance à deux facteurs pour tester l'effet de l'acide gibbérellique à la lumière et à l'obscurité.

# Résultats et discussion

### 1. Test 01 : test préliminaire

Les résultats obtenus du test préliminaire de germination ont montré que le taux de germination était faible chez les deux plantes (26.70% et 20%) pour *D. stramonium* et *P. harmala* respectivement (Fig 01).

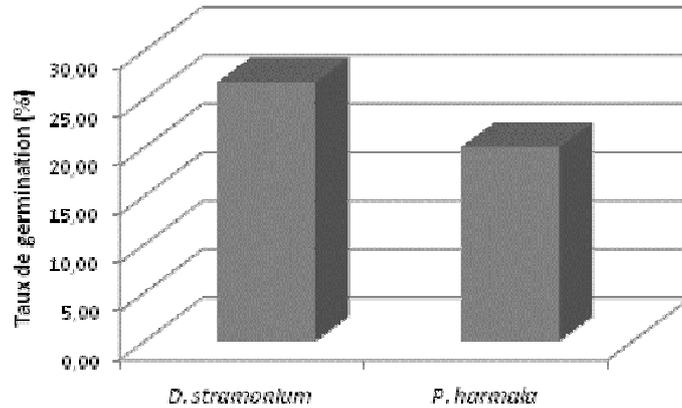


Fig. 1. Taux de germination chez *Datura stramonium* et *Peganum harmala*

### 2. Test 02 : Effet de l'acide gibbérellique à l'obscurité (30 °C)

Les résultats obtenus de l'analyse de la variance ont montré un effet hautement significatif ( $P < 0.01$ ) de l'acide gibbérellique sur la germination des graines de *Datura stramonium*. Le nombre de graines germées augmente avec la croissance des doses de la  $GA_3$  appliquées. Le nombre de graines germées est entre 1 et 5.8 ce qui correspond à un taux de germination de 10% et 58% (Fig 02). Alors que la  $GA_3$  n'a présenté aucun effet significatif sur la germination des graines de *Peganum harmala*. Le nombre de graines germées est entre 9.4 et 10 correspondant à un taux de germination de 94% et 100% (Fig 03) (Photo 03).

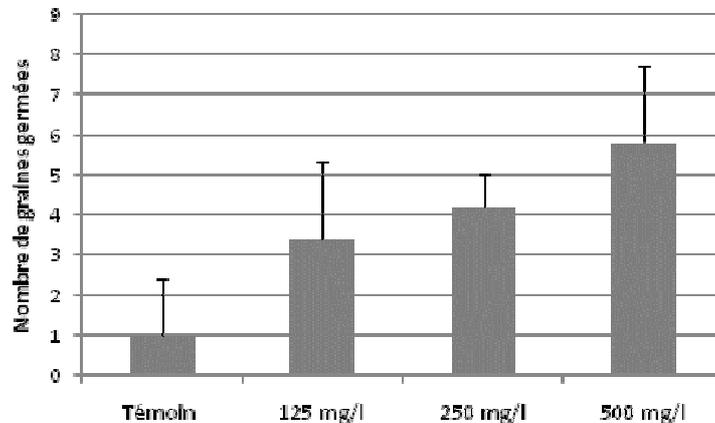


Fig. 2. Effet de la  $GA_3$  sur la germination des graines de *Datura stramonium*

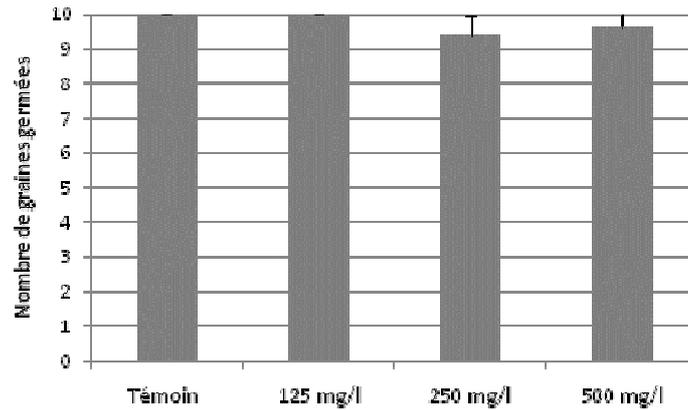


Fig. 3. Effet de la GA<sub>3</sub> sur la germination des graines de *Peganum harmala*



