

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université SAAD Dahleb.Blida



Faculté des sciences Agro-vétérinaires et Biologiques

Département d'Agronomie

En vue de l'obtention du diplôme de Master 2 En sciences de la nature et de la vie.

Spécialité : Biotechnologie des plantes aromatiques et médicinales et des produits naturels

THEME

**L'effet des alcaloïdes tropaniques de la stramoine
Datura stramonium sur le développement de la mélisse
Melissa officinalis L**

Présenté par : **HADRI Yasmina**

Soutenu le : 16/12/2012

Devant le jury composé de :

M ^{me} HOUMANI Z.	Pr	USDB	Présidente
Mme. CHEBATA N.	MAA	USDB	Promotrice.
Mr. AISSAT A.	MCA	USDB	Examinateur
Mme. GHANAI R.	MCA	USDB	Examinatrice.

Année universitaire : 2011-2012

Remerciement

En préambule à ce mémoire je remercie ALLAH le tout puissant qui m'a aidé et m'a donné, la force, la patience, et le courage durant ces longues années d'étude, m'a guidé sur le droit chemin tout au long du travail. Sans Sa miséricorde, ce travail n'aura pas abouti.

J'adresse mes plus sincères remerciements à mes parents HADRI Mohammed et RAHMAYNI aïcha, qui par leurs prières et leurs encouragements, j'ai pu surmonter tous les obstacles.

Je tiens à remercier infiniment ma promotrice Mlle CHEBATA N., qui m'a permis de bénéficier de son encadrement, elle est toujours montrée à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ses précieux conseils, ses qualités humaines, et ses bonnes explications qui m'ont éclairé le chemin de la recherche pour l'accomplissement de ce modeste travail, Pour tout cela, je tiens à lui exprimer toute ma gratitude.

Mes remerciements s'adresseront également à, Mme HOUMANI. Z pour l'honneur qu'elle me fait en acceptant de présider ce jury, aussi Je suis reconnaissante pour le temps qu'elle m'a consacré tout au long de l'expérience enrichissante ; sachant répondre à mes questions; sans oublier sa participation au cheminement de ce travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury Mr AISSAT. A et Mme GHANAI. R pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre sujet en acceptant d'examiner notre modeste travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Je n'oublie pas ma sœur Asmaâ qui m'a aidé, m'a soutenu et m'a encouragé au cours de la réalisation de ce mémoire.

Je voudrais exprimer un infini merci à ma sœur Khadidja mes frère Abdellah et Fayçal, que DIEU les protègent, pour ses générosités, avec l'aide qu'ils ont bien voulu me consacrer

J'adresse mes sincères remerciements aux responsables et aux travailleurs, au niveau du laboratoire des plantes médicinales et aromatiques et produits naturels ; FENNICHE S et les filles du laboratoire des analyses microbiologiques au niveau de l'E.P.H de Boufarik, qui ont bien voulu m'accorder un peu de temps et qui par leurs aides et les nombreux services qu'elles m'ont rendus durant la réalisation de ce travail j'ai pu accomplir ce travail.

Mes remerciements vont également pour Mr BELLETRECHE M pour son aide précieuse, ses conseils qui ont été fort utiles.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à tous mes proches et amis, de l'option de Biotechnologie des plantes médicinales et aromatiques et produits naturels, pour le soutien, l'encouragement, ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

A tous mes amis En leur souhaitant une bonne continuation dans leurs travaux

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail et ma profonde gratitude :

*A celle qui m'a transmis la vie, l'amour, le courage, à vous chère
maman toutes mes joies, mon amour et ma reconnaissance.*

*A mon cher père votre sacrifice et tous les efforts que vous avez
déployés durant toute ma vie, Aucune dédicace ne saurait exprimer
l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour
vous.*

A mes très chers frères et sœurs.

A ma très chère nièce INES.

A ma grand-mère Yasmina.

A ma chère amie WYSA.

A toute la famille HADRI et RAHMAYNI.

*A toute la promotion de biotechnologie des plantes médicinales et
aromatiques et produits naturels.*

*Je n'oublierai jamais mes proches amies pendant les premières années, Mira,
Sabrina, Mouna, Romaiassa, Lamia.*

A toute personne qui m'a aidé de loin ou de près pour aboutir à ce travail.

Résumé

La présente étude porte sur l'évaluation de l'effet allélopathique de la stramoine (*Datura stramonium*) vis-à-vis de la mélisse (*Melissa officinalis*). Les deux plantes ont été cultivées dans un même habitat. L'effet antimicrobien des extraits alcaloïdiques de la stramoine a été également testé. Le suivi de la culture de la stramoine montre un pouvoir germinatif appréciable de celle-ci, avec un bon développement des individus. A l'opposé, aucun résultat n'a été obtenu pour la mélisse. Les analyses statistiques des teneurs en alcaloïdes totaux des différents organes de *Datura stramonium* nous a permis de constater que les feuilles sont les organes les plus riches en alcaloïde totaux, avec 3,83 mg/g MS, suivies par l'ensemble tiges et feuilles 3,05 mg/g MS. Les faibles teneurs en alcaloïdes totaux ont été remarquées au niveau des tiges et des racines, 1,96 mg/g MS et 1,74 mg/g MS respectivement. La détermination de l'activité antimicrobienne des alcaloïdes tropaniques sur les souches *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus pneumoniae*, *Escherichia coli*, a été effectuées par deux méthodes à savoir: technique de l'aromatogramme, et technique par diffusion en puits. Les résultats obtenus font apparaître que les alcaloïdes de la stramoine n'ont aucun effet inhibiteur sur les souches bactériennes, sauf sur *Streptococcus pneumoniae* où seule la technique de diffusion en puits a révélé des réductions importantes sur la croissance de ces bactéries.

Mots clés : *Datura stramonium*, *Melissa officinalis*, effet allélopathique, alcaloïdes tropaniques, germination, croissance, activité antimicrobienne, diffusion en puits.

Abstract

The current study focuses on the evaluation of allelopathic effect of Jimson weed (*Datura stramonium*) towards lemon balm (*Melissa officinalis*). The two plants were cultivated in the same habitat. The antimicrobial effect of the alkaloid extract from jimson weed was also tested. After the seedling, we had been able to demonstrate the germinative power that the *Datura stramonium* has, with the good development of individuals. The statistical treatment of results revealed that all parts of plant contain alkaloids; however the leaves are richer with total weight 3,83mg/g DM, followed by mixture stems + leaves with 3,05mg/g DM. The low content was marked on stems and roots with 1, 96 mg/g DM and 1, 74 mg/g DM respectively. In the present study, we evaluated the antibacterial potential of crude extracts of different parts of *Datura stramonium* on *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus pneumoniae*, *Escherichia coli*, by using two types of methods; the aromatogramme technic, and the agar well diffusion. The results indicated that extracts of this plant have significant antibacterial potential against the bacterial strains of *Streptococcus pneumoniae*, only with agar well diffusion.

Key word: *Datura stramonium*, *Melissa officinalis*, allelopathic effect, tropanic alkaloids, germination, growth, antimicrobial activity, agar well diffusion.

ملخص

الدراسة الحالية تقوم على تقييم ظاهرة التضاد البيوكيميائي لنبته الداتورة سترامونيوم اتجاه نبتة المليس من خلال زرع النبتتان في محيط واحد. كما تم دراسة النشاط المضاد للبكتيريا لمستخلصات السترامونيوم ايضا.

مكنتنا زراعة بذور الداتورة من معرفة أنها تمتلك قدرة انتاشية جيدة مع نمو جيد للأفراد كما كان العكس تماما بالنسبة لنبته المليس حيث لم نتمكن من الحصول على أي نتيجة ايجابية.

إن تحليل النتائج الإحصائية للدراسة الكيميائية لمختلف اعضاء نبتة السترامونيوم سمح لنا بمعرفة توزيع الكلويدات التروبينية على مستوى النبتة حيث تحتوي الأوراق على اكبر نسبة من الكلويدات بمردود قدر ب 3.83 مغ/غ من المادة الجافة متبوعة بمزيج الأوراق و السيقان بمردود بلغ 3.05 مغ/غ من المادة الجافة في حين بلغ مردود السيقان 1.96 مغ/غ من المادة الجافة و أدنى نسبة سجلت على مستوى الجذور بمردود قدر ب 1.74 مغ/غ من المادة الجافة.

بههدف الكشف عن النشاط المضاد للميكروبات للكلويدات التروبينية قمنا بإجراء تجارب مخبرية على سلالات بكتيرية و هي : العنقودية الذهبية المقاومة و الحساسة و على الاشريكية القولونية و الزائفة الزنجارية و المكورات العقدية الرؤية و ذلك باعتماد نفس تقنية العلاج بالزيوت الأساسية و أيضا بتقنية الانتشار عن طريق الفجوات.

النتائج المتحصل عليها تظهر أن الكلويدات لا تملك أي نشاط على هاته الجراثيم باستثناء المكورات العقدية الرؤية أين أظهرت تقنية الانتشار عن طريق الفجوات فاعلية كبيرة كما أوقفت نمو البكتيريا.

الكلمات المفتاحية :

داتورة, سترامونيوم, مليس اوفيسيناليس, ظاهرة التضاد البيوكيميائي, الكلويدات التروبينية, الانتاش, النمو, النشاط المضاد للبكتيريا, الانتشار عن طريق الفجوات.

Liste des tableaux

Tableau 1	Principaux constituants de l'huile essentielle de mélisse (SHARAFZADEH, 2011)	17
Tableau 2	Taux de germination chez <i>Datura stramonium</i> et <i>Melissa officinalis</i>	31
Tableau 3	Diamètres des Zones d'Inhibition (ZI) pour les différentes souches testées (mm) par la technique d'aromatogramme.	39
Tableau 4	Diamètres des auréoles d'inhibition (AI) formées par les extraits alcaloïdiques par la technique de diffusion en puits.	39
Tableau 5	Résultat du test négatif par le DMSO (Diméthyle sulfo-oxyde).	40
Tableau 6	Les moyennes des hauteurs des tiges de <i>D. stramonium</i> pour chaque semaine dès l'apparition des premières pousses.	Annexe 1
Tableau 7	. Résultats du modèle linéaire global sur les moyennes des hauteurs des tiges de <i>D. stramonium</i> pour chaque semaine.	Annexe 1
Tableau 8	Les moyennes des feuilles de <i>D. stramonium</i> pour chaque semaine dès l'apparition des premières pousses.	Annexe 2
Tableau 9	Résultats du modèle linéaire global sur les moyennes des feuilles de <i>D. stramonium</i> pour chaque semaine.	Annexe 2
Tableau 10	Analyse de variance des taux des alcaloïdes tropaniques dans les différents organes.	Annexe 2

Tableau 11	Diamètre des zones d'inhibition des antibiotiques sur les germes de <i>Staphylococcus aureus</i> S.	Annexe 6
Tableau 12	Diamètre des zones d'inhibition des antibiotiques sur les germes de <i>Staphylococcus aureus</i> R	Annexe 6
Tableau 13	Diamètre des zones d'inhibition des antibiotiques sur les germes de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .	Annexe 6
Tableau 14	Diamètre des zones d'inhibition des antibiotiques sur les germes d' <i>Escherichia coli</i>	Annexe 6
Tableau 15	Diamètre des zones d'inhibition des antibiotiques sur les germes de <i>Streptococcus pneumoniae</i>	Annexe 6

Liste des figures

Figure 1	Structures chimiques de l'hyoscyamine, de la scopolamine et de l'atropine (HARTMANN et WITTE, 1995 ; BHAT <i>et al.</i> , 2005)	10
Figure 2	Chaîne de biosynthèse des alcaloïdes tropaniques (ROBINS <i>et al.</i> , 1990 et FAN DENG, 2005)	11
Figure 3	Préparation des solutions mères et des dilutions, pour les alcaloïdes tropaniques	25
Figure 4	Technique d'ensemencement des bactéries par l'écouvillon	26
Figure 5	Principe de la technique d'aromatogramme (HELLAL, 2011)	27
Figure 6	Technique de l'aromatogramme	28
Figure 7	Technique de diffusion en puits	29
Figure 8	Aspect de croissance des plantes de <i>D. stramonium</i> de lot de témoin	33
Figure 9	Aspect de croissance des plantules de <i>D. stramonium</i> de lot essai 1	33
Figure 10	Aspect de croissance des plantules de <i>D. stramonium</i> de lot essai 2	33
Figure 11	Aspect de croissance des plantules de <i>D. stramonium</i> de lot essai 3	34
Figure 12	Variation de la hauteur des tiges des plantes du <i>Datura stramonium</i>	35
Figure 13	Moyennes des mesures de la hauteur des tiges de <i>D. stramonium</i> en fonction du temps	35
Figure 14	Variation des nombres des feuilles dans les lots du <i>Datura stramonium</i>	36
Figure 15	Les moyennes du nombre des feuilles en fonction du temps	36
Figure 16	Variation des teneurs en alcaloïdes totaux en fonction des différents organes	37
Figure 17	Effet des extraits de la stramoine sur <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas</i> <i>aeruginosa</i> , <i>Streptococcus pneumoniae</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Candida albicans</i> , par technique d'aromatogramme	Annexe 3

Figure 18	Effet de l'extrait de la stramoine sur la croissance de, <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Escherichia coli</i> et <i>Staphylococcus aureus</i> S et R par la technique de diffusion en puits	Annexe 4
Figure 19	Effet antibactérien des alcaloïdes tropaniques sur le développement et la croissance des <i>Streptococcus pneumoniae</i> par la technique de diffusion en puits	Annexe 4
Figure 20	Résultats d'antibiogramme pour les <i>S. aureus</i> S	Annexe 5
Figure 21	Résultats d'antibiogramme pour les <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Annexe 5
Figure 22	Résultats d'antibiogramme pour les <i>S. aureus</i> R	Annexe 5
Figure 23	Résultats d'antibiogramme pour les <i>Streptococcus pneumoniae</i>	Annexe 5
Figure 24	Résultats d'antibiogramme pour l' <i>Escherichia coli</i>	Annexe 5
Figure 25	Effet antibactérien du Diméthyle sulfo-oxyde	Annexe 7

Sommaire

Introduction.....	1
CHAPITRE 1 Généralités	
1. La stramoine <i>Datura stramonium</i> L.....	4
1.1. Noms vernaculaires.....	4
1.2. Origine, aire de répartition et écologie.....	4
1.3. Description botanique.....	5
1.4. Culture et récolte de la stramoine.....	6
1.5. Composition chimique de la stramoine.....	6
1.6. Propriétés de la stramoine.....	7
2. Alcaloïdes tropaniques.....	8
2.1. Biosynthèse des alcaloïdes tropaniques.....	10
2.2. Distribution des alcaloïdes tropaniques dans la plante.....	11
2.3. Facteurs qui influent la production et la teneur en alcaloïdes totaux.....	12
3. La mélisse <i>Melissa officinalis</i> L.....	13
3.1. Noms vernaculaires.....	13
3.2. Origine, aire de répartition et écologie.....	13
3.3. Description botanique.....	14
3.4. Culture et récolte de la mélisse.....	14
3.5. Composition chimique de la mélisse.....	15
3.6. Propriétés et utilisation de la mélisse.....	16
4. Généralités sur l'allélopathie.....	17
CHAPITRE 2 Matériels et méthodes	
1. Matériels.....	20
1.1. Matériel végétal.....	20

1.2.	Les souches bactériennes.....	20
2.	Méthodes.....	21
2.1.	Culture.....	21
2.2.	Semis.....	21
2.3.	Suivi de la croissance.....	21
2.4.	Evaluation des teneurs en alcaloïdes totaux.....	22
2.5.	Analyse statistique.....	22
2.6.	Test antibactérien.....	23

CHAPITRE III Résultats et discussion

1.	Culture.....	30
1.1.	Germination des graines.....	30
1.2.	Suivi de la croissance.....	33
2.	Evaluation des teneurs en alcaloïdes totaux.....	36
3.	Activité antibactérienne.....	38
	Conclusion.....	42

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Introduction

Les plantes ne sont pas solitaires. Elles vivent et interagissent avec d'autres organismes de différentes manières. Ces interactions sont regroupées sous le terme d'allélopathie (TAURO, 1996).

D'après FORÊT (2006), on parle d'allélopathie lorsqu'un signal chimique (métabolites secondaires), sécrété par les racines d'une espèce, inhibe la germination d'une autre espèce; il peut s'agir d'une relation d'entraide ou d'exclusion. Ces métabolites peuvent être synthétisés par les plantes vivantes ou être issus de la décomposition en débris toxiques d'une plante morte.

Les molécules allélochimiques végétales appartiennent au métabolisme secondaire qui fait partie à des groupes chimiques variés (alcaloïdes, terpènes, composés phénoliques...) et représentent une source importante de molécules utilisable par l'Homme dans des domaines différents tels que la pharmacologie ou l'agroalimentaire (MARCHEIX *et al.*, 2005).

Plusieurs auteurs ont décrit le pouvoir allélopathique des huiles essentielles et des alcaloïdes, INDERJIT (1996), indique que les composés phénoliques jouent un rôle essentiels dans les interactions entre les végétaux et représentent la classe des métabolites les plus phytotoxiques, ARMINANTE *et al* (2006) mentionnent que les monoterpènes possèdent une forte activité inhibitrice, d'après PAJOUHESH et SAZANDEGI (2009) les alcaloïdes tropaniques affectent la croissance des plantes voisines. Par ailleurs, l'activité de certaines molécules allélopathiques est renforcée par leur synergie (EINHILLIG et RASMUSSEN, 1979 ; RICE, 1984; EINHELLIG, 1995).

La stramoine (*Datura stramonium*) est très connue pour sa composition chimique en alcaloïdes tropaniques ; Atropine, Hyoscyamine et Scopolamine. Elle a été utilisée comme plante médicinale pour ses effets antispasmodiques, anticholinergiques et sédatifs (ROBLOT *et al.*, 1994 ; PALAZON *et al.*, 1995). De plus, cette plante est réputée préjudiciable, et considérée comme une menace sérieuse pour les cultures (OUDHIA et TRIPATHI, 1999; SCHMELZER et FAKIM, 2008).

De même, la mélisse (*Melissa officinalis*) est une plante, largement utilisée dans la médecine traditionnelle en raison de ses propriétés, attribuées à son huile essentielle et qui présente une activité anti-oxydante, antibactérienne, anti-parasitique, antihistaminique et

antifongique (PENCHEV, 2010). Toute fois, elle exerce un effet négatif sur la germination et la croissance de différentes espèces (KATO-NOGUCHI, 2001 ; KATO-NOGUCHI et KAWABATA, 2002).

Dans cette optique nous nous sommes fixés comme objectif à :

L'étude de l'effet allélopathique des métabolites secondaires de *Datura stramonium*

Démontrer le pouvoir antibactérien des alcaloïdes tropaniques de la stramoine sur différents germes pathogènes.

Chapitre 1

Généralités

1. La stramoine : *Datura stramonium*

La famille des solanacées présente environ 2000 espèces contenant de nombreuses plantes toxiques, (BARAN 2000 et JOUZIER, 2005), elle fournit à l'Homme une drogue légale (le tabac ; *Nicotiana*) et de nombreuses denrées alimentaires : pomme de terre et aubergine (*Solanum*), tomate (*Lycopersicum*), paprikas, poivrons et piments (*Capsicum*), (LECLERCQ, 2002 et BRUNETON, 2005). Un très grand nombre de groupe de la famille des solanacées sont des sources riches en alcaloïdes substances aux propriétés sédatives ou au contraire provoquant des hallucinations et des délires (BARAN, 2000).

Le genre *Datura* est très connu par ses espèces (*Datura ferox*, *Datura metel*, *Datura innoxia*, *Datura stramonium*...) et ses composés chimiques (notamment les alcaloïdes tropaniques). L'espèce la plus répandue et la plus souvent décrite est la stramoine, cette plante dégage une odeur vireuse surtout par temps chaud, légère, nauséabonde et désagréable, et une saveur âcre et amère (PARIS et HURABIELLE, 1981 ; BOULLARD, 2001 ; SCHMELZER et GURIB-FAKIM, 2008).

