

Communication par affiche dans le cadre de ce mémoire

Activités allélopathique, antimitotique et génotoxique de *Tetraclinis articulata* (Mast)

Vahl.

Badria FASLA, Fatima ZEGHADA, Abderrazak MAROUF, Malika BENNACEUR

XIes Journées Scientifiques du réseau "Biotechnologies végétales / Amélioration des plantes et sécurité alimentaire" de l'Agence universitaire de la Francophonie.

30 juin-3 juillet 2008, Agrocampus Rennes. Rennes, France

Remerciements

Ce travail a été réalisé au laboratoire de Biochimie Végétale et des substances naturelles (Département de biologie, Faculté des sciences, Université d'Oran, Es-Senia), sous la direction du Docteur MAROUF ABDERRAZAK (Maître de conférences à l'Université d'Oran, Es-Senia), à qui j'exprime mes sincères remerciements pour les conseils éclairés et les encouragements qu'il n'a cessés de me prodiguer tout au long de ce travail, avec une disponibilité permanente et pour m'avoir fait bénéficier de ses connaissances et ses conseils avisés.

Il m'est agréable d'exprimer mes vifs remerciements à AOUS ABDELKADER de m'avoir fait l'honneur de présider ce jury.

Je voudrais également remercier BELKHODJA MOULAY pour sa participation à ce jury en examinant ce travail.

Je remercie vivement M^{me} BENNACEUR MALIKA. Maître de conférences à l'Université d'Oran, qui a bien voulu examiner ce travail et de nous avoir aidé tout au long du magister.

Mes sincères remerciements pour M^{me} IGHIL HARIZ ZOHRÀ, M^{me} BOUABDALLAH LOUIZA et M^{me} BENBAIR ZOUBIDA pour leur aide, encouragement et soutien.

Mes remerciements vont à tous mes camarades du magister : Rached Wahiba, Fasila Nawel, Benahmed Fatihà, Benamar Houari et Bengag Amine pour leur encouragement.

Mes profonds remerciements vont aussi à nos techniciens du laboratoire : Faiza, Belkheir, Salihà (laboratoire de Biochimie Végétale et des substances naturelles), Nadia (Laboratoire d'Ecophysiologie Végétale), Khalida (LBM), Amina (Laboratoire d'Ecopedologie), Souad (Laboratoire de Botanique) et à Amina (Laboratoire de Biotechnologie).

Je tiens à adresser un hommage à la mémoire de Madame KHOUAÏJIA MALIKA enseignante à l'Université d'Oran.

DÉDICACE

C'est grâce à dieu (الله) le tout puissant qui ma donné le courage et la volonté pour achever ce modeste travail que je dédie :

A mes tendres parents (Makfilouf et Fouzia)

A mon frère et mes sœurs (Omar, Sara et soumia)

A toute ma famille

Et à tous ceux qui me sont chers

Fatima Zohra

ABRÉVIATIONS

AcOEt : Acétate d'éthyle
AcOH : Acide acétique
AlCl₃: Chlorure d'aluminium
CCM : Chromatographie sur couche mince
CH₂Cl₂: Dichlorométhane
CHCl₃ : Chloroforme
DO : Densité optique
EtOH : Ethanol
HCl : Chlorure d'hydrogène
HCOOH : Acide formique
HPLC : Chromatographie liquide haute performance
IC₅₀ : Concentration nécessaire pour inhiber 50 % de l'activité allélopathique
KOH : Hydroxyde de potassium
MeOH : Méthanol
Na₂CO₃ : Bicarbonate de sodium
NaNO₂ : Nitrate de sodium
NaOH : Hydroxyde de sodium
n-BuOH : n-Buthanol
NH₄OH : Hydroxyde d'ammoniaque
R² : Coefficient de corrélation
R_f : Facteur de rétention
SbCl₃ : Chlorure d'antimoine
UV : Ultraviolet
V/V : Volume par Volume
δ : Facteur de dilution

LISTES DES FIGURES

Figure 1: Photographie d' <i>Acacia raddiana</i> Savi	4
Figure 2: Photographie de <i>Globularia alypum</i> L.	5
Figure 3: Photographie d' <i>Haloxylon scoparium</i> Pomel.	6
Figure 4: Photographie de <i>Juniperus phoenicea</i> L.	7
Figure 5: Photographie de <i>Peganum harmala</i> L.	8
Figure 6: Photographie de <i>Pistacia lentiscus</i> L	10
Figure 7: Photographie de <i>Rhus pentaphylla</i> L.	12
Figure 8: Photographie de <i>Ruta chalepensis</i> L.	13
Figure 9: Photographie de <i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl) Mast.	15
Figure 10 : Schéma du fractionnement par partage liquide-liquide de l'extrait aqueux de <i>Tetraclinis articulata</i> .	26
Figure 11: Effet de l'extrait aqueux de <i>Globularia alypum</i> L. sur la germination de <i>Lactuca sativa</i> L. et <i>Rhaphanus sativus</i> L.	32
Figure 12: Effet de l'extrait aqueux de <i>Pistacia lentiscus</i> L. sur la germination de <i>Lactuca sativa</i> L. et <i>Rhaphanus sativus</i> L.	33
Figure 13: Effet de l'extrait aqueux de <i>Rhus pentaphylla</i> L. sur la germination de <i>Lactuca sativa</i> L. et <i>Rhaphanus sativus</i> L.	33
Figure 14: Effet de l'extrait aqueux de <i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl.) Mast (récolte de juin) sur la germination de <i>Lactuca sativa</i> L. et <i>Rhaphanus sativus</i> L.	35
Figure 15 : Effet de l'extrait aqueux de <i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl.) Mast (récolte de novembre) sur la germination de <i>Lactuca sativa</i> L. et <i>Rhaphanus sativus</i> L.	35
Figure 16: Effet de l'extrait aqueux de <i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl.) Mast (récolte de janvier) sur la germination de <i>Lactuca sativa</i> L. et <i>Rhaphanus sativus</i> L.	36
Figure 17: Effet de l'extrait aqueux de <i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl.) Mast (récolte d'avril) sur la germination de <i>Lactuca sativa</i> L. et <i>Rhaphanus sativus</i> L.	36
Figure 18 : Variations saisonnières de l'activité inhibitrice de la germination de <i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl) Mast. (sur <i>Lactuca sativa</i> L.)	38
Figure 19 : Effet (pourcentage d'inhibition) de l'extrait aqueux de <i>Peganum harmala</i> L. sur la croissance des plantules de <i>Lactuca sativa</i> L. et de <i>Rhaphanus sativus</i> L.	41

Figure 20: Effet (pourcentage d'inhibition) de l'extrait aqueux de <i>Ruta chalepensis</i> L. sur la croissance des plantules de <i>Lactuca sativa</i> L. et <i>Rhaphanus sativus</i> L.	43
Figure 21: Effet (pourcentage d'inhibition) de l'extrait aqueux de <i>Haloxylon scoparium</i> sur la croissance des plantules de <i>Lactuca sativa</i> L. et <i>Rhaphanus sativus</i> L.	45
Figure 22: Effet (pourcentage d'inhibition) de l'extrait aqueux de <i>Juniperus phoenicea</i> L. sur la croissance des plantules de <i>Lactuca sativa</i> L. et <i>Rhaphanus sativus</i> L.	47
Figure 23: Effet (pourcentage d'inhibition) de l'extrait aqueux d' <i>Acacia raddiana</i> Savi sur la croissance des plantules de <i>Lactuca sativa</i> L. et <i>Rhaphanus sativus</i> L.	48
Figure 24: Effet (pourcentage d'inhibition) de l'extrait butanolique issu du partage de <i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl) Mast. sur la croissance des plantules de <i>Lactuca sativa</i> L. et de <i>Rhaphanus sativus</i> L.	50
Figure 25 : Comparaison de l'effet des différents extraits aqueux sur la croissance de <i>Lactuca sativa</i> .	51
Figure 26 : Comparaison de l'effet des différents extraits aqueux sur la croissance de <i>Rhaphanus sativus</i> .	51
Figure 27 : La courbe d'étalonnage de l'acide Gallique.	52
Figure 28 : La courbe d'étalonnage de la catéchine.	52

LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1: Extraits utilisés dans l'étude de l'activité allélopathique.	24
Tableau 2: Origine et date de récolte des différents échantillons.	25
Tableau 3: Systèmes d'éluion des phytoconstituants.	27
Tableau 4: Phytoconstituants et leurs révélateurs spécifiques.	28
Tableau 5 : IC ₅₀ des extraits aqueux de <i>Globularia alypum</i> , <i>Pistacia lentiscus</i> et <i>Rhus pentaphylla</i> .	34
Tableau 6 : Variations saisonnières de l'activité inhibitrice de la germination de <i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl) Mast. (sur <i>Lactuca sativa</i> L.)	38
Tableau 7 : Variations saisonnières des IC ₅₀ de <i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl) Mast. sur <i>Lactuca sativa</i> (L) et <i>Raphanus sativus</i> (R).	39
Tableau 8: Effet de l'extrait aqueux de <i>Peganum harmala</i> L. sur la croissance des plantules de <i>Lactuca sativa</i> L. et <i>Rhaphanus sativus</i> L.	41
Tableau 9 : Effet de l'extrait aqueux de <i>Ruta chalepensis</i> L. sur la croissance des plantules de <i>Lactuca sativa</i> L. et <i>Rhaphanus sativus</i> L.	43
Tableau 10 : Effet de l'extrait aqueux de <i>Haloxylon scoparium</i> sur la croissance des plantules de <i>Lactuca sativa</i> L. et <i>Rhaphanus sativus</i> L.	45
Tableau 11 : Effet de l'extrait aqueux de <i>Juniperus phoenicea</i> L. sur la croissance des plantules de <i>Lactuca sativa</i> L. et <i>Rhaphanus sativus</i> L.	47
Tableau 12 : Effet de l'extrait aqueux d' <i>Acacia raddiana</i> Savi sur la croissance des plantules de <i>Lactuca sativa</i> L. et <i>Rhaphanus sativus</i> L.	48
Tableau 13 : Effet de l'extrait butanolique issu du partage de <i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl) Mast. sur la croissance des plantules de <i>Lactuca sativa</i> L. et de <i>Rhaphanus sativus</i> L.	50
Tableau 14 : Teneur des polyphénols et des flavonoïdes (mg/g de poudre sèche) des extraits utilisés.	53
Tableau 15 : Teneur des polyphénols et des flavonoïdes (mg/g de poudre lyophilisée) des feuilles de <i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl) Mast en fonction des saisons.	53
Tableau 16 : Résultat de la séparation des acides phénoliques par CCM	53
Tableau 17 : Résultat de la séparation des lignanes par CCM.	53
Tableau 18 : Résultats de la séparation des flavonoïdes par CCM.	54

Tableau 19 : Résultats de la séparation des coumarines par CCM sur gel de silice.	54
Tableau 20 : Résultats de la séparation des coumarines par CCM sur plaque de cellulose	55
Tableau 21 : Résultats de la séparation des anthrones et des anthranols par CCM.	55
Tableau 22 : Résultats de la séparation des glycosides cardiotoniques par CCM.	55
Tableau 23 : Résultats de la séparation des sesquiterpènes par CCM	55
Tableau 24 : Résultats de la séparation des saponines par CCM.	56
Tableau 25 : Récapitulatif des résultats du screening phytochimique des extraits aqueux.	57
Tableau 26 : Réactifs chimiques pour la révélation des CCM.	82

LISTES DES PHOTOS

- Photo 1 :** Effet de l'extrait aqueux des feuilles de *Tetraclinis articulata* sur la germination de *Lactuca sativa* et *Raphanus sativus*. 37
- Photo 2 :** Effet de l'extrait aqueux des graines de *Peganum harmala* sur la croissance de *Lactuca sativa* et *Rhaphanus sativus*. 40
- Photo 3 :** Effet de l'extrait aqueux des feuilles de *Ruta chalepensis* sur la croissance de *Lactuca sativa* et *Rhaphanus sativus*. 42
- Photo 4 :** Effet de l'extrait aqueux des feuilles de *Haloxylon scoparium* sur la croissance des graines de *Lactuca sativa* et *Rhaphanus sativus*. 44
- Photo 5 :** Effet de l'extrait aqueux des feuilles de *Juniperus phoenicea* sur la croissance de *Lactuca sativa* et *Rhaphanus sativus*. 46
- Photo 6 :** Effet de l'extrait butanolique issu du partage de l'extrait aqueux de *Tetraclinis articulata* sur la croissance des graines de *Lactuca sativa*. 49

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
Chapitre I : RAPPEL BOTANIQUE.	4
1. <i>Acacia raddiana</i> Savi	4
1.1. Description botanique et classification	4
1.2. Noms vernaculaires	4
1.3. Données phytochimiques	4
1.4. Propriétés	5
1.5. Utilisation médicinale	5
2. <i>Globularia alypum</i> L.	5
2.1. Description botanique et classification	5
2.2. Noms vernaculaires	6
2.3. Données phytochimiques	6
2.4. Utilisations médicinales	6
3. <i>Haloxylon scoparium</i> Pomel.	6
3.1. Description botanique et classifications	6
3.2. Noms vernaculaires	7
3.3. Données phytochimiques	7
3.4. Utilisations médicinales	7
1.4. <i>Juniperus phoenicea</i> L.	7
4.1. Description botanique et classifications	7
4.2. Noms vernaculaires	8
4.3. Données phytochimiques	8
4.4 Utilisations médicinales	8
5. <i>Peganum harmala</i> L.	8

5.1. Description botanique et classification	8
5.2. Noms vernaculaires	9
5.3. Données phytochimiques	9
5.4. Utilisation médicinale	9
6. <i>Pistacia lentiscus</i> L.	10
6.1. Description botanique et classification	10
6.2. Noms vernaculaires	11
6.3. Données phytochimiques	11
6.4. Propriétés	11
6.5. Utilisations médicinales	11
7. <i>Rhus pentaphylla</i> L.	12
7.1. Description botanique et classification	12
7.2. Noms vernaculaires	13
7.3. Données phytochimiques	13
8. <i>Ruta chalepensis</i> L.	13
8.1. Description botanique et classifications	13
8.2. Noms vernaculaires	14
8.3. Données phytochimiques	14
8.4. Utilisation médicinale	14
9. <i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl) Masters	14
9.1. Description botanique et classification	14
9.2. Noms vernaculaires	15
9.3. Données phytochimiques	15
9.4. Utilisation médicinale	15
9.5. Importance écologique ; industriel et économique	16

Chapitre II : ALLELOPATHIE. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.	18
1. Définitions	18
2. Natures chimiques des substances allélopathiques.	18
3. Voies de libération de substances allélochimiques.	19
4. Conditions ou variations de teneurs en composés allélopathiques.	20
5. Les effets des substances allélopathiques (Mécanismes d'action).	21
Chapitre III : MATERIEL ET METHODES.	24
1. Matériel végétal.	24
1.1. Les modèles expérimentaux.	24
1.2. Les extraits utilisés.	24
2. Bioessais.	25
3. Essai de fractionnement.	26
4. Analyse phytochimique.	27
5. Dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes.	29
5.1. Dosages des polyphénols totaux.	29
5.2. Dosages des flavonoïdes.	29
6. Analyse statistique.	30
Chapitre VI : RESULTATS.	32
1. Effet de quelques extraits aqueux de plante sur la germination de <i>Lactuca sativa</i> L et <i>Rhaphanus sativus</i> L.	32
2. Variation saisonnière de <i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl) Mast.	34
2.1. Effet des extraits aqueux de <i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl) Mast. sur la germination.	34
2.2. Variations saisonnières de l'activité inhibitrice de la germination de <i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl) Mast. (sur <i>Lactuca sativa</i> L.)	38

3. Effet de quelques extraits de plante sur la croissance de <i>Lactuca sativa</i> L. et de <i>Rhaphanus sativus</i> L.	39
4. Teneur des polyphénols et des flavonoïdes.	52
5. Analyses phytochimiques.	53
DISCUSSION.	59
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.	65
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.	68
ANNEXES.	82

Introduction

Introduction

Les métabolites secondaires des plantes sont réputés depuis l'antiquité pour leurs propriétés pharmacologiques. Depuis quelques décades, l'homme s'intéresse également à leurs autres activités biologiques. En particulier, ces composés secondaires sont souvent considérés comme étant un moyen de défense de la plante productrice contre divers organismes comme les pathogènes et les ravageurs.

En effet, les composés d'origine végétale sont utilisés pour lutter contre les insectes et les mauvaises herbes parcequ'ils sont accessibles et efficaces et qu'ils sont moins toxiques pour l'Homme que la plupart des insecticides et herbicides synthétiques parcequ'ils sont présents dans la nature.

Les produits de synthèse utilisés en agriculture s'avèrent responsables de la pollution de la plupart des biotopes, aussi bien que d'un appauvrissement de la biodiversité et de la raréfaction des eaux pures nécessaires à la vie humaine. Leur effet néfaste est de plus en plus important non seulement sur l'agriculture mais sur l'écologie générale de la planète et, à long terme, sur la survie harmonieuse de l'Homme.

L'interaction entre plantes par l'intermédiaire de molécules chimiques, l'allélopathie, suscite actuellement un intérêt grandissant. Une meilleure connaissance de ce phénomène pourrait offrir des perspectives intéressantes pour la gestion de la flore spontanée des parcelles cultivées et ainsi contribuer à diminuer l'utilisation d'herbicides de synthèse.

Le présent travail s'intéresse à l'étude de l'activité allélopathique de quelques plantes algériennes. Cette activité est étudiée sur deux modèles expérimentaux, les graines de *Lactuca sativa* et de *Raphanus sativus*, traitées par différentes concentrations en extraits aqueux lyophilisés des plantes étudiées. L'étude comporte également le suivi de la variation saisonnière du potentiel allélopathique de *Tetraclinis articulata*. Parallèlement à cette étude, un screening phytochimique sur les plantes testées, a été entrepris.

Le mémoire est subdivisé comme suit :

- Introduction générale.
- Rappel botanique.
- Allélopathie, revue bibliographique.
- Matériel et méthodes.
- Résultats
- Discussion.

- Conclusion et perspectives
- Références bibliographiques

-Chapitre I-
Rappel botanique

1. *Acacia raddiana* Savi

1.1 Description botanique et classification :

Important genre comprenant plus de 500 espèces dans les régions tropicales et subtropicales, surtout en Afrique et en Australie (**Ozenda, 1958**).

Les Acacias sont des plantes ligneuses essentiellement épineuses, relevant du genre *Acacia*, de la famille des Mimosacées et de la super famille des Légumineuses.

En Afrique de l'ouest, on en compte environ vingt-cinq espèces se présentant sous forme d'arbres, arbustes, arbrisseaux et lianes (**Guinko, 1991**).

Fleurs blanchâtres en capitule denses de 1 à 2 cm de diamètre ; gousses contournées en spirale ; arbre de 2 à 10 m, à rameaux âgés d'un blanc d'ivoire, à longues épines droites.

Les feuilles sont généralement et notamment dans les espèces sahariennes, pourvues à leur base de fortes stipules (**Ozenda, 1958**).

Embranchement: Spermaphyta.

Sous- Embranchement: Angiospermae.

Division: Magnoliophyta.

Classe: Eudicots.

Sous classe: Rosidae.

Ordre: Fabales.

Famille: Fabaceae.

Sous famille: Mimosoideae.

Genre: *Acacia*.

Espèce: *raddiana* Savi.

Classification selon (**APG II, 2005**).

1.2 Noms vernaculaires :

Arabe: Talh ou talha. طلع- طلحة

Anglais: Umbrella thorn

1.3 Données phytochimiques :

Selon **El-Mousallamy et al, (1991)**, *Acacia raddiana* Savi contient des polyphénols, des flavonoïdes et des tanins hydrolysables.

1.4 Propriétés :

Les principales formes d'exploitation des Acacias sont : bois d'énergie, bois d'œuvre et de service, produits alimentaires et industriels, produits médicaux (pharmacopée), fourrage, produits mellifères.

Les Acacias sont à la base de la production de la gomme arabique qui possède un intérêt économique réel. C'est une substance visqueuse s'exsudant du tronc des arbres et est utilisée dans les industries textiles, pharmaceutiques, minières, alimentaires, cosmétiques (**Guinko, 1991**).

Au sahel, cette espèce à usage multiple est souvent utilisée comme essence de reboisement en raison de son potentiel fertilisant lié à la symbiose fixatrice d'azote atmosphérique (**Duhoux et Dommergues, 1986**).

1.5 Utilisation médicinale :

Diverses parties (écorces de racine ou de tige, feuilles, fruits, graines) des Acacias sont utilisées sous des formes variées pour traiter diverses maladies. Au Niger comme au Burkina Faso, les gousses des Acacias sont surtout utilisées dans le traitement des maladies des voies respiratoires et de la bouche. Les écorces sont très utilisées contre les diarrhées et dysenteries infantiles (**Guinko, 1990**).

2. *Globularia alypum* L.

2.1 Description botanique et classification :

Globularia alypum L. appartient à la famille des Globulariacées (**Paris et Dillemann, 1960**).

C'est un sous-arbrisseau branchu, à tiges cassantes dressées, de 60 cm à 1 m ; feuilles lancéolées, toujours vertes, parfois mucronées apicalement et finement dentées ; inflorescences globuleuses, odorantes, de 15-20 mm de diamètre, à bractées brunes, ciliées. Fleurs bleues, calice à poils soyeux, corolle à lèvre trilobée (**Polunin et Huxley, 1967**).

On les trouve dans les terrains rocailloux, garrigues, forêt de l'Atlas saharien et dans le Hoggar (**Quezel et Santa, 1963**).

Embranchement: Spermaphyta.

Sous-Embranchement: Angiospermae.

Division: Magnoliophyta.

Classe: Magnoliopsida.

Sous classe: Asteridae.

Ordre: Scrophulariales.

Famille: Globulariaceae.

Genre: *Globularia*.

Espèce: *alypum* L.

Classification selon (Polunin et Huxley, 1967; Endress, 1994).

2.2 Noms vernaculaires :

Arabe: Tasselgha, Ain Iarnab. عين لرنب, تاسلغا

Français: Globulaire turbith, Séné de provence, Herbe terrible.

2.3 Données phytochimiques :

Globularia alypum L. contient certains iridoïdes glycosidiques, des flavonoïdes et des lignanes (Es.safi, 2006).

2.4 Utilisations médicinales :

La plante est connue pour son utilisation dans la pharmacopée traditionnelle comme hypoglycémiant, laxatif doux, dépuratif, antidiabétique, cholagogue, antimycosique et cicatrisant. Elle est également employée dans le traitement de maladies cardio-vasculaires et rénales (Es.safi, 2006).

3. *Haloxylon scoparium* Pomel :

3.1 Description botanique et classifications :

La famille des Chénopodiacées de 1400 espèces en 103 genres, cosmopolite, habitant surtout les régions arides du globe. Beaucoup d'espèces sont halophiles, nitrophiles ou rudérales. Le genre *Haloxylon* comprend 10 espèces, réparties en Méditerranée et Asie aride (Emberger, 1960).

H. scoparium est un arbrisseau à tiges grêles dressées, portant des rameaux érigés, verts foncés, noircissant en séchant (Ozenda, 1958). Les épis floraux courts groupés au sommet des rameaux. Périante fructifère à ailes, en général, striées de rose ou de pourpre de 7 mm de diamètre (Quezel et Santa, 1963).

Embranchement: Spermaphyta.

Sous-Embranchement: Angiospermes.

Division : Magnoliophyta.

Classe: Eudicots.

Ordre: Caryophyllales ou Sapindales.

Famille: Chenopodiacees.

Genre: *Haloxylon*.

Espèce: *scoparium* Pomel.

Classification selon (*APG II*, 2005).

3.2 Noms vernaculaires :

Arabe : Remt, Nadjrem (**Quezel et Santa, 1963**)

Français : saligne à balai.

3.3 Données phytochimiques :

Peu de travaux ont été publiés sur la phytochimie de *H. scoparium* (**Ben Salah et al., 2002**). Les alcaloïdes représentent 2 à 4.5 % : anabasine, aphyllidine et lupinine (**IUCN, 2005**).

3.4 Utilisations médicinales :

H. scoparium est employé en médecine traditionnelle pour traiter les troubles de la vue (**Boukef, 1986**) ; on rapporte aussi que l'extrait aqueux de cette plante présente une activité anticancéreuse et larvicide (**Sathiyamoorthy et al., 1999**).

4. *Juniperus phoenicea* L.

4.1 Description botanique et classifications :

Genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*) de la région méditerranéenne, appartient à la famille des cupressacées (**Perrot et Paris, 1971**).