Photo 03. Germination des graines. 01: *D. stramonium*, 02: *P. harmala* (Ayachi et Debouba)

### 3. Test 03 : Effet de l'imbibition à la GA<sub>3</sub> pendant 24 heures (30 °C)

L'imbibition des graines de *Datura stramonium* dans les différentes doses de la GA<sub>3</sub> pendant 24 heures et l'incubation à 30 °C n'a exercé aucun effet positif sur la germination ; les graines n'ont pas germé. Cela peut être attribuer à l'effet inhibiteur le la GA<sub>3</sub> après une durée longue d'imbibition.

### 4. Test 04 : Effet de l'acide gibbérellique à la phase lumière et obscurité (température ambiante)

Les graines de *Datura stramonium* n'ont pas répondu à l'application de la GA<sub>3</sub> dans les deux phase (lumière et obscurité) ; nous n'avons marqué aucune germination. L'analyse de la variance a montré que les doses de la GA<sub>3</sub>, les deux phases (lumière et obscurité) et leur interactions n'ont pas présenté un effet significatif sur la germination des graines de *Peganum harmala*. La moyenne du nombre des graines germées est élevée, entre 7.6 et 9 correspondant à un taux de germination de 76% et 90% (Fig 04).

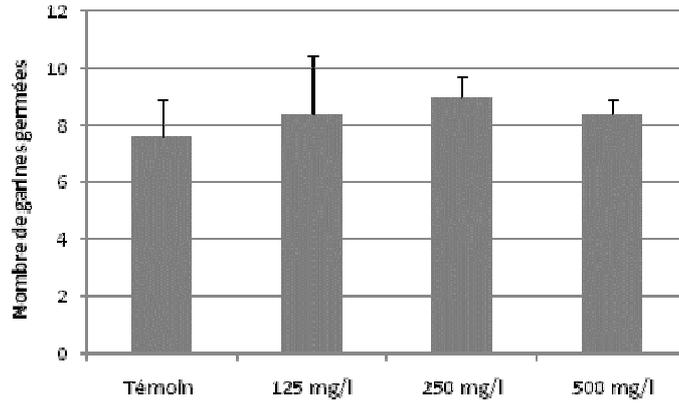


Fig. 4. Moyenne du nombre de graines germées de *Peganum harmala* sous l'effet de la GA<sub>3</sub> à la phase lumière et obscurité.

### 5. Test d'acclimatation des plantules

Après 30 jours de repiquage de plantules pour acclimatation dans la serre, nous avons enregistré un taux de réussite de croissance de plantules très élevé : 98.27% et 88% chez *Datura stramonium* et *Peganum harmala* respectivement (Fig 05) (Photo 04, 05, 06).

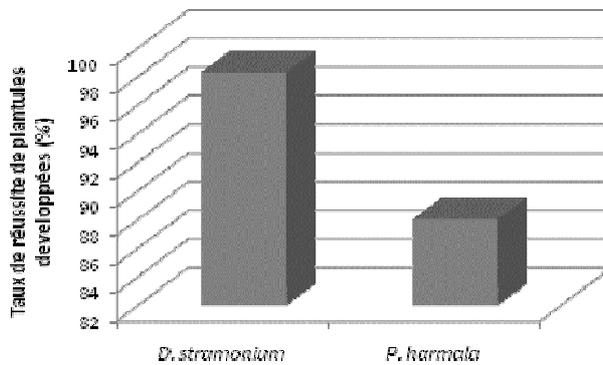


Fig.5. Taux de réussite d'acclimatation de *Datura stramonium* et *Peganum harmala*