1.1. Noms vernaculaires

Datura stramonium est connue sous les noms : feuille du diable, thorn apple, pomme aux sorciers, elle est également connue sous les noms de l'herbe du diable, pomme épineuse, herbes aux taupes, pomme de démoniaque, pomme du poison et jimson weed (DONALD, 1976 ; ROBLOT *et al.*, 1994 ; FLESCHE, 2005 ; SCHMELZER et FAKIM, 2008). Aussi elle est appelée datora par les arabes, tabula par les perses (MEYERS, 2007). Elle est très connue en Algérie sous les noms de Semm El Far, Habala, Djehnama et en Maroc, *CHDEQ EL-JMEL* (AZOUAOU *et al.*, 1983 ; BOULOS ; 1983 ; BOUZIDI *et al.*, 2002 ; AÏT YOUSSEF ; 2008 ; EL BAZAOUI *et al.*, 2009)

1.2. Origine, aire de répartition et écologie

La plupart des auteurs ont indiqué que l'origine de la stramoine est américaine spécifiquement de la zone tropicales de l'Amérique centrale et du Sud (LITZINGER, 1981 ; STEENKAMP *et al.*, 2004) et elle a été introduite dans de nombreuses régions tropicales, subtropicales et mêmes tempérées (SCHMEMZER et GURIB-FAKIM, 2008), actuellement nous la trouvons naturalisée et abondante en Europe, en Afrique du Nord et le long de méditerranée, dans l'Asie Centrale et en Extrême Orient en Océanie, ainsi que dans la partie tempérée de l'Amérique Centrale, de manière générale, elle se trouve cultivée dans toutes les régions tropicales, tempérées et chaudes dans les deux

hémisphères, excepté les régions à climat dur, elle présente dans les endroits dégagés comme les herbages, les bords des routes, les terrains vagues, les fourrés et les forêts claires, ou soit dans les jardins publics, elle est rencontrée aussi sur les terrains incultes et les bords des chemins, c'est une adventice des cultures maraîchères car elle est pratiquée sur des terres riches en matières organiques et en sels minéraux (MIRZAMATOV et LUTFULLIN, 1985 ; HAWKES *et al.*, 1991 ; BRUNETON, 1999 ; BARAN, 2000 ; BOUZIDI *et al.*, 2002 ; HARBOUCHE, 2004 ; SCHMELZER et GURIB-FAKIM, 2008 ; AWADESCH et RAKHI, 2012).

En Algérie, elle pousse comme mauvaise herbe et sur des terrains incultes et elle se répartit le long de la côte ; dans l'EST ; les hautes plaines de Sétif et au bord de mer à Bejaïa, soit au centre ; dans les plaines de Blida et au bord de mer à Zéralda et dans l'OUEST ; au niveau des plaines irriguées d'Echlef (AZAOUAOU *et al.*, 1983 ; HOUMANI, 1999).

Datura stramonium est une plante peu exigeante en termes d'habitat, elle tolère les différents types de sol mais préfère les sols argileux ou sableux ou sableux limoneux, et les sols calcaires riches, d'autres part elle convient de choisir des emplacements abrités non froids, elle nécessite des endroits aérés et exposés au soleil (SCHMELZER et GURIB-FAKIM, 2008 ; AWADHESH et RAKHI, 2012).

1.3. Description botanique

La stramoine est une plante herbacée annuelle vigoureuse rameuse, semi ligneuse, (1-1,5 m). La partie aérienne comporte une tige arrondie, ramifiée (ROBINEAU, 1999 ; BARAN, 2000 ; JOUZIER, 2005 ; BRUNETON, 2005) légèrement poilue à glabre, elle porte des feuilles alternes simples finement poilues (SCHMELZER et GURIB-FAKIM, 2008), ovales aigues profondément découpées en lobes inégaux pointus et marquées par des nervures saillantes à la face inférieure. Les fleurs, solitaires, axillaires, grandes (5-10 cm) ont un calice tubulaire presque cylindrique, étroit de 3 à 5 cm ou à 4 cm, à 5 sépales plissés et une corolle tubuleuse (8-10 cm), plissée, blanche, évasée en entonnoir. Le fruit est une capsule (3-7 × 3-5 cm) fortement épineuse, à 4 valves épaisses, contenant de nombreuses graines noires, réniformes, à surface réticulée (4-5 × 2-3 × 1-1,5 mm), (ROBIBEAU, 1999 ;

HENRI *et al.*, 2003 ; JOUZIER, 2005 ; BRUNETON, 2005). La partie souterraine est caractérisée par une racine principale, pivotante, de couleur blanchâtre à partir de laquelle partent des racines fusiformes et annuelle qui s'enfilent de plus en plus vers l'extrémité (MENDEL, 2004)

1.4. Culture et récolte de la stramoine

La culture se fait par semis des graines au printemps, soit directement au champ soit en pépinière, Les graines sont semées à une profondeur de 2.5 à 5 cm de la surface du sol (PARIS et HURABIELLE, 1981 ; SCHMELZER et GURIB-FAKIM, 2008 ; WEAVER et WARWICK, 1984).

Dès la deuxième semaine après la culture ; les graines commencent à germer, au bout d'un mois la germination est achevée, si les graines sont semées en pépinière, les plantes sont repiquées lorsqu'elles font 8-12 cm de haut (SCHMELZER et GURIB-FAKIM, 2008). CLAUSE (1992), cite que le repiquage aura lieu lorsque les jeunes pousses atteignent 6 à 8 cm de haut. Pour la multiplication du *Datura stramonium*, une terre légère et calcaire est recommandée avec une fertilisation phosphatée et azotée durant la culture (PARIS et MOYSE, 1971).

Le développement de plante est caractérisé par une partie basale qui reste végétative, avec des fleurs qui commencent à apparaître au niveau de la partie ramifiée de la plante, mais les rameaux ne reprennent par leur croissance végétative qu'après la floraison et fructification (SCHMELZER et GURIB-FAKIM, 2008).

SCHMELZER et GURIB-FAKIM (2008), citent que la meilleure période pour récolter les feuilles du datura, est après 8 semaines de semis, où la teneur en alcaloïdes atteint le maximum, en début de matinée ou en fin d'après-midi.

KRESANEK (1981), cite qu'une bonne conservation des plantes doit maintenir la couleur verte des feuilles et éviter la moisissure des graines dans les capsules. Les rameaux et les feuilles tendres sont séchées à l'ombre, les fruits sont séchés au soleil jusqu'à leur déhiscence (SCHMELZER et GURIB-FAKIM, 2008).

1.5. Composition chimique de la stramoine

D'après DUPRAZ *et al.* (1993), ; OSENI *et al.* (2011), la stramoine est riche en substance minérale et en alcaloïdes tropaniques dont trois sont les plus importants ; Atropine, Hyoscyamine ; Scopolamine. BARAN (2000), cite d'autres alcaloïdes isolés chez le *Datura*

tels que: l'apoatropine, la noratropine, la Tropicine, la belladonine, la norhyosciamine, la météloïdine, le 3-6 ditiglytéoïdine, et la cusohygrine.

Les travaux de PHILIPPOV et BERKOV (2002), ont révélé la présence de vingt neuf alcaloïdes tropaniques, distribués dans les racines, les tiges et les feuilles. EL BAZAOUI *et al.* (2009), ont identifié huit alcaloïdes tropaniques, les analyses par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse ont montré que l'atropine et la scopolamine constituent les alcaloïdes majoritaires.

ROBINEAU (1999), mentionne que les feuilles et d'autres parties de la plante, renferment de l'acide chlorogénique, des lectines, des glucosides cardiotoniques, de la vitamine C et des tanins; de plus un nouveau pseudo-peptide a été isolé dans la plante, le gamma-L-glutamyl-L-aspartate.

1.6. Propriétés de stramoine

1.6.1. Propriétés toxiques

La majorité des molécules actives des hallucinogènes sont des composés contenant de l'azote et dotés de propriétés alcalines, c'est-à-dire appartenant à la famille des alcaloïdes (BARAN, 2000).

En effet, la toxicité de la stramoine est liée à la présence des alcaloïdes tropaniques ; Hyoscyamine, Scopolamine et Atropine (THURZOVA, 1981 ; DESACHY *et al.*, 1996 ; POULIQUEN, 2004). Sa toxicité et en particulier ses effets psychotropes sont bien connus en Asie, en Afrique et en Amérique où, à travers les temps, on la retrouve dans différentes ethnies. (ROUQUET *et al.*, 1982).

KEELER (1979); POULIQUEN (2004); DAY et DILMORTH (1984), signalent que toutes les parties de la plante sont toxiques, elles provoquent une excitation considérable à fortes doses. SCHMELZER et GURIB-FAKIM (2008), indiquent qu'une surdose provoque des maux de tête, des nausées et des vomissements et affecte le système nerveux central entraînant une désorientation, des hallucinations, l'euphorie, la discordance, une perte de mémoire à court terme et le coma.

1.6.2. Propriétés thérapeutiques :

Les alcaloïdes tropaniques présentent des propriétés sédatives, narcotiques, anesthésiques et antiasthmatiques (DOERK *et al.*, 1991 ; PRETORIUS et MAX, 2006).

Ces alcaloïdes sont toujours utilisés : l'atropine pour des examens oculaires et la scopolamine en patch pour le mal des transports (LECLERCQ, 2002).

L'hyoscyamine et la scopolamine ont une action sur le système nerveux central en réduisant le syndrome parkinsonien. La thérapeutique officielle industrielle exploite l'hyoscyamine à des fins anticholinergiques périphériques (sécrétions gastriques, pancréatiques, bronchiques et lacrymales sont freinées) et centrales (Convulsions, somnolence, délires Coma) et spasmolytiques (BRUNETON, 1999 ; BOULARD, 2001 ; STEENKAMP *et al.*, 2004).

En ophtalmologie l'atropine provoque une mydriase, par conséquent une augmentation de la pression intraoculaire (JAN *et al.*, 2008 ; GRZEGORZ et GADZIKOWSKA., 2008 ; BRUNETON, 1999).

L'atropine est un antidote des gaz de combat organophosphorés, qui est spécifique dans les intoxications aiguës par les anticholinestérasiques comme les pesticides organophosphorés ou par les médicaments parasymphicomimétiques (BRUNETON, 1999).

2. Les alcaloïdes tropaniques

Les alcaloïdes constituent une classe de produits naturels présentant une grande diversité structurale (MAURO, 2006). Ce sont des substances organiques, azotées et basiques, le plus souvent d'origine végétale. Sur le plan chimique ils constituent un groupe très hétérogène, possédant cependant quelques propriétés physico-chimiques communes (DANIELLE et ODILE, 2007).

Les alcaloïdes tropaniques ont en commun un élément structural bicyclique azoté, l'azobicyclo [3, 2,1] octane. On connaît environ 200 alcaloïdes dans ce genre, réparti souvent dans la famille des solanacées (BRUNETON, 1999 ; GRZEGORZ et GADZIKOWSK, 2008).

Les alcaloïdes tropaniques (hyoscyamine, scopolamine et atropine) sont des esters d'alcools tropaniques et d'acides organiques de structures variables, possédant un carbone asymétrique (PARIS et HURABIELLE, 1981 ; BRUNETON, 1999), l'acide constitutif de ces molécules est l'acide tropique, tandis que l'alcool est un dérivé bicyclique : le tropanol dans le cas de l'hyoscyamine et son dérivé 6, 7- époxy- c'est-à-dire le scopanol dans le cas de la scopolamine ; ces alcaloïdes sont fragiles ; la liaison ester peut s'hydrolyser et l'acide tropique peut se racémiser (BRUNETON, 1999).

2.1. L'atropine et l'Hyoscyamine

D'après BRUNETON (2001) ; DANGOUMAU (2006), l'atropine c'est une base organique vénéneuse sous forme d'une poudre blanche, que l'on retire de la stramoine, peu soluble dans l'eau, dont les sels sont hydrosolubles, c'est un ester de tropanol et de l'acide

tropique alors que l'Hyoscyamine est l'ester de l'acide tropique gauche et du tropanol ; c'est également l'isomère lévogyre de l'atropine. Selon STEENKAMP *et al.* (2004) ; TANCZOS *et al.* (2004), l'atropine et l'Hyoscyamine ont la même formule chimique $C_{17}H_{23}NO_3$

L'hyoscyamine est dépourvue de pouvoir rotatoire n'est pas très stable, elle est sensible et s'isomérisse facilement en atropine (sous l'influence de la chaleur notamment), en effet par un simple reflux dans le chloroforme l'Hyoscyamine se transforme en atropine, cependant l'atropine est stable et moins sensible aux enzymes hydrolytiques, c'est pour cela l'atropine est utilisée au lieu de l'Hyoscyamine en médecine, et la toxicité de ces deux molécules est du même ordre et ont la même action (HARTMANN et WHITE, 1995 ; BRUNETON, 1999 ; BARAN, 2000 ; STEENKAMP *et al.*, 2004 ; DANGOUMAU, 2006 ; GRZEGORZ et GADZIKOWSKA, 2008 ; SHMELZER et GURIB-FAKIM, 2008)

2.2. La scopolamine

La scopolamine, également connue sous le nom d'hyoscine=scopine tropate est l'ester de l'acide tropique et du scopanol, de formule brute $C_{17}H_{21}NO_4$ (BARAN, 2000 ; STEENKAMP *et al.*, 2004). Selon DANGOUMAU (2006) ; JAN *et al.* (2008), la scopolamine est une poudre blanche, basique, dont les sels sont hydrosolubles, elle est optiquement active, elle est lévogyree.

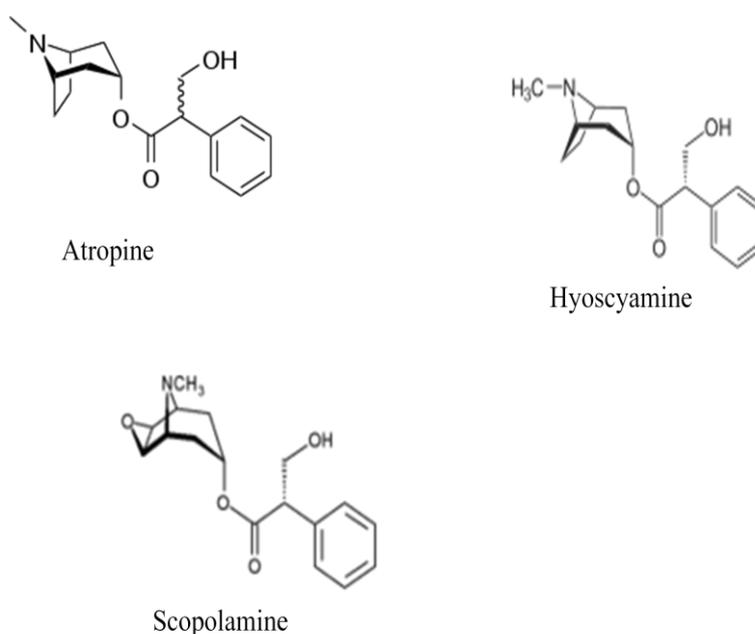


Figure1. Structures chimiques de l'hyoscyamine, de la scopolamine et de l'atropine (HARTMANN et WITTE, 1995 ; BHAT *et al.*, 2005).

2.3. Biosynthèse des alcaloïdes tropaniques

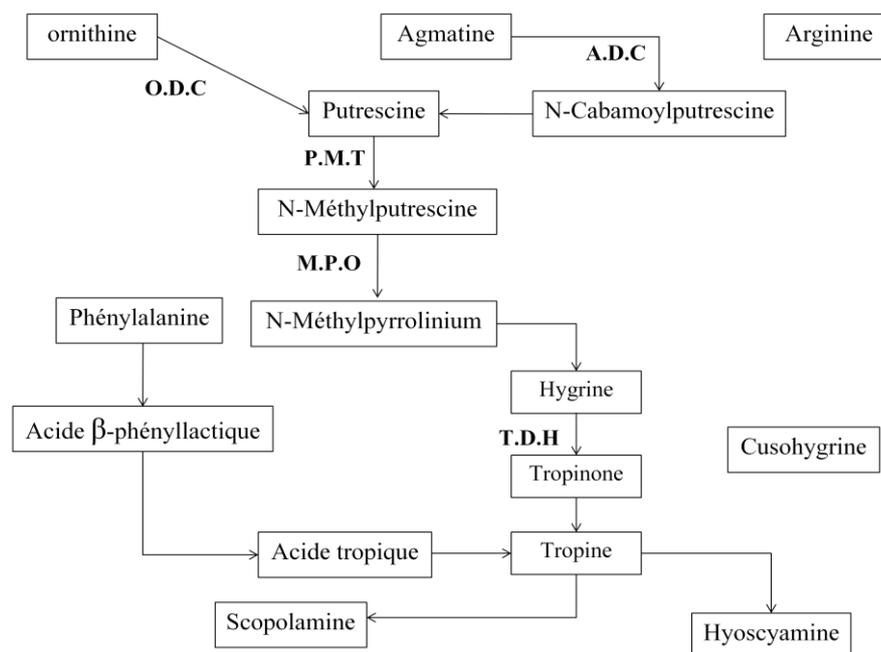
La synthèse des alcaloïdes tropaniques a lieu par voie enzymatique qui fait intervenir deux précurseurs qui sont des acides aminés ; la phénylalanine est à l'origine de l'acide tropique et l'ornithine est à l'origine du noyau tropane, le lieu de cette biosynthèse c'est essentiellement dans la racine, ensuite ces alcaloïdes migrent vers les feuilles, les fleurs et les fruits (COSSON, 1976 ; LEETE, 1979 ; HASHIMOTO et YAMADA, 1987 ; NICHOLAS *et al.*, 1990 ; BRUNETON, 1999 ; FAN DENG, 2005 ; SCHMELZER et FAKIM, 2008)

A partir de phénylalanine on obtient l'acide phényl-pyruvique en équilibre avec l'acide phényllactique puis l'acide tropique, ce dernier et le tropanol subissent une estérification pour donner l'atropine (PARIS et HURABIELLE, 1981 ; BRUNETON, 1999 ; 2001)

L'ornithine subit une décarboxylation pour donner la putrescine, ce dernier subit une méthylation sous l'action de l'enzyme de putrescine N-méthyltransférase en N-méthylputrescine qui aboutit à la formation de N-Méthylpyrrolinium, et ce dernier avec l'acide acétoacétique donne l'hygrine qui conduit au tropinone (HASHIMOTO *et al.*, 1989 ; GONTIER *et al.*, 1993 ; SUZUKI *et al.*, 1998 ; MOYANO *et al.*, 2003 ; FAN DENG, 2005).

La biosynthèse de l'hyoscyamine provient de la réduction de la Tropinone en Tropine sous l'action de l'enzyme tropinone réductase qui est ensuite estérifié avec l'acide tropique, sachant que la scopolamine provient directement de l'hyoscyamine sous l'action de l'enzyme hyoscyamine 6- β -hydroxylase (COULADIS *et al.*, 1991 *in* HOUMANI, 1999 ; HASHIMOTO *et al.*, 1991 ; MATSUDA *et al.*, 1991 ; HASHIMOTO *et al.*, 2001 ; FAN DENG, 2005).

HASHIMOTO et YAMADA (1987) ; HASHIMOTO *et al.* (1991), indiquent que cette seule enzyme dans les espèces des genres de *Hyoscyamus*, *Duboisia*, *Datura* catalyse deux étapes consécutives, l'hydroxylation de l'hyoscyamine suivie par la formation de l'époxyde ou bien une addition d'une liaison époxyde qui aboutit à la production de la scopolamine.



Les enzymes :

A.D.C Arginine décarboxylase

O.D.C Ornithine décarboxylase

P.M.T Putrescine N-méthyltransférase

M.P.O N-méthylputrescine oxydase

T.D.H. Tropinone déshydrogénase

Figure 2. Chaîne de biosynthèse des alcaloïdes tropaniques (ROBINS *et al.*, 1990 ; FAN DENG, 2005).

2.4. Distribution des alcaloïdes tropaniques dans la plante

Selon MIRALDI *et al.* (2001), toutes les parties de plante du *Datura* renferment des alcaloïdes qui sont situées au niveau de l'épiderme inférieur de la feuille, dans les couches sous-tégumentaires de la graine ou les cellules des poils tecteurs.

La concentration d'alcaloïdes totaux dans les feuilles de la stramoine est de 0,2-0,5% l'hyoscyamine étant le composé principal et la scopolamine représente plus de tiers des des alcaloïdes totaux (le rapport scopolamine/hyoscyamine est de 1/2) (PARIS et HURABIELLE, 1981 ; BOITEAU P et BOITEAU L, 1993 ; SCHMELZER et GURIB-FAKIM, 2008).

D'après CHOLLET *et al.* (2010), des fortes concentrations en atropine sont observées dans les feuilles et les graines de *Datura stramonium* L.