Arbuste ou petit arbre à rameaux épais couverts de feuilles vert foncé, squamiformes, fortement appliquées sur les rameaux, généralement en 4 rangs, longues et larges de 1 mm environ, marquées d'un sillon glanduleux sur le dos. Fruit globuleux, de 6-15 mm, terminal sur les rameaux, rouge à maturité (**Polunin et Huxley, 1967**).

Embranchement : Spermaphytes,

Sous-embranchement : Gymnospermes.

Classe : Coniferopsides.

Sous classe : Coniferiidae.

Ordre : Cupressales.

Famille : Cupressacée.

Sous famille : cupressoïdées.

Genre: *Juniperus*.

Espèce: *phoenicea* L.

Classification selon (Haluk et Roussel, 2000).

4.2 Noms vernaculaires :

Nom arabe: Arâr lahmar,

Nom français: Genévrier de phoenicie, Genévrier rouge,

Nom anglais: Phoenician juniper.

4.3 Données phytochimiques :

Cette plante est riche en polyphénols, les huiles essentielles tel que α -Pinene, β -phellandrene, α -terpinyl acetate et myrcene et les diterpènes (Tabacik et Poisson, 1971 ; Cavaleiroa *et al.*, 2001 ; Hayouni *et al.*, 2007).

4.4 Utilisations médicinales :

Cette espèce est plus utilisée en médecine traditionnelle. Les feuilles sont utilisées sous forme de décoction comme hypoglycémie anti-diarrhée et anti- rhumatisme et antiseptique et pour traiter les maladies broncho-pulmonaires, urinaires et d'estomac. Les fruits peuvent guérir les ulcérations de la peau et les abcès (Floc'h 1983; Bellakhdar, 1991; Bnouham *et al.*, 2002).

5. *Peganum harmala* L.

5.1 Description botanique et classification :

La familles des zygophyllacées compte environs 24 genres avec 240 espèces xérophytes et halophytes (Ronc Decraene *et al.*, 1996).

Cette famille largement représentée dans les régions arides et semi-arides du globe, est connue pour la toxicité de certaines espèces pour l'homme telles que *Peganum harmala* L. et *Larrea divaricata* (Bruneton, 1994).

Le Harmel (*Peganum harmala*) est une plante vivace glabre à tiges dressées. Les feuilles sont multifides à lanières linéaires. Les fleurs blanches sont assez grandes (25-30 mm), avec 5 sépales et 5 pétales (Quezel et Santa, 1963).

Les étamines 10 à 15 à filet très élargi se trouvent dans la partie inférieure des fleurs. L'ovaire globuleux repose sur un disque charnu et aboutit à un fruit qui est une capsule sphérique à trois loges, de 6 à 8 mm déprimée au sommet, entourée des sépales persistants et s'ouvrant par 3 ou 4 valves pour libérer les graines.

Les graines nombreuses, petites, anguleuses, subtriangulaires, de couleur marron foncé, dont le tégument externe est réticulé, ont une saveur amère. On les récolte en été (Chopra *et al.*, 1960 ; Quezel et Santa, 1963 ; Ozenda, 1977).

Embranchement: Spermaphyta.

Sous- Embranchement: Angiospermae.

Classe: Eudicots

Sous- classe : Rosidae.

Ordre: Sapindales.

Famille: Zygophyllaceae.

Genre: *Peganum*.

Espèce: *harmala* L.

Classification selon (APG II, 2005)

5.2 Noms vernaculaires :

Arabe: حرمل

Français : rue sauvage.

5.3 Données phytochimiques :

Peganum harmala est très réputée pour sa richesse exceptionnelle en alcaloïdes (de type β -carbolinique), ce qui la classe parmi les plantes hallucinogènes à effet psychotrope (Duke, 1929 ; Farnsworth, 1968).

Ces alcaloïdes ont donné lieu à de nombreux travaux d'isolement, d'études de structure et de synthèse chimique. Outre l'harmine et l'harmaline, les graines de *Peganum harmala* contiennent en effet d'autres alcaloïdes de type β -carbolinique, ainsi que des alcaloïdes de type quinazolinique telle que la péganine, le péganol, la vasicine, l'oxyvasicine et désoxyvasicine.

Une recherche sur les qualités organoleptiques de l'huile des graines de *peganum harmala* a montré qu'elle était comestible (Siddiqui et Afza, 1978). L'huile des graines est composée majoritairement d'acide oléique, linoléique et palmitique et constitue 10 à 12 % des graines (Al-shamma et Abdul-Ghany, 1978 ; Kusmenoglu et al ; 1995).

5.4 Utilisation médicinale :

Ces alcaloïdes possèdent diverses activités biologiques (analgésiques, diurétiques, anthelminthiques, antiprolifératives, abortives, antimicrobiennes).

Le Harmel est très utilisé en médecine traditionnelle algérienne et magrébine pour traiter différents troubles :

- gynécologiques (emménagogue, abortif, stérilité féminine).
- Digestifs (coliques, troubles digestifs).
- Cutanés (antiseptique et cicatrisant, dermatoses « eczémas », brûlures.
- Infectieux (tétanos néonatal, anthelminthique « ascaris, taenia »).
- Autres (sudorifique et dépuratif, hémorroïdes, diabète, hypertension artérielle, empoisonnement, venins de serpent).

Peganum harmala est utilisé soit en usage externe, soit interne.

- usage externe : La plante fraîche est soit hachée et employée en cataplasme, soit après extraction du suc pour la composition d'un liniment à base de graisses de mouton.

La plante sèche ou les graines peuvent aussi être utilisées sous forme de fumigations.

- usage interne :

Graines : posologie en médecine traditionnelle nord africaine ; une cuillère à café, soit environ 2,5g avalés tels quels avec un verre d'eau ou mélangés au miel ou pilés avec de l'huile d'olive (**Hazard, 1950 ; Merad, 1973 ; Boukef, 1982 ; F'loch, 1983**).

6. *Pistacia lentiscus* L.

6.1 Description botanique et classification :

Pistacia lentiscus L. appartient à la famille Anacardiaceae, arbuste, parfois petit arbre, vert sombre, sempervirent, à branches étalées, atteignant 1-3 m de haut, à odeur de résine fortement âcre, à feuilles composées de 3-6 paires de folioles coriaces verts sombres (La foliole terminale absente), largement lancéolées, obtuses au sommet, brillantes en dessus et persistant durant l'hiver ; pétioles portant une aile étroite, verte. Fleurs très petites, en chatons, à anthères rouges, groupées en grappes spiciformes denses à l'aisselle des feuilles, fruits de la taille d'un petit pois, rouges puis noirs (**Pulunin et Huxley, 1967**).

Embranchement: Spermaphyta.

Sous- Embranchement: Angiospermae.

Division: Magnoliophyta.

Classe: Eudicots.

Sous- classe: Rosidae.

Ordre: Sapindales.

Famille: Anacardiaceae.

Genre: *Pistacia*.

Espèce: *lentiscus* L.

Classification selon (*APG II, 2005*).

6.2 Noms vernaculaires :

Arabe: Derou. ضرور

Français: Lentisque.

Anglais: Mastic tree.

6.3 Données phytochimiques :

Les principaux constituants biochimiques contenus dans la plante sont:

- Les terpènes tels que : monoterpènes (myrcène (15,92 %), limonène (9,87 %), alpha-pinène (11,56 %)), monoterpénols (ex : terpinène-4-ol (7,76 %), les sesquiterpènes (bétacaryophyllène (7,13 %) et les esters terpéniques (acetate de bornyle (2,18 %), sesquiterpénol (alpha-cadinol (0,82 %) (**Dogan et al., 2003**).

- La présence des flavonoïdes, des anthocyanines et des composées phénoliques (**Abdelwahed et al., 2007**), et les tanins dans les feuilles (**Menoni, 2002**).

- Les huiles essentielles (**Chryssavgi et al., 2008**).

6.4 Propriétés :

Pistacia lentiscus L. a une valeur économique importante car c'est la source d'un agent médicinal traditionnel « le mastic », une oléorésine traditionnellement utilisée dans l'industrie du parfum et pour la fabrication du vernis (**Polunin et Huxley, 1967**).

Le mastic est employé dans les produits de beauté et comme assaisonnement en technologie alimentaire pour son activité antimicrobienne et particulièrement contre des pylores *Helicobacter pylori* (**Kivcak et Akay, 2005**).

Le mastic a été employé depuis longtemps comme chewing-gum pour protéger les gencives et rafraîchir l'haleine. Les Arabes tirent des bais une huile qui est comestible et sert à l'éclairage ; on fait une confiserie locale appelée « masticha » et une liqueur connue sous le nom de « mastiche » (**Polunin et Huxley, 1967**).

6.5 Utilisations médicinales :

Les utilisations médicinales sont diverses :

Traditionnellement, les parties aériennes sont utilisées dans le traitement de l'hypertension, des infections de la gorge, de l'eczéma, des maux d'estomac, des calculs rénaux et de l'ictère (**Lujubuncic et al., 2005**).

Les feuilles sont utilisées pour le traitement de l'ictère et des problèmes respiratoires (**Said et al., 2002**).

Le mastic est efficace dans le traitement des ulcères gastriques bénins (**Huwez et al., 1986**) et des ulcères duodénaux (**Al Habbal et al., 1984**).

Pistacia lentiscus L. est une plante antioxydante utilisée dans la prévention du cancer, l'hypertension aigüe et le diabète (**Abdelwahed et al., 2007**).

7. *Rhus pentaphylla* L.

7.1 Description botanique et classification :

Rhus pentaphylla L., de la famille des Anacardiaceae, est un petit arbre qui peut atteindre 5 à 6 m mais il se présente souvent comme un buisson de 2 à 3 m. Son enracinement est puissant. Ses rameaux sont épineux. Ses feuilles, caduques, ne tombent qu'à la fin de l'été. Le fruit est une drupe rouge.

On le trouve en Afrique du Nord : il est rare en Tunisie et fréquent dans l'ouest de l'Algérie et le Maroc.

Il supporte tous les sols ; on le trouve sur des terrains secs et pauvres, surtout sur des calcaires et parfois des argiles et les rocailles (**Quézel et Santa, 1963**).

Il demande de la chaleur, il ne supporte pas l'ombre. Il est associé, en général, au chêne-liège, thuyas, arganier et lentisque. Ses touffes buissonnantes et épineuses sont souvent une protection pour la régénération naturelle (**Seigue, 1985**).

Folioles en général 5, cunéiformes 5-7 fois plus longues que larges, entières ou plus ou moins dentées au sommet. Rameaux grisâtres. Fruits jaune-rougeâtres, globuleux, de 6-8 mm.

Embranchement: Spermaphyta.

Sous- Embranchement: Angiospermae.

Division: Magnoliophyta.

Classe: Eudicots.

Sous- classe: Rosidae.

Ordre: Sapindales.

Famille: Anacardiaceae.

Genre: *Rhus*.

Espèce: *pentaphylla* L.

Classification selon (*APG II, 2005*).

7.2 Noms vernaculaires :

Arabe: Tizrha. تزغا

Français : Sumac

Anglais : Sumach

7.3 Données phytochimiques :

Rhus pentaphylla est riche en tanins 28 % ; ses racines sont encore plus riches. Au Maroc son écorce est utilisée pour colorer les cuirs en rouge (*Seigue, 1985*).

8. *Ruta chalepensis* L.

8.1 Description botanique et classifications :

Les Rutacées sont une famille surtout tropicale, très importante qui produit des huiles essentielles et des fruits comestibles. Le plus souvent arbre et arbustes généralement à feuilles persistantes, simples ou pennées, couvertes de poches glanduleuses (huiles aromatiques) (*Polunin et Huxley, 1967*).

Les Rutacées comprennent plus de 700 espèces en grande partie arborescentes, appartenant aux pays chauds (*Dupont et Guignard, 2007*).

Ruta chalepensis L. est une plante à fleurs jaunes avec un feuillage léger, glanduleux, à très forte odeur fétide, tiges ligneuses à la base, atteint 80 cm de haut. Feuilles composées, découpées en folioles oblongues elliptiques, cunéiformes. Pétales jaunes, frangés de longs poils dressés ressemblant à des dents, fruits globuleux avec 4-5 lobes aigus réunis et non étalés (*Polunin et Huxley, 1967*).

Embranchement: Spermaphyta.

Sous-Embranchement: Angiospermes

Sous-classe : Rosidae.

Classe: Eudicots.

Ordre: Sapindales.

Famille: Rutaceae.

Genre: *Ruta*

Espèce: *chalepensis* L.

Classification selon (*APG II, 2005*).

8.2 Noms vernaculaires :

Arabe: Fijel (فيجل), Fijla (فيجلة), fidjel (فيدجل) et Sadhab (سذاب).

Français: Rue d'Alep, Rue.

Anglais: Aleppo rue, Fringed rue.

8.3 Données phytochimiques :

Ruta chalepensis L. est riche en substances pharmacologiques et même à des teneurs très élevées telle que : alcaloïdes, flavonoïdes, coumarines (chalepensine), furocoumarines, phénols, tanins, acides aminés et saponines.

Ces substances sont présentes dans les feuilles et les jeunes tiges (Iauk et al., 2004; Gonzalez-Trujano, 2006).

8.4 Utilisation médicinale :

Ruta chalepensis L. est utilisée en médecine traditionnelle comme un remède médicinal, pour traiter différentes maladies : épilepsie, hystérie, vers intestinaux, intoxications, maux de tête, problème de vision (Bejar et al., 1997).

- En Arabie Saoudite ; la décoction des parties aériennes de *Ruta* est utilisée comme analgésique et antipyrétique et pour le traitement du rhumatisme et des troubles mentaux ;
- En Inde ; elle est utilisée dans le traitement de l'hydropisie, le rhumatisme, la névralgie et les douleurs de menstruation ;
- En Chine, la décoction des racines est utilisée comme anti-venin (Iauk et al., 2004).
- En Afrique, la décoction aqueuse est utilisée pour le traitement de la fièvre. (Mansour et al., 1990).

Elle est également utilisée comme emménagogue, abortif, antihelminthique, spasmolytique (Zeichen de Sa et al., 2000).

9. *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.

9.1 Description botanique et classification :

Tetraclinis articulata (Vahl) Mast. est le seul représentant du genre, se rencontrant dans l'hémisphère nord.

Cette espèce endémique de la méditerranée occidentale possède la faculté d'émettre vigoureusement des rejets des souches jusqu'à un âge très avancé (250 ans) (Anonyme ; 2002).

Tetraclinis articulata (Vahl) Mast; arbre ou arbuste, souvent petit et buissonnant, rameaux verts et articulés. Feuilles opposées mais paraissant verticillées par 4, en partie soudées à la tige dont chaque entrenœud est entouré par 4 feuilles.

Cônes glauques, pruneux, dont les 4 valves sont munies au sommet d'un appendice plat et réfléchi (Quézel et Santa, 1962).

Embranchement: Spermaphyta.

Sous-Embranchement: Gymnospermae.

Division: Pinophyta.

Classe: Pinopsida.

Ordre: Pinales.

Famille: Cupressaceae.

Genre: *Tetraclinis*.

Espèce: *articulata* (Vahl) Mast.

Classification selon (Fralish, 2002; Barrero et al., 2003).

9.2 Noms vernaculaires :

Arabe : Arâar. عرعار

Français: Thuya de Berbérie.

Anglais: Berber thuya, Sandarc.

9.3 Données phytochimiques :

Les feuilles contiennent des tannins, des huiles essentielles et des diterpénoïdes (thymoquinone, carvacrol et β -thujaplicins) (Buhagiar, 1999 ; Barrero et al., 2003 ; Bourkhiss et al, 2007).

Tetraclinis fournit au Maroc la sandaraque, oléo-résine utilisée dans la fabrication de vernis (Emberger, 1960).

9.4 Utilisation médicinale :

Cette plante est utilisée comme hypoglycémiant, hypotensive, antivertige, cicatrisante, antidiarrhéale, contre l'inflammation des yeux et les maux de tête (Bnouham et al., 2002). Elle est également anti-anthelminthiques, laxative et purgative. Cette plante est utilisée pour les maladies de peaux (prurit, parasitoses, mycoses, infections bactériennes et piqûres d'insectes); pathologie de la sphère bucco-dentaire, antipyrétique, antipaludéen,

antiseptique, anti-infectieux, préventif des épidémies (**Bellakhdar, 1997**) ainsi que antibactérienne et antifongique (**Bourkhiss *et al.*, 2007**).

9.5 Importance écologique ; industriel et économique :

Tetraclinis joue un rôle écologique très important grâce à sa capacité à former des rejets de souches, il résiste bien aux incendies. Ses racines développées permettent la stabilisation des sols et limitent ainsi les effets de l'érosion. Il est vigoureux et pratiquement indifférent aux substrats.

Du point de vue industriel et économique ; le thuya produit un bois d'excellente qualité qui est utilisé en menuiserie, en ébénisterie, en industrie et comme bois de chauffage (**Kacem ; 1991**).

-Chapitre II-
Allélopathie. Revue
bibliographique

1. Définitions :

En 1930, juste avant de décéder, Hans Molisch publie son dernier livre, consacré aux interactions chimiques entre plantes, largement illustrées par les effets de l'éthylène sur la maturation des fruits. À cette occasion, il propose d'utiliser le terme d'allélopathie pour décrire ce type de relations interspécifiques faisant appel à des médiateurs chimiques. En 1984, Rice propose les fondements de l'allélopathie « moderne » et la définit comme « un effet positif ou négatif, direct ou indirect, d'un végétal-micro-organismes inclus- sur un autre par le biais de composés chimiques libérés dans l'environnement ». Cette définition prévaut aujourd'hui et indique bien que ce type d'interaction diffère du parasitisme et de la symbiose ainsi que de la compétition (**Chiapusio et al., 1997**).

Allélopathie, l'inhibition chimique d'une plante par d'autres, représente une forme de guerre chimique entre les espèces pour la concurrence de la lumière, l'eau et les ressources nutritionnelles (**Bais et al., 2003**). Elle est maintenant reconnue comme jouant un rôle important dans les différents aspects écologiques (**Robles et al., 1999**).

Depuis quelques années, l'évolution des systèmes de culture en Europe tend vers une moindre « artificialisation » de l'agriculture. Dans ce cadre, l'allélopathie mérite d'être étudiée pour deux raisons : d'une part, les effets négatifs d'une culture sur la suivante risquent d'avantage de s'exprimer dans une agriculture plus intégrée ; d'autre part les effets allélopathiques « canalisés », pourraient être utilisés dans le cadre d'une protection contre les mauvaises herbes (**Putnam et Weston., 1986**).

Le terme « allélochimiques » dérive du « allelochemics » inventé par Whittaker et Feeny (1971) et a été employé la 1^{er} fois par Chou et Waller en 1983.

Depuis ce temps, le terme a été employé en littérature traitant des interactions chimiques interspécifiques entre les organismes.

2. Natures chimiques des substances allélopathiques :

La quasi- totalité des molécules caractérisées comme agents allélopathiques sont des métabolites secondaires végétaux, c'est-à-dire des composés qui n'exercent pas de fonction directe au niveau des activités fondamentales de l'organisme végétale (croissance, développements, reproduction.....) (**Chiapusio et al., 1997**).

Les plantes allélopathiques libèrent certains produits chimiques dans leur environnement qui sont disponibles dans la plupart des plantes en faible concentration (**Kohli et al., 1998**).

Une variété d'allélochimiques a été identifiée, y compris les acides phénoliques (qui sont les plus importants) tels que les acides p-hydroxybenzoïque, vanillique, p-coumarique,

férulique et chlorogénique, des coumarines, terpénoïdes, alcaloïdes, flavonoïdes, quinones, tannins, glycosides et glycosinolates. (Bagchi, 1997) ainsi que des acides gras et des acides aminés (Inderjit, 1996).

3. Voies de libération de substances allélochimiques :

Les allélochimiques sont libérés dans l'environnement au moyen de quatre processus écologiques :

❖ **Volatilisation** : la libération de substances toxiques volatiles par les plantes est un phénomène écologiquement plus important dans les milieux arides et semi-arides.

Les substances émises par cette voie sont le plus souvent des monoterpènes. Les plants du genre *Salvia* des écosystèmes désertiques sont connus pour produire des composés volatils tel que le camphre, le 1-8 cinéole, les α -pinène et β -pinène ou encore les diterpènes.

L'action inhibitrice est exercée par ces plantes sur la croissance des herbes de leur voisinage. Par exemple, le cinéole volatilisé puis stocké dans les sols inhibe la prolifération cellulaire des racines de *Brassica ssp.* Mais son effet biologique est fortement dépendant des conditions climatiques car cette molécule est facilement lessivable (Koitababashi ; 1997).

❖ **Exsudation racinaire** : on appelle exsudat racinaire toute substance organique soluble et insoluble libérée dans le sol par les racines saines ou lésées.

L'exsudation racinaire présente un intérêt particulier pour les phénomènes allélopathiques parce qu'il s'agit d'une voie de libération directe des toxines dans la rhizosphère, pouvant ainsi potentiellement influencer la composition de la flore microbienne (Chiapusio *et al.*, 2002).

❖ **Le lessivage** : le lessivage de tissus végétaux, principalement de feuilles, par la pluie, le brouillard ou la neige conduit à la dissolution et au transport de constituants organiques. La grande majorité des substances allélopathiques peut être lessivée, y compris les terpènes, les alcaloïdes et les substances phénoliques (Tukey, 1970).

❖ **Décomposition des résidus végétaux** : les substances potentiellement allélopathiques étant présentes dans tous les tissus de plante, la décomposition de résidus végétaux entraîne leur libération dans le sol. Des extraits aqueux de litière de certains conifères (*Picea mariana*, *Pinus resinosa* et *Thuja occidentalis*) inhibent la germination et la croissance juvénile de diverses espèces colonisatrices des terres abandonnées par l'agriculture (Jobidon, 1986 ; Reigosa *et al.*, 1996).

En agriculture, on observe fréquemment des effets allélopathiques de résidus d'une culture sur le rendement de la culture suivante. Hedge et Miller (1990) ont ainsi rapporté des effets néfastes de résidus de luzerne (*Medicago sativa*) sur la germination et la croissance de

ses propres semis. Il est aussi à noter que lors de la décomposition de certains résidus végétaux dans le sol, une partie peut se volatiliser et dès lors avoir un effet sur la germination et la croissance des plantules. C'est le cas par exemple des quinones issues de la décomposition des résidus de culture qui inhibent la germination du coton (**Bradow, 1993**).

4. Conditions ou variations de teneurs en composés allélopathiques :

De nombreuses recherches se sont attachées à déterminer les causes des variations de la teneur en composés phytotoxiques dans les végétaux ou des quantités exsudées par les organes aériens et souterrains.

Les conditions qui favorisent l'augmentation de la production des composés phytotoxiques sont :

- Les conditions de stress :
 - Les stress minéraux provoquent l'augmentation des concentrations d'acides phénoliques chez le tabac, la pomme de terre, le tournesol (**Rice, 1984**).
 - Les stress hydriques stimulent l'accumulation d'acide chlorogénique, de phénols totaux, de monoterpènes et d'acides hydroxamiques (**Bouton, 2005**).
 - Le stress salin : la salinité augmente la production des allélochimiques (**Fisher et al., 1990**).
- L'irradiation par les rayons UV provoque l'accroissement des contenus en certains phénols chez le sorgho (**Koeppe et al., 1970**).
- Les températures élevées ou basses renforcent l'effet de certains composés phytotoxiques par exemple : la teneur des composés allélopathiques est plus forte dans les zones arides que dans les zones semi arides ou méditerranéennes (**Rice, 1984; Einhellig, 1993**).
- La longueur d'onde, l'intensité du rayonnement solaire ainsi que sa photopériode (**Keoppe et al., 1976**).
- La position géographique et le climat ; et aussi l'attitude et l'altitude (**Rivsi et al., 1992**).
- L'âge de la plante joue un rôle important dans la production de substances allélopathiques (**Weston et al., 1989**).
- Les pathogènes et les parasites peuvent stimuler la production des allélochimiques (**Farkas et Kiraly, 1992**).

5. Les effets des substances allélopathiques (Mécanismes d'action) :

Les effets visibles des substances allélopathiques sur les plantes (réduction de croissance, échec de germination des semences) ne sont que des effets secondaires des changements qui ont lieu à l'échelle cellulaire.

De ce fait, il est nécessaire de distinguer les effets allélopathiques primaires (sites d'action cellulaires des molécules allélopathiques) des effets allélopathiques secondaires (conséquences des premiers, au niveau des organes ou de la plante dans son entier).