Photo 04. Acclimatation des plantules dans le laboratoire. 01: *D. stramonium*, 02: *P. harmala* (Ayachi et Debouba)



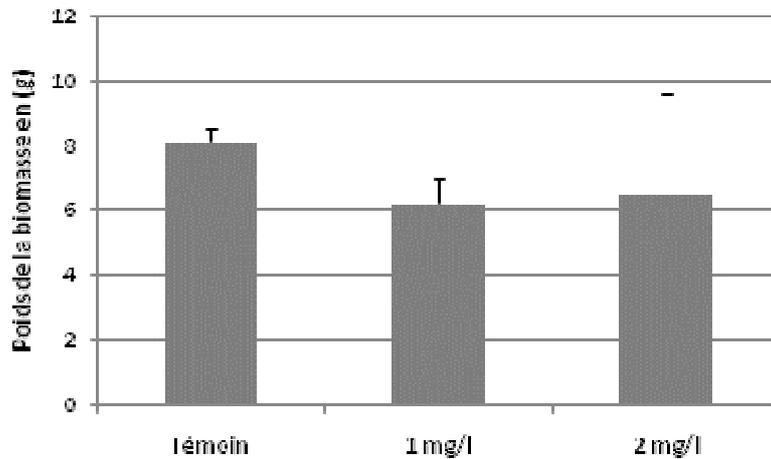
Photo 05. Acclimatation des plantules dans la serre, stade végétatif. 01: *D. stramonium*, 02: *P. harmala* (Photo. Ayachi et Debouba)



Photo 06. Acclimatation des plantules dans la serre, stade floraison, *D. stramonium* (Photo. Ayachi et Debouba)

## 6. Effet de l'auxine sur la biomasse végétale

L'analyse de la variance a montré que le traitement des plantes par l'auxine n'a pas présenté un effet significatif sur le développement de la biomasse végétale de *Datura stramonium*. Les valeurs enregistrées sont 8.11 g pour le témoin, 6.20 g et 6.48 g pour les doses 1 mg/l et 2 mg/l respectivement (Fig 06). Pour *Peganum harmala*, nous n'avons pas pu évaluer la biomasse car le développement des plantes était très faible.



**Fig. 6.** Effet de l'AIA sur le poids de la biomasse végétale de *Datura stramonium*

La germination commence avec le début de l'imbibition de la semence et s'achève juste avant l'allongement de l'axe embryonnaire (Côté Me, 1982). Lorsque des semences viables n'arrivent pas à germer ou à germer difficilement dans un environnement convenable, elles sont considérées comme dormantes (dormance secondaire) (Côté Me, 1982). Alors que la dormance primaire est provoquée par l'effet de l'acide abscissique (ABA) pendant le développement de la graine (Bewley, 1997). Plus la teneur en ABA de la graine est importante plus la dormance est prononcée, et vice versa (Frey et al., 1999). D'après Grappin et collaborateurs (2000), l'ABA maintient la dormance au cours de l'imbibition. En effet, ces auteurs ont démontré la présence d'une néo-synthèse d'ABA dans les premières heures de l'imbibition, qui empêchent l'accomplissement de la germination.

Dans notre test préliminaire de germination, la diminution du taux de germination chez les deux plantes *D. stramonium* et *P. harmala* peut être expliquée par l'effet de l'ABA endogène. Dissanayake et al. (2010) ont rapporté que la GA<sub>3</sub> induit la germination et lève la dormance, mais l'application de l'ABA peut exercer l'effet inverse de celui de la GA<sub>3</sub> et la dormance/germination est régulée par l'équilibre entre la GA<sub>3</sub> et l'ABA. Selon Baskin et Baskin (2004), les concentrations de la GA<sub>3</sub> peuvent également affecter la germination des graines. Il a été rapporté que les concentrations optimales de la GA<sub>3</sub> sont capables de lever la dormance (Dissanayake et al., 2010). D'après Graeber et al. (2010), l'effet inhibiteur de l'ABA sur la germination des graines réside dans le retard de l'élongation de la radicule et l'épuisement de l'endosperme.