D'après HOUMANI *et al.* (1994), l'hyoscyamine est plus abondante dans les fleurs et les tiges, tandis que la scopolamine est plus représentée dans les graines et les fruits verts,

avec une somme (hyoscyamine +scopolamine) qui augment de la base vers l'apex, et rapport (scopolamine/hyoscyamine) qui augmente de l'apex vers la base.

HOUMANI (1999), a signalé que la teneur en hyoscyamine des parties aériennes de la stramoine est presque 2,5 fois plus importante que celle de la scopolamine, ainsi que la teneur en alcaloïdes majeurs (scopolamine + hyoscyamine) est 4,5 fois plus important que celle des racines.

2.5. Facteurs agissant sur la production et la teneur en alcaloïdes totaux

D'après HOUMANI *et al.* (1994); SCHMELZER et GURIB-FAKIM (2008) et CHOLLET *et al.* (2010), la teneur en alcaloïdes totaux varie selon l'espèce, le stade de développement, la localisation dans la plante et les pratiques culturales affecte sa teneur. Des teneur maximales ont été trouvées dans les tiges et les feuilles des plantes jeunes, et l'hyoscyamine étant toujours le composé majeur (MIRALDI *et al.*, 2001), aussi PARIS et MOYSE (1971); COSSON (1976); HASHIMOTO et YAMADA (1987) HOUMANI *et al.* (1994); ROBINEAU (1999); SCHMELZER et GURIB-FAKIM (2008), indiquent que la scopolamine domine les feuilles jeunes à cause d'une activité intense chez ces plantes, tandis que l'hyoscyamine devient généralement l'alcaloïde dominant lorsque la formation de la fleur a commencé.

SCHMELZER et FAKIM (2008), citent que l'emploi d'engrais chimique et du fumier augmente la production alcaloïdique, aussi l'élimination des fleurs améliore le rendement en alcaloïdes totaux dans les feuilles, le plan génétique peut interférer pour améliorer le rendement à partir des croisements interspécifiques qui permet d'avoir des descendants capable de transformer l'hyoscyamine en scopolamine.

HOUMANI (1999), montre que les plantes cultivées sont plus riches en alcaloïdes tropaniques à cause des irrigations quotidiennes à l'eau douce avec l'absence d'adventice qui peut entraîner des phénomènes de compétition.

Les variations des teneurs en alcaloïdes tropaniques est également en fonction de la répartition géographique de la plante, effectivement HOUMANI (1999), indique que les plantes de L'EST de l'Algérie sont les plus productrices d'alcaloïdes, cela est dû à la composition du sol. Selon le même auteur les plantes qui poussent dans des sols riches en - matière organique et en CaCO₃ présentent la plus grande richesse en alcaloïdes. En effet GONTIER *et al.* (1993), montrent que le calcium améliore la synthèse des alcaloïdes,

EINHELLIG (1996), déclare que les conditions de stress favorisent l'augmentation de la production des métabolites secondaires.

Les résultats de HOUMANI (1999), révèlent que le stress salin contribuerait, en partie, à optimiser la production d'alcaloïdes tropaniques par *Datura stramonium*, cependant le même auteur a signalé que le stress hydrique contribue à la diminution des taux des alcaloïdes tropaniques.

Le traitement après récolte est un paramètre important et peut agir sur le taux des alcaloïdes dans la plante, les travaux de HOUMANI (1999), montrent que le séchage d'une plante entière triple la composition en alcaloïdes majeurs.

3. La mélisse : *Melissa officinalis* L

La mélisse est une plante herbacée annuelle, de la famille des lamiacées, utilisées depuis l'Antiquité (BABULKA, 2005 et THOBBY, 2009). C'est l'espèce la plus connue, la plus souvent recherchée pour son odeur agréable et ses propriétés économiques et médicinales, les Latins et les anciens Grecs lui ont donné le nom que les abeilles portent dans la langue grecque, ils la nommaient *melissophyllon* (feuille du miel), nous lui donnons le nom vulgaire de *citronnelle*, à cause de l'odeur aromatique approchant de celle du citron qui s'exhale de ses feuilles (BELOUED, 2001 ; PIERRE et LYS, 2007).

3.1. Noms vernaculaires

Elle est connue en France sous les noms ; mélisse citronnelle, citronnelle, citronne, herbe au citron, mélisse des boutiques, piment des abeilles ou des ruches, céline, thé de France, mélisse officinale, ponchirade (AÏT YOUSSEF, 2006 ; PENCHEV, 2010).

Les noms vernaculaires arabes sont Touroudjan, touroudja, tindjan, bararenjabouya, en targui et en berbère elle s'appelle Tizizoult « *tiffer n-tizua* = feuille d'abeille » et « *taneqilet-merzizua* = aile d'abeille », en Maroc elle s'appelle *merzizua tizizwil* et en Tunisie *merzizou* (BELOUED, 2001 ; AÏT YOUSSEF, 2006).

3.2. Originaire, aire de répartition et écologie

La mélisse est originaire d'Asie mineure, et elle a été introduite dans la partie occidentale du bassin méditerranéen au Moyen-âge, d'autres auteurs mentionnent que son origine est d'est méditerranéen partout (HUBERT, 1992 ; ROMBI, 1998), BRUNETON (1999) ; POLESE (2006) signalent qu'elle est originaire du sud de l'Europe ou de l'Asie occidentale (Turquie) et elle a été introduite dans le nord par les arabes.

La mélisse est une plante méditerranéenne qui pousse au Proche-Orient, dans les régions entourant la méditerranée, en Europe centrale et en, Europe occidentale, elle croît abondamment dans les départements méridionaux aux environs de Paris, et on la trouve à l'état dans les broussailles, elle pousse aussi spontanément dans les bois, les champs, les endroits frais et ombragés, les bords des chemins, les haies, et elle est cultivée dans toute l'Europe et en France (BARDEAU, 1976 ; BRUNETON, 1999 ; POLESE, 2006).

En Algérie, elle se répartit le long des ravins humides des montagnes, Babors, Djurdjura, Mouzaïa, cette espèce est souvent cultivée comme plante mellifère (BELOUED, 2001).

La mélisse tolère les sols sableux calcaires graveleux, et les sols humides bien drainé surtout lorsque le sol est très humifère et très ombré en été par la végétation de la mélisse et de l'ortie et elle ne poussera pas dans les sols secs ou trop détremés, elle s'accommode d'une gamme de pH de 5 à 7.5 et une exposition méridienne, ensoleillée ou mi-ombragée par quelques arbres (GILLY, 2005 ; POLESE, 2006 ; MCVICAR, 2006).

En ce qui concerne l'écophysiologie de la plante, la mélisse n'aime pas les extrêmes, elle est sensible à la sécheresse et souffre d'asphyxie en un sol détremé, elle n'est pas sensible au froid, et un stress hydrique se traduit par un jaunissement des feuilles (GILLY, 2005).

3.3. Description botanique

La mélisse est une plante indigène vivace, touffue de cinquante à soixante-dix centimètres à 1m (PARIS et HURABIELLE, 1981 ; BELOUED, 2001 ; POLESE, 2006). Elle a une tige presque lisse dure et roide cassante, feuille fraîche, légèrement duveteuse, ramifiée, dressée de 30 à 80 cm à feuilles, ovales et cordiformes, opposées, longuement pétiolées, veloutées, dentelées à leurs bords, luisantes, d'un beau vert foncé dur le dessus, plus pâle en dessous, le limbe ; saillant entre les branches du réseau formé par les nervures, peu échancrées en cœur à la base grossièrement denté ou crénelé, et plus claire à la face inférieure (PARIS et HURABIELLE, 1981 ; BRUNETON, 1999 et PENCHEV, 2010). Le fruit, entouré par un calice persistant, contient des graines luisantes brun foncé à quatre semences presque rondes dans le fond d'un calice aride, à deux lèvres, renflées par la maturité (PENCHEV, 2010).

3.4. Culture et récolte de la mélisse

La mélisse officinale se cultive en pépinière au printemps, les graines vont bien germer au sol bien drainé, profond et bien exposé au soleil, la levée des graines se fait en 12 jours ou bien de 1 à 2 semaines à l'abri à 20°C, l'arrosage des plantes se fait modérément car les

plantules sont sensibles avec un binage puisque la mélisse étouffe vite les mauvaises herbes, pour cela il est conseillé de maintenir un pot compact pour empêcher les semis spontanés, aussi un simple rabattage des fleurs favorise la feuillaison (PARIS et MOYSE, 1971 ; GILLY, 2005 ; MCVICAR, 2006).

Lorsque la plante arrive à maturité ; on coupe soigneusement les feuilles, la récolte s'effectue juste avant la floraison car c'est la période où la teneur en huile essentielle est la plus élevée, et après la floraison l'odeur de la mélisse fleuri est moins agréable, la cueillette se fait par temps sec car les feuilles noircissent à l'humidité (MCVICAR, 2006 ; PIERRE et LYS, 2007).

Les feuilles sont détachées des branches, et sont séchées à l'ombre dans des endroits secs et aérés pour qu'elles gardent sa couleur verte, ces feuilles doivent sécher le plus vite possible puisque elles peuvent facilement se ré humidifier et absorber les odeurs des matériaux voisins, elles sont conservées dans des endroits secs pour qu'elles ne noircissent pas (PARIS et MOYSE, 1971 ; BARDEAU, 1976 ; GILLY, 2005 ; AÏT YOUSSEF, 2006 ; PIERRE et LYS, 2007).

3.5. Composition chimique

L'essence de la mélisse est incolore, faiblement jaunâtre, avec une odeur très fine et agréable de citron, de saveur chaude et légèrement amère, par distillation à la vapeur d'eau le rendement est extrêmement faible, de l'ordre 0.014% pour l'herbe fraîche (BARDEAU, 1976 ; THOBY, 2009). AÏT YOUSSEF (2006), ajoute aussi que le rendement pour la drogue fraîche peut atteindre 0.15%, sachant que la teneur des feuilles sèches en huile essentielle est faible (0.1 à 0.2 %) (PARIS et HURABIELLE, 1981).

PARIS et MOYSE (1971) ; BARDEAU (1976) ; CARNAT *et al.* (1998) ; BRUNETON (1999) ; BELOUED (2001) ; GILLY (2005) ; AÏT YOUSSEF (2006) ; THOBY (2009) et PENCHEV (2010), indiquent que les tiges feuillées de la mélisse contiennent de l'eau (8 à 10%) et des matières minérales (10 à 12 %), et une petite quantité en huile essentielle (0.1 à 0.25 % ou de 0.5ml/kg), dont les principaux constituants sont ; les aldéhydes monoterpéniques, citral (néral+géraniol) et citronellal, des carbures terpéniques ; pinènes, limonène, β -caryophyllène des alcools surtout le linalol, le géraniol, des flavonoïdes et des acides succiniques et phénoliques « essentiellement les dérivés hydroxycinnamiques totaux exprimés en acide rosmarinique » et de l'acide caféique et chlorogénique.

PENCHEV (2010), ajoute que la mélisse est très riche en acide rosmarinique, et elle a été choisie comme une source naturelle en ce produit, et de plusieurs dizaines de composés majoritairement terpéniques. Elle renferme aussi des vitamines B1, B2, 4% de tanins catéchiques (PARIS et MOYSE, 1971), SHARAFZADEH *et al.* (2011), rapportent que les teneurs en huile essentielle obtenues par hydrodistillation des feuilles de la mélisse et des tiges de la même plante, sont respectivement de 0,36% et 0,014%,

Le tableau suivant présent le pourcentage des majeurs composants dans les tiges et les feuilles.

	Géranial	Néral	Géranyl acétate	β -caryophyllène
Tige	43,1%	33,4%	2,9%	2,4%
Feuille	34,9%	23,5%	7,5%	3,5%

Tableau 1. Principaux constituants de l'huile essentielle de la mélisse (SHARAFZADEH, 2011)

3.6. Propriétés et utilisation de la mélisse

La mélisse est une plante largement utilisée dans la médecine traditionnelle en raison de ses propriétés (PENCHEV, 2010), elle était déjà connue et utilisée chez les Grecs, les romains et les arabes (BARDEAU, 1976).

Ce sont les feuilles de la mélisse qui sont utilisées en thérapeutique avec un extrait hydroalcoolique constitué de flavonoïdes, d'acides phénols, d'acides triterpéniques et une huile essentielle riche en citral et citronellal (BRUNETON, 1999 ; THOBY, 2009). PARIS et HURABIELLE (1981), signalent que la drogue est employée en usage interne, comme tisane. Elle est stomachique, antispasmodique et carminatif et son usage est important en herboristerie et en liquoristerie.

En usage externe ; la plante sous forme d'extrait aqueux, possède une activité antivirale (AÏT YOUSSEF, 2006). A l'état frais et sous forme d'alcoolat qui est obtenu après une macération des plantes fraîches dans de l'alcool que l'on distille ensuite, il soulage les migraines et les névralgies, une autre préparation existe qui consiste à macérer des plantes fraîches dans de l'alcool, elle s'appelle alcoolature, et ce dernier se conserve mal et doit être utilisé rapidement, nous le préférons aux alcoolats puisque les principes actifs de la plante sont sensibles à la chaleur (DELAVEAU *et al.*, 1977 et AÏT YOUSSEF, 2006). Les propriétés de la mélisse sont dues à sa composition chimique, les premières études concernant ses propriétés ont été réalisées sur son huile essentielle, la mélisse est riche en

substances, antifongiques, elle est également responsable des propriétés spasmodiques reconnues à la drogue (BRUNETON, 1993, 1999 ; AÏT YOUSSEF, 2006 ; THOBY, 2009 et PENCHEV, 2010). Ses propriétés sédatives, carminatives, anti-inflammatoire et surtout antioxydantes sont attribuées à l'acide rosmarinique (PENCHEV, 2010), sachant que ses propriétés neuro-sédatives semblent être liées aux terpènes ; le citral a et b et le citronellal (ROMBI, 1991), aussi elle présente des activités antibactériennes, anti-parasitiques, antihistaminiques, le citral est utilisé en pharmacie pour la synthèse des vitamines A et E, ainsi que comme caroténoïde qui a des fortes propriétés antimicrobiennes, antivirales, sédatives, il est aussi considéré comme antitumorale (FILHO *et al.*, 2003 ; SADRAFI *et al.*, et XING *et al.*, 2009).

4. L'allélopathie

Les plantes qui poussent dans un même habitat sont en compétition pour la lumière, l'eau et les éléments nutritifs ; par exemple de nombreuses plantes produisent des alcaloïdes ou d'autres composés au goût amer ou toxiques pour les herbivores, ou bien la germination des graines voisines, cette inhibition appelée Allélopathie, qui réduit la compétition pour l'eau et les nutriments du sol (NABORS, 2008).

Depuis les années 1960, l'allélopathie suscite l'attention des scientifiques pour son application en agriculture, il a été introduit pour la première fois par Hans Molisch (RICE, 1984).

L'allélopathie, définie par RICE (1984), comme « tout effet direct ou indirect, positif ou négatif, d'une plante sur une autre à travers la production de composés chimiques libérés dans l'environnement ».

L'allélopathie c'est l'ensemble des phénomènes qui sont dus à l'émission ou à la libération des substances chimiques « métabolites secondaires » par l'un de ses organes, vivants ou morts (racines, feuilles etc.) des végétaux, et qui s'expriment par l'inhibition ou la stimulation de la croissance des plantes se développant au voisinage de ces espèces ou leur succédant sur le même terrain, le mot allélopathie vient du grec allélo ; l'un l'autre et pathos « maladie » (WHITTAKER, 1970 ; RICE, 1974 ; PUTNAM, 1985 ; LOVETT *t al.*, 1989 ; MICHELLON et TECHER, 1996 ; FORÊT, 2006 et MORISON *et al.*, 2008).

L'allélopathie est un phénomène complexe, car il met en jeu, en plus des deux végétaux respectivement « producteur » et « cible » des molécules, et un intermédiaire ; le sol (GALLET et PELLESSIER, 2002).

Les composés biochimiques impliqués sont appelés composés allélochimiques et sont issus du métabolisme secondaire des plantes. On trouve par exemple des acides phénoliques, des flavonoïdes, des trapénoïdes, des quinones, des alcaloïdes et glucosinolates, ces composés secondaires ont d'abord été caractérisés par leur rôle protecteur contre les bioagresseurs (insectes, bactéries, champignons, algues...), mais ils peuvent également affecter la croissance globale d'autres plantes (WALLER, 1989 ; BOUNIAS, 1999 ; SIQUEIRA *et al.*, 1991 et SUTY, 2010).

Ces métabolites sont libérés par quatre voies principales : les pluviollessivats (lessivage entraînant des éléments solubles), les exsudats racinaires, la volatilisation et la décomposition des résidus de la plante (BONIN *et al.*, 2007 et SUTY, 2010).

La mise en évidence de ce phénomène consiste à déterminer leurs trois évènements successifs, qui débute une synthèse des composés phytotoxiques par la plante productrice, suivie par une libération de ces composés dans l'environnement, qui vont être migrés vers la plante cible avec une exposition de cette dernière aux phytotoxines, en quantité et temps suffisant pour en subir des dommages (NOUMI, 2010).

Le mode d'action a des sites d'action, ces molécules peuvent inhiber la division et l'élongation cellulaire, et la synthèse des protéines, elles peuvent modifier la perméabilité membranaire et de l'absorption, même la photosynthèse et la respiration, au niveau du plant génétique elles peuvent agir sur l'expression des gènes cibles (RICE, 1984 ; EINHELLIG, 1986 ; SIQUEIRA *et al.*, 1991 ; SUTY, 2010).

Nous proposons de considérer que si on souhaite maîtriser le phénomène de l'allélopathie, il faut d'abord l'appréhender dans son ensemble, c'est-à-dire en prenant en compte la plante source, la plante cible, le sol et l'ensemble des facteurs environnementaux qui vont moduler le potentiel allélopathique (DORE *et al.*, 2004).

Chapitre 2

Matériels et méthodes

1. Matériels

Notre étude a été réalisée au sein de deux laboratoires :

- Laboratoire des plantes médicinales et aromatique, pour l'extraction des alcaloïdes tropaniques
- Laboratoire d'analyses microbiologiques, au niveau de l'établissement public hospitalier de Boufarik, pour le test microbiologique.

1.1. Matériel végétal

Deux espèces ont été utilisées, la mélisse (*Melissa officinalis* L) et la stramoine (*Datura stramonium*).

Les graines de la mélisse ont été achetées chez un commerçant, elles ont été conservées dans un sachet.

Les graines de la stramoine ont été obtenues à partir de fruits récoltés de la station de Zéralda en 2008, ces fruits étaient conservés dans un sachet en papier au laboratoire et à température ambiante.

1.2. Les souches bactériennes

Les cinq souches bactériennes utilisées nous ont été fournies par l'établissement public hospitalier de BOUFARIK. Elles ont été identifiées au niveau du laboratoire d'analyses microbiologiques:

Germes Gram positif

Staphylococcus aureus résistante (souche de référence) ATCC 43300

Staphylococcus aureus sensible (souche de référence) ATCC 25923

Streptococcus pneumoniae obtenu à partir d'un prélèvement de LCR

Germes Gram négatif

Pseudomonas aeruginosa (souche de référence) ATCC 27853

Escherichia coli (souche de référence) ATCC 25922

2. Méthodes

2.1. Culture

La culture a été réalisée par semis, au niveau de la serre d'Agronomie, où la luminosité est naturelle et l'aération est assurée par une grande porte et des vitres, demi ouvertes.

Le semis des deux espèces a été effectué dans des bacs de 45 à 60 cm de diamètre et 21 cm de hauteur. Ces derniers ont été remplis par un mélange de 2 tiers de sol bien tamisé avec un tiers de tourbe désinfectée. Une couche de tourbe et du terreau a été rajoutée à la superficie.

2.2. Semis

180 graines ont été utilisées pour chaque espèce, à raison de 50 graines par lot essai et 30 graines par lot témoin

Le semis des graines été réalisé la mi-mai, 2012. Trois lots essais et deux lots témoins un lot pour chaque espèce, ont été préparés :

- Lot témoin T1 : témoin pour la stramoine.
- Lot témoin T2 : témoin pour la mélisse.
- Le premier lot: ESSAI 1 (E1): les graines de la stramoine et celles de la mélisse sont semées en même temps, dans le même bac.
- Le deuxième lot: ESSAI 2 (E2): les graines de la mélisse sont semées 15 jours avant les graines de la stramoine, dans le même bac.
- Le troisième lot: ESSAI 3 (E3): les graines de datura sont semées 15 jours avant celles de la mélisse et dans le même bac.