Le lien existant entre l'effet biologique du composé allélopathique et les symptômes observables chez la plante-cible n'est pas toujours facile à établir. Une telle relation a été étudiée chez la laitue mettant en évidence une cible mitochondriale pour certains phénols et se traduisant par un ralentissement, voir une inhibition de la germination des semences cibles. (**Chiapusio et al., 1997**).

La majorité des effets secondaires sont testés sur la germination et/ou la croissance de jeunes plantules car ces stades physiologiques correspondant à des phases du développement particulièrement sensibles (**Lovett et al., 1989 ; An et al., 1997**).

Des tests de germination, des mesures de biomasse ou de taille d'organes sont les méthodes prédominantes employées (**Haugland et Brandsaeter, 1996**).

Parmi les effets primaires :

- Les mécanismes allélopathiques influencent les processus fonctionnels et la dynamique de la végétation, ils peuvent modifier le cycle de l'azote (**Rice, 1992**).

- Facilite la maintenance ou la disparition d'un stade de végétation (**Rice, 1984**).

- L'invasion des espèces exotiques et effet sur les mosaïques de végétation. (**Einhellig, 1993**).

- La division et l'élongation cellulaire, phases essentielles pour le développement, sont sensibles à la présence des composés allélopathiques (**Muller, 1966**).

Ainsi les graines de *Brassica* en présence de cinéole voient chuter l'index mitotique, indiquant une inhibition de la prolifération des cellules au niveau des racines. En fait, une inhibition de la synthèse d'ADN dans les noyaux du méristème apical des racines est soupçonnée (**Koitaabashi et al., 1997**).

- la synthèse des protéines et des acides nucléiques peut aussi être affectée par plusieurs composés phénoliques qui ralentissent l'incorporation des acides aminés (**Camron et Julian, 1980 ; Baziramakenga et al., 1997**).

- des composés phénoliques peuvent être impliqués dans le contrôle de l'activité des hormones végétales (**Inderjit et Duc, 2003 ; Blum, 2005**).

- la synthèse ou le fonctionnement de plusieurs enzymes liées à la croissance sont aussi parfois perturbés (**Chiapusio et al., 1997**).

- l'activité respiratoire des mitochondries isolées, des organismes monocellulaires ou des tissus excisés peut être perturbée par plusieurs agents allélopathiques. (**Chiapusio et al., 2002**).

- la réduction de l'activité photosynthétique de diverses espèces végétales a été mise en évidence en présence de substances allélopathiques. La photosynthèse peut être altérée par différents mécanismes directement au niveau des chloroplastes (**Einhellig et al., 1993**) ou indirectement sur l'ouverture des stomates. (**Einhellig et Schon, 1982; Chiapusio et al., 2002**).

- les substances allélopathiques influent sur le taux d'oxygène dans les plantes (**Inderjit et Duc, 2003 ; Blum, 2005**). Par exemple, l'acide cinnamique et l' α pinène abaissent le taux de d'oxygène dans les tissus de soja, et ce probablement lors de la glycolyse (**Penuelas et al., 1996**).

- les substances allélopathiques influent les relations plante-eau. Par exemple, l'acide salicyclique influence les relations plante-eau (transpiration, prélèvement) chez le soja, ce qui expliquerait notamment l'inhibition de croissance observée par **Barkosky et Einhellig (1993)**.

- Le prélèvement d'éléments minéraux peut aussi être perturbé. Il s'agit dans ce cas d'un dérèglement de l'absorption minérale, en particulier du potassium et du phosphore, qui résulte probablement d'effets sur la perméabilité des membranes cellulaires (**Chiapusio et al., 1997**).

-Chapitre III-
Matériel et méthodes

1. Matériel végétal :

1.1 Les modèles expérimentaux :

Pour cette étude deux modèles expérimentaux ont été utilisés *Lactuca sativa* L. et *Rhaphanus sativus* L. (variété National.)

1.2 Les extraits utilisés :

Les extraits aqueux lyophilisés utilisés dans les traitements sont regroupés dans le tableau suivants.

Tableau 1 : Extraits utilisés dans l'étude de l'activité allélopathique.

Nom scientifique	Famille	Nom français	Nom local	Partie utilisée
<i>Acacia raddiana</i> Savi.	Fabaceae	Acacia	Talha	Feuilles
<i>Ajuga iva</i> ssp. pseudo- <i>iva</i> L.	Lamiaceae	Bugle, Ivette musquée	Chendgoura	Parties aériennes
<i>Cassia ascherk</i> Foressk.	Fabaceae	Senné	Sana	Feuilles
<i>Citrullus colocynthis</i> L.	Cucurbitaceae	Coloquinte	lahdedj	Chaire
<i>Globularia alypum</i> L.	Globulariaceae	Globulaire turbith	Tasselgha	Racines
<i>Haloxylon scoparium</i> Pomel.	Chenopodiaceae	-	Remt	Feuilles
<i>Juniperus phoenicea</i> L.	Cupressaceae	Genévrier	Araâr	Feuilles
<i>Osyris quadripartita</i> Salzm.	Santalaceae	-	Madjad	Feuilles
<i>Peganum harmala</i> L.	Zygophyllaceae	Harmel	Harmel	Graines
<i>Pergularia tomentosa</i> L.	Asclepiadaceae	-	Relka	Feuilles
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Anacardiaceae	Lentisque	Darw	Feuilles
<i>Rhus pentaphylla</i> L.	Anacardiaceae	Tizrha	-	Feuilles
<i>Ruta chalepensis</i> L.	Rutaceae	Rue	Fidjel	Feuilles
<i>Tetraclinis articulata</i> Vahl	Cupressaceae	Thuya de Berberie	Araâr	Feuilles
<i>Wittania frutescens</i> L.	Solanaceae	-	-	Feuilles

Tableau 2 : Origine et date de récolte des différents échantillons.

Plantes	Localité/ Prélèvement	Date de récolte
<i>Acacia raddiana</i> Savi.	Béchar	Novembre 2006
<i>Ajuga iva</i> ssp. <i>pseudo-iva</i> L.	Mécheria	Mars 2007
<i>Cassia ascherk</i> Foessk.	Adrar	Janvier 2008
<i>Citrullus colocynthis</i> L.	Ghardaia	Novembre 2006
<i>Globularia alypum</i> L.	Béjaia	Novembre 2006
<i>Haloxylon scoparium</i> Pomel.	Béchar	Mars 2008
<i>Juniperus phoenicea</i> L.	Mécheria	Mars 2008
<i>Osyris quadripartita</i> Salzm.	Misserghin	Janvier 2008
<i>Peganum harmala</i> L.	Mécheria	Février 2008
<i>Pergularia tomentosa</i> L.	Ghardaia	Novembre 2006
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Misserghin	Juin 2007
<i>Rhus pentaphylla</i> L.	Misserghin	Novembre 2007
<i>Ruta chalepensis</i> L.	Misserghin	Février 2008
<i>Tetraclinis articulata</i> Vahl	Misserghin	Juin 2007- Novembre 2007- Janvier 2008- Avril 2008
<i>Wittania frutescens</i> L.	Misserghin	Juin 2006

Pour chaque espèce, les parties récoltées sont séchées à l'étuve pendant 24h à 50°C. Une foie broyée, la poudre végétale obtenue (10g) est mise dans 100 ml d'eau distillée, puis, extraite sous reflux pendant 3 fois 30 mn. Après filtration, l'extrait aqueux est lyophilisé et conservé à - 20 °C jusqu'à utilisation.

2. Bioessais :

Les tests de germination sont réalisés dans une étuve réglée à 25°C, dans des boîtes de pétri tapissées de deux épaisseurs de papier filtre. Pour chaque test, 4 concentrations ont été utilisées (0,25 ; 0,5 ; 0,75 et 1%) comparativement à un témoin (eau distillée).

Le comptage du pourcentage de germination est effectué tous les jours, pendant 5 jours.

Les mesures biométriques ont été notées uniquement sur les plantules où l'extrait aqueux a présenté un effet notable sur la croissance.

Les résultats représentent la moyenne de 4 répétitions de 25 graines pour chaque traitement.

3. Essai de fractionnement :

Un essai de fractionnement de l'extrait aqueux de *Tetraclinis articulata* a été effectué par partage liquide –liquide :

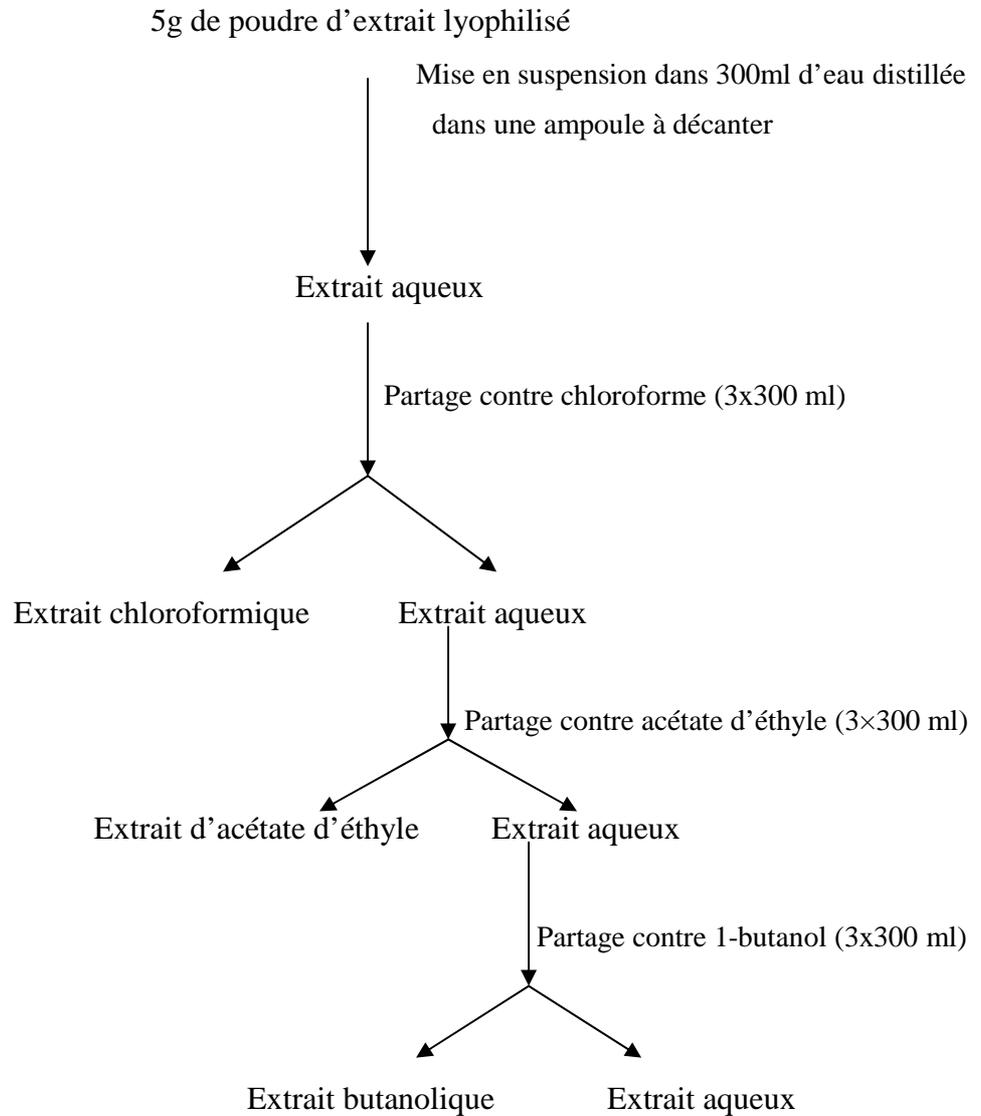


Figure 10 : Schéma du fractionnement par partage liquide-liquide de l'extrait aqueux de *Tetraclinis articulata*.

Les différents extraits obtenus (chloroformique, acétate d'éthyle, butanolique) sont ensuite séchés sous pression réduite à l'aide d'un évaporateur rotatif. Les extraits aqueux et butanolique ont été ensuite testés pour leur effet sur la germination.

4. Analyse phytochimique :

Une chromatographie sur couche mince (CCM) a été réalisée sur les extraits de plantes étudiées et les fractions de partage de *Tetraclinis articulata* qui comprenant :

- Fraction chloroformique ;
- Fraction d'acétate d'éthyle ;
- Fraction butanolique ;
- Fraction aqueuse de partage.

Les substances à révéler et les systèmes d'élutions utilisés sont regroupés dans le tableau

Tableau 3: Systèmes d'élution des phytoconstituants

Phytoconstituants	Systèmes d'élution
Acides phénoliques libres	AcOEt-HCOOH-AcOH-H ₂ O (100 : 11 : 11 : 26) ; Benzène-AcOH (9 : 1). Séparation sous UV (365 nm).
Alcaloïdes	CH ₂ Cl ₂ -MeOH-NH ₄ OH (95 : 5 : 0,5)
Coumarines	AcOEt-HCOOH-AcOH-H ₂ O (100 : 11 : 11 : 26). Plaque en aluminium, support : gel de silice (épaisseur 0,25mm)
Coumarines	AcOH (10%). Plaque en verre, support : gel de cellulose (épaisseur 0,5mm).
Dérivés anthracéniques, anthrones et anthranols	AcOEt- MeOH-H ₂ O (100 : 13,5 : 10)
Flavonoïdes	AcOEt-HCOOH-AcOH-H ₂ O (100 : 11 : 11 : 26)
Glycosides cardiotoniques	AcOEt- MeOH-H ₂ O (100 : 13,5 : 10)
Lignanes	CHCl ₃ -MeOH-H ₂ O (70 : 30 : 4)
Quinones libres	AcOEt- MeOH-H ₂ O (100 : 17 : 13)
Saponines	CHCl ₃ -MeOH-H ₂ O (64 : 40 : 8) ; (65 : 35 :10) phase inférieure.
Sesquiterpènes lactones	AcOEt-HCOOH-AcOH-H ₂ O (100 : 11 : 11 : 26)
Triterpènes	AcOEt-HCOOH-AcOH-H ₂ O (100 : 11 : 11 : 26)

Tableau 4 : Phytoconstituants et leurs révélateurs spécifiques. (Wagner et Bladt, 1996).

Phytoconstituants	Révélateurs	Avant révélation		Après révélation	
		Quenching à 254 nm	Fluorescence à 365 nm	Couleurs au visible	Fluorescence à 365 nm
Acides phénoliques libres*	Folin-Ciocalteu et NH ₄	+	+	Bleu-noir	-
Alcaloïdes	Dragendorff	+	Bleue, bleu-verdâtre, violette ou jaune	Brun ou orange-brun	-
Anthrones et anthranols	KOH	+	Jaune ou rouge-brunâtre	-	Jaune
Coumarines (gel de silice)	KOH	+	Bleue intense ou bleu-verdâtre (coumarines simples), jaune, brune, bleue ou bleu-verdâtre (furano- et pyranocoumarines)	-	Intensification de la fluorescence
Coumarines (gel de cellulose)	-	Coloration en UV = hydroxycoumarines		-	-
Dérivés anthracéniques	KOH	+	Jaune ou rouge-brunâtre	Rouge	Rouge
Flavonoïdes	Neu	+	+	-	Rouge, orange, jaune, jaune-orange, jaune- verdâtre, violette
Glycosides cardiotoniques	SbCl ₃	+	-	Vert, violet, brun	Blanche, orange, jaune, jaune-verdâtre, verte, bleue, brune
Lignanes	Vanilline-Ac Phosphorique	+	+	Bleu-rougeâtre	Violette, violette-rougeâtre, bleue-violette
Lignanes	Vanilline-H ₂ SO ₄	+	+	Violet-rougeâtre	Rouge
Lignanes	SbCl ₃	+	+	-	Jaune, bleue
Quinones libres	KOH	+	+	Rouge	-
Saponines	Komarowsky	+	-	Brune-grisâtre	-
Sesquiterpènes lactones	Zimmermann	+	-	Brun-grisâtre	-
Triterpènes	Anisaldéhyde	+	-	Violet, bleu-violette	-

- : absence ; + : présence. *(Fry, 1988)

5. Dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes:

5.1. Dosages des polyphénols totaux :

➤ Principe :

Les composés phénoliques sont oxydés par les acides phosphotungstique et phosphomolybdique et ceux-ci sont réduits en oxyde bleu de tungstate et de molybdène. La coloration bleue développée présente un maximum d'absorbance à 760 nm.

➤ Protocole :

L'analyse quantitative des polyphénols totaux est réalisée par le dosage spectrophotométrique selon la méthode de Folin Ciocalteu (**Singleton *et al.*, 1999 ; Heilerova *et al.*, 2003**).

Dans des tubes à essai, on additionne à 100 µl d'extrait aqueux (dissous dans le MeOH, à une concentration de 2 mg/mL) 500 µl de Folin Ciocalteu (Merck) (1/10 dissout dans l'eau distillée), on agite et on laisse à l'obscurité pendant 5 min à température ambiante, ensuite on ajoute 1.5 mL d'une solution de Na₂CO₃ saturée à l'ensemble (2 %, dissout dans l'H₂O), on agite encore et on laisse à l'obscurité pendant 1 heure à température ambiante, La couleur jaune du réactif vire au bleu. Les dosages ont été réalisés en triplicat. Les densités optiques sont lues au spectrophotomètre UV-Visible (8500 P Double-BEAM spectrophotometer) à 765 nm en utilisant des cuves en plastiques jetables (LP ITALIANA SPA, Italy, volume 2mL).

La quantification des polyphénols a été faite au moyen d'une courbe d'étalonnage réalisée à l'aide de différentes concentrations d'acide gallique (Fluka) (4,76 - 9,52 - 14,2 -19 et 23,8 µg/mL, concentrations finales) à partir d'une solution mère d'acide gallique de 1mg/mL dissout dans l'eau distillée. Cette courbe est réalisée dans les mêmes conditions opératoires que les échantillons. La courbe de tendance obtenue dans ce cas (Excel 2003) est $y = 80.466x - 0.0151$ ($R^2 = 0,9987$).

Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent d'acide gallique par g d'extrait lyophilisé. Ils représentent la moyenne de 2 à 3 répétitions.

Le blanc est préparé en remplaçant la quantité de l'extrait méthanolique par l'eau distillée, dans les mêmes conditions.

5.2 Dosages des flavonoïdes :

L'analyse quantitative des flavonoïdes est réalisée par le dosage spectrophotométrique selon la méthode décrite par **Kim *et al.* (2003)** :

Dans des tubes à essai, on mélange 500 µl de l'extrait aqueux (dissous dans le MeOH, à une concentration de 2 mg/mL) à un volume de 1500 µl d'eau distillée, on ajoute 150 µl d'une solution de NaNO₂ à 5 % (dissout dans l'eau distillée), à t = 5 min on ajoute 150 µl d'une

solution de AlCl_3 à 10 % (dissout dans l'eau distillée), à $t = 11$ min on ajoute 500 μl de NaOH 1M (dissout dans l'eau distillée), puis on mélange au vortex. Les dosages ont été réalisés en triplicat. Les densités optiques sont lues au spectrophotomètre UV-Visible (8500 P Double-BEAM spectrophotometer) à 510 nm en utilisant des cuves en plastiques jetables (LP ITALIANA SPA, Italy, volume 2mL).

Une courbe d'étalonnage est réalisée par différentes concentrations (5, 10, 15, 25 $\mu\text{g/mL}$, concentrations finales) de la catéchine (Fluka) à partir d'une solution mère à 1 mg/mL (dissout dans le méthanol). Cette courbe est réalisée dans les mêmes conditions opératoires que les échantillons. La teneur en flavonoïdes est exprimée en mg d'équivalent de catéchine par g d'extrait lyophilisé. Elle représente la moyenne de 2 à 3 répétitions. La courbe de tendance obtenue (Excel 2003) dans ce cas est $y = 0.067x - 0.1791$ ($R^2 = 0,9767$).

Le blanc est préparé en remplaçant la quantité de l'extrait méthanolique par l'eau, dans les mêmes conditions.

6- Analyse statistique :

Les résultats sont exprimés sous forme de moyenne \pm standard deviation (Means \pm standard deviation) calculée sur la moyenne de 4 répétitions pour l'activité allélopathique et 3 répétitions pour le dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes.

Les données expérimentales sont présentés sous forme d'histogramme pour l'activité allélopathique (croissance) et courbe pour les étalons et l'activité allélopathiques (germination).

Le coefficient de corrélation R^2 entre les DO et les concentrations des étalons sont calculées à l'aide du logiciel Microsoft Excel 2003.

-Chapitre IV-
Résultats

1. Effet de quelques extraits aqueux de plante sur la germination de *Lactuca sativa* L et *Rhaphanus sativus* L :

➤ *Globularia alypum* L.

L'extrait aqueux de *Globularia alypum* L. présente une forte inhibition de la germination de *Lactuca sativa* L. pour toutes les concentrations testées.

L'inhibition de la germination est remarquée à partir de la concentration 0,25% ; l'effet inhibiteur est maximal pour le traitement à 1%. Cet effet est beaucoup moins net sur la germination de *Rhaphanus sativus* L (Figure 11).

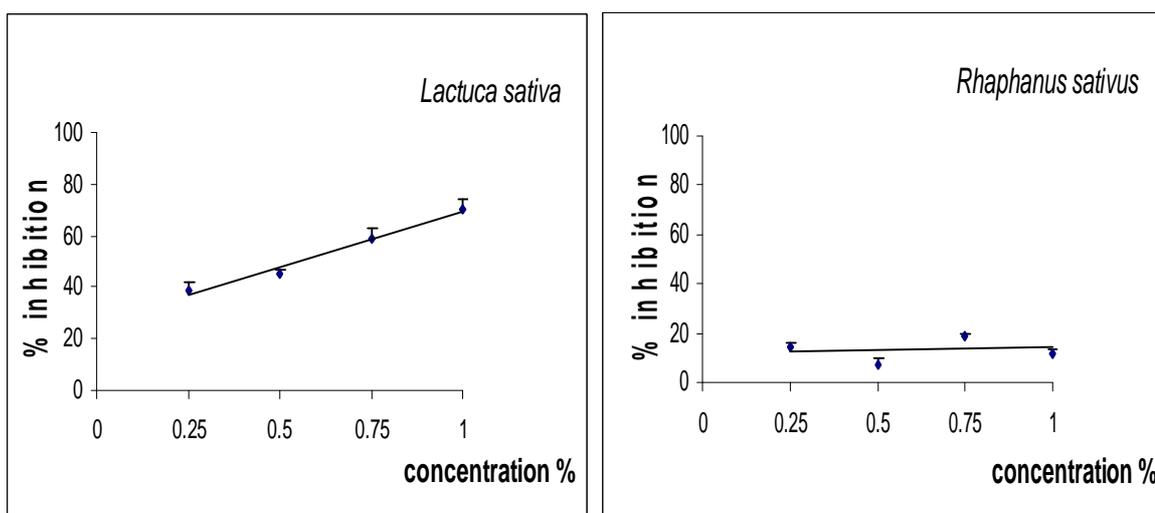


Figure 11 : Effet de l'extrait aqueux de *Globularia alypum* L. sur la germination de *Lactuca sativa* L. et *Rhaphanus sativus* L. (Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SD, n=4 pour chaque concentration).

➤ *Pistacia lentiscus* L.

Toutes les concentrations de l'extrait aqueux de *Pistacia lentiscus* L. (feuilles) (sauf 0,25 %) sont inhibitrices de la germination de *Lactuca sativa* L. ; mais on ne note aucun effet sur la germination de *Rhaphanus sativus* L.