Parmi les facteurs extérieurs qui influent la germination des graines, la température et la lumière. Il existe une relation compliquée entre la température et la lumière (Salisbury et Ross, 1985). La lumière est également essentielle dans le contrôle de la germination (Yamaguchi et Kamiya, 2002). Cependant, dans les environnements arides et semi-arides, les espèces végétales ont montré un large éventail de réponses : germination ou non germination des graines en fonction des variations de la température (Kigel, 1995). Selon Padilla et Encina (2003), les graines exigent une température appropriée pour les différents processus de 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), Houmani-Benhizia (1999), préconise un optimum thermique de 30°C pour induire la germination des graines de *Datura stramonium*.

Le tégument peut agir comme un filtre lumineux influençant l'action combinée des composants rouge et rouge-lointain de la lumière blanche et du rapport phytochrome Pfr/Pr (Bewley et Black, 1982). La lumière est perçue par la graine au niveau des phytochromes qui sont impliqués dans la modulation des hormones endogènes GA et ABA (Seo et al., 2009). 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). Hammouda et Bakr (1969) ont rapporté que *Peganum harmala* est à photosensibilité négative, *Datura stramonium* est à photosensibilité positive.

En raison des températures appropriées dans la serre, nous avons obtenu une bonne croissance et développement au stade végétatif, floraison et début fructification de la plante *Datura stramonium* au cours de l'acclimatation.

# Conclusion

### Conclusion

Dans ce travail, nous avons étudié les conditions extérieures qui affectent la germination *in vitro* des graines de deux plantes médicinales : *Datura stramonium* L. et *Peganum harmala* L.

Les résultats obtenus ont montré que :

- Le test préliminaire a présenté un taux de germination faible de 26.70% et 20% pour *D. stramonium* et *P. harmala* respectivement.
- L'acide gibbérellique a affecté positivement et significativement la germination des graines de *D. stramonium* qui a présenté des taux de germination de 10% et 58%. Alors que les graines de *P. harmala* n'ont pas été significativement affectées par le traitement gibbérellique et ont présenté des taux de germination élevés de 94% et 100%.
- Le traitement par la GA<sub>3</sub> à l'obscurité (30 °C), à 30 °C avec imbibition pendant 24 heures, à la phase lumière et obscurité à la température ambiante n'ont montré aucun effet significatif sur la germination des graines des deux plantes ; le *P. harmala* a présenté des taux élevés de 76% et 90%.
- Le test d'acclimatation a donné un taux de réussite très élevé 98.27% et 88% chez *D. stramonium* et *P. harmala* respectivement.
- Le traitement de *D. stramonium* par l'AIA n'a pas significativement affecté la biomasse végétale de cette plante.

Dans cette étude, nous avons montré les conditions extérieures qui affectent la germination des graines de *D. stramonium* et *P. harmala*. L'effet de l'AIA sur la biomasse végétale a été également testé. Dans le futur, l'effet de cette hormone sur la teneur en alcaloïdes devrait être étudié.

# Références bibliographiques

**Listes des Références bibliographiques**

(A)

- Achard, P. & Genschik, P. Releasing the brakes of plant growth: how GAs shutdown DELLA proteins. *J. Exp. Bot.* 60, 1085–1092 (2009).
- Achard, P., Gusti, A., Cheminant, S., Alioua, M., Dhondt, S., Coppens, F., Beemster, G. T., and Genschik, P. Gibberellin signaling controls cell proliferation rate in Arabidopsis. *Curr. Biol.* 19, 1188–1193 (2009).
- Alexander V Konarev., Jonathan Griffin., Galina Yu. Konechnay., Peter R. Shewry. (2004) The distribution of serine proteinase inhibitors in seeds of the Asteridae. *Phytochemistry* 65, 3003–3020.
- Aliasgharpour. M., Hekmet Shoar. H., Hosseyni M. S. 2000. Stigma of *Datura stramonium* L. (Solanaceae): Histogenesis, morphology and developmental anatomy. *J. Sci. Iran.* 11, N°. 4.
- Alvarado V., Bradford K.J. 2002. A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. *Plant Cell Environ* 25(8): 1061-1069.
- Al Yahya M. A. (1986). Phytochemical studies of the plants used in traditional medicine of Saudi Arabia. *Fitoterapia* 52, 179\_182.
- Andrea Brock., Stefan Bieri., Philippe Christen., Birgit Dräger. (2005) Calystegines in wild and cultivated *Erythroxylum* species. *Phytochemistry* 66, 1231–1240.
- Anonymel :  
<https://www.pharmanatur.com/Intoxication/Datura%20stramonium.htm>
- 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.
- Asghari et Lockwood, 2002 ???????
- Aymonin G. 1980. Stratégies pour la sauvegarde des espèces végétales : quelques aspects récents. *Bull. Soc. Et. Sci. Nat. N.S.* 7 (48) : 24-37.