Il faut signaler qu'un deuxième semis pour les graines de la mélisse (lot T2) a été effectué dans des bacs et dans des alvéoles, afin de tester la validité des semences et pour éliminer toute sorte de doute. Il a été effectué avec les mêmes conditions que les autres.

Les graines de la stramoine ont été scarifiées et les semences ont été placées à une profondeur de 2 à 3 cm. Nous avons effectué des arrosages quotidiens.

2.3. Suivi de la croissance

La croissance et le développement des plantes ont été suivis durant 3 mois. Juste après l'apparition de 2 feuilles, nous avons procéder à des mesures de la hauteur des tiges et au dénombrement des feuilles. Les données sont relevées 3 fois par semaine.

2.4. Evaluation des teneurs en alcaloïdes totaux

2.4.1. Séchage et broyage

Les échantillons ont été récoltés au stade floraison. La partie aérienne a été séparée des racines et le séchage a été réalisé dans un endroit aéré, sec et à l'abri de la lumière, pendant 1 mois. Par la suite, les différentes parties ont été broyées en poudre fine et conservée dans des sachets en papier à température ambiante au laboratoire.

2.4.2. Détermination de matière sèche

Nous avons déterminé la matière sèche en mettant 1 g de poudre végétale dans l'étuve pendant 24 heures à 105°C.

2.4.3. Extraction des alcaloïdes

Nous avons adopté le protocole de HOUMANI (1999).

- Porter à ébullition 1 g de poudre végétal dans 100ml d'éthanol.
- Evaporer à sec sous pression réduite.
- Acidifier et filtrer l'extrait obtenu.
- Réaliser une triple agitation dans le chloroforme.
- Récupérer les fractions chloroformiques et évaporer à sec sous pression réduite, le résidu sec obtenu représente les alcaloïdes totaux.

2.5. Analyse statistique

Afin de mettre en évidence l'existence ou non d'une différence significative entre le développement végétatif entre les essais, et la teneur des alcaloïdes totaux dans les différents organes de *D. stramonium*, nous avons procédé à l'analyse de la variance.

Le traitement statistique des résultats est réalisé par l'application du modèle linéaire (G.L.M) de l'analyse de la variance dans la série des programmes du logiciel systat vers.7.

La signification des résultats est exprimée en fonction de la probabilité pour une erreur réellement commise (Niveau p). Le niveau $p= 0,05$ est considéré comme une limite acceptable d'erreur:

- Si le $p > 0,05$, les résultats sont considérés comme statistiquement «non significatifs».
- Si le $p < 0,05$, les résultats sont considérés comme statistiquement «significatifs».
- Si le $p = 0,00x$, les résultats sont considérés comme «hautement significatifs».
- Si le $p = 0,000$, les résultats sont considérés comme «très hautement significatifs».

2.6. Test antibactérien

Nous avons procédé à l'étude, *in vitro*, de l'effet antibactérien des extraits alcaloïdiques sur quelques germes pathogènes, deux méthodes ont été utilisées: l'aromatogramme et la technique de diffusion en puits. Pour chaque technique, trois tests ont été réalisés:

- ✓ Test négatif par le DMSO, pour évaluer son activité antimicrobienne.
- ✓ Test positif par les antibiotiques.
- ✓ Test par les alcaloïdes tropaniques.

2.6.1. Préparation des solutions mères et des dilutions

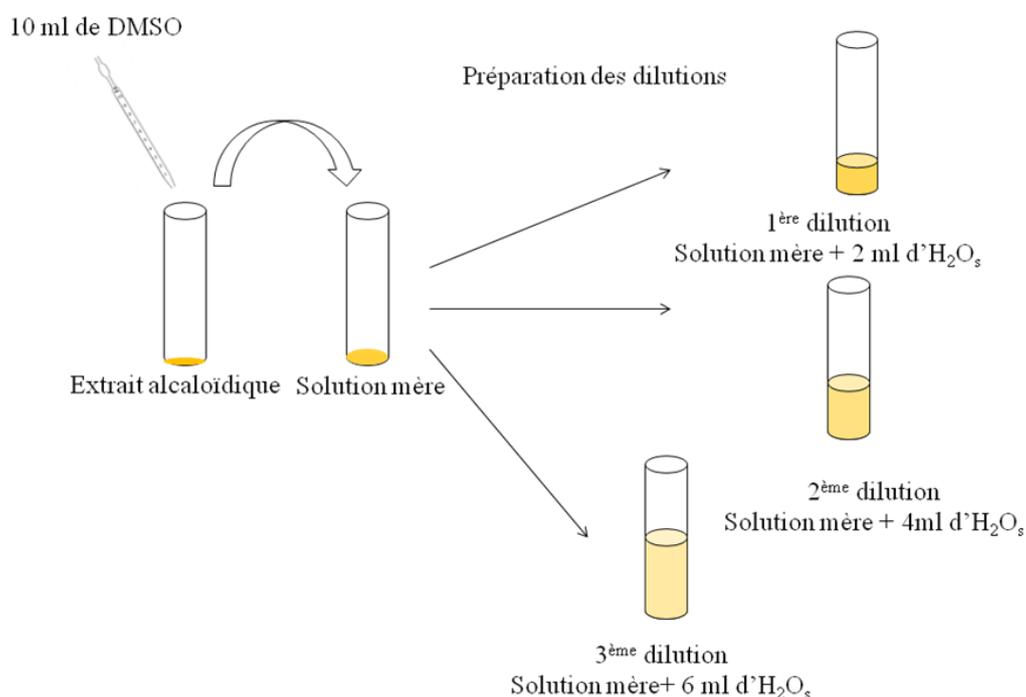
1g de l'extrait alcaloïdique est solubilisé dans 10ml de Diméthyle Sulfo-Oxyde (DMSO), nous avons ainsi obtenu une solution mère à 10%.

A partir de cette solution mère, 3 dilutions ont été préparées, forte, moyenne et faible dans l'eau distillée stérile, dont la gamme de concentration en extrait est comprise entre 2,35 et 0,52 mg/ml (figure 3).

La première dilution D1 : 2 ml d'eau distillée stérile ont été rajoutée à la solution mère

La deuxième dilution D2 : 4 ml d'eau distillée stérile ont été rajoutée à la solution mère

La troisième dilution D3 : 6 ml d'eau distillée stérile ont été rajoutée à la solution mère



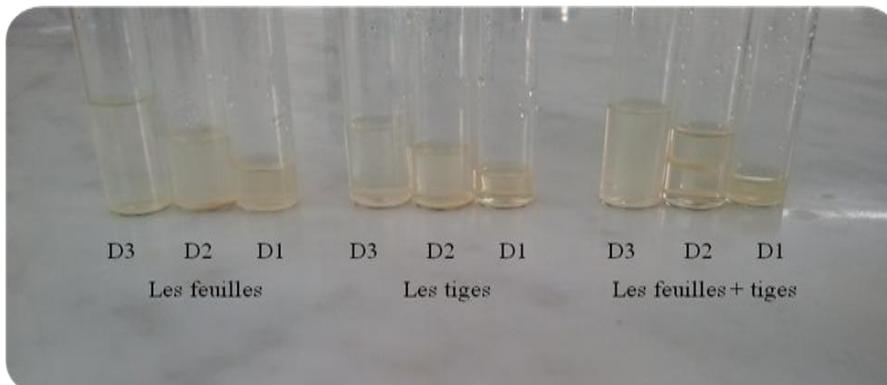


Figure 3 : Préparation des solutions mères et des dilutions, pour les alcaloïdes tropaniques.

D1 : première dilution, D2 : deuxième dilution, D3 : troisième dilution

2.6.2. Préparation des pré-cultures

Les souches bactériennes sont repiquées sur milieu solide (gélose nutritive pour toutes les souches, sauf *Streptococcus pneumoniae* sur gélose au sang cuit), puis incubées à 37°C pendant 18 h.

A partir de cette culture bactérienne fraîche, racler à l'aide d'une anse de platine quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques,

Mélanger avec de l'eau physiologique stérile, homogénéiser la suspension. La densité bactérienne ainsi obtenue est de 0.7 Mc Farland.

2.6.3. Ensemencement

L'évaluation de l'activité antibactérienne a été réalisée au niveau du milieu gélose Muller – Hinton (MH) pour toutes les souches, sauf *Streptococcus pneumoniae* sur gélose au sang frais

- ✓ Au niveau de chaque boîte, étaler les bactéries sur le milieu gélosé, à l'aide d'un écouvillon stérile, imbibé du bouillon de culture (figure 4).
- ✓ Tremper un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne (il évite la contamination du manipulateur et de la paillasse).
- ✓ Essorer l'écouvillon en le pressant fermement, en tournant sur la paroi interne du tube, afin de le décharger au maximum.

- ✓ Frotter l'écouvillon sur la totalité de la surface gélosée, sèche, de haut en bas, en stries serrées.
- ✓ Répéter l'opération deux fois, en tournant la boîte de Pétri de 60° à chaque fois, sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même. Finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose.
- ✓ Dans le cas de l'ensemencement de plusieurs boîtes de Pétri il faut recharger l'écouvillon à chaque fois.

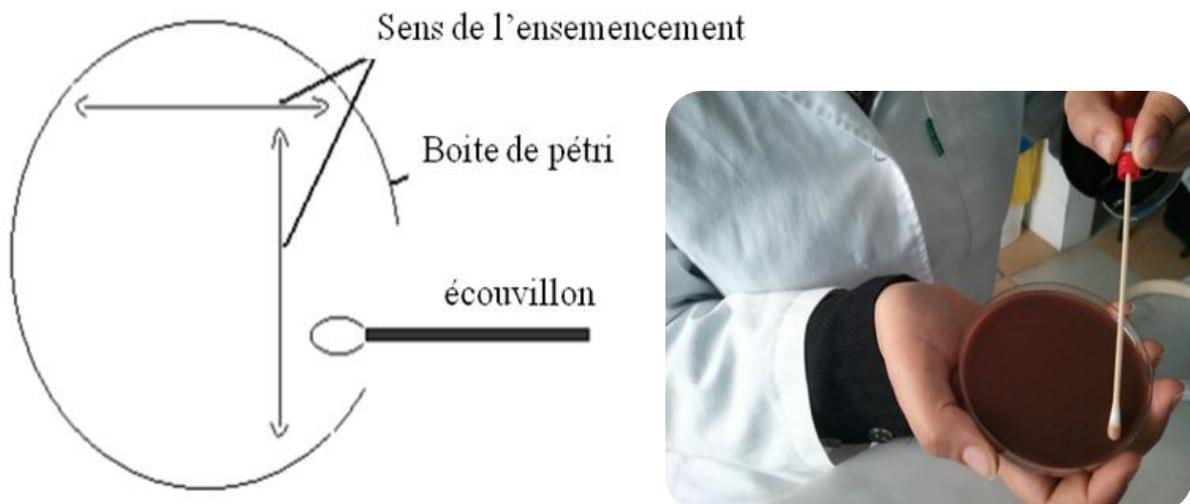


Figure 4 : Technique d'ensemencement des bactéries par l'écouvillon.

2.6.4. L'aromatogramme

L'aromatogramme ou méthode par diffusion en milieu gélosé ou encore méthode de disques est une technique qualitative qui permet de déterminer la sensibilité des microorganismes vis-à-vis d'une substance réputée antimicrobienne.

Cette méthode repose sur le pouvoir migratoire des alcaloïdes tropaniques à l'intérieur d'une boîte de Pétri, dans un milieu nutritif solide.

✓ Principe

La méthode est tiré à partir du titrage des antibiotiques, et repose sur la diffusion du composé antimicrobien en milieu solide dans une boîte de Pétri, avec création d'un gradient de concentration après un certain temps de contact entre le produit et le microorganisme cible, l'effet du produit antimicrobien sur la cible est apprécié par la mesure d'une zone d'inhibition.

En fonction du diamètre d'inhibition. La souche sera qualifiée de sensible, intermédiaire ou résistante (BENJELALI *et al.*, 1986 ; HELLAL, 2011).

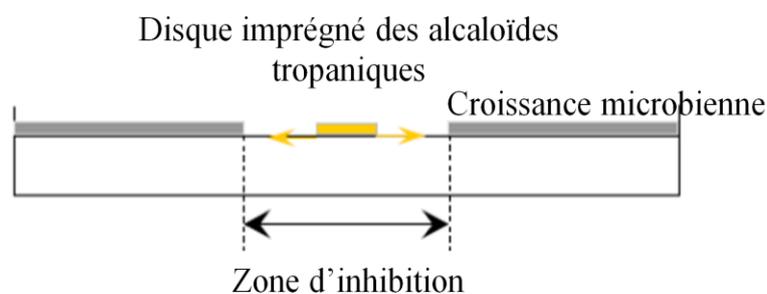


Figure 5 : Principe de la technique d'aromatogramme (HELLAL, 2011).

✓ Protocole expérimental

Déposer les disques stériles (9 mm de papier Wattman N°1) imbibés par les alcaloïdes tropaniques sur le milieu gélosé, préalablementensemencé, en appuyant légèrement sur le disque à l'aide d'une pince stérile (figure 6).

Incuber les boîtes à 37 °C, pendant 24 h.

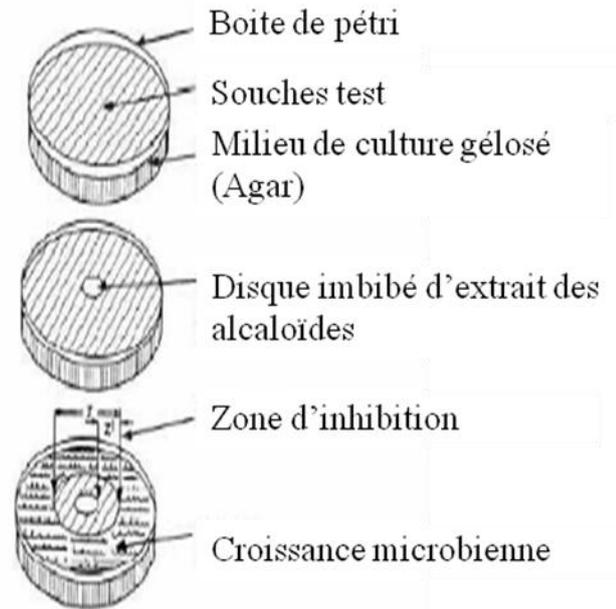
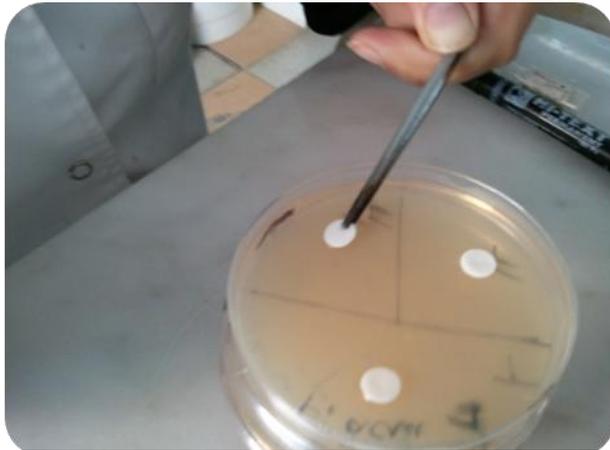


Figure 6 : Technique de l'aromatogramme.

✓ Lecture

Consiste à apprécier les diamètres des zones d'inhibition autour du disque à l'aide d'un pied à coulisse.

2.6.5. Technique de diffusion en puits

✓ Principe

Cette technique permet une diffusion radiale de l'extrait dans le milieu gélosé (EYMARD, 2003).

✓ Protocole expérimental

Ensemencer l'inoculum (issu d'une culture de 18 à 20 h) sur milieu gélosé à l'aide d'un écouvillon

- Découper un trou circulaire dans la gélose. (à l'aide de l'extrémité épaisse de pipette pasteur, et elle est de 6 mm de diamètre).
- Le fond des puits est obturé par une goutte de gélose pour limiter la diffusion des alcaloïdes sous la gélose (figure 7).

- Verse 50 μl d'extrait dilué dans les puits, à l'aide d'une micropipette et laisser diffuser pendant 20 mn.
- Incuber dans des étuves à la température de 37 °C pendant 24 h.

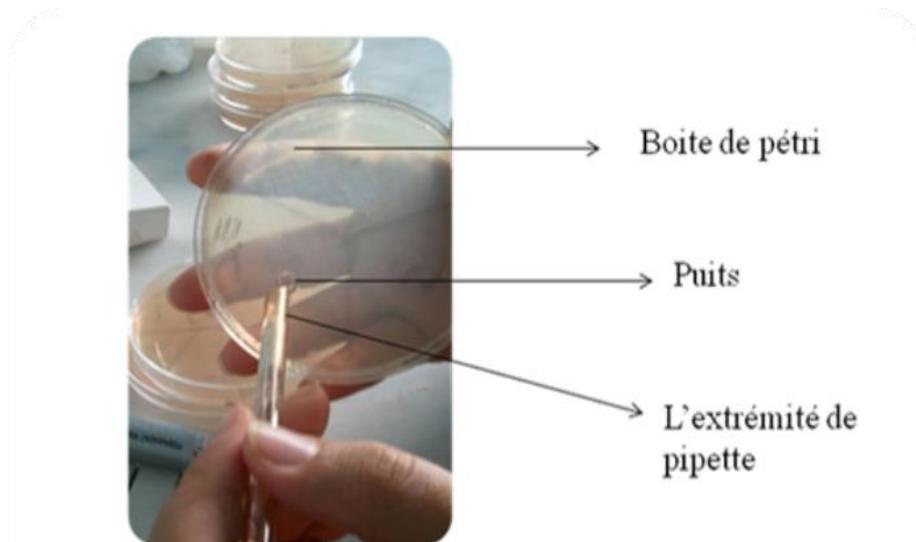


Figure 7 : Technique de diffusion en puits.

✓ Lecture

Les auréoles d'inhibition sont mesurées par un pied à coulisse. Le diamètre du puits (6 mm) est inclus dans les mesures.

2 boîtes dites «témoin négatif» et « témoin positif » sont démarrées en même temps, et dans les mêmes conditions ne contenant que le milieu de culture, le germe en question et les disques de papier Wattman imbibés par la solution de DMSO pour le premier test, et des disques d'antibiotiques pour le deuxième test.

Chapitre 3

Résultats et discussions

1. Culture

1.1. Germination des graines

Le taux de germination pour les deux espèces et pour chaque essai est représenté dans le tableau suivant :

Tableau 2. Taux de germination des graines de *Datura stramonium* et de *Melissa officinalis*

Lots	Taux de germination (%)	
	<i>M. officinalis</i>	<i>D. stramonium</i>
T1	/	60
T2	0	/
T2'	5.86	/
E1	0	72
E2	2	66
E3	4	86
Total	4.41	72

Le tableau 2, nous permet de constater que les plus faibles taux de germination sont obtenus chez la mélisse. En effet, le taux de germination le plus important, 5.68% est observé pour le témoin du deuxième semis, tandis que pour les essais, E3 présente le pourcentage le plus élevé avec 4%.

Concernant la stramoine, les taux de germination sont nettement supérieurs, avec des valeurs variant entre 72 et 86% pour les essais et atteignent les 60% pour le témoin. Ce qui indiquerait que ces graines ont gardé leur pouvoir germinatif même après une longue période de conservation (4 année)

Le faible taux de germination des graines de la mélisse, pourrait être dû aux conditions de culture, ou bien à a dormance des graines ou encore à leur longévité.

Nous signalons aussi que nous n'avons pas de données concernant la date de récolte des graines de la mélisse.

EL HAJZEIN (1992) ; LEBLANC *et al.* (1998), notent que la germination des semences exige certaines conditions intrinsèques (maturité de l'embryon, nature des téguments...) et extrinsèques (eau, température, oxygène, lumière, nature du sol...).

RAVEN *et al.* (2003), par contre, indiquent que même en présence de conditions externes favorables, certaines graines ne germent pas, donc sont dormantes, et les causes les plus fréquentes de dormances sont l'immaturation physiologique de l'embryon. LEOPOLD *et al* (1988) ; DELATORRE (1999) ; OLIVEREAU (1996), mentionnent que la durée de dormance peut être affectée par l'humidité, la température de stockage, et la levée de dormance est souvent causée par une variation de température, de luminosité, d'humidité, et la teneur en oxygène.

Selon WILLAN (1992) ; OLIVEREAU (1996), la longévité des semences est une donnée difficile à estimer, elle est fonction de l'espèce et inversement proportionnelle à la taille de la graine; elle est aussi fonction des conditions de stockage de cette dernière, et elle est associée à la dormance, et la faculté germinative décroît avec l'âge des graines.