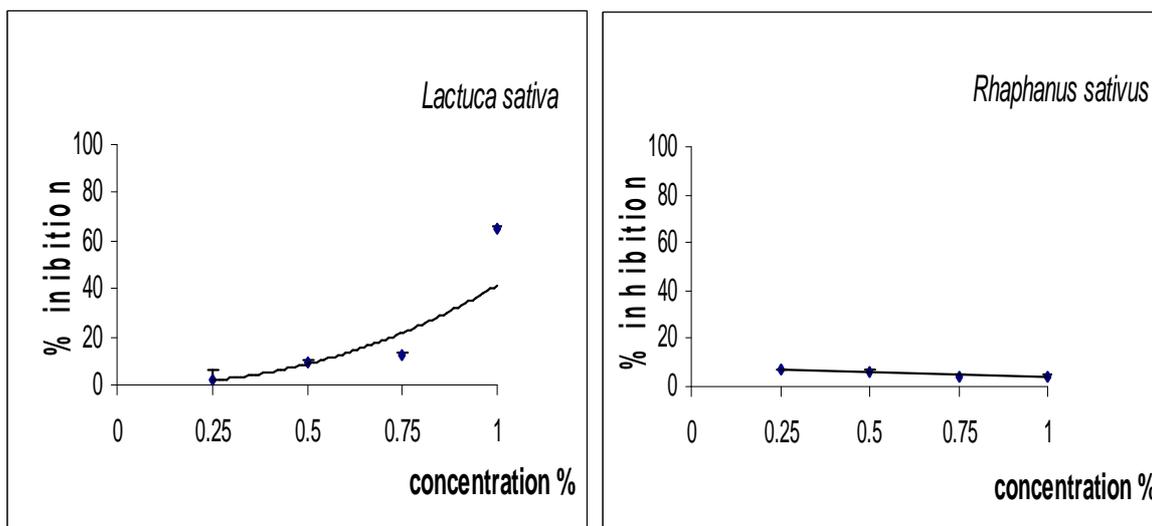


Figure 12 : Effet de l'extrait aqueux de *Pistacia lentiscus* L. sur la germination de *Lactuca sativa* L. et *Rhabanus sativus* L. (Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SD, n=4 pour chaque concentration).

➤ ***Rhus pentaphylla* L.**

L'effet inhibiteur de l'extrait aqueux de *Rhus pentaphylla* L. sur la germination des graines de *Lactuca sativa* L. n'est nettement visible qu'à la concentration 1% de l'extrait. Par contre, on observe un effet nul sur la germination de *Rhabanus sativus* L.

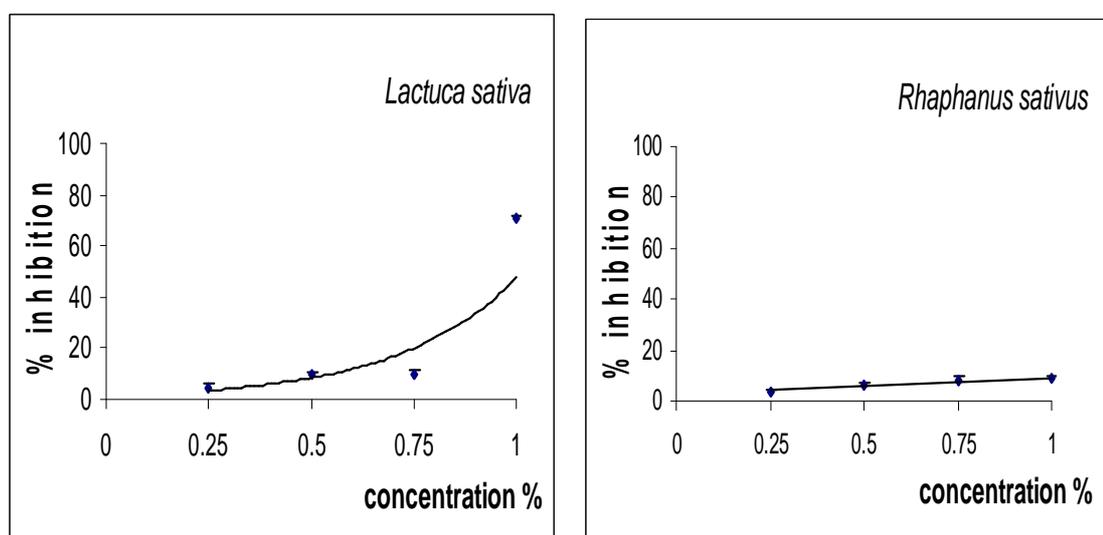


Figure 13 : Effet de l'extrait aqueux de *Rhus pentaphylla* L. sur la germination de *Lactuca sativa* L. et *Rhabanus sativus* L. (Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SD, n=4 pour chaque concentration).

➤ **IC₅₀ des extraits aqueux de *Globularia alypum*, *Pistacia lentiscus* et *Rhus pentaphylla* :**

Il ressort des IC₅₀ calculées que l'extrait aqueux de *Globularia alypum* est le plus actif sur *Lactuca sativa*, suivi de *Pistacia lentiscus* et de *Rhus pentaphylla*. Cette activité est sensiblement équivalente vis-à-vis de *Raphanus sativus*.

Tableau 5 : IC₅₀ des extraits aqueux de *Globularia alypum*, *Pistacia lentiscus* et *Rhus pentaphylla* (L = *Lactuca sativa*, R = *Raphanus sativus*).

Concentration		0,25%	0,50%	0,75%	1%	IC ₅₀
<i>Globularia alypum</i>	L	39	45	59	70	0,54
	R	14	07	19	12	3,04
<i>Pistacia Lentiscus</i> L.	L	02	09	12	65	0,97
	R	07	06	04	04	3,51
<i>Rhus pentaphylla</i>	L	04	10	10	71	1,01
	R	04	08	06	09	4,01

N.B : les extraits aqueux d'*Ajuga iva*, *Cassia ascherk*, *Citrullus colocynthis* L, *Osyris quadripartita*, *Pergularia tomentosa* L et *Withania frutescens* n'ont pas un effet allélopathique sur *Lactuca sativa* et *Raphanus sativus* ; le % de la germination est entre 80 et 97% et cela pour toutes les concentration et pour les deux modèles expérimentaux.

2. Variation saisonnière de *Tetraclinis articulata* (Vahl.) Mast :

2.1 Effet des extraits aqueux de *Tetraclinis articulata* (Vahl.) Mast sur la germination :

• Juin :

L'extrait aqueux des feuilles de *Tetraclinis articulata* (Vahl.) Mast manifeste une forte action inhibitrice de la germination des graines de *Lactuca sativa* L. et cela pour toutes les concentrations testées. Elle est maximale pour la concentration 1% (97% d'inhibition), alors qu'elle est faible pour *Raphanus sativus* L. (**Figure 14**).

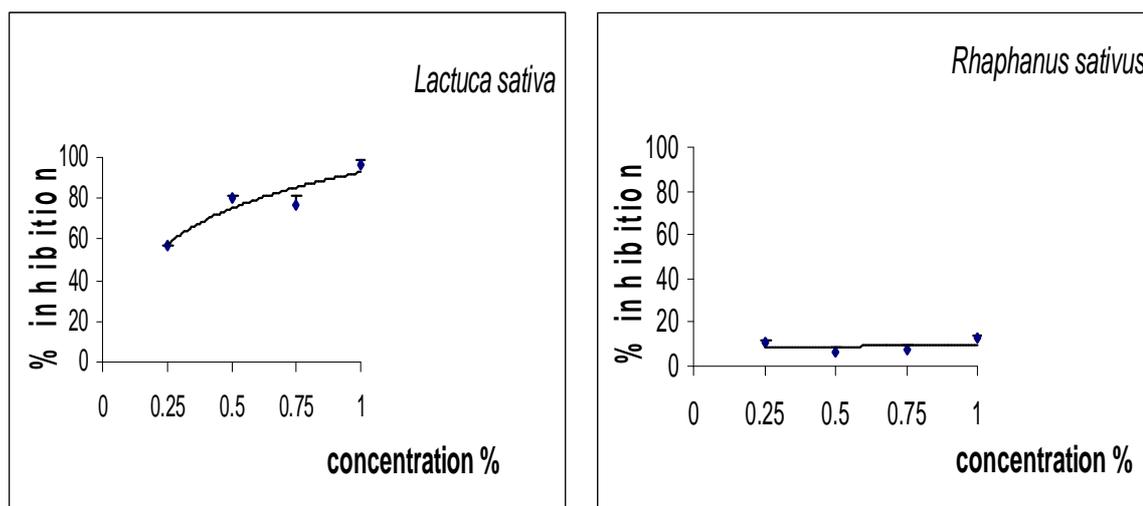


Figure 14: Effet de l'extrait aqueux de *Tetraclinis articulata* (Vahl.) Mast (récolte de juin) sur la germination de *Lactuca sativa* L. et de *Rhaphanus sativus* L. (Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SD, n=4 pour chaque concentration).

• **Novembre :**

A partir de la figure on remarque que le pourcentage de l'inhibition de la germination chez les graines de *Lactuca sativa* L. atteint une valeur maximale correspondant à 99%.

Un faible effet d'inhibition de germination a été remarqué pour *Rhaphanus sativus* L.

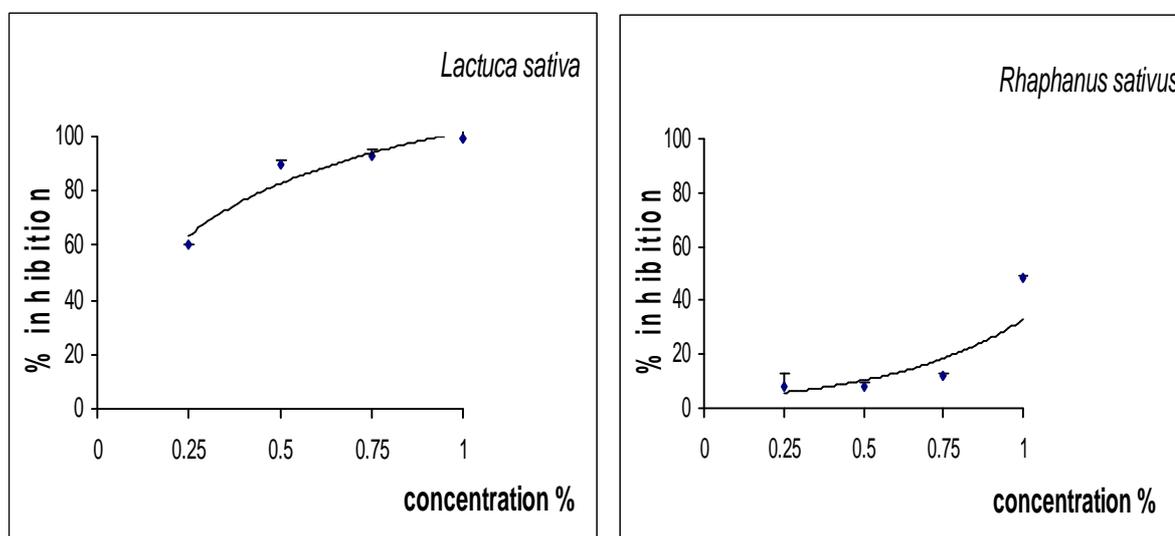


Figure 15 : Effet de l'extrait aqueux de *Tetraclinis articulata* (Vahl.) Mast (récolte de novembre) sur la germination de *Lactuca sativa* L. et de *Rhaphanus sativus* L. (Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SD, n=4 pour chaque concentration).

- **Janvier :**

L'inhibition de la germination reste faible pour les deux modèles expérimentaux ; sauf qu'à la concentration 1% en extrait de *T. articulata* on distingue un taux d'inhibition de 56 % pour *Lactuca sativa*L.

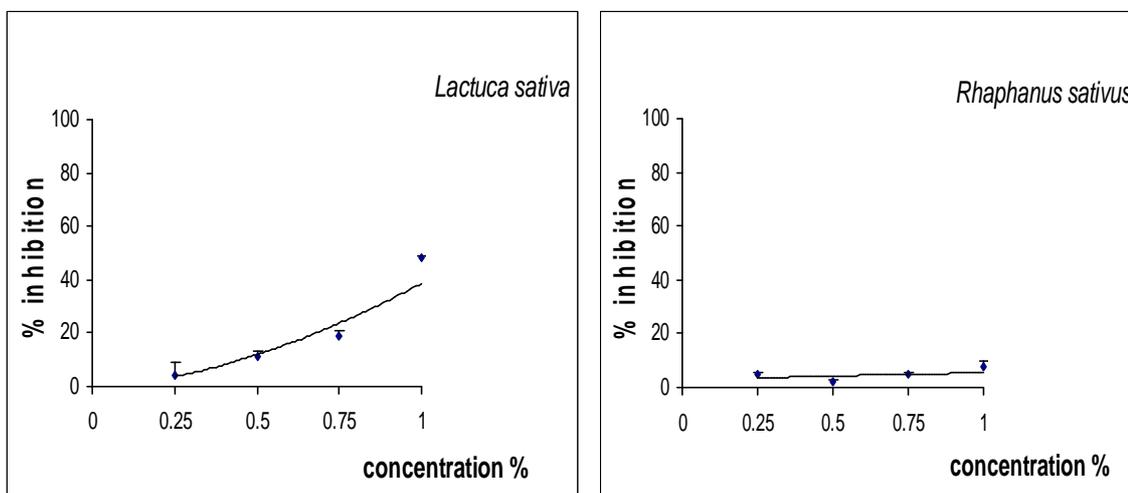


Figure 16 : Effet de l'extrait aqueux de *Tetraclinis articulata* (Vahl.) Mast (récolte de janvier) sur la germination de *Lactuca sativa* L. et *Rhabanus sativus* L. (Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SD, n=4 pour chaque concentration).

- **Avril :**

L'inhibition de la germination est très faible pour les deux modèles expérimentaux traités par l'extrait aqueux de *T. articulata* récolté en avril et cela pour toutes les concentrations testées.

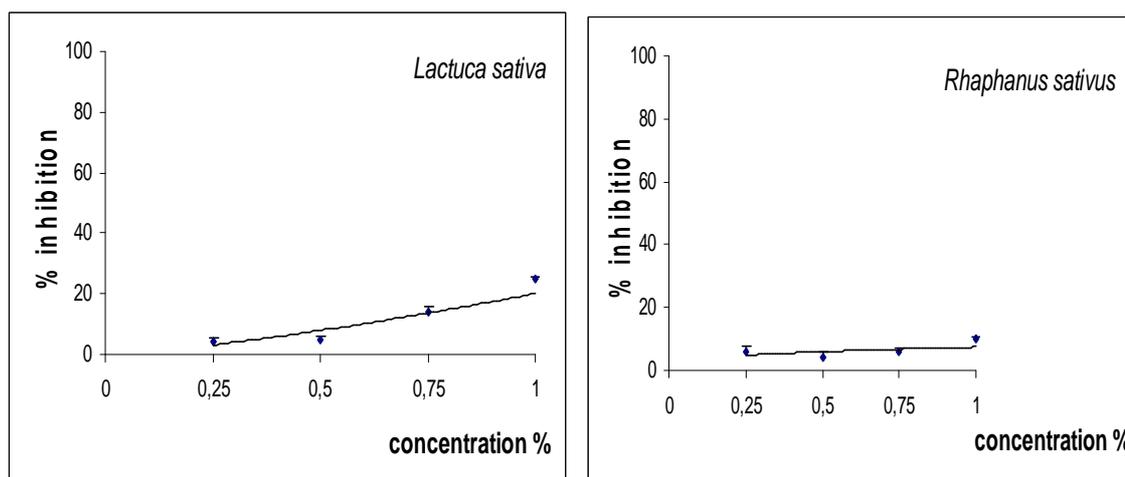


Figure 17 : Effet de l'extrait aqueux de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast. (récolte d'avril) sur la germination de *Lactuca sativa* L. et de *Rhabanus sativus* L. (Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SD, n=4 pour chaque concentration).

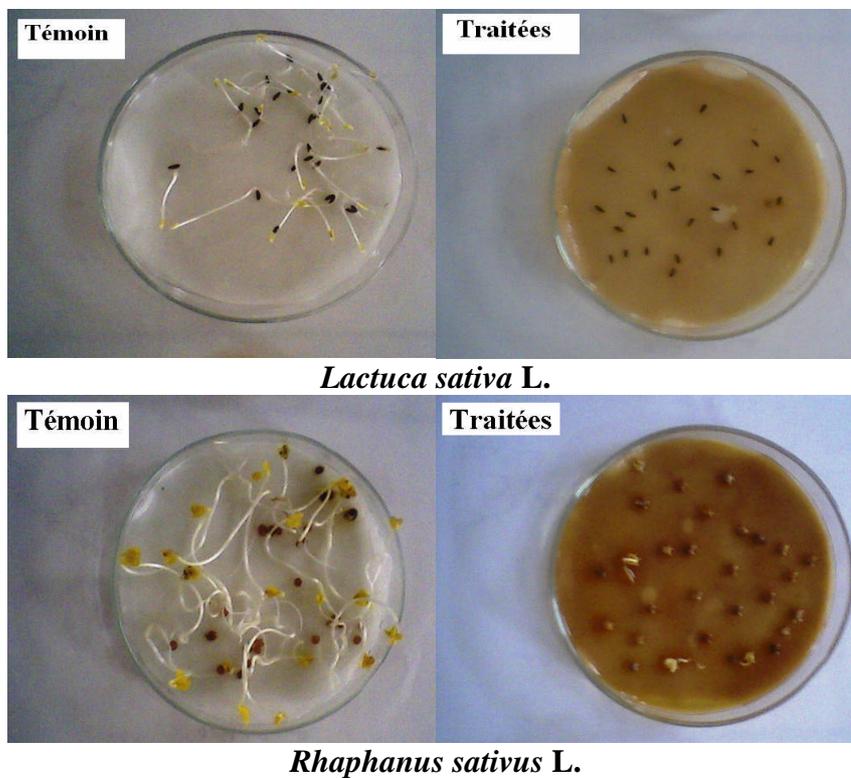


Photo 1 : Effet de l'extrait aqueux des feuilles de *Tetraclinis articulata* sur la germination de *Lactuca sativa* et *Raphanus sativus*

2.2 Variations saisonnières de l'activité inhibitrice de la germination de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast. (sur *Lactuca sativa* L.)

L'extrait aqueux de *Tetraclinis articulata* présente un fort effet inhibiteur de la germination des graines de *Lactuca sativa* L seulement aux mois de Juin et Novembre ; et cela pour toutes les concentrations testées en extrait.

Par contre, on remarque un effet très faible sur l'inhibition de la germination pour les mois de Janvier et Avril (**Tableau 6**).

Tableau 6 : Variations saisonnières de l'activité inhibitrice de la germination de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast. (sur *Lactuca sativa* L.)

Concentration	Pourcentage d'inhibition de la germination (%)			
	Juin	Novembre	Janvier	Avril
0,25%	57±1,84	60±3,16	4±0,81	4±0,81
0,50%	80±4,5	90±1,91	11±2,06	5±1,89
0,75%	77±0,94	93±1,25	19±2,5	14±1
1%	97±0,47	99± 0,5	48±5,41	25±1,25

Les résultats sont exprimés en % d'inhibition± SD, n=4 pour chaque concentration

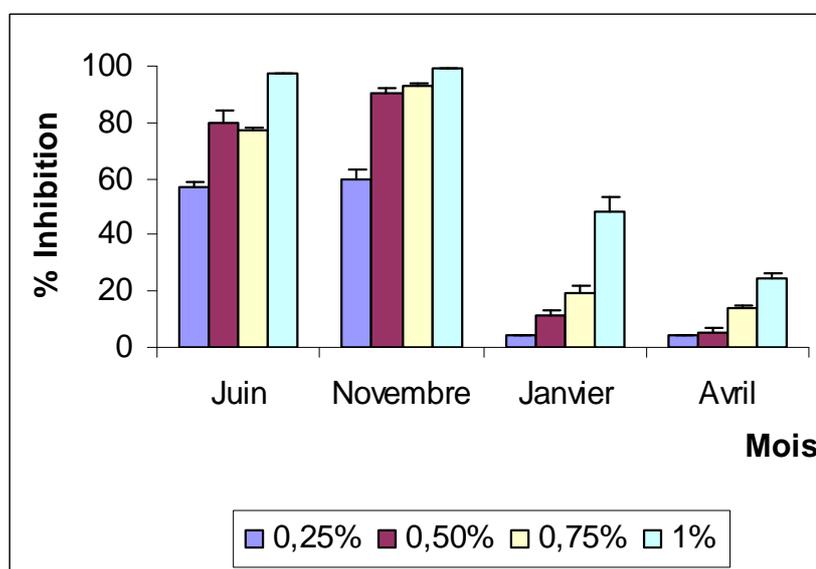


Figure 18 : Variations saisonnières de l'activité inhibitrice de la germination de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast. (sur *Lactuca sativa* L.)

➤ **IC50 des différents prélèvements de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.**

Les résultats des (IC50) obtenus montre clairement que les extraits aqueux du mois de Juin et de Novembre présentent l'effet d'inhibition le plus élevé et surtout sur *Lactuca sativa*

Tableau 7 : Variations saisonnières des IC50 de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast. sur *Lactuca sativa* (L) et *Raphanus sativus* (R).

Concentration	T	0,25%	0,50%	0,75%	1%	IC50	
Juin	L	24,75	10,75	5	5,75	0,75	0,18
	R	23,5	22,25	23,5	23	21,75	0,31
Novembre	L	24,75	10	2,5	1,75	0,25	0,15
	R	24	23	23	22	13	1,17
Janvier	L	24,25	24	22,25	20,25	13	2,1
	R	24,75	23,75	24,5	23,75	23	3,10
Avril	L	25	24	23,75	21,5	18,75	3,30
	R	23,75	23,5	24	23,5	22,5	2,12

3. Effet de quelques extraits de plante sur la croissance de *Lactuca sativa* L. et de *Rhaphanus sativus* L. :

➤ ***Peganum harmala* L.**

L'extrait aqueux de *Peganum harmala* L. présente un effet inhibiteur très important sur la croissance des plantules de *Lactuca sativa* L. et de *Rhaphanus sativus* L. Cet effet augmente graduellement avec l'augmentation en concentrations (**Tableau 8**).

Pour les deux modèles expérimentaux, on observe des nécroses importantes au niveau des racines (pour toutes les concentrations). (**Figure 19 ; Photo2**)

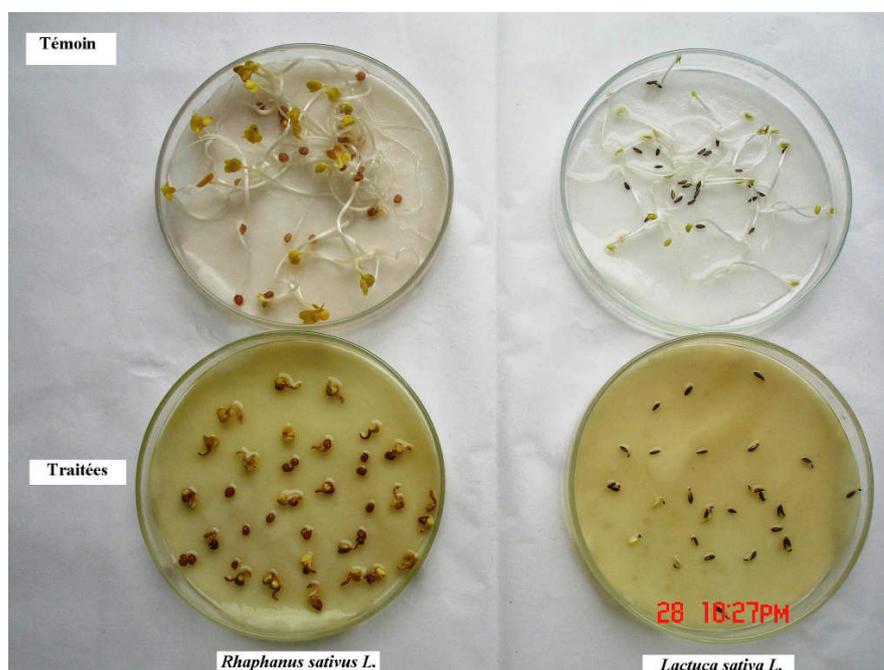


Photo2 : Effet de l'extrait aqueux des graines de *Peganum harmala* sur la croissance de *Lactuca sativa* et *Rhaphanus sativus*.

Tableau 8 : Effet de l'extrait aqueux de *Peganum harmala* L. sur la croissance des plantules de *Lactuca sativa* L. et de *Rhaphanus sativus* L.

Concentration (%)	<i>Lactuca sativa</i> L.		<i>Rhaphanus sativus</i> L.	
	Longueur des plantules (cm)	% d'inhibition de la croissance	Longueur des plantules (cm)	% d'inhibition de la croissance
Témoin	4.94± 0,69	0	9,33± 1,49	0
0.25	0.33 ± 0,09	94	0,6± 0,23	94
0.5	0.35 ± 0,06	93	0,58± 0,36	94
0.75	0.33 ± 0,09	94	0,31± 0,04	97
1	0.17 ± 0,01	97	0,22± 0,01	98

Les résultats sont exprimés en moyenne ± SD, n=4 pour chaque concentration.