(B)

- Bakchiche B., Gherib A., Aazza S., Gago C., Miguel M.G. (2013). Antioxidant activities of eight Algerian plant extracts and two essential oils. *Industrial Crops and Products*, 46: 85- 96.
- Baiza A M., Adriana Q., Jozé A R., Maldonado-Mendoza I and Loyola-Vargas V M. 1998. Growth patterns and alkaloid accumulation in hairy root and untransformed root cultures of *Datura stramonium*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 54: 123–130.
- Baskin J.M., Baskin C.C. 1998. *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, San Diego, CA, USA.
- Baskin, J.M., Baskin, C.C. (2004). A classification system for seed dormancy. *Seed Sci Res* 14, 1-16.
- Bewley J.D. & M. Black, 1982.- *Physiology and Biochemistry of Seeds In Relation to Germination, 2 - Viability, Dormancy, and Environmental Control*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 374 p.
- Bewley, J., D. (1997). Seed germination and dormancy. *Plant Cell* 9, 1055-1066.
- Bézanger-Beauquesne L, Pinkas M, Torck M, and Trotin F, 1980. *Plantes médicinales des régions tempérées*, Ed Maloine, Paris, 156.
- Bonga, J.M., Klimaszewska, K.K., Von Aderkas, P (2010). Recalcitrance in clonal propagation, in particular of conifers. *Plant Cell Tissue Organ Cult* 100, 241-254.
- Bouzid, A., Chadli, R., Bouzid, K., 2016. Étude ethnobotanique de la plante médicinale *Arbutus unedo* L. dans la région de Sidi Bel Abbés en Algérie occidentale. *Phytothérapie* 15 (6), 373-378.
- Boris M. 2001. Intoxication des animaux domestiques par les plantes de la famille des Solanacées. thèse de Doctorat.
- Bukhari N, Choi JH, Jeon CW, Park HW, Kim WH, Khan MA, Leet SH (2008). Phytochemical Studies of the Alkaloids from *Peganum Harmala*. *Appl. Chem.*, 12(1): 101-104.
- Bruneton, J. « Pharmacognosie », *Plantes médicinales*, Ed. Lavoisier, Techniques et Documentation, Paris 1999, 405 ; b) Da Cruz-Cabral, L. ; Fernandez-Pinto, V. ; Patriarca, A *Int J Food Microbiol.* 2013, 166, 1-14.

(C)

- Chaussat, R., Lendeunff, Y (1975). La germination des semences. Edition Bordars. Paris.
- Chung K.R. and Tzeng D. (2004). Biosynthesis of indole-3-acetic acid by the gallinducing fungus *Ustilago esculenta*. *J. Biol. Sci.* 04(6), 744-750.
- Côme, D. 1970. Les obstacles à la germination. Collection "monographie et physiologie végétale". Masson. Paris. 162 p.
- Côme D., 1982. Germination. 129-225. In Mazliak P. : « *Croissance et développement. Physiologie Végétale 11* », Hermann, 465 p.
- Côme D., Thevenot C., 1982. Environmental control of embryo dormancy and germination, 271-298. In Khan A. A. : « *The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination* ». Elsevier Biomedical Press, Amsterdam, New York, Oxford, 547 p