Ce pendant, JOREK (1983), mentionne que les graines de la mélisse peuvent garder leur pouvoir germinatif jusqu'à 3 ans, et la levée de dormances est estimée entre 3 et 5 semaines.

Toute fois les résultats obtenus par la stramoine, laissent suggérer que cette dernière pourrait avoir une action allélopathique sur les graines de la mélisse.

En effet, plusieurs travaux ont porté sur le potentiel allélopathique de la stramoine et ont montré que cette espèce a des effets significatifs sur la germination des graines de plusieurs espèces telles que: l'herbe à épée, la moutarde et du soja et le colza (OUDHIA et TRIPATHI, 1998, 2000; OUDHIA 2000; PAJOUHESH et SAZANDEGI, 2009)

De même, les études de LEVITT et LOVETT (1984) et LOVETT et POTTS (1987) ont montré que le lessivage des alcaloïdes empêche le début de la croissance du tournesol, de l'orge et du blé.

Les résultats du semis de la stramoine concordent avec ceux de REISMAN-BERMAN et KIGEL (1991, cités par HOUMANI, 1999), qui signalent que les graines des couches superficielles germent au cours d'une brève période. Les mêmes auteurs notent que la scarification des graines de la stramoine améliore leur taux de germination, elle permet aussi de lever partiellement la dormance des graines.

Selon SCHMELZER et GURIB-FAKIM (2008), la graine de la stramoine commence à germer au bout d'environ deux semaines et la germination est achevée au bout d'un mois.



Figure 8 : Aspect de croissance des plantes de *D. stramonium* de lot de témoin



Figure 9 : Aspect de croissance des plantules de *D. stramonium* de lot essai 1.



Figure 10 : Aspect de croissance des plantules de *D. stramonium* de lot essai 2.



Figure 11 : Aspect de croissance des plantules de *D. stramonium* de lot essai 3.

1.2. Suivi de la croissance

Nous avons utilisés l'application du modèle linéaire (G.L.M) de l'analyse de la variance dans la série des programmes du logiciel systat vers.7 pour étudier et comparer la croissance des tiges et du nombre des feuilles entre les lots.

1.2.1. Analyse de variance de la croissance des tiges

Les résultats d'analyse de variance des moyennes de mesures de la hauteur des tiges sont représentés dans les tableaux 6 et 7 (annexe 1) et sur les figures 12 et 13

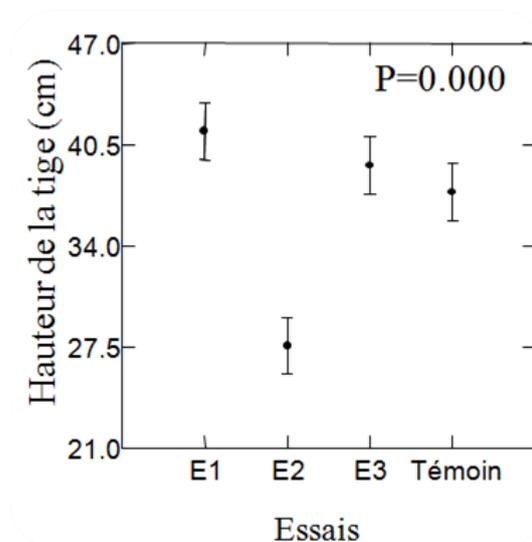


Figure 12

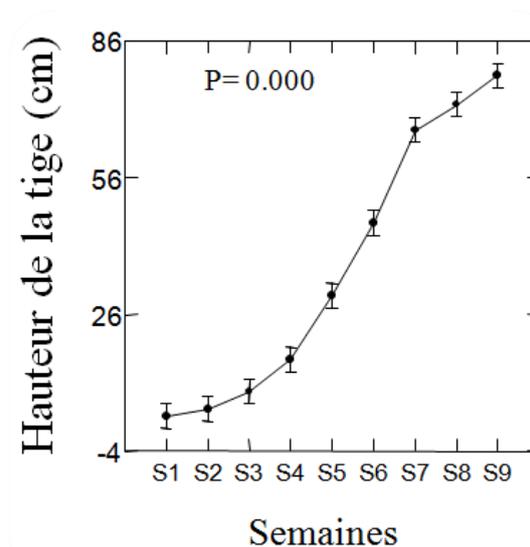


Figure 13

Figure 12. Variation de la hauteur des tiges des plantes du *D.stramonium*

Figure 13. Moyennes des mesures de la hauteur des tiges de *D. stramonium* en fonction du temps.

L'analyse de variance représenté dans la figure 12, montre une différence très hautement significative ($P=0.000$) entre la croissance des tiges de l'essai 2 et les autres essais. Les plantes du lot (E2) semblent avoir la croissance la plus lente par rapport aux autres lots.

A partir de la figure 13, nous remarquons que la croissance des tiges, pour les essais a débuté dès la 1^{ère} semaine après le semis. L'ensemble des lots montent un ralentissement dès la 7^{ème} semaine.

La différence de croissance des tiges pour le lot essai 2 (E2) est expliquée probablement par le décalage de deux semaines entre les semis

1.2.2. Analyse de variance du nombre de feuilles

Les résultats des moyennes du nombre des feuilles sont reportés sur les tableaux 8 et 9 (annexe2) et dans les figures 14 et 15

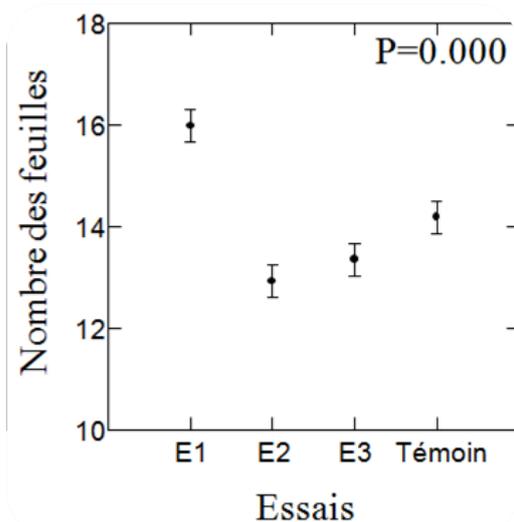


Figure 14

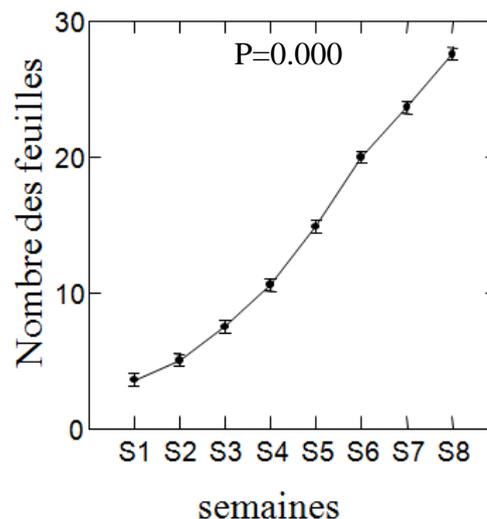


Figure 15

Figure 14 : variation des nombres des feuilles dans les lots du *Datura stramonium*.

Figure 15 : les moyennes du nombre des feuilles en fonction du temps.

L'analyse de variance présentée dans la figure 14 montre une différence très hautement significative entre le lot 1 et les autres lots dans le développement du stade végétatif ($P = 0.000$).

La figure 15, nous permet de constater que, l'augmentation du nombre des feuilles commence dès la 2^{ème} semaine après le semis. Nous remarquons toujours cette légère dominance du lot essai 1 (E1), qui présente une meilleure feuillaison. La croissance du lot essai 2 (E2), semble être sensiblement ralentie en comparaison avec les autres.

Les résultats des deux paramètres montrent une petite différence entre les lots, mais généralement c'est le lot essai 1 (E1) qui présente un bon développement.

Cette différence observée dans les deux paramètres de croissance serait due dans un premier temps à l'exposition des plantes au soleil, puisque les plantes de lot 1 ont été placées dans un endroit bien éclairé sous serre. Et dans un deuxième temps cette différence est expliquée par décalage de deux semaines entre les semis.

Notre condition de semis (la nature du sol, de matière organique, l'emplacement et l'exposition des plantes), ont permis d'avoir des plantes ayant un bon développement végétatif.

DELABAYS et MERMILLOUD (2002), signalent que l'incorporation de la matière organique dans le sol peut avoir un effet sur la croissance des plantes.

KAPAHI et SARIN (1978) et KUMAR *et al.*, (1983); DEMEYER et DEJAEGERE (1989), indiquent que chez *D. stramonium* la fertilisation et la matière organique dans le sol augmentent les rendements de la biomasse végétale et par conséquent les taux en alcaloïdes. COSSON (1969), indique que la teneur en alcaloïdes est favorisé par un éclaircissement long et intense, (SCHMELZER et GURIB-FAKIM (2008); AWADHESH et RAKHI (2012) rapportent que la stramoine nécessite des endroits aérés et bien exposés au soleil

2. Evaluation des teneurs en alcaloïdes totaux

Les résultats expérimentaux obtenus sont traités statistiquement selon le logiciel systat (version 7). Pour comparer la composition alcaloïdique des organes étudiés, nous avons procédé à l'analyse de la variance qui est rapporté sur le tableau 10 (annexe2) dans la figure 16

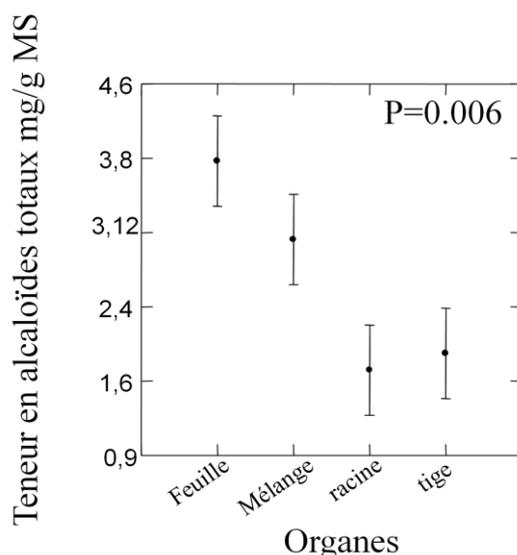


Figure 16 : variation des teneurs en alcaloïdes totaux en fonction des différents organes. Le test G.L.M. Nous a permis aussi de déduire que les feuilles sont les organes les plus riches en alcaloïdes tropaniques avec une différence hautement significative ($p=0.006$) Notre résultat montre que tous les organes de *D. stramonium* renferment des alcaloïdes totaux avec des teneurs variables. Les feuilles semble être l'organe le plus riches avec une teneur 3,83 mg/g MS, ce qui représente 0,38%, suivi par le mélange tiges+feuilles avec 3,05 mg/g MS (0,3%). Les plus faibles teneurs sont retrouvées au niveau des tiges (1,96 mg/g MS, soit 0,19%), et les racines avec 1,74 mg/g MS (0,17%)

Globalement la teneur en alcaloïdes totaux varie entre 0,1 et 0,3%. D'après BRUENTON (1999), la teneur en alcaloïdes totaux est comprise entre 0,2 et 0,5 %. Les résultats des teneurs pour les organes sont proches de ceux obtenus par LEVASSEUR (1984), qui indique que les feuilles cultivées de *Datura stramonium* présentent un taux d'alcaloïdes de 0,362% de MS. Cependant les teneurs faibles sont trouvés par FRIEDMAN et LEVIN (1989), répartis dans les différents organes de la stramoine, et elles sont d'ordre 1,7 à 2,7 mg/g MS, qui restent inférieurs à ceux trouvés dans notre expérimentation qui se varient de 3,8 à 1,7 mg/g MS. D'après PARIS et MOYSE (1969), la teneur en alcaloïdes tropaniques pour l'espèce d'*A. belladonna* varie de 0,4 à 0,8%. Pour la même espèce KUMAR *et al.* (1983), montrent que les racines donnent un taux qui varie de 0,6 à 0,7% d'alcaloïdes totaux.

La partie aérienne présente un taux en alcaloïdes plus élevé que la partie racinaire. BENHIZIA (1989), mentionne que la teneur en alcaloïdes majeurs (hyoscyamine + scopolamine) des tiges de l'espèce *D. stramonium* donne 1,21mg/g MS qui correspond en 0,12% MS. Le même auteur indique que la teneur en alcaloïdes majeurs (hyoscyamine + scopolamine) des racines de l'espèce *D. stramonium* donne 0,70 mg/g MS qui correspond en 0,07% MS. HOUMANI (1999), montre que le rendement pour la partie aérienne est d'ordre 0,91% qui est supérieur 4 fois au rendement des racines qui atteint 0,2%. Ces différents résultats sont semblables à ceux obtenus dans notre travail (3,05 mg/g MS pour la partie aérienne, 1,74% pour la partie racinaire).

D'après COSSON *et al.*, (1966) ; COUGOUL *et al.* (1979), les racines présentent une faible teneur en alcaloïdes, puisque ces dernières sont transportés et stockés dans les feuilles. Ce qui explique la faible teneur en alcaloïdes obtenus pour nos racines. En effet, PARIS et MOYSE (1971), signalent que 90% des alcaloïdes sont accumulés au niveau des feuilles chez les *Datura*.

HOUMANI (1999) montre que les plantes cultivées sont plus riches en alcaloïdes tropaniques à cause des irrigations quotidiennes à l'eau douce avec l'absence d'adventice qui peut entraîner des phénomènes de compétition.

3. Activité antibactérienne

3.1. Technique d'aromatogramme

Les résultats pour le test d'antibiogramme sont reportés sur le tableau 3 et la figure 17 (annexe 3)

Tableau 3. Diamètres des Zones d'Inhibition (ZI) pour les différentes souches testées (mm) par la technique de l'aromatogramme.

Souches	Feuilles			Tiges		Tiges+Feuilles			
	2,35	1,18	0,80	1,57	0,80	0,52	1,78	091	0,60
<i>Staphylococcus aureus</i> S	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Staphylococcus aureus</i> R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Escherichia coli.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3.2. technique de diffusion en puits :

Les résultats de la technique de diffusion en puits sont représentés sur le tableau 4 et les figures 18,19 (annexe 4)

Tableau 4. Diamètres des auréoles d'inhibition (AI) formées par les extraits alcaloïdiques par la technique de diffusion en puits.

Souches	Feuilles			Tiges		Tiges+Feuilles			
	2,35	1,18	0,80	1,57	0,80	0,52	1,78	091	0,60
<i>Staphylococcus aureus</i> S	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Staphylococcus aureus</i> R	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Escherichia coli.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	37	29	21	30	19	16	33	26	20

3.1. Test positif et test négatif :

Les résultats pour le test positif sont illustrés dans les figures 20, 21, 22, 23, 24 (annexe 5) et les tableaux 11, 12, 13, 14, 15 (annexe 6).

Et pour le test négatif les résultats sont reportés dans le tableau 5 et figure 25 (annexe 27)

Tableau 5. Résultat du test négatif par le DMSO (Diméthyle sulfo-oxyde).

Les souches bactériennes	Résultats
<i>Staphylococcus aureus</i> R	(-)
<i>Staphylococcus aureus</i> R	(-)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	(-)
<i>Escherichia coli</i>	(-)
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	(-)

(-) : inhibition nulle aucun effet.

En comparant les résultats du test positif présentés dans les tableaux 11, 12, 13, 14, 15 (annexe 6) avec ceux obtenus par les alcaloïdes, nous remarquons que :

Par la technique de l'aromatogramme, les alcaloïdes tropaniques ne possèdent aucun effet sur la croissance de *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* S, *Staphylococcus aureus* R et *Streptococcus pneumoniae* avec des ZI qui sont totalement nulles.

La technique de diffusion en puits nous a permis d'avoir des réductions remarquables sur la croissance des *Streptococcus pneumoniae* avec une activité antibactérienne dose dépendante et organe-dépendante très importante, avec des AI qui varient de 16 à 37 mm. Les mêmes résultats par les antibiotiques reportés sur le tableau 15 (annexe 6) avec des ZI qui varient de 20 à 35 mm ont été obtenus. Cependant aucune activité n'a été observée pour les autres souches (AI=0mm)

Les résultats obtenus par l'aromatogramme sont en accord avec les données de RABE et VAN STADEN (1997) et OBIC *et al.* (2002), concernant les souches de *Staphylococcus*

aureus et *Pseudomonas aeruginosa*. Toutefois, ils ne concordent pas avec ceux mentionnés par KAUSHIK et GOYAL (2008) EFTEKHAR *et al* (2005) SAADABI *et al* (2006) BANSO et ADEYEMO (2006) qui notent que les alcaloïdes tropaniques issus de la stramoine manifestent un effet antibactérien sur les souches d'*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*.

Nos résultats pour la technique de diffusion en puits ne sont pas en accord avec les travaux de BAYOUD *et al* (2007) et KAUSHIK et GOYAL (2008), sur l'*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa* par la même technique. De plus, KAUSHIK et GOYAL (2008), notent que cette technique est efficace pour les tests antimicrobiens.

Nous remarquons aussi que l'effet exercé par les extraits des feuilles est plus important avec des valeurs de AI les plus élevés (21 à 37mm). Les extraits des tiges et l'ensemble tiges+feuilles, ont également manifesté une forte action inhibitrice avec des AI qui varient de 16 à 30mm et de 20 à 33mm respectivement, pour toutes les dilutions. D'après YOSRI *et al* (1998), l'extrait des feuilles du *D.stramonium* donne une réduction maximale sur la croissance de *Rhizoctonia solani*. KAUSHIK et GOYAL (2008) notent que l'extrait des feuilles de *D.innoxia* possède la plus forte activité par rapport aux autres organes (racines, tiges).

L'effet antibactérien obtenu serait du à l'action de l'hyoscyamine qui existent au niveau des parties aériennes de la stramoine, effectivement HOUMANI (1999) et BARAN (2000) indiquent que la quantité d'hyoscyamine dans les parties aériennes de la stramoine est supérieure à la scopolamine, notamment les feuilles qui sont plus riche en hyoscyamine..

Conclusion

et

Perspectives

Conclusion

Notre étude a porté dans une première partie sur l'évaluation de l'effet exercé par les métabolites secondaires de *D. stramonium* sur *M. officinalis*, et dans une deuxième partie sur l'étude de l'effet antibactérien des alcaloïdes tropaniques de la stramoine sur des germes pathogènes. Elle nous a permis de démontrer que :

Les graines de la mélisse présentent un très faible pouvoir germinatif par rapport à celles de la stramoine qui montrent un taux de germination de 72%. De même les résultats de la croissance pour les deux espèces font apparaître que *Datura stramonium* a présenté un meilleur développement en comparaison avec *Melissa officinalis*.

L'extraction des alcaloïdes tropaniques à partir des différents organes de datura, et les analyses statistiques révèlent que les feuilles sont plus riches en alcaloïdes tropaniques 0,38%, suivi de la partie aérienne 0,31%, les racines semblent être l'organe le moins riche en alcaloïdes tropaniques (0,17%).

Les tests antibactériens réalisés par la technique de diffusion en puits montrent que les alcaloïdes tropaniques issus des différents organes possèdent un effet sur les *Streptococcus pneumoniae*, contrairement à la technique d'aromatogramme où aucune activité n'a été observée.

Pour enrichir ces résultats, ce travail doit être complété par plusieurs volets de recherches :

Etudier l'effet allélopathique en réalisant des tests *in vitro* de ce phénomène, et d'un autre part d'essayant le pouvoir des extraits des plantes sur la croissance des autres plantes.

Evaluer également l'activité antibactérienne bactéricide ou bactériostatique, pour savoir la nature de l'effet antibactérien exercé par les alcaloïdes sur les germes pathogènes, au même temps il faut déterminer la concentration minimale inhibitrice.

Déterminer le principe de détérioration des bactéries par les alcaloïdes tropaniques (mode d'action).

Nous proposons aussi d'effectuer des analyses par HPLC, CPG ou CGMS, dans le but de déterminer avec précision les différents composés et principes actifs qui interviennent dans cette activité antibactérienne.