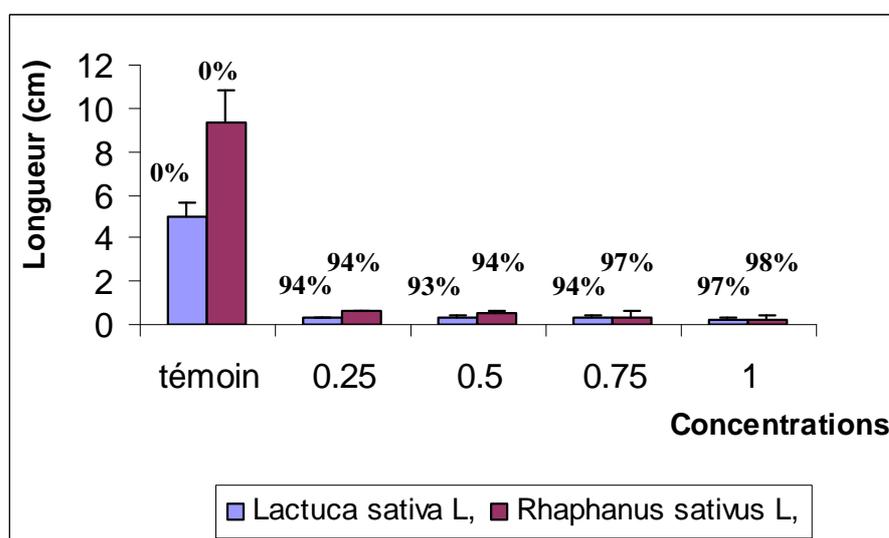


Figure 19 : Effet (pourcentage d'inhibition) de l'extrait aqueux de *Peganum harmala* L. sur la croissance des plantules de *Lactuca sativa* L. et de *Rhaphanus sativus* L.

➤ ***Ruta chalepensis* L. :**

L'extrait aqueux de *Ruta chalepensis* L. présente un effet inhibiteur sur la croissance des plantules des deux modèles expérimentaux et cela pour toutes les concentrations testées.

On remarque aussi que cet effet inhibiteur est plus important chez les plantules de *Lactuca sativa* L. (**Figure 20 ; Photo 3**)

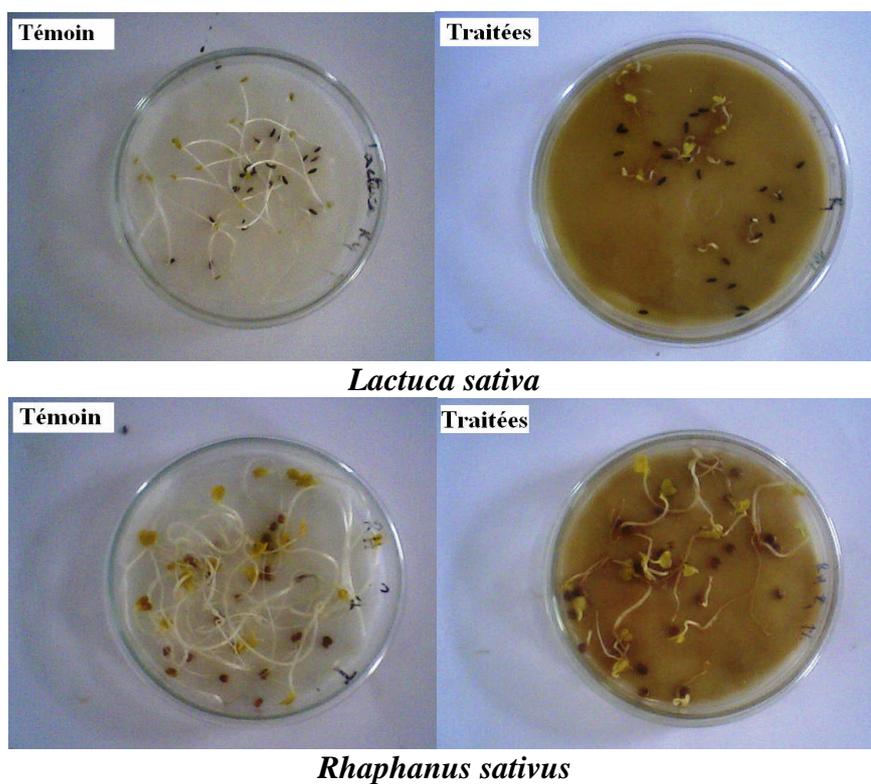


Photo 3 : Effet de l'extrait aqueux des feuilles de *Ruta chalepensis* sur la croissance de *Lactuca sativa* et *Raphanus sativus*.

Tableau 9 : Effet de l'extrait aqueux de *Ruta chalepensis* L. sur la croissance des plantules de *Lactuca sativa* L. et de *Rhaphanus sativus* L.

Concentration (%)	<i>Lactuca sativa</i> L.		<i>Rhaphanus sativus</i> L.	
	Longueur des plantules (cm)	% d'inhibition de la croissance	Longueur des plantules (cm)	% d'inhibition de la croissance
Témoin	8,32 ± 0,02	0	16,2 ± 1,31	0
0.25	4,5 ± 0,21	95	11,96 ± 1,52	30
0.5	3,37 ± 0,81	96	11,52 ± 0,89	29
0.75	1,98 ± 0,12	98	6,18 ± 2,43	62
1	2,5 ± 0,63	97	3,25 ± 1,60	80

Les résultats sont exprimés en moyenne ± SD, n=4 pour chaque concentration.

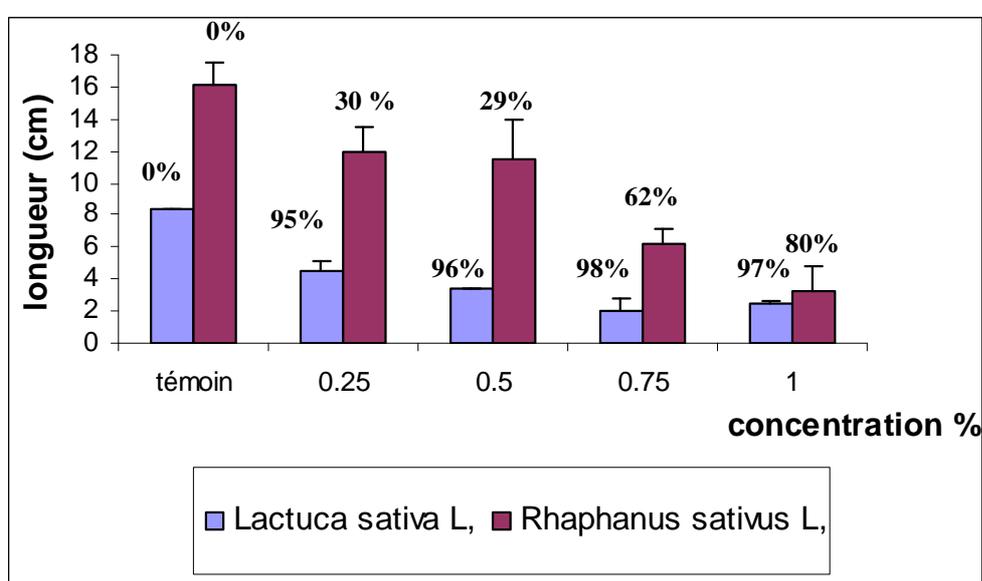


Figure 20 : Effet (pourcentage d'inhibition) de l'extrait aqueux de *Ruta chalepensis* L. sur la croissance des plantules de *Lactuca sativa* L. et de *Rhaphanus sativus* L.

➤ ***Haloxylon scoparium* de Pomel.**

Selon les résultats obtenus et regroupés dans le tableau, on constate un effet inhibiteur de la croissance sur les plantules de *Lactuca sativa* L. et de *Rhaphanus sativus* L. avec la présence d'importantes nécroses au niveau des racines pour toutes les concentrations utilisées.

Cet effet inhibiteur est plus net chez les plantules *Lactuca sativa* L. que sur celles de *Raphanus sativus*. (**Figure 21, photo 4**)

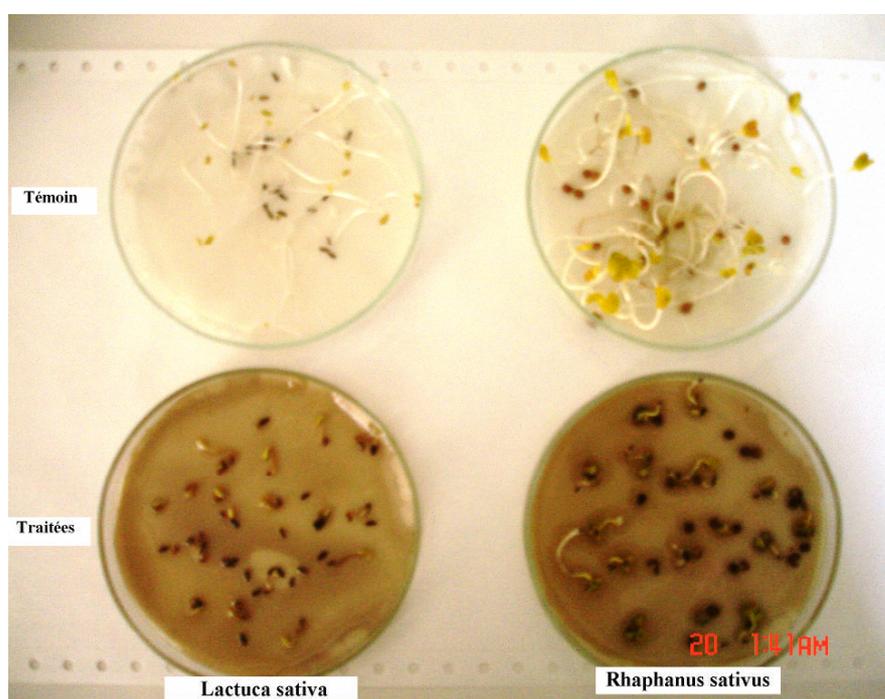


Photo 4 : Effet de l'extrait aqueux des feuilles de *Haloxylon scoparium* sur la croissance des graines de *Lactuca sativa* et *Raphanus sativus*.

Tableau 10 : Effet de l'extrait aqueux de *Haloxylon scoparium* sur la croissance des plantules de *Lactuca sativa* L. et de *Rhaphanus sativus* L

Concentration (%)	<i>Lactuca sativa</i> L.		<i>Rhaphanus sativus</i> L.	
	Longueur des plantules (cm)	% d'inhibition de la croissance	Longueur des plantules (cm)	% d'inhibition de la croissance
Témoin	3,57 ± 0,02	0	8,22 ± 0,28	0
0.25	0,7 ± 0,08	81	4,66 ± 0,17	44
0.5	0,4 ± 0,14	89	6,35 ± 0,1	23
0.75	0,19 ± 0,03	95	5,34 ± 0,20	36
1	0,22 ± 0,24	94	3,97 ± 2,14	52

Les résultats sont exprimés en moyenne ± SD, n=4 pour chaque concentration.

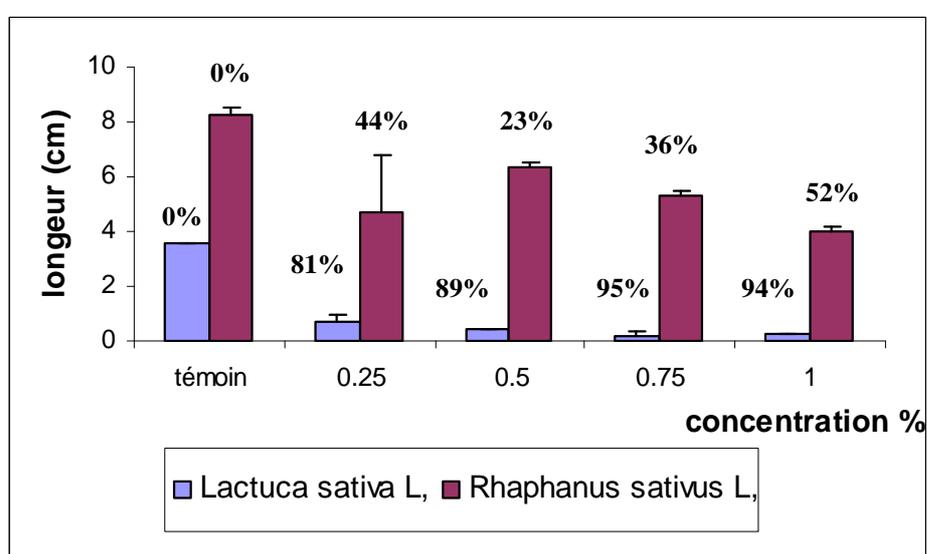


Figure 21 : Effet (pourcentage d'inhibition) de l'extrait aqueux de *Haloxylon scoparium* sur la croissance des plantules de *Lactuca sativa* L. et de *Rhaphanus sativus* L.

➤ ***Juniperus phoenicea* L.**

Selon le tableau on remarque que la longueur des racines des deux modèles expérimentaux diminue avec l'augmentation de la concentration en extrait de *Juniperus phoenicea* L.

Chez les plantules de *Lactuca sativa* L on a constaté une faible germination pour les concentrations 0.75% et 1% avec une importante inhibition de la croissance des plantules pouvant atteindre une valeur de 5 % à la concentration maximale de l'extrait. Des nécroses importantes ont été remarquées aussi pour toutes les concentrations testées. (**Photo 5**)

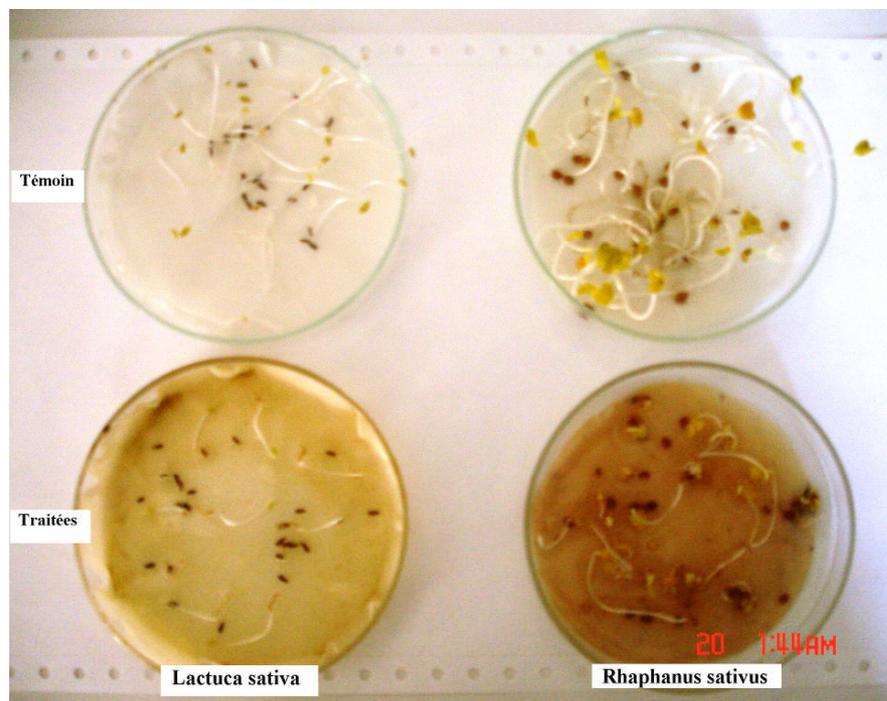


Photo 5 : Effet de l'extrait aqueux des feuilles de *Juniperus phoenicea* sur la croissance de *Lactuca sativa* et *Raphanus sativus*.

De même pour les plantules de *Rhaphanus sativus* L. on distingue une inhibition de la croissance accompagnée de nécroses au niveau des racines pour les concentrations 0.50% ; 0.75% et 1%

Tableau 11 : Effet de l'extrait aqueux de *Juniperus phoenicea* L. sur la croissance des plantules de *Lactuca sativa* L. et de *Rhaphanus sativus* L.

Concentration (%)	<i>Lactuca sativa</i> L.		<i>Rhaphanus sativus</i> L.	
	Longueur des plantules (cm)	% d'inhibition de la croissance	Longueur des plantules (cm)	% d'inhibition de la croissance
Témoin	8,23 ± 0,15	0	8,22 ± 0,28	0
0.25	4,27 ± 0,01	49	4,66 ± 0,17	44
0.5	2,58 ± 0,21	69	6,35 ± 0,1	23
0.75	1,19 ± 0,47	86	5,34 ± 0,20	36
1	0,43 ± 0,15	95	3,97 ± 2,14	52

Les résultats sont exprimés en moyenne ± SD, n=4 pour chaque concentration.

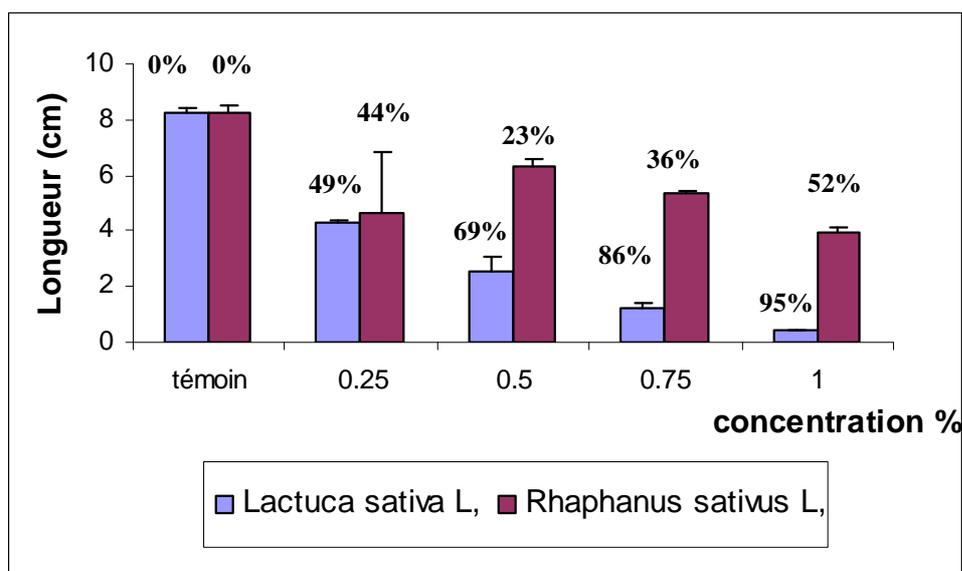


Figure 22 : Effet (pourcentage d'inhibition) de l'extrait aqueux de *Juniperus phoenicea* L. sur la croissance des plantules de *Lactuca sativa* L. et *Rhaphanus sativus* L.

➤ *Acacia raddiana* Savi.

Un faible taux de croissance des plantules de *Lactuca sativa* L. est constaté à partir de la concentrations 0.25 % pour une valeur de 33 % et pouvant atteindre une valeur de 8 % pour 1% accompagné de nécroses importante au niveau des racines.

Par contre ; l'inhibition de la croissance des plantules de *Rhaphanus sativus* L. n'est remarquée qu'à partir des fortes concentrations en extrait aqueux de *Acacia raddiana* (0,75 ; 1%) avec la présence de fortes nécroses à la concentration 1%

Tableau 12 : Effet de l'extrait aqueux d'*Acacia raddiana* Savi sur la croissance des plantules de *Lactuca sativa* L. et *Rhaphanus sativus* L.

Concentration (%)	<i>Lactuca sativa</i> L.		<i>Rhaphanus sativus</i> L.	
	Longueur des plantules (cm)	% d'inhibition de la croissance	Longueur des plantules (cm)	% d'inhibition de la croissance
Témoin	7,06 ± 1,27	0	8,95 ± 1,20	0
0.25	2,36 ± 1,10	67	7,89 ± 0,27	12
0.5	1,51 ± 0,27	79	6,98 ± 0,20	23
0.75	0,54 ± 0,29	93	3,7 ± 0,54	59
1	0,57 ± 0,12	92	2,95 ± 0,98	68

Les résultats sont exprimés en moyenne ± SD, n=4 pour chaque concentration.

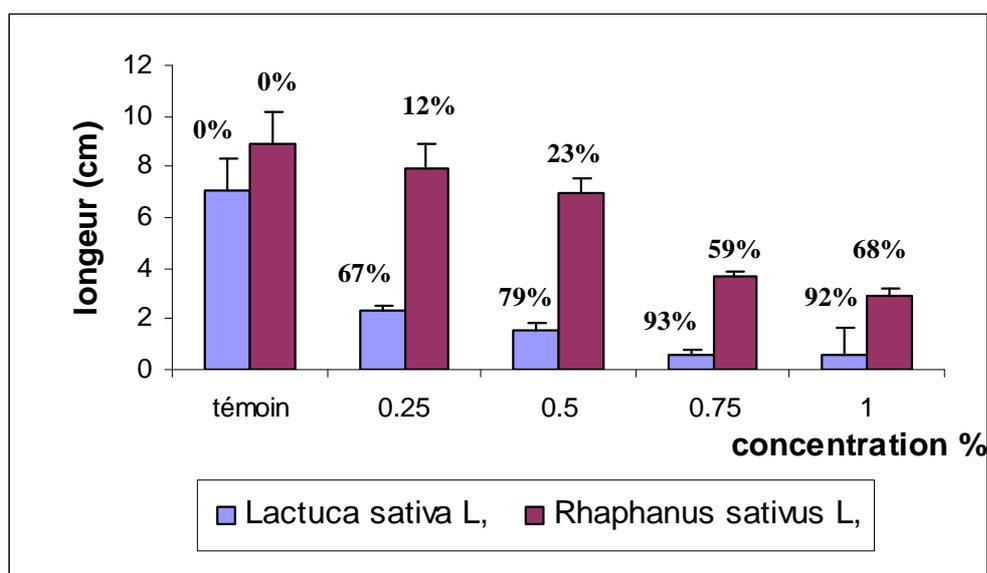


Figure 23 : Effet (pourcentage d'inhibition) de l'extrait aqueux d'*Acacia raddiana* Savi sur la croissance des plantules de *Lactuca sativa* L. et de *Rhaphanus sativus* L.

➤ **Extrait butanolique issu du partage de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast. :**

L'inhibition de la croissance est remarquée pour les deux modèles expérimentaux et pour toutes les concentrations. Cet effet est le plus élevé sur *Lactuca sativa* L. (**Figure 24 ; Photo 6**)

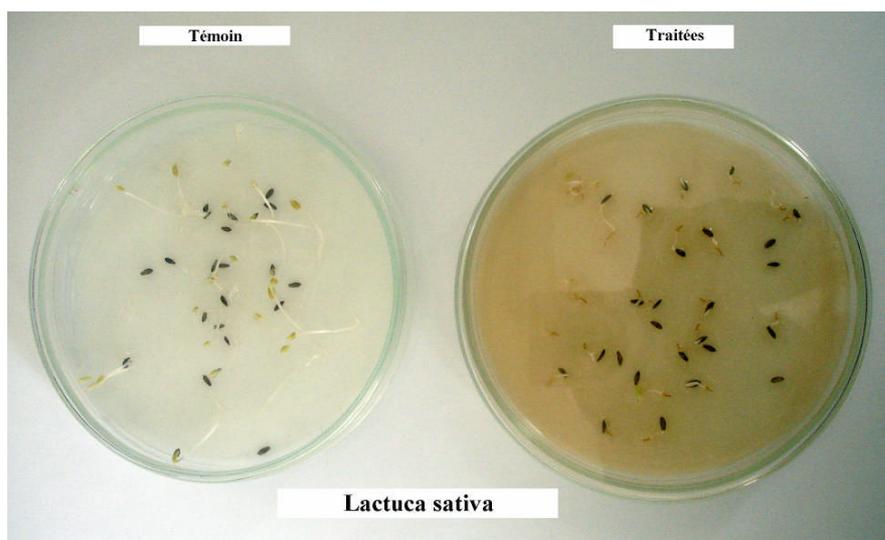


Photo 6 : Effet de l'extrait butanolique issu du partage de l'extrait aqueux de *Tetraclinis articulata* sur la croissance des graines de *Lactuca sativa*

Tableau 13 : Effet de l'extrait butanolique issu du partage de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast. sur la croissance des plantules de *Lactuca sativa* L. et de *Rhaphanus sativus* L.

Concentration (%)	<i>Lactuca sativa</i> L.		<i>Rhaphanus sativus</i> L.	
	Longueur des plantules (cm)	% d'inhibition de la croissance	Longueur des plantules (cm)	% d'inhibition de la croissance
Témoin	6,04 ± 0,16	0	12,17 ± 0,16	0
0.1	3,68 ± 0,06	40	9,16 ± 0,13	25
0.25	3,05 ± 0,08	50	8,22 ± 0,36	30
0.5	3,2 ± 0,34	48	6,52 ± 0,15	47
0,75	3,21 ± 0,22	47	4,73 ± 0,05	62

Les résultats sont exprimés en moyenne ± SD, n=4 pour chaque concentration.