(D)

- Darabpour E, Poshtkouhian Bavi A, Motamedi H, Seyyed Nejad SM (2011). Antibacterial activity of different parts of *Peganum harmala* L. growing in Iran against multi-drug resistant bacteria. *Excl. J.*, 10: 252-263.
- Debelmas A. M., Delaveau, P (1983). Guide des plantes dangereuses. 2<sup>ème</sup> édition. Edition Maloine, Paris.
- Dissanayake, P., George, D.L., Gupta, M.L. (2010). Effect of light, gibberellic acid and abscisic acid on germination of guayule (*Parthenium argentatum* Gray) seed. *Industrial Crops and Products* 32, 111-117.

(E)

- El Bazaoui A, Stambouli H, Bellimam MA, Soulaymani A. 2009. Détermination des alcaloïdes tropaniques des graines du *Datura stramonium* L. par CPG/SM et CL/SM. *Ann Toxicol Anal* 21(4): 183-188.

(F)

- Fan B, Liang J, Men J, Gao F, Li S, Zhao S, Hu T, Dang P, Zhang L (1997). Effect of total alkaloid of *Peganum harmala* L. in the treatment of experimental haemosporidian infections in cattle. *Trop. Anim. Health Prod.*, 29(4): 77-83
- Finnie J.F. and Van Staden J. (1985). Effect of seed weed concentrate and applied hormones on in vitro cultured tomato roots. *Journal of Plant Physiology*. 120, 215-222.
- Frey, A., Audran, C., Marin, E., Sotta, B. and Marion-Poll, A. (1999). Engineering seed dormancy by the modification of zeaxanthin epoxidase gene expression. *Plant Mol Biol* 39, 1267-74.

(G)

- Gay, C (1978). Usage des daturas, plantes ornementales, magiques, médicinales et hallucinogènes. Edition Cochin-Port Royal, Paris.
- Geeta R., Ghariabeh W. 2007. Historical evidence for a pre-colombian presence of *Datura* in the old world implication for a first millennium transfer from the new world. *J. Biosci.* 32: 1227-1244.
- Goel N, Singh N, Saini R (2009). Efficient *in vitro* multiplication of Syrian Rue (*Peganum harmala* L.) using 6-benzylaminopurine pre-conditioned seedling explants. *Nat. Sci.* 7:129-134

(H)

- Haïcour, R (2002). Biotechnologies végétales, techniques de laboratoire. Edition Tec & Doc Lavoisier Paris.
- Hammiche et al., Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour méditerranéen
  - © Springer-Verlag France, Paris 2013
- Hammouda, M. A., & Bakr, Z. Y. (1969). Some aspects of germination of desert seeds. In *Phyton-Annales Rei Botanicae*. 13, 21-23.
- 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. Abrégés de physiologie végétale (Tome II). Masson (ed.) Paris, 266 p.
- Henri Arouko., Marie-Dominique Matray., Coralie Braganca., Jea–Pierre mpaka., Laure chinello., Françoise Castaing., Christine BARTOU., Daniel POISOT. (2003) L'intoxication volontaire par l'ingestion de *Datura stramonium*. Ann. Med. Interne, 2003.154, Hors- Série I, pp.1S 46-1S50.
- Houmani Z. 1994. Effet de séchage sur la composition en alcaloïdes tropaniques d'une plante médicinale : *Datura stramonium* L. Thèse de Magistère.
- Houmani-Benhizia Z., 1999- Quelques plantes algériennes à alcaloïdes tropaniques, effet du stress salin et hydrique sur la production d'alcaloïdes, variation de leur teneur au cour du stockage, Th, Doc, I.N.A.,El-Harrach, Alger, 86p, annexes

(K)

- Khaled HK, Masmoudi H, Ellouz F, ElFeki A, Carreau S (2008). Protective effects of *Peganum harmala* extracts on thiourea-induced diseases in adult male rat. J. Environ. Biol., 29(1): 73-77.
- Kigel J., 1995.- Seed germination in arid and semiarid regions. In: Seed development and germination. J. Kigel & G. Galili (eds), Marcel Dekker Inc. New York, Basel, Hong Kong, 645-699.
- Krishnaiah D., Sarbatly R. & Nithyanandam R. (2011). A review of the antioxidant potential of medicinal plant species. Food and bioproducts processing, 89: 217-233.