Détermination du pouvoir antimicrobien, en utilisant des différentes souches bactériennes et fongiques à partir des différents extraits, tel que l'extrait aqueux, et l'extrait pur, et des différentes techniques, tel que ; la chromatographie sur couche mince.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. AÏT YOUSSEF MOHAND., 2006. Plantes médicinales du Kabylie. Edition Ibis Press, Paris. 349 P.
2. ARMINANTE. F, DE FALCO. E, DE FEO. V, DE MARTINO. L, MANCINI. E, QUARANTA. E., 2006. Allelopathic activity of essential oils from Mediterranean Labiatae. *Hort Acta (ISHS)*, 723: 347-356 P.
3. AWADHESH KISHORE et RAKHI SHARMA., 2012. *Datura stramonium* its toxic and medicinal values. *Sarvoday Mahavidyalaya, Chaumuhan-281406, Inst for Dvpt of Tech for Rural Adv, Mathura-281004 (INDIA)*.
4. AZOUAOU Z., BELLEILI S & BOUATOURA N., 1983. perspectives de développement des plantes médicinales et aromatiques. *INRA*, Alger. 56 P.
5. BABULKA. P., 2005. Les plantes de nos tisanes : la mélisse (*Melissa officinalis*L.). 3 (3): 114-117 P.
6. BANSO UN, ADEYEMO S., 2006. Criblage phytochimique et antimicrobien et évaluation des *Abutilon mauritanum*, *Bacopa monnifera* et *Datura stramonium*. *Biochemistry* vol 18 N°1 : 39-44 P.
7. BARAN JEAN-MARC., 2000. DATURAS Plantes magiques, hallucinogènes, et médicinales à l'île de la réunion et dans le monde. Thèse de doctorat en médecine. Université Henri Poincare Nancy I, France, 119 p
8. BARDEAU FABRICE., 1976. La médecine par les fleurs. Ed ROBERT LAFFONT, S,A. France, 446 p
9. BELOUED ABDELKADER., 2001. Plantes médicinales d'Algérie. Office des publications universitaires.192 P.
10. BENHIZIA ZAHIA., 1989. Contribution à l'étude d'une plante médicinale algérienne : *Datura stramonium* L. Thèse magistère, *Sc. Agr. Alger*, 62 P.
11. BENJELALI B., TANTAOUI E.A. & ESMAILI-ALAOUI M., 1986. Méthodes d'études des propriétés antiseptiques des huiles essentielles par contact direct en milieu gélosé. *Plantes médicinales et phytothérapie*, (20) : 155-167 P.
12. BHAT RS, CHIU E, JESTE DV., 2005. Nutrition and geriatric psychiatry: a neglected field. *Curr Opin Psychiatry*. 18(6) 14-609 P.

13. BOITEAU PIERRE, BOITEAU LUCILE ALLORGE., 1993. Les plantes médicinales de Madagascar : cinquante-huit plantes médicinales utilisées sur le marché de Tanarive (Zoma) à Madagascar, Editions KARTHALA, 135 p.
14. BONIN GILLES, BOUSQUET-MELOU ANNE, LELONG BENJAMIN, VOIRIOT SEBASTIEN, NOZAY SOLENE ET FERNANDEZ CATHERINE., 2007. Expansion du pin d'Alep Rôle des processus allélopathiques dans la dynamique successionnelle. Forêt méditerranéenne t. XXVIII, n° 3, 221-218 P.
15. BOULOS LOTFY., 1983. Medicinal plants of North Africa. references publications Inc, Albonac, Michigan, United States, 286 P.
16. BOULLARD BERNARD., 2001. Plantes médicinales du monde: croyances et réalités. Ed ESTEM, Paris, 660 P.
17. BOUNIAS MICHEL., 1999. Traité de Toxicologie Générale: Du Niveau Moléculaire a L'échelle Planétaire. Ed Springer-Verlag, France, 804 P.
18. BOUZIDI A., MAHDEB N., ALLOUCHE L., HOUCHER B., 2002. Etudes épidémiologiques sur les plantes toxiques dans les régions de Sétif et Bordj Bou Arreridj, Algérie. *Bulletin d'Information Toxicologique*, Institut national de santé publique du Québec, Vol. 18. N° 2, 5-10 P.
19. BRUNETON J., 1993. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 2ème Éd. Éd. Technique et Documentation Lavoisier. Paris. 264 P.
20. BRUNETON J., 2005. Plantes toxiques pour l'Homme et les animaux. 3ème Éd. Éd. Technique et Documentation Lavoisier. Paris. 618 P.
21. BRUNETON, J., 1999. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3ème édition. Paris, Tec & Doc- Éditions médicinales internationales, 1120 P.
22. BRUNETON, J., 2001. Plantes toxiques : végétaux dangereux pour l'Homme et les animaux. 2^{ème} édition, Paris, Tec & Doc- Éditions médicinales internationales, 564 P.
23. CARNAT A.P., CARNAT A., FRAISSE D., LAMAISON J.L., 1998. The aromatic and polyphenolic composition of lemon balm (*Melissa officinalis* L. subsp. *officinalis*) tea. Labo de Pharmacognosie et Phytothérapie, Fac de Pharm, Univ d'Auvergne, France. 301-305 P.
24. CHOLLET SARAH ; PAPET YVES ; MURA PATRICK ; BRUNET BERTRAND., 2010. Détermination des teneurs en atropine et scopolamine de différentes espèces

sauvages et ornementales du genre *Datura*. *Ann Toxicol Anal*, Volume 22, numéro 4, 173-179 P.

25. CLAUSE J., 1992. *Traité pratique du jardinage*. Ed. Clause jardin, 545 P.

26. COSSON L., 1976. Importance des facteurs climatiques et des étapes de développement dans la productivité des alcaloïdes. *Etudes de biologie végétale*. Paris. 483-494 P.

27. CONSSON L., CHOUARD P., et PARIS R., 1966. Influence de l'éclaircissement sur les variations ontogéniques des teneurs en scopolamine et en hyoscyamine des feuilles de *Datura metel*. *Phytoch.*, 8: 2227- 2233 P.

28. COUGOUL N., MIGINIAC E., et CONSSON L., 1979. Un gradient métabolique : rapport scopolamine /hyoscyamine dans les feuilles du *Duboisia myoporoides* R. Br. En fonction de leur niveau d'insertion et du stade de croissance. *Phytoch.* 18(6): 949-951 P.

29. COULADIS M.M., BRENTFRIESEN J., LANGREBE M.E. et LEETE E., 1991. Enzymes catalysing the reduction of tropinone to tropine and tropine isolated from the roots of *Datura innoxia*. *Phytochem.* 30 (3). 801-805 P.

30. DANGOUMAU J., 2006. *Pharmacologie générale: à l'usage des étudiants du deuxième cycle des études médicales*. Édit : Département de pharmacologie, Université Bordeaux 2. 337 P.

31. DANIELLE ROUX, ODILE CATIER., 2007, *Botanique, Pharmacognosie, Phytothérapie*. 3^{ème} ÉD, Wolters Kluwer, collection prophyre, France 141 P.

32. DAYE.J.ET DILMORTH B.C., 1984. Toxicity of jimson weed seed and cocoa shell meal to broilers. *Poultry. Science.* 63:466-468 P.

33. DELABAYS N et MERMILLOUD G., 2002. The phenomenon of allelopathy : first field assessments. *Revue Suisse d'Agriculture* (34): 231-237 P.

34. DELABAYS N., (2005) : L'allélopathie et son utilisation en agriculture biologique. *Journées techniques fruits et légumes et viticulture biologique*. 25-33 P.

35. DELATORRE, C.A., 1999. Dormencia em sementes de arroz vermelho. *Ciencia Rural* 29: 565-571 P.

36. DELAVEAU P., LORRAIN M., MORTIER F., RIVOLIER C., J., SCHWEITZER R., 1977. *Secrets et vertus des plantes médicinales*. Ed. Sélection du reader's Digest, Paris 646 P.

37. DEMEYER K. et DEJAEGERE R., 1995. The effect of total mineral dose and pH on alkaloid accumulation in *Datura stramonium* L. *Jornnal of herbs, spices et medicinal plants*.
38. DESACHY A., FRANÇOIS B., VIGNON P., ROUSTAN R., GAY., 1996. Une intoxication rare au *Datura stramonium* A propos deux cas. *Réan Urg.* 1996; 6(1): 51-53 P.
39. DESAILLY I ; FLINIAUX M A et JACQUIN-DUBREUIL A., 1988. Etude de la distribution des alcaloïdes dérivés de l'acide tropique chez *datura stramonium* L., par dosage immunoenzymatique : localisation tissulaire et subcellulaire. *C.R. Acad.Sci.*, Paris, 306, Ser.III : 569-591 P.
40. DOERER K., WITTE L. and WILHELM ALFTERMANN A., 1991. Identification of tropan alkaloids in hairy root cultures of *Hyoscyamus albus* L. *Z. Naturforsch.* 46 c, 519-521 P.
41. DONALD A. MAHLER., 1976. Anticholinergic Poisoning from Jimson Weed. Annual ACEP/EDNA Scientific Assembly in Las Vegas, Nevada, Vol 5 Number 6: 440-442 P.
42. DORÉ THIERRY, SENE MANIEVEL, PELLISSIER FRANÇOIS, GALLET CHRISTIANE., 2004. Approche agronomique de l'allélopathie. *Cahiers Agricultures.* Volume 13, Numéro 3, France 56-249 P.
43. DUPRAZ J.M., CHRISTEN P. KAPETANIDIS I., 1993. Tropan alkaloids in transformed roots of *Datura quercifolia*. *Planta medica*, 60, 158-162 P.
44. EFTEKHAR, F., YOUSEFZADI, M. & TAFAKORI, V., 2005. Antimicrobial activity of *Datura innoxia* and *Datura stramonium*. *Fitoterapia* 76: 118–120 P.
45. EINHELLIG FA, RASMUSSEN JA., 1979. Effects of three phenolic acids on chlorophyll content and growth of soybean and grain *sorghum* seedlings. *J Chem Ecol* ; 5 : 815-24 P.
46. EINHELLIG, F.A., 1986. Mechanisms and modes of action of allelochemicals. In A, P. Putnam and C. S. Teng (eds.), *the Science of Allelopathy*, John Wiley & Sons, New York, 170-188 P.
47. EINHELLIG FA., 1995. Mechanism of action of allelochemicals in allelopathy. In : Inderjit, *et al.*, eds. *Allelopathy : Organisms, process and applications*. ACS Symp. Ser. 852. *Am Chem Soc*: 96-116 P.

48. EINHELLIG FA., 1996. Interactions involving allelopathy in cropping systems. *Agron journal*, 88, 93-886 P.
49. EL BAZAOUI AHMED, STAMBOULI HAMID, BELLIMAM MOULAY AHMED ET SOULAYMANI ABDELMAJID., 2009. Détermination des alcaloïdes tropaniques des graines du *Datura stramonium* L, par CPG/SM et CL/SM. *Fac sc, univ ibn Tofaïl*. Volume 21, Numéro. Maroc, 183-188 P.
50. EL HAJZEIN BELAL., 1992. Etude de la germination de *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad. III. Les températures optimales de germination à l'obscurité. *ECOLOGIA MEDITERRANEA XVIII*: 19-24 P.
51. EYMARD S., 2003. Mise en évidence et suivi de l'oxydation des lipides au cours de la conservation et de la transformation de chinchard (*Trachurus trachurus*), choix des procédés. Thèse de doctorat en génie des procédés, école doctoral en génie des procédés, Nantes, France, 217 P.
52. FAN DENG., 2005. Effect of glyphosae, chlorsulfuron, and methyl Jasmonate on growth and alkaloid biosynthesis of Jimsonweed (*Datura Stramonium* L). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 82.16-26 P.
53. FILHO. C.A., SILVA. C.M., QUADRI. M.B. and MACEDO. E.A., 2003. Tracer diffusion coefficients of citral and d-limonene in supercritical carbon dioxide. *Fluid Phase. Equilibria* 204, 65-73 P.
54. FLESCH F., 2005. Intoxications d'origine végétale. *EMC-Médecine* 2, 532-546 P.
55. FRIEDMAN M. et LEVIN C.E., 1989. Composition of jimson weed seeds. *J . Agric. Food. Chem.*, 37, 998-1005 P.
56. FORET ROMARIC., 2006. *Dico de Bio, De Boeck Supérieur*. Belgique -639 p.
57. GALLET CHRISTIANE ET PELLISSIER FRANÇOIS., 2002. Interactions allélopathiques en milieu forestier, *Rev. For. Fr. LIV*, 6: 567-576 P.
58. GILLY GUY., 2005. Les plantes aromatiques et les huiles essentielles à Grasse: botanique, culture, chimie, production et marché. Ed l'Harmattan. 414 p.
59. GONTIER ERIC ; FLINIAUX M. A ; BARBOTIN J. N. and SANGWAN-NOREEL B . S., 1993. Tropane alkaloids levels in the leaves of micropropagated *Datura innoxia* Mill. *Plants. Planta Medica*, 59: 432-535 P.
60. GRZEGORZ GRYNKIEWICZ., GADZIKOWSKA MARIA., 2008. Tropane alkaloids as medicinally useful natural products, and their synthetic derivatives as new drugs. *Pharmacological Reports*, 60: 439-463 P.

61. HARBOUCHE H., 2004. Etudes Botaniques Et Physiologiques De L'espèce *Datura stramonium* L, Dans La Région De Sétif, Thèse de Magister, 11 : 85-94 P.
62. HARTMANN, T., WITTE, L., 1995. Chemistry, biology and chemoecology of the pyrrolizidine alkaloids *In: Pelletier SW (Ed.): Alkaloids: Chemical and Biological Perspectives, Vol 9. Pergamon Press, Oxford, 155-233P,*
63. HASHIMOTO T, HAYASHI A, AMANO Y, KOHNO J, IWANARI H, USUDA S et YAMADA Y.,1991. Hyoscyamine 6 beta-hydroxylase, an enzyme involved in tropane alkaloid biosynthesis, is localized at the pericycle of the root, *Journal of biological chemistry*, 226 : 4648-4653 P.
64. HASHIMOTO TAKASHI et YAMADA YASUYUKI., 1987. Hyoscyamine 6 β -Hydroxylase, a 2-Oxoglutarate-Dependent Dioxygenase, in *Alkaloid-Producing Root Cultures, Plant Physiol*, 81(2): 619–625 P.
65. HASHIMOTO TAKASHI, MATSUDA JUN, YAMADA YASUYUKI., 2001. Two-step epoxidation of hyoscyamine to scopolamine is catalyzed by bifunctional hyoscyamine 6 β -hydroxylase, *FEBS Letters, Volume 329*, 35–39 P.
66. HASHIMOTO TAKASHI, YUKIMUNE YUKIHITO et YAMADA YASUYUKI., 1989. Putrescine and putrescine N-methyltransferase in the biosynthesis of tropane alkaloids in cultured roots of *Hyoscyamus albus* Planta volume, 178 :123-130 P.
67. HAWKES JG, LESTER RN, NEEN M, ESTRADA N., 1991. Solanaceae III – Taxonomy, Chemistry, Evolution (Proceedings of Third International Conference on Solanaceae). Royal Botanic Gardens, Kew,197–210 P.
68. HELLAL ZOHRA., 2011. Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des *Citrus*. Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*), thèse de Magister, *sc bio & agro*, Algérie, 120 P.
69. HENRI AROUKO, MATRAY MARIE-DOMINIQUE, BRAGANCA CORALIE, MPAKA JEAN-PIERRE, CHINELLO LAURE, CASTAING FRANÇOISE, BARTOU CHRISTINE, ET POISOT DANIEL., 2003. L'intoxication volontaire par l'ingestion de *Datura stramonium*, *Ann. Med. Interne*, 154, Hors- Série I, 46-50 P.
70. HOUMANI Z., 1999. Quelques plantes algériennes à alcaloïdes tropaniques, effet du stress salin et hydrique sur la production d'alcaloïdes, variation de leurs teneurs au cours du stockage", thèse Doctorat, *sc agro*, Alger,124 P.
71. HOUMANI ZAHIA, COSSON LOUIS, CORBINEAU FRANÇOISE, CÔME DANIEL. 1994. Etude de la teneur en hyoscyamine et scopolamine d'une population sauvage de *Datura stramonium* L, en Algérie, *Acta Botanica Gallica*, 141 (1), 61-66 P.

- 72.** HUBERT RICHARD., 1992. Épices et aromates. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 339 P.
- 73.** INDERJIT KEATING K.I., 1996. Allelopathy : principes, procédures, processus and promises for biological control. *Adv Agron* ; 67 : 141-231 P.
- 74.** JAN ALEXANDER, BENFORD DIANE, COCKBURN ANDREW, CRAVEDI JEAN-PIERRE, DOGLIOTTI EUGENIA, DI DOMENICO ALESSANDRO *et al.*, 2008. Tropane alkaloids (from *Datura* sp.) as undesirable substances in animal feed. *The EFSA Journal*, 691: 1-55 P.
- 75.** JOREK N., 1983. Epices et plantes aromatiques (description, culture, soins, propriétés et emploi de 50 aromates culinaires).Edition Hatier.123 P.
- 76.** JOUZIER ÉTIENNE., 2005. SOLANACÉES MÉDICINALES ET PHILATÉLIE. *Bull, Soc, Pharm, Bordeaux*, 144: 311-332 P.
- 77.** KATO- NOGUCHI HISASHI., 2001. Effects of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) extract on germination and seedling growth of six plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 23 (1): 49-53 P.
- 78.** KATO- NOGUCHI. H et KAWABATA. K., 2002. Isolation of Allelopathic Substances in Lemon Balm Shoots, *Journal ; Environment Control in Biology*, Japan, 40 (4): 389-393 P.
- 79.** KAUSHIK P. GOYAL PANKAJ., 2008. *In vitro* evaluation of *Datura innoxia* (thorn-apple) for potential antibacterial activity , *Indian J. Microbiol.* 48:353–357 P.
- 80.** KEELER R.F., 1979. Toxic plants A, Edition Douglas Kinghorn, New York.
- 81.** KRESANECK J., 1981. Les plantes médicinales. Ed. Boudouin. Paris .222 P.
- 82.** KUMAR A., SINGH E.K et VIRMANI O.P., 1984. Cultivation of *Hyoscyamus* as source of tropane alkaloids. *A Reviv. Cromap.*195-211 P.
- 83.** LEBLANC M.L.; CLOUTIER D.C.; LEROUX G.D.; HAMEL C., 1998. Facteurs impliqués dans la levée des mauvaises herbes au champ, Société de protection des plantes du Québec (SPPQ), 79 (3): 111-127 P.
- 84.** LECLERCQ-QUETIN. J., 2002. Le voyage insolite de la plante au médicament, *Journal de Pharmacie de Belgique*, 57 : 11-20 P.
- 85.** LEETE EDWARD., 1979. Biosynthesis and metabolism of tropane alkaloids, *Planta med.*, 36, 98-106 P.

86. LEOPOLD, A.C., GLENISTER, R. & COHN, M.A., 1988. Relationship between water content and after-ripening in red rice. *Physiologia Plantarum* 74: 659-622 P.
87. LEVITT JUDY and LOVETT. J. V., 1984. Activity of allelochemicals of *Datura stramonium* L (thorn apple) in contrasting soil types, *Plant and Soil*, 79 (2): 181-189 P.
88. LITZINGER WJ., 1981. Ceramic evidence for prehistoric *Datura* use in North America, *J Ethnopharmacol.*, Jul,4,1,57-74 P.
89. LOVETT. J.V and POTTS WENDY C., 1987. Primary effects of allelochemicals of *Datura stramonium* L. *Plant and Soil* . Volume 98, Number 1: 137-144 P.
90. LOVETT, J.W., RYUNTYU, M.Y., and LIU, D.L., 1989. Allelopathy; chemical communication and plant defense, *J Chem Ecol*, 15: 1193-1202 P.
91. MARCHEIX JEAN - JACQUES ,FLEURIET ANNIE ,JAY- ALLEMAND CHRISTIAN., 2005. Les composés phénoliques des végétaux: Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. PPUR presses polytechniques France, 192 P.
92. MATSUDA J ,S OKABE, T HASHIMOTO AND Y YAMADA., 1991. Molecular cloning of hyoscyamine 6 beta-hydroxylase, a 2-oxoglutarate-dependent dioxygenase, from cultured roots of *Hyoscyamus niger*. *The Journal of Biological Chemistry*, 266 : 9460-9464 P.
93. MAURO MUNIZ NEVES., 2006. Synthèse d'alkaloïdes biologiquement actifs ; la (+)-anatoxine-a et la (±)-camptothécine. Thèse doc. Chimie. France. 186 P.
94. MCVICAR JEKKA., 2006. Le Grand Livre des herbes. Editions de Borée, 288 P
95. 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 : 143-155 P.
96. MEYERS CLAUDE., 2007. Mythologies, histoires, actualités des drogues, éditions l'Harmattan, Paris, 273 P.
97. MICHELLON ROGER et TECHER PATRICK., 1996. Le Kikuyu plante fourragère et de couverture, Programme APAFP, CIRAD-CA N° 1-96, 1-25 P.
98. MIRALDI ELISABETTA, MASTI ALESSANDRA, FERRI SARA, COMPARINI IDA BARNI., 2001. Distribution of hyoscyamine and scopolamine in *Datura stramonium*, *Fitoterapia* 72, 644 648 P.
99. MIRZAMATOV. R. T. et LUTFULLIN. K. L., 1985. Dynamics of the accumulation of alkaloids in *Datura stramonium* L. Plenum Publishing Corporation, 50: 381 P.