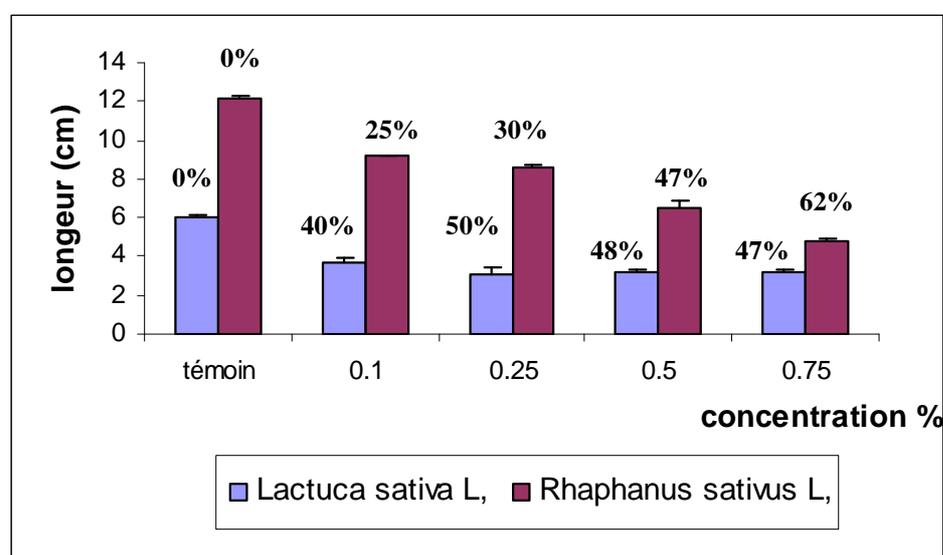


Figure 24 : Effet (pourcentage d'inhibition) de l'extrait butanolique issu du partage de *Tetraclinis articulata* (vahl) Mast. sur la croissance des plantules de *Lactuca sativa* L. et *Rhaphanus sativus* L.

N.B : Seuls les extraits aqueux et butanolique issus du partage de *Tetraclinis articulata* ont pu être soumis aux bioessais étant donné les rendements élevés obtenus.

- pour l'extrait aqueux, on ne note aucun effet.
- pour l'extrait butanolique, l'effet est remarqué sur la croissance.

➤ **Comparaison entre les différents extraits aqueux de *Peganum harmala* L *Ruta chalepensis* L., *Haloxylon scoparium*, *Juniperus phoenicea*, *Acacia raddiana* :**

D'après la courbe, on constate que l'extrait qui a le plus d'effet d'inhibition de la croissance est celui de *Peganum harmala* et cela pour toutes les concentrations testées et pour les deux modèles expérimentaux.

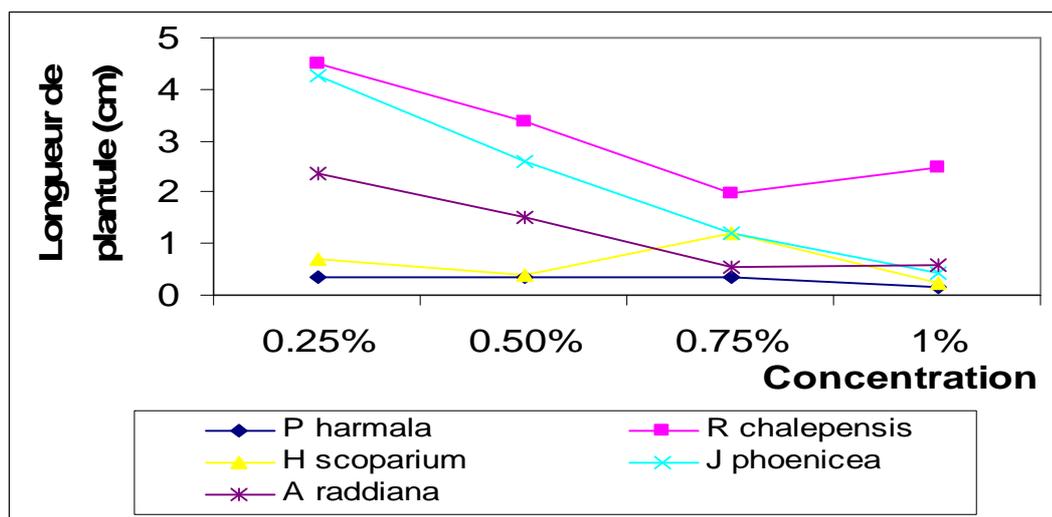


Figure 25 : Comparaison de l'effet des différents extraits aqueux sur la croissance de *Lactuca sativa*.

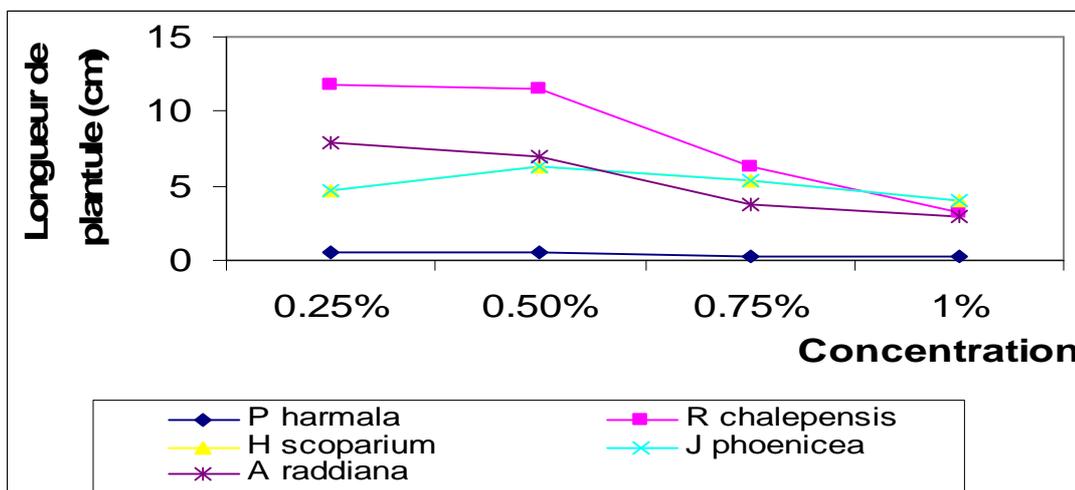


Figure 26 : Comparaison de l'effet des différents extraits aqueux sur la croissance de *Rhaphanus sativus*.

4- Teneur des polyphénols et des flavonoïdes :

➤ Dosage des polyphénols et flavonoïdes:

La teneur des polyphénols a été obtenue à partir d'une courbe d'étalonnage établie avec des concentrations croissantes en acide gallique (**Figure 27**). Elle est exprimée en mg d'acide gallique par gramme de l'extrait lyophilisé.

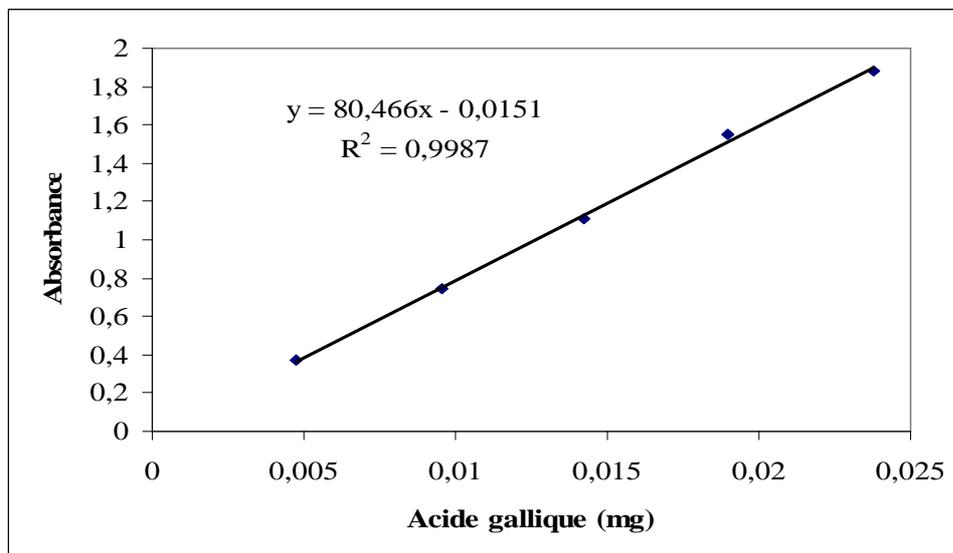


Figure 27 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

La teneur des flavonoïdes a été obtenue à partir d'une courbe d'étalonnage établie avec des concentrations croissantes en catéchine (**Figure 28**). Elle est exprimée en mg de la catéchine par gramme d'extrait aqueux lyophilisé.

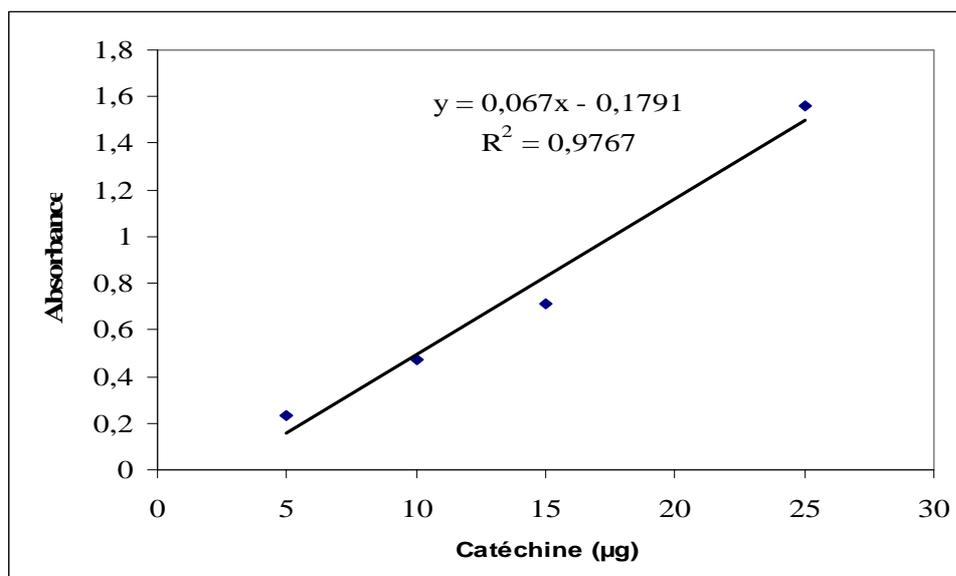


Figure 28 : Courbe d'étalonnage de la catéchine.

Tableau 14 : Teneur des polyphénols et des flavonoïdes (mg/g de poudre sèche) des extraits utilisés (Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SD, n=3 pour chaque espèce).

Espèce	Partie utilisée	Teneur des polyphénols totaux (mg/g)	Teneur des flavonoïdes (mg/g)
<i>Acacia raddiana</i>	Ecorces	266,821 \pm 9,142	115,366 \pm 11,283
<i>Globularia alypum</i>	Racine	210,798 \pm 9,222	66,828 \pm 6,568
<i>Haloxylon scoparium</i>	Feuille	163,169 \pm 7,053	39,334 \pm 7,421
<i>Juniperus phoenicea</i>	Feuille	199,663 \pm 7,327	49,258 \pm 10,651
<i>Peganum harmala</i>	Graine	72,783 \pm 2,518	15,244 \pm 1,769
<i>Pistacia lentiscus</i>	Feuille	349,843 \pm 21,796	68,443 \pm 1,663
<i>Rhus pentaphylla</i>	Feuille	94,227 \pm 7,220	35,555 \pm 0,726
<i>Ruta chalepensis</i>	Feuille	66,954 \pm 6,840	16,693 \pm 0,23

Tableau 15 : Teneur des polyphénols et des flavonoïdes (mg/g de poudre lyophilisée) des feuilles de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast en fonction des saisons (Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SD, n=3 pour chaque espèce).

Prélèvement	Polyphénols totaux	Flavonoïdes
Juin 2007	163,691 \pm 3,208	49,455 \pm 1,714
Novembre 2007	155,166 \pm 3,637	57,449 \pm 7,831
Janvier 2008	111,103 \pm 6,248	27,480 \pm 4,133
Avril 2008	206,187 \pm 16,612	66,389 \pm 7,242

5- Analyses phytochimiques :

Acides phénoliques :

La révélation des chromatogrammes par le réactif de Folin-Ciocalteu montre la présence de l'acide cinnamique dans l'extrait aqueux des écorces d'*Acacia raddiana*. Ce résultat n'exclut pas l'existence d'acides phénoliques autres que ceux utilisés comme témoin dans notre expérience : acide caféïque, acide cinnamique, acide férulique, acide sinapique.

Tableau 16 : Résultat de la séparation des acides phénoliques par CCM.

Fraction	Partie utilisée	Rf	Observations
<i>Acacia raddiana</i>	Ecorces	0.97	Bleu noir
Témoins			
Acide cinnamique		0.97	Bleu noir

Tableau 17 : Résultat de la séparation des lignanes par CCM

Fraction	Partie utilisée	Rf	Observations
<i>Globularia alypum</i>	Racines	0.8	3Fr

Flavonoïdes :

Le chromatogramme des extraits révélé par le réactif du Neu présente des constituants de différentes fluorescences ce qui explique la présence de différents types de flavonoïdes. Les produits colorés en jaune sont des flavonoïdes à base de rutine, ceux donnant une couleur jaune orange sont des flavonols et ceux qui présentent une fluorescence jaune verte, des flavonols à base de Kaempférol. La fluorescence orange est due à des flavones à base de lutéoline et ses glycosides (**Wagner and Bladt, 1996**). L'intensité des colorations est proportionnelle à leur concentration. Les résultats sont regroupés dans le tableau 18.

Tableau 18 : Résultats de la séparation des flavonoïdes par CCM.

Espèce	Partie utilisée	Rf	Observation
<i>Acacia raddiana</i>	Ecorces	0.86 ; 0.76 ; 0.2	(3F); (3F); (3F)
<i>Globularia alypum (Ext H₂O)</i>	Racines	0.26	(3Fo)
<i>Peganum harmala</i>	Graines	0.14	(3Fv)
<i>Pistacia lentiscus</i>	Feuilles	0.61; 0,5 ; 0,4 ;0,34 ;0,00	(3Fbv); (3FJ); (3Fo); (3Fo) ; (3Fo)
<i>Rhus pentaphylla</i>	Feuilles	0.61 ; 0.52 ; 0.48 ; 0.41 ; 0.36 ; 0.31	(3Fj); (3Fj); (3Fo); (3Fj); (3Fj); (3Fj)
<i>Ruta chalepensis</i>	Feuilles	0.46 ; 0.4	(3F2Q); (3Fo)

Coumarines :

La recherche des coumarines est effectuée sur plaques en silice et en cellulose. Les constituants des extraits qui donnent une fluorescence bleue à 365 nm après révélation par KOH sont des furano- et pyranocoumarines. Toute fluorescence détectée à 364 nm sur la plaque de cellulose révèle la présence des hydroxycoumarines (**Wagner et Bladt, 1996**).

Tableau 19 : Résultats de la séparation des coumarines par CCM sur gel de silice

Espèce	Partie utilisée	Rf	Observations
<i>Acacia raddiana</i>	Ecorces	0.73	(3Fb)

Tableau 20 : Résultats de la séparation des coumarines par CCM sur plaque de cellulose.

Espèce	Partie utilisée	Rf	Observation
<i>Acacia raddiana</i>	Ecorces	0.57, 0.47, 0.38, 0.03, 0.02.	(3Fj),(3Fo),(3Fj),(3Fj), (3Fj).
<i>Globularia alypum</i>	Racines	0.62, 0.41.	(3Fjv), (3Fbl).
<i>Haloxylon scoparium</i>	Feuilles, tiges	0.72, 0.65, 0.38.	(3Fj), (3Fj), (3Fj).
<i>Peganum harmala</i>	Graines	0.38, 0.32.	(3Fb), (3Fvio).
<i>Pistacia lentiscus</i>	Feuilles	0.66, 0.42, 0.24.	(3Fjo), (3Fo), (3Fj).
<i>Rhus pentaphylla</i>	Feuilles	0.64, 0.29, 0.2, 0.13.	(3Fbl),(3Fv),(3Fo), (3Fj).
<i>Ruta chalepensis</i>	Feuilles	0.48, 0.29, 0.21, 0.1.	(3Fj), (3Fj), (3Fb), (3Fv).
<i>Tetraclinis articulata</i>	feuilles	0.37, 0.28.	(3Fo), (3Fj).

Dérivés anthracéniques :

L'absence de la couleur rouge au visible après révélation par KOH explique l'absence d'antraquinones des extraits aqueux. Par contre, on note la présence des anthrones et des anthranols qui donnent une fluorescence jaune après révélation.

Tableau 21 : Résultats de la séparation des anthrones et des anthranols par CCM.

Espèce	Partie utilisée	Rf	Observations
<i>Rhus pentaphylla</i>	Feuilles	0.61	(3Fj)

Glycosides cardiotoniques :**Tableau 22** : Résultats de la séparation des glycosides cardiotoniques par CCM.

Espèce	Partie utilisée	Rf	Observations
<i>Acacia raddiana</i>	Ecorces	0.87	(3F)
<i>Globularia alypum</i>	Racines	0.6	(3Fj)

Sesquiterpènes :**Tableau 23** : Résultats de la séparation des sesquiterpènes par CCM.

Espèce	Partie utilisée	Rf	Observations
<i>Acacia raddiana</i>	Ecorces	0.88	(brune grisâtre)
<i>Pistacia lentiscus</i>	Feuilles	0.24 ; 0.32 ; 0.87.	(brune grisâtre)

Saponines :

La révélation à l'aide du réactif de Komarowsky a montré l'existence des saponines dans l'extrait des racines de *Globularia alypum*.

Tableau 24 : Résultats de la séparation des saponines par CCM.

Espèces	Partie utilisée	Rf	Observations
<i>Globularia alypum</i>	Racines	0.84	(brun grisâtre)

Tableau 25 : Récapitulatif des résultats du screening phytochimique des extraits aqueux.

phytoconstituants	Espèces								
	<i>A. raddiana</i>	<i>G. alypum</i>	<i>H. scoparium</i>	<i>J. phoenicea</i>	<i>P. harmala</i>	<i>P. lentiscus</i>	<i>R. pentaphylla</i>	<i>R. chalepensis</i>	<i>T. articulata</i>
Acides phénoliques libres	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcaloïdes	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anthrones et anthranols	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Coumarines	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Dérivés anthracéniques									
Flavonoïdes	+	+	-	-	+	+	+	+	-
Glycosides cardiotoniques	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Lignanes	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Quinones libres	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saponines	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Sesquiterpènes lactones	+	-	-	-	-	+	-	-	-
Triterpènes	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- : absence ; + : présence.

Discussion

Ce travail détermine l'existence d'un phénomène allélopathique en conditions expérimentales, il fournit la preuve que le végétal contient des composés allélochimiques dont l'action peut potentiellement s'exercer en conditions naturelles.

D'un point de vue physiologique, la germination *sensu stricto* commence avec l'imbibition de la graine et se termine avec le début de la croissance marqué par l'allongement de la radicule (Côme, 1970).

La germination d'une graine ne peut avoir lieu que si certaines conditions favorables sont réunies à savoir : l'oxygène, la température, l'eau. Par ailleurs, il est bien connu que des substances naturelles produites par des plantes sont capables de retarder voire d'inhiber la germination des graines et la croissance des plantules, c'est le phénomène de l'allélopathie.

Les effets des extraits aqueux de *Tetraclinis articulata*, *Globularia alypum*, *Pistacia lentiscus*, *Rhus pentaphylla*, *Peganum harmala*, *Ruta chalepensis*, *Haloxylon scoparium*, *Juniperus phoenicea* et *Acacia raddiana* varient selon les espèces.

Certains ont un effet inhibiteur sur la germination comme *T. articulata*, *G. alypum*, *P. lentiscus* et *R. pentaphylla* aussi bien sur les graines de *Lactuca sativa* et de *Rhaphanus sativus*. D'autres provoquent un effet inhibiteur sur leur croissance comme : *P. harmala*, *R. chalepensis*, *H. scoparium*, *J. phoenicea* et *A. raddiana*.

Viles et Reese (1996) ont rapporté que des extraits aqueux d'*Echinacea angustifolia*, ont la possibilité d'empêcher la germination des graines et la croissance des plantules de *Lactuca sativa*.

Selon Serghini *et al.* (2001) l'extrait des racines de tournesol (*Helianthus annuus* L) a un effet sur la germination de l'*Orobanche ramosa* mais n'a aucun effet sur la germination de l'*Orobanche cernua*. Par contre, d'autres espèces sont capables d'empêcher la germination d'*Orobanche cernua* telles que : *Nicotiana tabacum*, *Helianthus tuberosus*, *Solanum tuberosum*.

Dans le cas de l'extrait aqueux de *T. articulata*, une inhibition de la germination de *Lactuca sativa* L et *Rhaphanus sativus* L se produit avec toutes les concentrations testées.

Pour les extraits aqueux de *G. alypum*, *P. lentiscus* et *R. pentaphylla* une inhibition est remarquée uniquement à la forte concentration testée (1%).

L'analyse phytochimique de nos extraits a révélé un certain nombre de métabolites secondaires : polyphénols, flavonoïdes, sesquiterpènes lactones et saponines (Tableaux 25). L'effet inhibiteur de la germination serait dû à ces substances.

Plusieurs travaux ont démontré l'action toxique de diverses substances.

Abdelgaleil et Hashinaga (2007) ont rapporté que les sesquiterpènes de l'extrait de feuille de *Magnolia grandiflora* provoque l'inhibition de la germination du blé (*Triticum aestivum*), de la laitue (*Lactuca sativa* L), du radis (*Rhaphanus sativus* L) et de l'onion (*Allium cepa*). Les graines de laitue sont les plus sensibles par rapport aux graines de blé, radis et onion qui sont affectés par une forte concentration de sesquiterpènes.

Kil et Lee (1987), ont constaté que les extraits aqueux de *Chrysanthemum morifolium* L. empêchent la germination des graines de plusieurs espèces en conditions expérimentales ; un certain nombre d'acides phénoliques de cette espèce, identifiés par chromatographie en phase gazeuse, peuvent être responsables de l'effet allélopathique observé. En effet, **Beninger et al. (2003)** ont démontré que les acides phénoliques et les flavonoïdes de *Chrysanthemum morifolium* L sont responsables de l'activité allélopathique des extraits de feuilles.

Par ailleurs, des acides phénoliques des extraits aqueux de feuilles et de bulbes de l'*Allium ursinum* L. ont été testés sur plusieurs plantes (**Djurdjevic, 2004**). Ces résultats ont montré que l'extrait de bulbes a un effet inhibiteur plus fort sur la germination que les extraits de feuilles, donc la teneur des substances allélopathiques joue un rôle important dans l'inhibition de la germination. En effet, **Hao et al. (2007)** ont démontré que le potentiel allélopathique peut changer avec les différentes parties de la plante, par la concentration d'extraits et les fractions extraites. **Ben Hammouda et al. (2002)** ont également démontré que les substances allélopathiques d'extrait de feuille de l'orge ont un effet plus important que les racines.

Les différents tissus végétaux comme : tige, racine et graine et même les fleurs, peuvent libérer certaines quantités d'allélochimiques dans l'environnement (**Miller, 1983 ; Chung et al., 2000**).

D'après **Bouton (2005)**, les extraits de *Festuca paniculata*, quelle que soit leur origine (litière, gaine, racines), ralentissent la germination des graines de radis et de laitue et diminuent nettement le pourcentage final de la germination. Ce sont les extraits provenant des racines et des parties aériennes de *Festuca paniculata* qui induisent les effets les plus inhibiteurs. Toutefois, il faut signaler que cet effet n'est pas le même et qu'il est différent selon la période de récolte de l'échantillon.

Parmi les extraits aqueux de *T. articulata* issues des prélèvements à différents périodes de l'année 2007-2008, seuls ceux des mois de juin et de novembre présentent une activité allélopathique très forte qui se traduit par une action inhibitrice de la germination des graines de *Lactuca sativa* L pour toutes les concentrations testées et plus particulièrement à 1 % (97%

et 99% d'inhibition). L'effet inhibiteur de ces extraits sur la germination de *Rhaphanus sativus* L. est moins important.

En raison de sa sensibilité élevée aux allélochimiques, *Lactuca sativa* L est fréquemment utilisée pour ce type d'expérience et constitue donc une référence autorisant les comparaisons (Viles et Reese, 1996).