(L)

- Lamchouri F, Settaf A, Cherrah Y, Zemzami M, Lyoussi B, Zaid A, Atif N, Hassar M (1999). Antitumour principles from *Peganum harmala* seeds. Therapy, 54(6): 753-758.

(M)

- Madadkar Sobhani A, Ebrahimi SA, Mahmoudian M (2002). An invitro evaluation of human DNA topoisomerase I inhibition by *Peganum harmala* L. seeds extract and its beta-carboline alkaloids. J. Pharm. Pharmaceut. Sci., 5(1): 19-23

- 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.
- Mazlaik P., 1982. Physiologie végétale. Nutrition et métabolisme. 530 p.
- Mazlaik., 1982- Physiologie végétale, croissance et développement. Tome 3. Ed. Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, Paris, 420p.
- Meddour R., Derridj A. 2007. Les banques de semences : une stratégie de conservation EX SITU des plantes et endémiques. Revue Campus (5) : 71-79.
- Mendel Friedman. (2004) Analysis of biologically active compounds in potatoes (*Solanum tuberosum*), tomatoes (*Lycopersicon esculentum*), and jimson weed (*Datura stramonium*) seeds. Journal of Chromatography A, 1054 (2004) 143-155.
- Mirzamatov R. T., Malikov V. M., Lutfullin K. L., Yunusov S. Y., Soedin Khim P. 1972. Dynamics of the accumulation of alkaloids in *Datura stramonium* L., pp 493.
- Mirzaie M, Nosratabadi SJ, Amin Derakhshanfar A, Sharifi I (2007). Antileishmanial activity of *Peganum harmala* extract on the in vitro growth of *Leishmania major* promastigotes in comparison to a trivalent antimony drug. Veterinarski Arhivir., 77(4): 365-375.)
- Monsef HR, Ghobadi A, Iranshahi M (2004). Antinociceptive effects of *Peganum harmala* L. alkalid extract on mouse formalin test. J. Pharm. Pharmaceut. Sci., 7(1): 65-69
- Muller M., Deigele C. and Ziegler H. (1989). Hormonal interactions in the rhizospheres of maize (*Zea mays* L.) and their effect on plant development. ZPflanzenernahar. Bodenkd. 152, 247-254.

### (O)

- Ozenda P., 1983 – Flore du sahara. 2ème éd., Ed. CNRS, Paris. 622

(P)

- Padilla, I.M.G., Encina, C.L. (2003). In vitro germination of Cherimoya (*Annona cherimola* Mill.). *Scientia Horticulturae* 97, 219-227.
- Paris R.R et Moyse H., 1971 - Les Solanacées médicale.- Matière médicale. 3è m édit., Masson et Cie Edit., Paris, 76-79.
- Philip Salem., Richard Shih., Paul Sierzenski., Jame Reed. (2002) Effect of physostigmine and gastric lavage in a *Datura Stramonium* –induced anticholinergic poisoning epidemic.
- Prat, R (2007). Expérimentation en biologie et physiologie végétale. Hermann, Editeurs des sciences et des arts. Edition Quae.
- Posmyk M.M., Corbineau F., Vine1 D., Bailly C. and Come D., (2001). Osmo conditioning reduces physiological and biochemical damage induced by chilling in soybean seeds. *Physiologia Plantarum*, 111: 473-482.

(R)

- Raven P. H., Evert R.F. and Eichorn S.E. (1986). Regulating Growth and Development: the plant hormones. In: *Biology of plants*. Fourth Edition. Worth Publishers INC. New York.