- 100.** MORISON M. VALANTIN ET JEUFFROY L. GUICHARD, M.H., 2008. Comment maîtriser la flore adventice des grandes cultures à travers les éléments de l'itinéraire technique ?, *Innovations agronomiques*, 27-41 P.
- 101.** MOYANO ELISABETH, JOUHIKAINEN KATJA, TAMMELA PÄIVI, PALAZÓN JAVIER, CUSIDÓ ROSA M., M. PIÑOL TERESA, TEERI TEEMU H., ET OKSMAN CALDENTY KIRSI MARJA., 2003. Effect of *pmt* gene overexpression on tropane alkaloid production in transformed root cultures of *Datura metel* and *Hyoscyamus muticus*, *Oxford journal, J Exp Bot*, 54 (381): 203-211 P.
- 102.** NABORS MURRAY., 2008. Biologie végétale: structure, fonctionnement, écologie et biotechnologies. Pearson editions, France. 640 P.
- 103.** NICHOLAS J. WALTON, RICHARD J. ROBINS AND ABIGEAL C.J. PEERLESS., 1990. Enzymes of N-methylputrescine biosynthesis in relation to hyoscyamine formation in transformed root cultures of *Datura stramonium* and *Atropa belladonna*. Volume 182, Number 1, 136-141 P.
- 104.** NOUMI ZOUHAIER., 2010, *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayne subsp. *raddiana* (Savi) Brenan en Tunisie pré-saharienne : structure du peuplement, réponses et effets biologiques et environnementaux, thèse doc, *univ Bordeaux I et fac des sciences*, Tunisie, 125 P.
- 105.** OLIVEREAU FRANCIS., 1996. Les plantes messicoles des plaines françaises, *Courrier de l'environnement de l'INRA*, France 28 : 5-18 P.
- 106.** OSENI O. A., OLARINOYE C. O. et AMOO I. A., 2011. Studies on chemical compositions and functional properties of thorn apple (*Datura stramonium L*) *Solanaceae*. *African Journal of Food Science* Vol. 5 (2), 40 – 44 P.
- 107.** OUDHIA P. and TRIPATHI R.S., 2000. Germination of mustard as affected by allelopathy of *datura stramonium*. *Agric Sci Digest*, 20 (4) India ; 257-258 P.
- 108.** OUDHIA P., et TRIPATHI R.S., 1999. Germination and seedling vigour of rice var. Mahamaya affected by allelopathy of *Datura stramonium L*. *Crop Research*, 18 (1): 46-45 P.
- 109.** OUDHIA, P., 2000. Allelopathic effect of some obnoxious weeds on germination of soybean. *indian journal of plant physiology*, vol 5(3) India, 295-296 P.
- 110.** OUDHIA, P.; TRIPATHI, R. S., 1998. Allelopathic potential of *Datura stramonium L*, *Crop Research (Hisar)* Vol. 16 No (1), 37-40 P.

- 111.** PAJOUHESH and SAZANDEGI., 2009. Allelopathic effects of aqueous and residue of different parts of *Datura stramonium* on canola growth and germination *Plant physiology Growth and development*, vol 22(1), no (82), 62-69 P.
- 112.** PARIS MICHEL et HURABIELLE MONIQUE., 1981. Abrégé de matière médicale (pharmacognosie), TOME I Généralités-morphologies, édition MASSON, 339 p
- 113.** PARIS R.R. et MOYSE H., 1971. Les Solanacées médicinales. Matière médicinales. 3^{ème}. Ed. Masson et Cie. Paris. 987 P.
- 114.** PENCHEV PETKO IVANOV., 2010. Étude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions. Thèse doc, *univ* Toulouse, France. 293 P.
- 115.** PHILIPPOV STEFAN et BERKOV STRAHIL., 2002. GC-MS Investigation of Tropane Alkaloids in *Datura stramonium*. *Bulgarian academy of Science*, Bulgaria. , 559-561 P.
- 116.** PIERRE MICHEL et LYS MICHEL., 2007. Secrets des plantes, édition Artemis, 463 P.
- 117.** POLESE JEAN-MARIE., 2006. La culture des plantes aromatiques, édition Artemis, 93 P.
- 118.** POULIQUEN HERVÉ., 2004. Toxicologie clinique des ruminant, Éditions du point vétérinaire, Wolters Kluwer France, 374 P.
- 119.** PRETORIUS E., MAX J., 2006. *Datura stramonium* in asthma treatment and possible effects on prenatal development, *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 21, 331-337 P.
- 120.** PUTNAM A.R., 1985. Weed allelopathy *In* : Weed Physiology (S.O. Duke, ed) CRC Press, Boca Raton, Florida, 131-155 P.
- 121.** RABE TONIA ; VAN STADEN JOHANNES., 1997. Antibacterial activity of South African plants used for medicinal purposes, *journal of Ethnopharmacology* (56): 81-87 P.
- 122.** RAVEN PETER H., EVERT RAY F., EICHHORN SUSAN E., 2003. Biologie végétale. De Boeck Supérieur. 968 P.
- 123.** REISMAN-BERMAN O., et KIGEL J., 1991. Dormancy patterns in buried seeds of *Datura ferox* L. and *Datura stramonium*. *Can. J. Bot.* 69. 173-179 P.
- 124.** RICE E.L., 1984. Allelopathy, 2nd edition, Orlando (Florida), Academic Press, Inc., 424 P.
- 125.** ROBINEAU Lionel Germosén, Tramil., 1999. Pharmacopée caribéenne, IRD éditions, 493 P.

- 126.** ROBINS TW, GIARDINI V, JONES GH, READING P, SAHAKIAN BJ., 1990. Effects of dopamine depletion from the caudate-putamen and nucleus accumbens septi on the acquisition and performance of a conditional discrimination task, *Behav Brain Res* 38 : 243–261P.
- 127.** ROBLLOT F., MONTAZ L., DELCOUSTA M., GABORIAUN E., CHVAGNAT J., MORICHAUD G., POURRATO., Scepti M., Patte D., 1994. *Rev Méd Interne* 16 : 187-190 P.
- 128.** ROMBI MAX., 1991. 100 plantes médicinales : composition, mode d'action et intérêt thérapeutique, édition Romart, 301 P.
- 129.** ROUQUET J-P ; BEZAURY J-P ; MORON P., 1982. A propos de deux épisodes toxicomaniaques par le Datura. *ANN, Med, psychol.* 140 : 547-550 P.
- 130.** SAADABI ABDULMONIEM M.A. AL-SEHEMI A.G and AL-ZAILAIE K.A., 2006. *In vitro* antimicrobial activity of some Saudi Arabian plants used in folkloric medicine, *international journal of botany* 2 (2): 201-204 P.
- 131.** SADRAEI. H., GHANNADI. A and MALEKSHAHI. K., 2003. Relaxant effect of essential oil of *Melissa officinalis* and citral on rat ileum contractions, *Fitoterapia*, 74 (5), 445-452 P.
- 132.** SHARFARAZ KHAN MARWAT., FAZAL UR REHMANI., SAIFULLAH KHAN., 2005. Germination of seeds of *Datura stramonium* L under differentiation (temperature & soil), *Gomal University Journal of Research*, 21: 45- 49 P.
- 133.** SCHMELZER, G.H. & GURIB-FAKIM, A., 2008. Ressources végétales de l'Afrique tropicale Plantes médicinales 1, Imp Ponsen & loojen by Wageningen, Backhuys Publishers, Pays-Bas, 850 P.
- 134.** SHARAFZADEH SHAHRAM, MORTEZA KHOSH-KHUI, KATAYOON JAVIDNIA., 2011. Aroma Profile of Leaf and Stem of Lemon Balm (*Melissa Officinalis* L.) Grown under Greenhouse Conditions. *Islamic Azad Univ & Shiraz univ, Adv. Environ, Biol.*, 5(4): 547-550 P.
- 135.** SHIVPURI A., SHARMA O.P., JHAMARIA S.L., 1997. Fungitoxic properties of plant extracts against pathogenic fungi. *J. of Mycology and Plant Pathology*, 27, 1, 29-31 P.
- 136.** SIQUEIRA JO, NAIR MG, HAMMERSCHMIDT R, SAFIR GR., 1991. Significance of phenolic compounds in plant-soil-microbial systems, *Crit Rev Plant Sci* ; 10 : 63-121 P.

- 137.** STEENKAMP P. A., HARDING. N. M., VAN Heerden. F. R., VAN WYK. B. -E., 2004. Fatal *Datura* poisoning: identification of atropine and scopolamine by high performance liquid chromatography/photodiode array/mass spectrometry, *Forensic Science International* 145, 3139 P.
- 138.** SUTY LYDIE., 2010. La lutte biologique: Vers de nouveaux équilibres écologiques, éditions Quae, France, 328 P.
- 139.** SUZUKI KEN-ICHI , YAMADA YASUYUKI ET HASHIMOTO TAKASHI., 1998. Expression of *Atropa belladonna* Putrescine N-Methyltransferase Gene in Root Pericycle, *Oxford journal, Plant Cell Physiol* 40 (3) : 289-297 P.
- 140.** TANCZOS AC., PALMER RA., POTTER BS., SALDANHA JW., HOWLIN BJ., 2004. Antagonist binding in the rat muscarinic receptor a study by docking and X-ray crystallography, *Comput Biol Chem*, 28(5-6):375-85 P.
- 141.** TAURO, P., (1996). Whither Allelopathy ? In *Allelopathy: Field Observations and Methodology*, vol. 1. Proceedings of the International Conference on Allelopathy (ed. S.S. NARWAL and P. TAURO), pp. 129-137. Scientific Publishers, Jodhpur.
- 142.** THOBY.C., 2009. La mélisse officinale (*Melissa officinalis* L.), Thèse de doc, *Univ de Nantes*, France, 276 P.
- 143.** THURZOVA L., 1981. Les plantes santé qui poussent autour de nous, édition Bordas, Paris 268 P.
- 144.** UZUN ERGIN , SARIYAR GÜNAY , ADSEREN ANNE, KARAKOC BERNA, ÖTÜK GÜLTEN, ERCAN OKTAYOGLU, PIRILDAR SEVDA., 2004. Traditional medicine in Sakarya province (Turkey) and antimicrobial activities of selected species, *Journal of Ethnopharmacology* 95: 287–296 P.
- 145.** WALLER GR., 1989. Allelochemical action of some natural products. In : Chou CH, Waller GR, eds *Phytochemical Ecology : Allelochemicals, Mycotoxins and Insect Pheromones and Allomones*. Academia Sinica Monograph Series, n° 9 Taipei : Institute of Botany: 129-54 P.
- 146.** WEAVER S.E. et WARWICK S.I., 1984. The biology of carodian weeds. *Datura stramonium*. *Can. J. Plant Sci.* 64: 979-991 P.
- 147.** WHITTAKER R.H., 1970. The biochemical ecology of higher plants In: *Chemical Ecology* (E. Sondheimer & J.B. Simeone, Eds). Academic Press, New York, 43-70 P.

- 148.** WILLAN, R.L., 1992. Guide de manipulation des semences forestières dans le cas particulier des régions tropicales. Food & Agriculture Org - 444 P.
- 149.** XING. K., YOU. K., YIN. D., YUAN. Z and MAO. L., 2009. A simple and efficient approach for synthesis of pseudoionone from citral and acetone catalyzed by powder LiOH-H₂O, Catalysis Communications 11: 236–239 P.
- 150.** YOSSRY AA, ALI SMA, IMERY SM., 1998. Fungitoxic properties of some plant extracts against growth of soil borne disease fungi. *Ann Agric Sci*, 8: 913–909 P.

Annexes

Annexe 1

❖ Tableau 6. Les moyennes des hauteurs des tiges de *D. stramonium* pour chaque semaine dès l'apparition des premières pousses

	Témoin	E3	E2	E1
S2	4,62	4,88	2,25	3,2
S3	5,15	5,95	3,98	6,16
S4	10,33	9,08	5,28	11,58
S5	16,77	17,54	11,71	18,2
S6	29,37	33,76	21,75	35,54
S7	49,87	50,33	28,97	55,12
S8	72,05	74,66	42,031	77,32
S9	73,12	76,02	59,36	80,01
S10	75,64	80,15	72,91	85,02

❖ Tableau 7. Résultats du modèle linéaire global sur les moyennes des hauteurs des tiges de *D. stramonium* pour chaque semaine.

Facteurs	Somme carré des écarts	ddl	Carrés moyens	F-ratio	P
Essais	998.093	3	332.698	11.134	0.000
DATE	29109.983	8	3638.748	121.778	0.000
Erreur	717.124	24	29.880		

Annexe 2

❖ Tableau 8. Les moyennes des feuilles de *D. stramonium* pour chaque semaine dès l'apparition des premières pousses.

	Témoin	E3	E2	E1
S3	3,29	3,302	3,01	4,81
S4	6,66	3,34	3,85	6,41
S5	8,66	5,17	6,33	9,88
S6	11,55	9,17	9,204	12,44
S7	14,29	14,71	13,07	17,47
S8	19,12	20,42	18,32	22,051
S9	22,34	23,74	23,063	25,46
S10	27,54	26,95	26,54	29,32

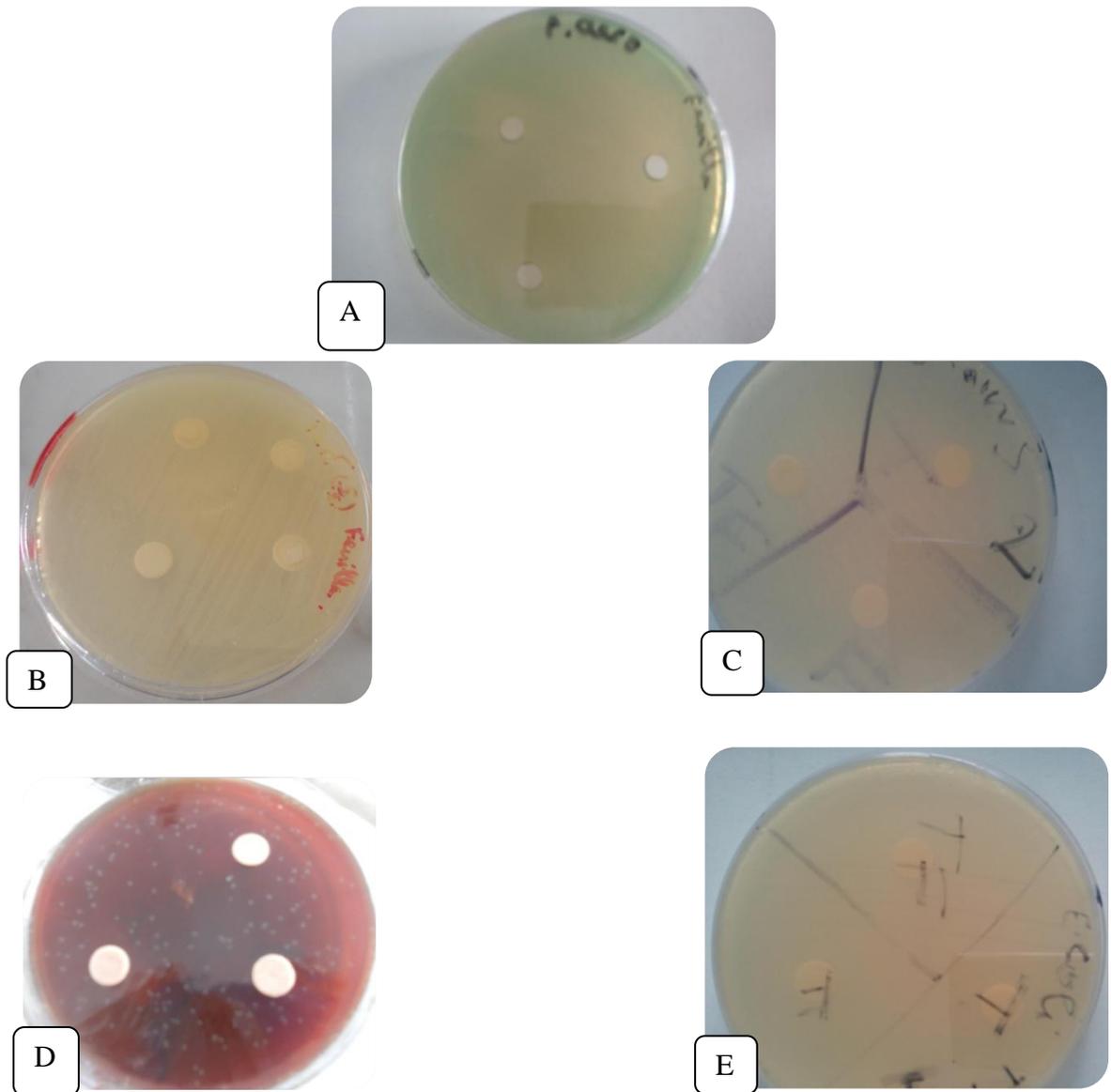
Tableau 9. Résultats du modèle linéaire global sur les moyennes des feuilles de *D. stramonium* pour chaque semaine

Facteurs	Somme carré des écarts	ddl	Carrés moyens	F-ratio	P
Essais	2223,410	7	317,630	388,250	0.000
DATE	43,902	3	14,634	17,888	0.000
Erreur	17,180	21	0.818		

Tableau 10. Analyse de variance des taux des alcaloïdes tropaniques dans les différents organes

Facteurs	Somme carré des écarts	ddl	Carrés moyens	F-ratio	P
Organes	3489,982	3	1163,327	4,782	0.006
Erreur	17,180	21	0.818		

Annexe 3



A : culture de *Pseudomonas aeruginosa*

B : culture de *Staphylococcus aureus* R

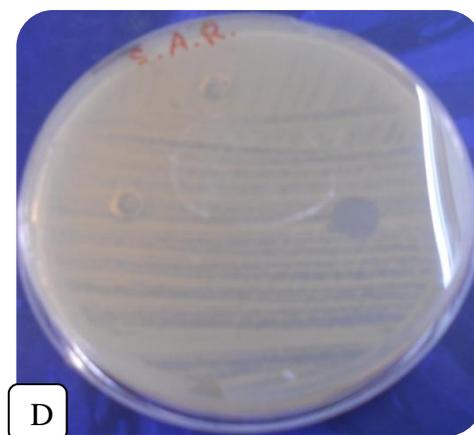
C : culture de *Staphylococcus aureus* S
pneumoniae

D : culture de *Streptococcus*

E : culture d'*Escherichia coli*.

Figure 17. Effet des extraits de la stramoine sur *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, par technique d'aromatogramme.