Les facteurs de l'environnements tels que la géographie, la température, la longueur du jour et les aliments etc. jouent un rôle principal et important dans la composition des substances allélochimiques, et affectent leur production dans la plante (Robles *et al.*, 1999).

D'après Perrot et Paris (1971), la teneur en principes actifs d'une plante médicinale varie avec l'organe, l'âge de la plante et l'époque de la récolte ainsi qu'avec les variétés ou races.

Bouton (2005), a constaté qu'il y a une corrélation linéaire négative entre le taux de germination final et la croissance (de laitue) et la concentration en phénols contenus dans les différentes parties de *Festuca paniculata*. C'est-à-dire, plus la concentration de composés allélopathiques dans le substrat est forte, plus l'effet inhibiteur sera fort sur la croissance et le développement des plantes cibles. Plusieurs études sur l'allélopathie ont mené à cette conclusion ; par exemple l'effet inhibiteur de l'Avoine *Avena fatua* L.(espèce invasive) est au maximum aux premiers stade de la vie de la plante c'est-à-dire lorsqu'elle produit des substances allélopathiques en plus forte concentration (Pérez, 1991). Weidenhamer *et al.* (1989) sont allés plus loin en montrant que les effets phytotoxiques sont clairement dépendants de la densité des plantes cibles. La phytotoxicité manifestée par une plante diminue avec l'augmentation de la densité des plantes productrices de substances allélopathiques.

La germination n'est pas le seul stade de développement de la plante qui peut être affecté par les substances allélopathiques. Les extraits aqueux de *P. harmala* (graines), *R. chalepensis* (feuilles), *H. scoparium* (feuilles), *J. phoenicea* (feuilles), *A. raddiana* (feuilles) et l'extrait butanolique de *T. articulata* présentent un impact négatif très prononcé sur la croissance des plantules de *Lactuca sativa* et *Rhaphanus sativus*. L'effet le plus important étant celui de *P. harmala*, *H. scoparium* et *J. phoenicea* et cela pour toutes les concentrations testées et pour les deux modèles expérimentaux avec la présence d'importantes nécroses au niveau des racines. L'effet le plus remarqué est celui de l'inhibition de la croissance de *Lactuca sativa* L.

Deuleuil (1966) ont également observé à partir de lessivas de la rhizosphère de *Cistus monspeliensis*, une germination normale des graines de *Senecio vulgaris* et *Armeria soleirolii* suivi d'un dépérissement des plantules entraînant leur mort.

Des résultats similaires ont été obtenus avec *Lactuca sativa* traitée par l'huile extraite de *Cyperus serotinus* et avec *Lepidium sativum* L. traité par l'extrait de racines de *Pisum sativum* (**Kato-Noghuchi, 2003**).

Bouton (2005) a également montré que les extraits de litière, des gaines et des racines ont un effet inhibiteur sur la croissance des germes de *Lactuca sativa*. La croissance des germes de *Rhaphanus sativus* n'est pas affectée par les extraits quelque soit leur origine dans la plante et que les germes de radis ne sont pas sensibles à l'effet allélopathiques de *Festuca paniculata*.

On pense que l'inhibition de la croissance est due probablement à la présence des composés allélochimiques tels que les polyphénols, flavonoïdes et sesquiterpènes dans ces extraits. En effet, **Wu et al. (1998)** ont rapporté que les acides phénoliques de *Buchloe dactyloïdes* ont un effet sur la croissance de *Poa annua*.

Les acides phénoliques tels que les acides férulique, vanillique et p-hydroxybenzoïque produits par l'arbuste *Adenostoma fasciculatum* empêchent la croissance des plantules de *Lactuca sativa* L.

Ben Hamouda et al. (1995) ont constaté que l'inhibition de la croissance des racines de blé varie avec les différentes concentrations de composés phénoliques totaux dans les différentes parties de Sorgho.

Enhellig et Eckrich (1984) ont démontré que l'acide p-coumarique a un effet inhibiteur de la croissance de *Vicia faba* L. **Vanghan et Ord (1990)** ont observé que l'acide p-coumarique et l'acide hydroxybenzoïque inhibent la croissance des racines de *Pisum sativum* L. L'acide férulique inhibe la croissance des racines de concombre, tomate, fève (**Blum et al., 1999**) et maïs (**Devi et Prasad, 1996**). Un autre composé phénolique, la catéchine, inhibe la germination et la croissance de diverses plantes (**Weir et al., 2003**).

Mao et al (2006) ont montré l'effet des flavonoïdes sur l'inhibition de l'activité de l'ATPase des membranes plasmiques des racines de l'Avoine (*Avena sp.*).

Les effets allélopathiques de différentes doses d'extrait de feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* sur trois plantes (*Vigna unguiculata*, *Cicer arietinum*, *Cajanus cajan*), choisies comme modèle expérimentaux, ont été étudiés par **Ahmed et al. (2008)**.

Les résultats indiquent clairement l'effet d'*Eucalyptus camaldulensis* sur la germination, l'élongation des pousses et des racines, la nodulation, le diamètre des racine et le développement des racines latérales des plantes étudiées.

Plusieurs chercheurs ont également rapporté que les espèces d'*Eucalyptus* sont riches en substances allélopathiques qui peuvent être efficaces pour supprimer toute une végétation (**Bowman et Kirkpatrick, 1986 ; Igboanugo, (1986, 1987) ; Lovett, 1989**).

L'allélopathie sélective pourrait être d'un intérêt considérable dans le contrôle de mauvaises herbes dans les cultures. En effet, les substances allélopathiques pourraient remplacer les produits phytosanitaires néfastes pour l'environnement. Contrairement aux herbicides qui doivent être appliqués régulièrement et qui voient leur concentration dans le sol diminuer au cours du temps, les substances allélopathiques sont continuellement libérées dans le sol. L'incorporation des caractéristiques allélopathiques des espèces sauvages ou cultivées dans les plantes cultivées par les croisements traditionnels ou par les méthodes de modifications génétiques pourrait induire la biosynthèse et la libération de composés allélochimiques dans le sol. Une espèce au pouvoir allélopathique peut également être plantée avec la variété cultivée (si elle-même est insensible) afin de la protéger contre les mauvaises herbes. Par exemple, certaines cultures céréalières d'Afrique et d'Asie sont envahies par une Angiosperme du genre *Striga* possédant des parasites racinaires qui diminuent la productivité des céréales. Pour résoudre ce problème, une légumineuse *Desmodium uncinatum* est plantée avec les céréales car elle est capable de supprimer par ses effets allélopathiques les Angiospermes nuisibles aux cultures de graminées (**Tsanuo, 2003**).

*Conclusion et
perspectives*

Cette étude a démontré les potentialités allélopathiques des différents extraits aqueux de plantes testées.

Les effets des extraits aqueux de *Tetraclinis articulata*, *Globularia alypum*, *Pistacia lentiscus*, *Rhus pentapylla*, *Peganum harmala*, *Ruta chalepensis*, *Haloxylon scoparium*, *Juniperus phoenicea* et *Acacia raddiana* varient selon les espèces.

Certains ont un effet inhibiteur sur la germination comme *T. articulata* (espèce dont l'effet est le plus fort), *G. alypum*, *P. lentiscus* et *R. pentapylla* aussi bien sur les graines de *Lactuca sativa* et de *Rhaphanus sativus*. D'autres provoquent un effet inhibiteur sur leur croissance comme : *P. harmala* (effet le plus important), *R. chalepensis*, *H. scoparium*, *J. phoenicea* et *A. raddiana*.

Le suivi de la variation saisonnière de l'activité allélopathique de l'extrait aqueux de *T. articulata* montre que celle-ci est plus importante dans les mois de Juin et de Novembre.

Les composés phytochimiques identifiés dans ces plantes appartiennent au métabolisme secondaire : acides phénoliques, lignanes, flavonoïdes, coumarines, glycosides cardiotoniques, sesquiterpènes, saponines, dérivés anthracéniques (anthrones et anthranols) et polyphénols. Ces substances seraient responsables de l'effet allélopathique observé.

Notons que les extraits aqueux testés dans cette étude ne contiennent, étant donné leur polarité, que les substances les plus polaires et qu'il serait intéressant de tester les autres types d'extraits à l'aide de solvants de polarité plus faible (méthanol, acétate d'éthyle, chloroforme, etc.).

Les effets allélopathiques sélectifs peuvent présenter un intérêt considérable pour le contrôle de mauvaises herbes dans les cultures. En effet, l'allélopathie pourrait remplacer les produits phytosanitaires néfastes pour l'environnement. Contrairement aux herbicides qui doivent être appliqués régulièrement et qui voient leur concentration dans le sol diminuer au cours du temps, les substances allélopathiques sont continuellement libérées dans le sol. L'incorporation des caractéristiques allélopathiques des espèces sauvages ou cultivées dans les plantes cultivées par les croisements traditionnels ou par les méthodes de modifications génétiques pourrait induire la biosynthèse et la libération de composés allélochimiques dans le sol. Une espèce au pouvoir allélopathique peut également être plantée avec la variété cultivée (si elle-même est insensible) afin de la protéger contre les mauvaises herbes.

En règle générale, les composés allélopathiques sont émis en faible quantité et imitent souvent les hormones végétales dans leur action. Lorsque la quantité de substances allélopathiques reçue par la plante cible est vraiment trop faible, ces dernières peuvent jouer le rôle d'hormones végétales, comme les gibbérellines, phytohormones induisant la germination.

La plupart des études sur le rôle de l'allélopathie dans la détermination des communautés se basent sur des bioessais. Or ces bioessais ne représentent pas la réalité écologique. Les bioessais ne sont pas toujours conformes aux profils de végétation observés et l'interprétation des expériences indiquant l'allélopathie peut en fait s'expliquer par d'autres phénomènes. Le sol est important, il a beaucoup d'influence. C'est pourquoi, dans les boîtes de pétrie, l'effet de dilution du sol est ignoré et l'allélopathie est donc surestimée.

*Références
bibliographiques*

- **Abdelgaleil S. et Hashinaga F., 2007.** Allelopathic potential of two sesquiterpene lactones from *Magnolia grandiflora* L. *Biochemical Systematics and Ecology*, 35: 737-742.
- **Abdelwahed A., Bouhleb I., Skandrani I., Valenti K., Kadri M., Guiraud P., Steiman Mariotte A.M, Ghedira K., Laporte F., Dijoux-Franca M.G, Chekir-Ghedira L., 2007.** Study of antimutagenic and antioxidant activities of Gallic acid and 1,2,3,4,6-pentagalloylglucose from *Pistacia lentiscus* Confirmation by microarray expression profiling. *Chemico-Biological Interactions*, 165 :1–13.
- **Ahmed R., Rafiqul Hoque A.T.M., Hossain M.K, 2008.** Allelopathic effects of leaf litters of *Eucalyptus camaldulensis* on some forest and agricultural crops. *Journal of Forestry Research*, 19(1):19–24.
- **Al-Habbal M.J., Al-Habbal Z., Huwez F.U., 1984.** A double blind controlled clinical trial of mastic and placebo in the treatment of duodenal ulcer. *J. Clin. Exp. Pharm. Physiol*, 11 : 541–4. Cité par Dogan *et al.*, 2003.
- **Al-Shamma L.A. et Abdul-Ghany A., 1978.** Gas Chromatographic Analysis of The Seed Oil of *Peganum harmala*. *Bull. Biol. Res. Cent*, 10 : 19-26. Cité par Tahrouch *et al.*, 2002.
- **An M., Johnson I.R., Lovett J.V., 1997.** Mathematical modelling of allelopathy. Biological response to allelochemicals and its interpretation. *J. Chem. Ecol*, 19 : 2379–2388. Cité par Blanco J.A, 2007.
- **Anonyme, 2002.** Terre et Vie N°53. Revue Mensuelle du Monde Rural et de l'Environnement au Maroc.
- **APG II, 2005.** <http://angiofc.free.fr/classif/famapgoo.php>.
- **Bagchi G.D., Jaiind D.C et Kumar S., 1997.** Arteether : A potent plant growth inhibitor from *Artemisia annua*. *Phytochemistry*. Vol 45.No 6 :1131-1133.
- **Bais H.P, Vepachedu R, Gilroy S, Callaway R.M, Vivanco J.M. 2003.** Allelopathy and exotic plant invasion: from molecules and genes to species interactions. *Science* 301:1377–1380. Cité par Ding *et al.*, 2007.

- **Barkosky R.P. et Einhellig F.A, 1993.** Effects of salicylic acid on plant-water relationships. *J. Chem. Ecol.*, 19 :237-247. Cité par Batish *et al.*, 2007.
- **Barrero A.F., Quilez del Moral J.F., Lucas R., Paya M., Akssira M., Akaad S. et Mellouki F., 2003.** Diterpenoides from *Tetraclinis articulata* that inhibit various human leucocyte functions. *J.Nat.Prod.*, 66 :844-850.
- **Batish D.R., Singh H.P., Kaur S., Kohli R.K., Yadav S.S., 2007.** Caffeic acid affects early growth, and morphogenetic response of hypocotyl cuttings of mung bean (*Phaseolus aureus*). *Journal of Plant Physiology*, 10 :1016-1025.
- **Baziramakenga R., Leroux G.D., Simard R.R. et Nadeau P., 1997.** Allelopathic effect of phenolic acids on nucleic acid and prtein levels in soybean seedling. *Can. J. Bot.*, 75 :445-450.
- **Bejar E., Bussmann R., Roa C., Sharon D., 1997.** Herbs of Southern Ecuador. A Field Guide to the Medicinal Plants of Vilcabamba. Rodale Press, pp. 256–257. Cité Gonzalez-Trujano *et al.*, 2006.
- **Bellakhdar J., 1997.** La pharmacopée marocaine traditionnelle. Médecine arabe ancienne et savoirs populaires. Ibis Press.
- **Bellakhdar J., Claisse R., Fleurentin J., Yaunos C., 1991.** Repertory of standard herbal drugs in the Moroccan pharmacopoeia ». *Journal of Ethnopharmacology*, 35: 123-143.
- **Ben Salah H., Jarraya R., Martin M-T., Veitch N. C., Grayer R. J., Simmonds M. S. J et Damak M. 2002.** Flavonol Triglycosides from the Leaves of *Hammada scoparia* (Pomel). *ILJIN.Chemical & Pharmaceutical Bulletin*, Vol. 50 : No. 9 .1268.
- **Ben-Hammouda M., Ghorbal H., Kremer R.J., Oueslati O., 2002.** Autotoxicity of barley. *J. Plant. Nutr.*, 25 : 1155–1161.
- **Ben-Hammouda, M., Kremer, R.J., Minor, H.C., Sarwar, M., 1995.** Chemical basis for differential allelopathic potential of sorghum hybrids on wheat. *J. Chem. Ecol.*, 21:775–786. Cité par Djurdjevic *et al.*, 2004.
- **Beninger, C.W., Abou-Zaid, M.M., Kistner, A.L.E., Hallett, R.H., Iqbal, M.J., Grodzinski, B., Hall, J.C., 2003.** A flavanone and two phenolic acids from *Chrysanthemum*

morifolium with phytotoxic and insect growth regulating activity. J. Chem. Ecol., 30 : 579–596. Cité par Clifford *et al.*, 2005.

- **Blanco J.A., 2007.** The representation of allelopathy in ecosystem-level forest models .Ecological modelling, 209: 65–77.

- **Blum U, Shafer S.R, Lehman M.E., 1999.** Evidence for inhibitory allelopathic interactions involving phenolic acids in field soils: concepts vs. an experimental model. Crit Rev Plant Sci., 18:673–93. Cité par Batish *et al.*, 2007.

- **Blum U., 2005.** Relationships between phenolic acid concentrations, transpiration, water utilization, leaf area expansion, and uptake of phenolic acids: nutrient culture studies. Journal of Chemical Ecology, 31 : 1907–1932. Cité par Ding *et al.*, 2007.

- **Bnouham M., Mekhfi H., Legssyer A. et Ziyat A., 2002.** Medicinal plants used in the treatment of diabetes in Morocco. Int.J.Diabetes & Metabolism, 10 : 33-50.

- **Boukef K., 1982.** Pharmacopée tunisienne traditionnelle: Harmel. Le pharmacien du Maghreb, 2: 38-40. Cité par Hammiche V et Merad R, 1997.

- **Boukef M.K., 1986.** “Les Plantes dans la Médecine Traditionnelle Tunisienne,” Agence de Coopération Culturelle et Technique, pp. 82-83. In Ben Saleh *et al.*, 2002.

- **Bourkhiss M., Hnach M., Bourkhiss B., Ouhssine M. et Chaouch A., 2007.** Composition chimique et propriétés antimicrobiennes de l’huile essentielle extraite des feuilles de *Tetraclinis articulata* (vahl) du Maroc Afrique. Science, 03(2) :232-242.

- **Bouton F., 2005.** Mise en évidence du potentiel allélopathique de la graminée *Festuca paniculata* dans les prairies subalpines. Rapports de stage de Master 1. Université Joseph Fourier- UFR de Biologie, Grenoble.

- **Bowman D.M.J.S., Kirkpatrick J.B. 1986.** Establishment, suppression and growth of *Eucalyptus delegantensis* R. T. Baker in multiaged forests. III. Intraspecific allelopathy, competition between adult and juvenile for moisture and nutrients, and frost damage to seedlings. Aust J Bot, 34: 81–94. Cité par Ahmed *et al.*, 2008.

- **Bradow J.M., 1993.** Inhibition of cotton seedling growth by volatile ketones emitted by cover crop residues. *J.Chem.Ecol.*, 19 :1085-1108.

- **Bruneton J., 1994.** Les Plantes Toxiques : Végétaux dangereux pour l'Homme et les Animaux, Edit. Lavoisier, Paris.

- **Buhagiar J.A., Podesta M.T., Wilson A.P., Micallef M.J et Ali S., 1999.** The induction of apoptosis in human melanoma, breast and ovarian cancer cell lines using an essential oil extract from the conifer *Tetraclinis articulate*. *Anticancer Res.*, 19 : 5435-5443.

- **Camron H.J. et Julian J.R., 1980.** Inhibition of protein synthesis in lettuce (*Lactuca sativa* cultivar Black Seed Simpson) by allelopathic compounds. *J. Chem. Ecol.*, 6 :989-996.

- **Cavaleiroa C., Rezzib S., Salgueiroa L., Bighellib A., Casanovab J., da Cunha A.P., 2001.** Intraspecific chemical variability of the leaf essential oil of *Juniperus phoenicea* var. *turbinate* from Portugal. *Biochemical Systematics and Ecology*, 29: 1175–1183.

- **Chiapusio G., Gallet C., Dobremez J.F et Pellissier F., 2002.** Composées allélopathiques : herbicides de demain. In Regnault-Roger C., Philogène B J.R et Vincent C. *Biopesticides d'origines végétales*. Ed Lavoisier. Paris.

- **Chiapusio G., Sanchez A.M., Reigosa M.J., Gonzalez L. et Pellissier F., 1997.** Do germination indices adequately reflect allelochemical effects on the germination process. *J. Chem. Ecol.*, 23 : 2445-2453.

- **Chopra I.C, Abrial B.K, Handa K L, 1960.** Les plantes médicinales des régions arides considérées surtout du point de vue botanique. Ed.UNESCO.

- **Chou C.H et Waller G.R., 1983.** Allelochemicals and pheromones. Institute of Botany, Academia Sinica Monograph Series 5, Taipei. Cité par Inderjit., 1996.

- **Chryssavgi G., Vassiliki P., Athanasios M., Kibouris T., Michael K., 2008.** Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* L. and *Myrtus communis* L.: Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts. *Food Chemistry*, 107 : 1120–1130.

- **Chung, I.M., Seigler D., Miller, D.A., Kyung, S.H., 2000.** Autotoxic compounds from fresh alfalfa leaf extracts: identification and biological activity. *J. Chem. Ecol.*, 26 : 315–327. Cité par Hao *et al.*, 2007.

- **Clifford W., Beninger J. et Hall C., 2005.** Allelopathic activity of luteolin 7-O-glucuronide isolated from *Chrysanthemum morifolium* L. *Biochemical Systematics and Ecology*, 33 : 103–111.

- **Côme D., 1970.** Les obstacles de la germination, Masson, Paris.

- **Deuleuil G., 1966.** Nanisme et télétoxie, influence des sécrétions radiculaires de *Cistus monspeliensis* L. et *Lavandula stoechas* L. sur les germinations de *Senecio vulgaris* L., *Bull. Soc. Bot. Fr.*, Mémoires 84-91. Cité par Robles *et al.*, 1999.

- **Devi S.R., Prasad M.N.V., 1996.** Ferulic acid mediated changes in oxidative enzymes of maize seedlings: implications in growth. *Biol Plant.*, 38:387–95. Cité par Batish *et al.*, 2007.

- **Ding J., Sun Y., Xiao C.L., Shi K., Zhou Y.H et Yu J.Q., 2007.** Physiological basis of different allelopathic reactions of cucumber and figleaf gourd plants to cinnamic acid. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 58, No. 13, pp. 3765–3773.

- **Djurdjevic L., Dinic A., Pavlovic P., Mitrovic M., Karadzic B., Tesevic V., 2004.** Allelopathic potential of *Allium ursinum* L. *Biochemical Systematics and Ecology* 32: 533–544.

- **Dogan Y., Baslar S., Aydin H., Huseyin Mert H., 2003.** A study of the soil-plant interactions of *Pistacia lentiscus* L. distributed in the western Anatolian part of Turkey. *Acta Bot. Croat.*, 62 (2), 73–88.

- **Duhoux E., Dommergues Y.R., 1986.** Les arbres fixateurs d’azote et l’amélioration de la fertilité des sols. Actes Séminaire Fis/Orstom, Dakar, Sénégal. Cité par Sané *et al.*, 2001.

- **Duke James A., 1929.** Handbook of Medicinal Herbs. Edit. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. In Tahrouch *et al.*, 2002.

- **Dupont F. et Guignard J-L., 2007.** Systématique moléculaire. Masson,ed., Paris.14^e édition.

- **Einhellig F.A. et Schon M.K., 1982.** Noncompetitive effects of kochia scoparia on grain sorghum and soybeans. *Can. J. Bot.*, 60 :2923-2930. Cité par Blanco J.A., 2007.
- **Einhellig F.A., Eckrich P.C., 1984.** Interaction of temperature and ferulic acid stress on grain sorghum and soybeans. *J Chem Ecol*, 10:161–70. Cité par Batish *et al.*, 2007.
- **Einhellig F.A., Rasmussim J.A., Hejl A.M et Souza I.F., 1993.** Effects of root exsudates sorgoleone on photosynthesis. *J.Chem.Ecol.*, 19 :369-375. Cité par Robles *et al.*, 1999.
- **El-Mousallamy A.M.D., Barakat H.H., Souleman A.M.A. et Awadallah S., 1991.** Polyphénols of *Acacia raddiana*. *Phytochemistry*, 30:3767-3768.
- **Emberger L., Chadeffaud M., 1960.** *Traité de botanique (Systématique)*. Masson et C^{ie} Editeurs. Paris.
- **Endress P.K., 1994.** *Diversity and Evolutionary Biology of Tropical Flowers*. Cambridge University Press, ed., UK.
- **Es-Safi N.E., Khlifi S., Kollmann A., Kerhoas L., El Abbouyi A. et Ducrot P.H., 2006.** Iridoid Glucosides from the Aerial Parts of *Globularia alypum* L. *Chem. Pharm. Bull.*, 54 :1 85—88.
- **Farkas G.L., Kiraly Z., 1992.** Role of phenolic compounds in the physiology of plant diseases and disease resistance. *Phytopathol. Z.*, 44:105–150. Cité par Blanco, 2007.
- **Farnsworth N.R., 1968.** Hallucinogenic Plants. *Science* 162 :1086-1092. In Tahrouch *et al.*, 2002.
- **Fisher N.H., Weidenhamer J.D., Riopel J.L., Quijano L et Menelaou M.A., 1990.** Stimulation of witchweed germination by sesquiterpene lactones: a structure–activity study. *Phytochemistry*, 29 : 2479–2483. Cité par Blanco, 2007.
- **Floc’h E., 1983.** Contribution à une étude ethnobotanique de la flore tunisienne, Ed. Publications scientifiques tunisiennes, 130-134. Cité par Hammiche et Merad , 1997.
- **Fralish J.S., 2002.** *Taxonomy and ecology of Woody Plants in North American Forests : (Excluding Mexico and Subtropical Florida)*. John Wiley & Sons, ed., New York.

- **Fry S.C., 1988.** The growing plant cell wall : chemical and matabolic analysis. Longman Scientific and Technical, Harlow, Essex, UK.