(S)

- Salisbury F.B. & C. Ross, 1985.- *Plant physiology*. Wadsworth Publishing Company, Belmont, California, 540 p.
- Sayyed A, Shah M. 2014. Phytochemistry, pharmacological and traditional uses of *Datura stramonium* L. review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 2 (5): 123-125.
- Seo M, Nambara E, Choi G, Yamaguchi S (2009) Interaction of light and hormone signals in germinating seeds. *Plant Mol Biol* 69: 463-472.

- Sharaf M, El-Ansari MA, Matlin SA, Saleh NA (1997). Four flavonoid glycosides from *Peganum harmala*. *Phytochem.*, 44(3): 533-536
- Singh AB, Chaturvedi JP, Narender T, Srivastava AK (2008). Preliminary studied on the hypoglycemic effect of *Peganum harmala* seeds ethanol extract on normal and streptozocine induced diabetic rats. *Indian J. Clin. Biochem.*, 23(4): 391-393
- Smitt. S et Halbran Y., 1999 – Les médecines douces- Ed Monde D'aujourd'hui, CD.
- Soltner D., 2007- Les bases de la production végétale tome III, la plante. Ed. Collection sciences et technique agricole Paris, 304p.
- Steckel L.E., Sprague C., Stoller E.W., Wax L. 2004. Temperature effects on germination of nine *Amaranthus* species. *Weed Sci.* 52: 217-221.
- Stein A., Fortin J.A. and Vallee G. (1990). Enhanced rooting of *Picea marianacuttings* by ectomycorrhizal fungi. *Can. J. Bot.* 68, 492-498.
- Steenkamp P. A., N. M. Harding., F. R. van Heerden., B. -E. van Wyk. (2004) Fatal *Datura* poisoning: identification of atropine and scopolamine by high performance liquidchromatography/photodiode array/mass spectrometry. *Forensic Science International* 145, 3139.
- Stray F., 1992 -Plantes médicinales.- éd. Gründ, Paris, 22.

### (T)

- Tahrouch S., Rapior S., Mondolot\_Cosson L., Idrissi\_Hassani L. A., Bessiére J. M. et Andary C. (2002). *Peganum harmala* :source combinée d aromes et de colorants. *Rev. Biol. Biotech* (2), 33\_37.

### (U)

- Úbeda-Tomás, S., Swarup, R., Coates, J., Swarup, K., Laplaze, L., Beemster, G. T., Hedden, P., Bhalerao, R., and Bennett, M. J. Root growth in *Arabidopsis* requires gibberellin/DELLA signalling in the endodermis. *Nat. Cell Biol.* 10, 625–628 (2008).

(W)

- Weaver S.E. et Warwick S.I., 1984 – The biology of Canadian weeds.- *Datura stramonium*. *Can.J.Bot.* 64 : 979-991.
- Whipps J. M. (1990). Carbon economy in the rhizosphere. Ed. J. M. Lynch, Wiley Series in *Ecol. Appl. Microbiol.* 59-97.
- Wichtl, M., Anton, R (2003). Planes thérapeutiques. Edition Tec & Doc Lavoisier, Paris.330.
- William Charles Evans. (2002) Trease and Evans Pharmacognosy. Edition, 15<sup>th</sup>. Ed. ISBN, 0702026174. Pp. 338-344.
- William H., Cheryl M., Jill E., Michels. (2007) Herbal Drugs of Abuse: An Emerging Problem. *Emergency Medicine Clinics of North America*. Vol. 25, pp, 435-457.

(Y)

- Yamaguchi, S. and Kamiya, Y. (2002). Gibberellins and light-stimulated seed germination. *Journal of plant growth regulation* 20, 369-376.

(Z)

- Zaker F, Oody A, Arjmand A (2007). A study on the antitumoral and differentiation effects of *Peganum harmala* derivatives in combination with ATRA on leukaemic cells. *Arch. Pharm. Res.*, 30(7): 844-849.
- Zeguada, Z (2009). Activite allelopathique et analyse photochimique. Mémoire pour obtention le doctorat on biologie université d'Oran.