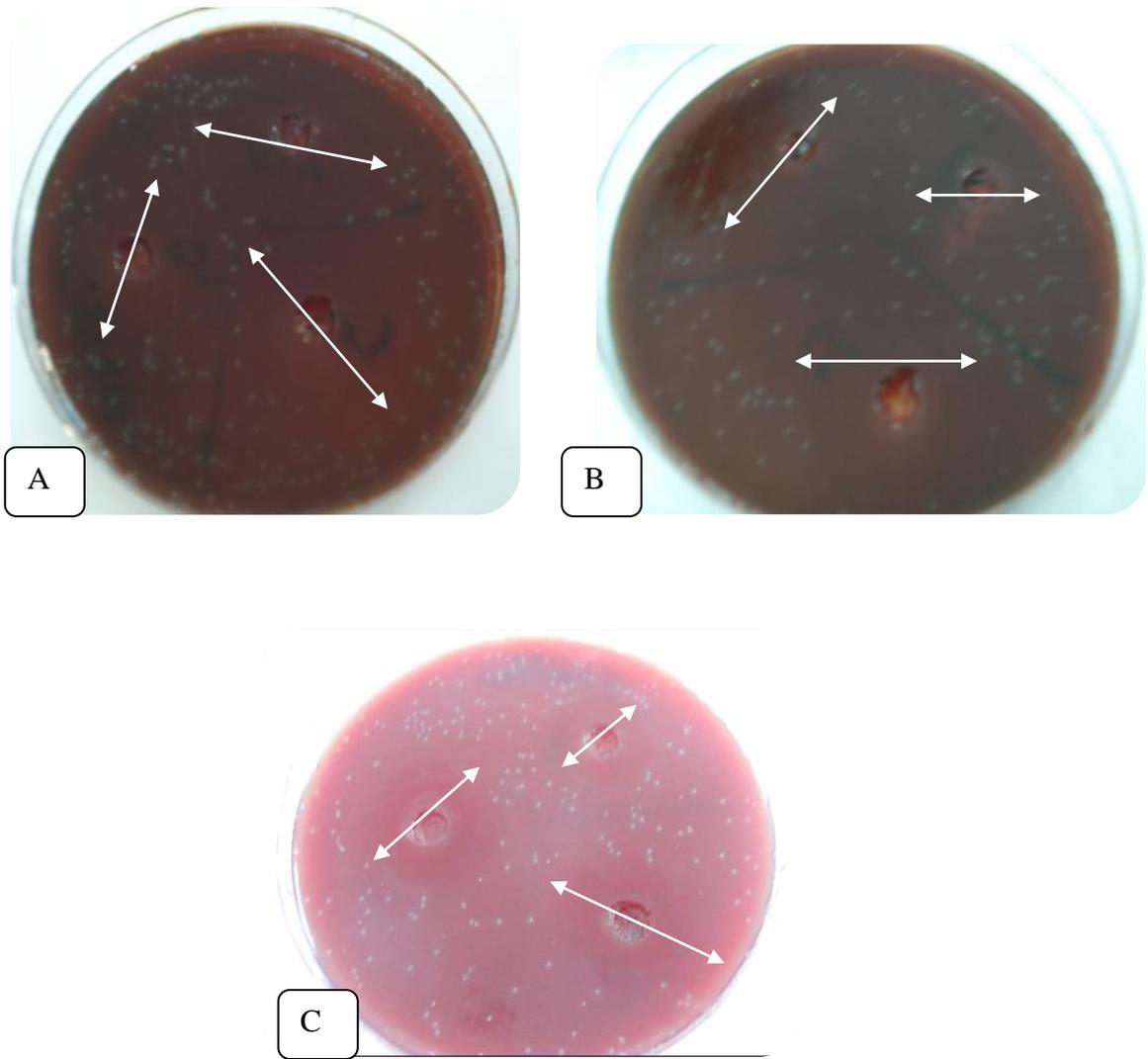
Annexe 4



A : culture de *Pseudomonas aeruginosa*
Staphylococcus aureus S

B : culture d'*Escherichia coli* C :
D : *Staphylococcus aureus* R

Figure 18. Effet de l'extrait de la stramoine sur la croissance de, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus* S et R par la technique de diffusion en puits.



A : l'effet antibactérien des feuilles.

B : l'effet antibactérien de l'ensemble tiges+feuilles.

C : l'effet antibactérien des tiges.

Figure 19. Effet antibactérien des alcaloïdes tropaniques sur le développement et la croissance des *Streptococcus pneumoniae* par la technique de diffusion en puits.

Annexe 5

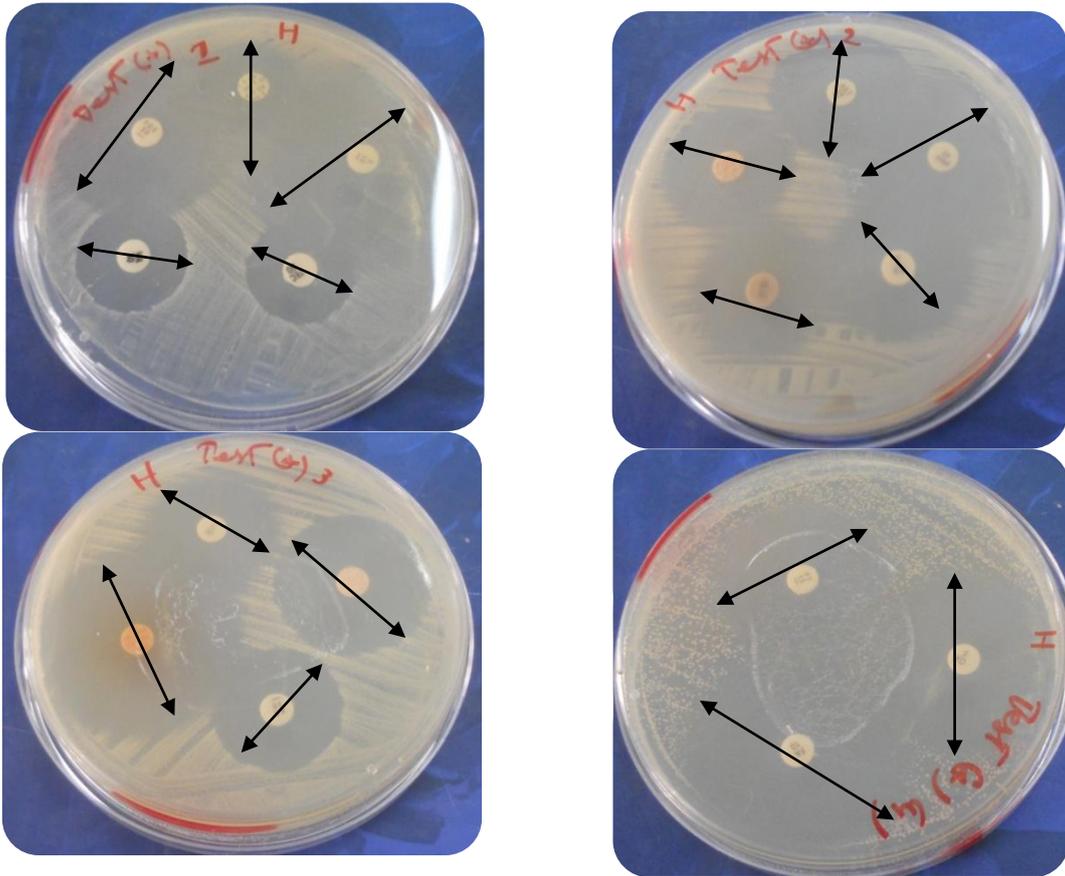


Figure 20 : résultats d'antibiogramme pour les *S. aureus* S

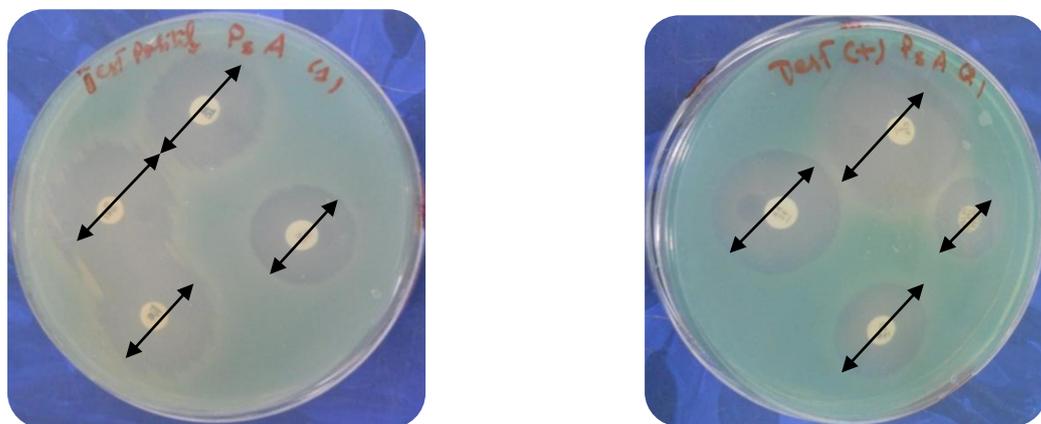


Figure 21 : résultats d'antibiogramme pour les *Pseudomonas aeruginosa*.

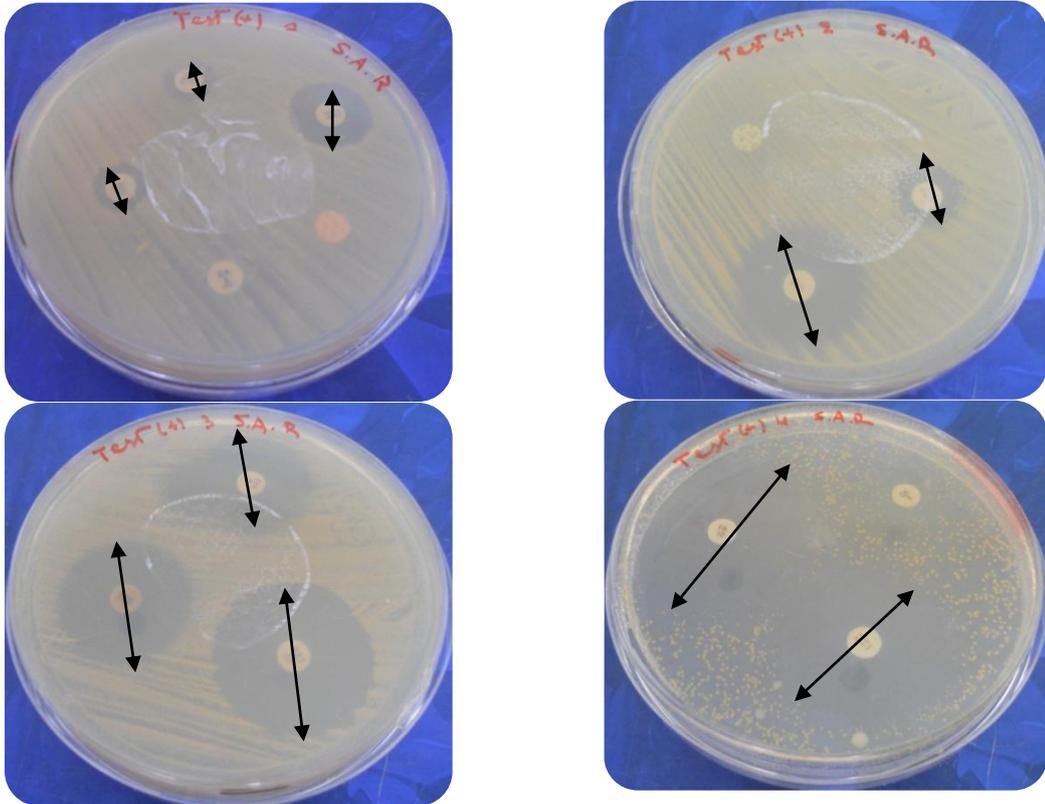


Figure 22 : résultats d'antibiogramme pour les *S. aureus* R.

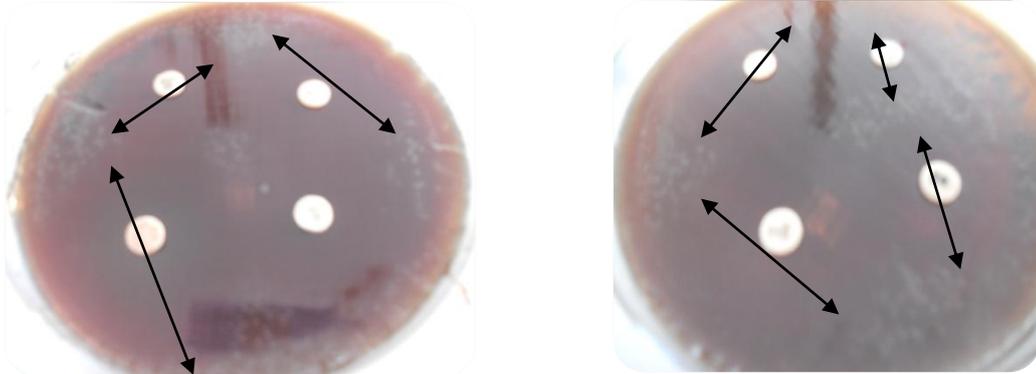


Figure 23 : résultats d'antibiogramme pour les *Streptococcus pneumoniae*.

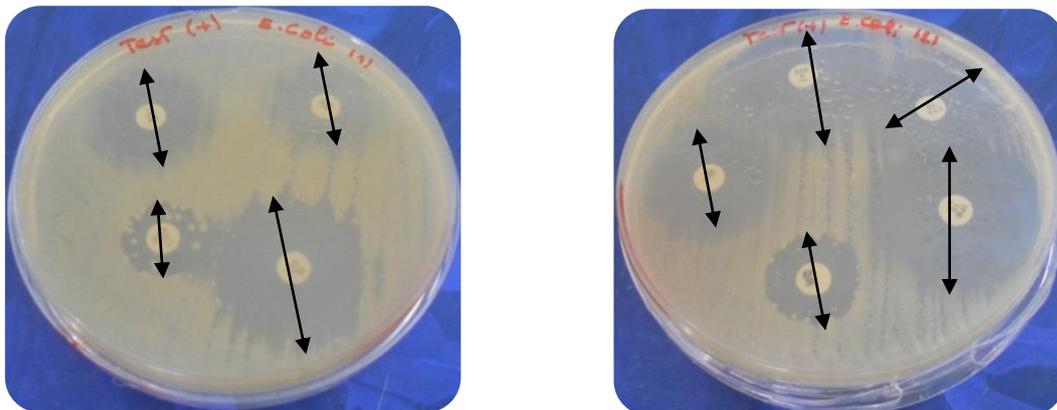


Figure 24 : résultats d'antibiogramme pour l'*Escherichia coli*.

Annexe 6

❖ Tableau 11. Diamètre des zones d'inhibition (ZI) des antibiotiques sur les germes de *Staphylococcus aureus* S

Les antibiotiques	Diamètre d'inhibition	Sensibilité Ou résistance
Vancomycine	17mm	S
Cefoxitine	34mm	S
<i>Teicoplanine</i>	17mm	S
Pénicilline	35mm	S
Oxacilline 1 µg	20mm	S
Pénicilline+novobiocine	32mm	S
Sulfamethoxazole+trimethoprime	30mm	S
Erythromycine	24mm	S
Tétracycline	20mm	S
Rifampicine	39mm	S
Chloramphénicol	22m	S
Gentamicine	28mm	S
Oxacilline 5µg	35mm	S
Acide fucidique	39mm	S
Pristinamicine	31mm	S

❖ Tableau 12. Diamètre des zones d'inhibition des antibiotiques sur les germes de *Staphylococcus aureus* R

Les antibiotiques	Diamètre d'inhibition	Sensibilité Ou résistance
Erythromycine	0mm	R
Clindamycine	0mm	R
Amykacine	18mm	S
Cefoxitine	12mm	R
Gentamicine	10mm	S
Chloramphénicol	25mm	R
Oxacycline 1µg	0mm	R
Pénicilline G	14mm	R
Sulfamethoxazole+trimethoprime	31mm	S
Ciprofloxacine	29mm	S
Tétracycline	36mm	S
Oxacilline 5µg	13mm	R
Acide fucidique	40mm	S
Pristinamicine	35mm	S

❖ Tableau 13. Diamètre des zones d'inhibition des antibiotiques sur les germes de *Pseudomonas aeruginosa*

Les antibiotiques	Le diamètre d'inhibition	Sensibilité ou résistance
Ticarcilline	25mm	S
Ticarcilline+acide clavulanique	25mm	S
Céftazidime	33mm	S
Gentamycine	20mm	S
Imipenème	21mm	S
Amykacine	24mm	S
Tobramycine	19mm	S
Ciprofloxacine	32mm	S

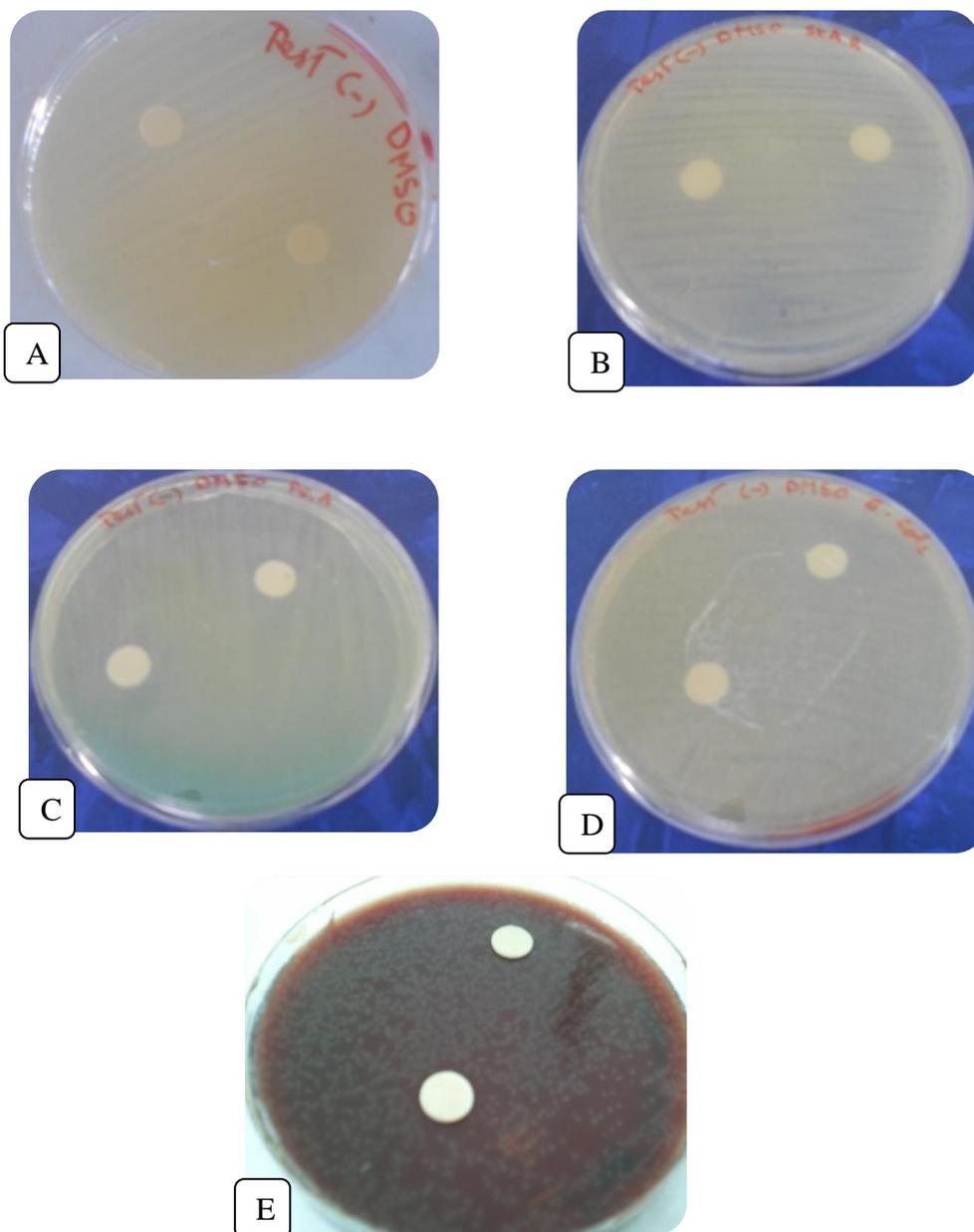
❖ Tableau 14. Diamètre des zones d'inhibition des antibiotiques sur les germes d'*Escherichia coli*

Les antibiotiques	Le diamètre d'inhibition	Sensibilité Ou résistance
Ampicilline	13mm	S
Cefoxitine	30mm	S
Céfotaxime	34mm	S
Imipenème	32mm	S
Amykacine	28mm	S
Gentamicine	23mm	S
Ciprofloxacine	32mm	S
Chloramphénicol	24mm	S

❖ Tableau 15. Diamètre des zones d'inhibition des antibiotiques sur les germes de *Streptococcus pneumoniae*

Les antibiotiques	Le diamètre d'inhibition	Sensibilité Ou résistance
Erythromycine	35mm	S
Clindamycine	34mm	S
Oxacilline 1µg	20mm	S
Chloramphénicol	34mm	S
Rifampicine	35mm	S
Vancomycine	24mm	S
Tétracycline	30mm	S

Annexe 7



A : *Staphylococcus aureus* S.

B : *Staphylococcus aureus* R

C: *Pseudomonas aeruginosa*

D: *Escherichia coli*

E: *Streptococcus Pneumoniae*

Figure 25. Effet antibactérien du Diméthyle sulfo-oxyde sur les souches de A : *Staphylococcus aureus* S, *Staphylococcus aureus* R, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* et *Streptococcus Pneumoniae*