- **Gonzalez-Trujano M.E., Carrera D., Ventura-Martinez R., Cedillo-Portugal E., Navarrete A., 2006.** Neuropharmacological profile of an ethanol extract of *Ruta chalepensis* L. in mice. Journal of Ethnopharmacology, 106: 129–135.

- **Guinkos S., 1991.** Rôle des Acacias dans le développement rural au Burkina Faso et au Niger, Afrique de l'Ouest. Faculté des Sciences et Techniques, Université de Ouagadougou, Burkina Faso.

- **Haluk J.P. et Roussel C., 2000.** Caractérisation et origine des tropolones responsables de la durabilité naturelle des Cupressacées. Application potentielle en préservation du bois. Ann. For. Sci., 57 :819–829.

- **Hammiche V. et Merad R., 1997.** *Peganum harmala* L. Laboratoire de botanique médicale INESSM d'Alger. Algerie.

- **Hao Z.P., Wang Q., Christie P. et Li X.L., 2007.** Allelopathic potential of watermelon tissues and root exudates. Scientia Horticulturae, 112 : 315–320.

- **Haugland E. et Brandsaeter L.O., 1996.** Experiment on bioassay sensitivity in the study of allelopathy. J. Chem. Ecol., 22 :1845-1859.

- **Hayouni E.A., Abedrabba M., Bouix M., Hamdi M., 2007.** The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro of Tunisian *Quercus coccifera* L. and *Juniperus phoenicea* L. fruit extracts. Food Chemistry, 105 :1126–1134.

- **Hazard R., 1950.** Précis de thérapeutique et de pharmacologie, Ed. Masson, pp 988-989. Cité par Hammiche V et Merad R, 1997.

- **Hedge R.S. et Miller D.A., 1990.** Allelopathy and autotoxicity in Alfalfa : characterization and effects of preceding crops and residue incorporation. Crop. Sci., 30 :1255-1259.

- **Heilerova L., Buckova M., Tarapcik P., Silhar S., Labuda J, 2003.** Comparaison of antioxidative activity data for aqueous extracts of Lemon Blam (*Melissa officinalis* L.),

- Oregano (*Origanum vulgare* L.), Thyme (*Thymus vulgaris* L.), and Agrimony (*Agrimonia eupatoria* L.), obtained by conventional method and the DNA-based biosensor. Czech. J. Food Sci., 21(2), 78-84.
- **Huwez F.U., Al-Habbal M.J., 1986.** Mastic in treatment of benign gastric ulcers Gastroenterol. Japan , 21 : 273–274. Cité par Dogan *et al.*, 2003.
 - **Iauk L., Mangano K., Rapisarda A., Ragusa S., Maiolino L., Musumeci R., Costanzo R., Serra A., Speciale A., 2004.** Protection against murine endotoxemia by treatment with *Ruta Chalepensis* L., a plant with anti-inflammatory properties. Journal of Ethnopharmacology, 90 :267–272.
 - **Igboanugo A.B.I., 1986.** Phytotoxic effects of Eucalyptus on food crops, particularly on germination and radicle extension. Trop Sci, 2: 419–424. Cité par Ahmed *et al.*, 2008.
 - **Igboanugo A.B.I., 1987.** Effect of Eucalyptus on growth and yield of *Ameranthus Caudatus* and *Abelmoschus esculentus*. Agri Ecosys Environ, 18:243–250. Cité par Ahmed *et al.*, 2008.
 - **Inderjit , Duke S.O., 2003.** Ecophysiological aspect of allelopathy. Planta, 217 : 529–539. Cité par Ding *et al.*, 2007.
 - **Inderjit., 1996.** Plant Phenolics in Allelopathy. The Botanical Review, 62(2): 186-202.
 - **IUCN., 2005.** A guide to medicinal plant in North Africa. Publié par International Union for Conservation of Nature and Natural resources 133p.
 - **Jobidon R., Thibault J.R., Fortin J.A., 1986.** Phytotoxic effect of barley, oat and wheat mulches in eastern Quebec forest plantations. 1. Effects on red raspberry (*Rubus idaeus* L.). For. Ecol. Manage, 29 : 277–294. Cité par Blanco, 2007.
 - **Kacem N.E., 1991.** Germination ; Croissance ; Caractéristiques ; Anatomiques et Histochimique de la tige de thuya. (*Tetraclinis articulata* (vahl) Mast). Thèse de Magister, Université d’Es-Senia, Oran.
 - **Kato-Noguchi H., 2003.** Isolation and identification of an allelopathic substance in *Pisum sativum*. Phytochemistry, 62 :1141-1144.

- **Kil B.S., Lee S.Y., 1987.** Allelopathic effects of *Chrysanthemum morifolium* on germination and growth of several herbaceous plants. J. Chem. Ecol., 13 : 299–308. Cité par Clifford *et al.*, 2005.

- **Kim D.O., Chun O.K., Kim Y.J., Moon H.Y., Lee C.Y., 2003.** Quantification of polyphénolics and their antioxidant capacity in fresh plums. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51 :6509- 6515.

- **Kivcak B., Akay S., 2005.** Quantitative determination of α -tocopherol in *Pistacia lentiscus*, *Pistacia lentiscus* var. *chia*, and *Pistacia terebinthus* by TLC-densitometry and colorimetry. Fitoterapia, 76:62–66.

- **Koeppe D.E., Rohrbaugh, L.M., Rice E.L., Wender S.H., 1970a.** The effect of X radiation on the concentration of scopolin and caffeoylquinic acids in tobacco. Radia. Bot., 10 : 261–265. Cité par Blanco, 2007.

- **Koeppe D.E., Southwick L.M., Bittell J.E., 1976.** The relationship of tissue chlorogenic acid concentration and leaching of phenolics from sunflowers grown under varying phosphate nutrient conditions. Can. J. Bot., 54 : 593–599. Cité par Blanco J.A., 2007.

- **Kohli R.K., Batish D., Singh H.P., 1998.** Allelopathy and its implications in agroecosystems. J. Crop Prod., 1 : 169–202.

- **Koitababashi R., Suzuki T., Kawazu T., Sakai A., Kuroiwa T., 1997.** 1,8-cineole inhibits root growth and synthesis in the root apical meristem of *Brassica campestris* L.J.Plant.Res., 110 :1-6.

- **Kusmenoglu S., Turkoz S. et Koca U., 1995.** Constituents of the seed oil of *Peganum harmala* L. J. Fac. Pharm. Gazi, 12 :141-144. Cité par Tahrouch *et al.*, 2002.

- **Ljubuncic P., Songa H., Cogan U., Azaizeh H., Bomzona A., 2005.** The effects of aqueous extracts prepared from the leaves of *Pistacia lentiscus* in experimental liver disease. Journal of Ethnopharmacology, 100:198–204.

- **Lovett J.V., Ryuntyu M.Y., Liu D.L., 1989.** Allelopathy, chemical communication and plant defense. J.Chem.Ecol., 15 :1193-1201.

- **Lovett J.V., 1989.** Defensive stratagems of plants, with special reference to allelopathy, Papers Proc R Soc Tasmania, 119, 31. Cité par Ahmed *et al.*, 2008.

- **Mansour S.A., Tariq M., Al-yahya M.A., Rafatullah S., Ginnawi O.T., Ageel A.M., 1990.** Studies on *Ruta chalepensis*, an ancient medicinal herb still used in traditional medicine. J. Ethnopharmacol, 28 : 305–312. Cité par Gonzalez-Trujano *et al.*, 2006.

- **Mao J., Yang L., Shi Y., Hu J., Piao Z., Mei L., Yin S., 2006.** Crude extract of *Astragalus mongholicus* root inhibits crop seed germination and soil nitrifying activity. Soil Biology & Biochemistry, 38: 201–208.

- **Menoni O., 2002.** Pistachier Lentisque (*Pistacia lentiscus* L.). Guide de référence Méditerranée. Ed greenworks. Allemagne.

- **Merad R., 1973.** Contribution à la connaissance de la pharmacopée algérienne. Thèse d'état, Université d'Alger pharmacie. 133-135. Cité par Hammiche et Merad, 1997.

- **Miller D.A., 1983.** Allelopathic effects of alfalfa. J. Chem. Ecol. 9, 1059–1072. Cité par Hao *et al.*, 2007.

- **Muller C.H., 1966.** The role of chemical inhibition (allelopathy) in vegetational composition. Bull. Torrey Bot. Club, 93: 332-351. Cité par Inderjit., 1996.

- **Ozenda P., 1958.** Flore du Sahara. Centre National de la Recherche Scientifiques, Paris.

- **Paris R. et Dillemann G., 1960.** Les plantes médicinales des régions arides considérées surtout du point de vue pharmacologique cité par Anonyme. Les plantes médicinales des régions arides. UNESCO. Paris.

- **Penuelas J., Ribas-Carbo M. et Giles L., 1996.** Effects of allelochimics on plant respiration and oxygen isotope fractionation by the alternative oxydase. J. Chem. Ecol., 22 :801-805.

- **Pérez F.J., Ormeno-Nunez J., 1991.** Root exudates of wild oats : Allelopathic effect on spring wheat. Phytochemistry, 30 : 2199-2202.

- **Perrot É. et Paris R., 1971.** Les plantes médicinales. Presses universitaires de France.

- **Polunin et Huxley, 1967.** Fleurs du bassin Méditerranéen. Ed Fernand Nathan, Paris.
- **Putnam, A.R. et Weston, L.A. 1986.** The Science 6. of Allelopathy. Wiley. New York, p. 43. Cité par Bagchi *et al.*, 1997.
- **Quezel P. et Santa S., 1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Centre National de la Recherche Scientifique. Tome II, Paris.
- **Reigosa M.J., Souto X.C. et Gonzales L., 1996.** Allelopathic research : methodological, ecological and evolutionary aspect. Scientific Publishers, Jodhpur, 213-231. Cité par Djurdjevic *et al.*, 2004.
- **Rice E. L., 1984.** Allelopathy. Academic Press. Orlando. Cité par Bagchi *et al.*, 1997.
- **Rice E.L., 1992.** Allelopathy: Basic and Applied Aspects. Chapman & Hall, London, pp. 31–58. Cité par Robles *et al.*, 1999.
- **Rizvi S.J.H., Rizvi V., 1992.** Allelopathy: Basic and Applied Aspects. Chapman & Hall, London, pp. 1–10. Cité par Blanco, 2007.
- **Robles C., Bonin G. et Garzino S., 1999.** Potentialités autotoxiques et allélopathiques de *Cistus albidus* L. C.R Acad.Sci. Lifes Sciences, 322 : 677-685.
- **Ronse Decraene L.P., De Laet J. et Smets E.F., 1996.** Morphological studies in *Zygophyllaceae*. II. The floral development and vascular anatomy of *Peganum harmala*. Am. J. Bot. 83 : 201-215. Cité par Tahrouch *et al.*, 2002.
- **Said O., Khalil K., Fulder S., Azaizeh H., 2002.** Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Israel, the Golan Heights and the West Bank region. Journal of Ethnopharmacology, 83: 251-265.
- **Sané Dj., Borgel A., Chevallier M.H et Gassama-Dia Y.K., 2001.** Induction in vitro de l'enracinement de microboutures d'*Acacia tortilis* subsp. *Raddiana* par traitement transitoire à l'auxine. For. Sci., 58 : 431–437.
- **Sathiyamoorthy P., Lugasi-Evgi H., Schlesinger P., Kedar I., Gopas J., Pollack Y., Golan-Goldhirsh A., 1999.** Pharm. Biol., 37:188-195. In Ben Saleh *et al.*, 2002.

- **Seigue A, 1985.** La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Maisonneuve & Larose, Paris.

- **Serghini K., de Luque A.P., Castejón-Muñoz M., García-Torres L., Jorrín J.V., 2001.** Sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to broomrape (*Orobanche cernua* Loefl.) parasitism: induced synthesis and excretion of 7-hydroxylated simple coumarins. Journal Experimental Botany, vol 52, N° 364, 2227- 2234.

- **Siddiqui S. et Afza N., 1978.** Seeds of *Peganum harmala* a possible new source of edible oil. Pakistan J. Sci. Ind. Res., 21 :46. Cité par Tahrouch *et al.*, 2002.

- **Singleton V.L., Orthofer R. et Lamuela-Raventos R.M, 1999.** Analysis of totat phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods in Enzumology, 299 :152-178.

- **Tabacik C. et Poisson C., 1971.** Diterpenes de *Juniperus phoenicea* : Constituants mineurs. Phytochemistry, 10:1639-1645.

- **Tahrouch S., Rapior S., Mondolot-Cosson L., Idrissi-Hassani L.A., Bessière J.M., Andary C., 2002.** *Peganum harmala* : Source combinée d'aromes et de colorants. Reviews in Biology and Biotechnology, Vol.2, N° 2 pp. 33-37.

- **Tsanuo H.K., 2003.** Isoflavones from the allelopathic a querus root exudate of *Desmodium uncinatum*. Phytochemistry, 64 :265-273.Cité par Bouton F, 2005.

- **Tukey H.B., 1970.** The leaching of substances from. Annu.Rev.Plant.Physiol.,21 :30.

- **Vaughan D., Ord B.G., 1990.** Influence of phenolic acids on morphological changes in roots of *Pisum sativum*. J Sci Food Agric., 52:289–99. Cité par Batish *et al.*, 2007.

- **Viles A.L., Reese R.N., 1996.** Allelopathic potential of *Echinacea angustifolia* D.C. Environ. Exp. Bot., 36 :39–43.Cité par Wu *et al.*, 1998.

- **Wagner H. et Blatt S., 1996.** Plant drug analysis, a thin layer chromatography atlas. Springer-Verlag, ed., Berlin. 2^{ème} édition.

- **Weidenhamer J.D., Harnett D.C et Romeo J.T., 1989.** Density-dependent phytotoxicity : distinguishing resource competition and allelopathic interference in plants. *Journal of Applied Ecology*, 26 : 613-624. Cité par Bouton, 2005.

- **Weir, T.L., Bais, H.P., Vivanco, J.M., 2003.** Intraspecific and interspecific interactions mediated by a phytotoxin, (K)-catechin, secreted by the roots of *Centaurea maculosa* (spotted knapweed). *Journal of Chemical Ecology*, 29 :2397–2412. Cité par Mao *et al.*, 2006.

- **Weston L.A., Harmon R., Mueller S., 1989.** Allelopathic potential of sorghum sudangrass hybrid (sudex). *J. Chem. Ecol.*, 15 :1855–1865. Cité par Blanco, 2007.

- **Whittaker, R.H. et Feeny E.E. 1971.** Allelocbchemicals: Chemical interactions between plant species. *Science*, 171: 757-770. Cité par Inderjit., 1996.

- **Wu L., Guo X., Harivandi M.A., 1998.** Allelopathic effects of phenolic acids detected in buffalograss (*Buchloe dactyloides*) clippings on growth of annual bluegrass (*Poa annua*) and buffalograss seedlings. *Environmental and Experimental Botany*, 39 : 159–167.

- **Zeichen de Sa R., Rey A., Argan-araz E., Bindstein E., 2000.** Perinatal toxicology of *Ruta chalepensis* (Rutaceae) in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 69:93–98. 5-324. Cité par Robles *et al.*, 1999.

ANNEXES

Tableau 26 : Réactifs chimiques pour la révélation des CCM (Wagner et Blatt, 1996).

Réactifs	subst. révélées	Mode d'utilisation
Folin-Ciocalteu *	Acides phénoliques libres	Pulvériser. Attendre 1-2 min et noter les taches. Mettre la plaque dans une cuve contenant un bécher rempli d'une solution d'ammoniaque concentré jusqu'à ce que le fond jaune se décolore. Noter toute tache apparaissant. Résultats : Taches bleues-noires. Celles formées immédiatement possèdent des groupements <i>p</i> - ou <i>O</i> -dihydrobenzène ; celles formées après fumigation de l'ammoniaque, n'en possèdent pas. Les taches sont stables à l'obscurité.
Dragendorff	Alcaloïdes, composés azotés hétérocycliques	Solution acide d'iodobismuthate de potassium : A : 10 mL d'AcOH glacial + 40 mL d'eau distillée + 0,85 g de nitrate de bismuth basique (chauffer et filtrer si nécessaire) ; B : 20 mL d'eau distillée + 8 g d'iodure de potassium. Mélanger 5 mL de A et 5 mL de B avec 20 mL d'AcOH glacial et 100 mL d'eau distillée. Pulvérisation et chauffage (éventuellement) jusqu'à apparition d'une couleur brun ou orange-brunâtre (visible).
KOH	Anthrones et anthranols	KOH 5-10 % dans l'EtOH. Après pulvérisation et chauffage les anthrones et anthranols apparaissent fluorescents en jaunes sous UV 365 nm.
KOH	Coumarines	KOH 5-10 % dans l'EtOH, chauffer jusqu'à apparition des couleurs (intensification de la fluorescence).
KOH	Dérivés anthracéniques	KOH 5-10 % dans l'EtOH. Après pulvérisation et chauffage les dérivés anthracéniques apparaissent rouges en visible et fluorescents en rouge sous UV 365 nm.
Neu	Flavonoïdes	Mélange (5 : 4 v/v) de 2-aminoéthylidiphényl borinate (2 % m/v dans MéOH) et de PEG 4000 (5 % m/v dans EtOH). Le réactif de Neu met en évidence les flavonoïdes (flavonols, flavones) : les composés ortho-hydroxylés sur le noyau B apparaissent jaunes-orangés à orangés et les monohydroxylés jaunes-verts à jaunes.
SbCl ₃	Glycosides cardiotoniques	Pulvérisation par le chlorure d'antimoine 20 % dans CHCl ₃ ou EtOH. En lumière visible, les glycosides cardiotoniques apparaissent verts, violets ou bruns ; en UV-365, les fluorescences sont variables.
Vanilline Ac-Phosphorique	Lignanes	A : 1 g de vanilline dans 100 mL Ac phosphorique à 50 %, B : 2 parties Ac phosphorique à 24 % + 8 parties d'Ac vanillique à 2 % dans l'EtOH. La plaque est pulvérisée par A ou B. Après chauffage, en lumière visible les lignanes apparaissent en bleus-rougeâtres ; en UV-365, les fluorescences apparaissent en violettes, violettes-rougeâtres, bleues-violettes.

Vanilline H ₂ SO ₄	Lignanes	A : vanilline à 1 % dans l'EtOH, B : H ₂ SO ₄ à 10 % dans l'EtOH. La plaque est pulvérisée par A ou B. Après chauffage, en lumière visible les lignanes apparaissent en Violets-rougeâtres ; en UV-365, la fluorescence apparaisse en rouges.
SbCl ₃	Lignanes	Pulvérisation par le chlorure d'antimoine 20 % dans CHCl ₃ ou EtOH. Après chauffage, en UV-365, les fluorescences apparaissent jaunes, bleues.
KOH	Quinones libres	KOH 5-10 % dans l'EtOH. Pulvérisation et chauffer jusqu'à l'apparition d'une couleur rougeâtre (visible).
Komarowsky	Saponines	Mélange (5 : 1 v/v) de p-hydroxybenzaldéhyde (2 % m/v dans MeOH) et H ₂ SO ₄ 50 % dans l'EtOH. Pulvérisation et chauffage avec le pistolet thermique jusqu'à apparition d'une couleur brune-grisâtre (visible).
Zimmermann	Sesquiterpènes lactones	A : 10 g de dinitrobenzène + 90 mL de toluène, B : 6 g de NaOH + 25 mL H ₂ O + 45 mL MéOH. La plaque est d'abord pulvérisée avec A puis par B. Les sesquiterpènes apparaissent colorées en violettes-grisâtres après un chauffage par le pistolet thermique (visible).
Anisaldéhyde	Triterpènes	Un volume de 0,5 mL d'anisaldéhyde est mélangé dont l'ordre, à 10 mL AcOH glacial, 85 mL MéOH et 5 mL H ₂ SO ₄ . Pulvérisation et chauffage avec le pistolet thermique jusqu'à apparition d'une couleur Violet ou bleu-violette (visible).

* (Fry, 1988)

Expression des résultats des polyphénols totaux :

On prend l'exemple de *Globularia alypum* L. (racines) qui présente une DO de 1,60

D'après la courbe d'étalonnage on a l'équation suivante :

$$y = 80,466x - 0,0151 \longrightarrow x = (y + 0,0151)/80,466 \text{ avec } y = \text{DO}$$

$$\longrightarrow x = (1,60 + 0,0151)/80,466$$

$$= 0,020 \text{ mg/mL}$$

On multiplie cette valeur par 21 qui correspond au facteur de dilution de notre échantillon ($\delta = 100 \mu\text{L}$ (volume déposé de l'échantillon) / $2100 \mu\text{L}$ (volume réactionnel) = $1/21$)

Donc $x' = x \times 21 = 0,020 \times 21 = 0,42 \text{ mg/mL}$

- La solution mère de *Globularia alypum* L. (racines) est à 2 mg/mL

$$\text{On a } 0,42 \text{ mg/mL} \xrightarrow{x''} 2 \cdot 10^{-3} \text{ g/mL}$$

$$\xrightarrow{x''} 1 \text{ g}$$

$$x'' = 0,42 \cdot 10^3 / 2$$

$$= 210 \text{ mg}$$

Donc *Globularia alypum* L. (racines) contient 210 mg de polyphénols totaux par g de poudre lyophilisée.

➤ Expression des résultats des flavonoïdes:

On prend l'exemple de *Peganum harmala* L. (graine) qui présente une DO de 1,546

D'après la courbe d'étalonnage on a l'équation suivante :

$$y = 0,067x - 0,1791 \longrightarrow x = (y + 0,1791) / 0,067 \text{ avec } y = \text{DO}$$

$$\longrightarrow x = (0,18 + 0,1791) / 0,067$$

$$= 5,45 \mu\text{g/mL}$$

On multiplie cette valeur par 5,6 qui correspond au facteur de dilution de notre échantillon ($\delta = 500 \mu\text{L}$ (volume déposé de l'échantillon) / $2800 \mu\text{L}$ (volume réactionnel) = $1/5,6$)

Donc $x' = x \times 5,6 = 5,45 \times 5,6 = 30,56 \mu\text{g/mL}$

- la solution mère de *Peganum harmala* L. (graine) est à 2 mg/mL

$$\begin{array}{l} \text{On a } 30,56 \mu\text{g/mL} \longrightarrow 2 \cdot 10^{-3} \text{ g/mL} \\ x'' \longrightarrow 1\text{g} \end{array}$$

$$\begin{aligned} x'' &= 30,56 \cdot 10^3 / 2 \\ &= 15,28 \text{ mg} \end{aligned}$$

Donc *Peganum harmala* L. (graine) contient 15,28 mg de flavonoïdes par g de poudre lyophilisée.

Résumé :

L'étude de l'activité allélopathique de 15 extraits aqueux de diverses plantes a été évaluée sur deux modèles expérimentaux *Lactuca sativa* L. et *Rhaphanus sativus* L. Les graines ont été mise à germer dans des boîtes de pétri. L'effet de concentrations croissantes en extraits (0,25 ; 0,50 ; 0,75 et 1 %) a été testé sur la germination et la croissance. Cette étude a porté aussi sur le suivi de la variation saisonnière de l'activité allélopathique de *Tetraclinis articulata* ainsi qu'un essai de fractionnement de l'extrait aqueux de cette plante par partage liquide-liquide. Parallèlement, un criblage phytochimique de mise en évidence des principaux phytoconstituants du métabolisme secondaire et un dosage quantitatif des polyphénols totaux et des flavonoïdes ont été entrepris.

Des effets inhibiteurs, d'intensité variable, ont été observés sur la germination et la croissance des graines de *L. sativa* et *R. sativus*. L'extrait aqueux de *T. articulata* présente la plus forte activité d'inhibition sur la germination des graines de *L. sativa*. Sur la croissance, c'est *Peganum harmala* qui manifeste l'effet répressur le plus fort et cela pour toutes les concentrations testées et pour les deux modèles expérimentaux.

L'étude de la variation saisonnière de l'activité allélopathique de *T. articulata* révèle que les extraits aqueux issus des prélèvements des mois de Juin et Novembre présente l'effet d'inhibition le plus important sur la germination.

La fraction butanolique issue du partage liquide-liquide de l'extrait aqueux de *T. articulata* a montré l'inhibition de la germination la plus forte vis-à-vis de *L. sativa* et *R. sativus*.

Le screening phytochimique par CCM des extraits actifs a révélé que ces extraits contiennent des acides phénoliques, des flavonoïdes, des glycosides cardiotoniques, des sesquiterpènes et des saponines. Le dosage par spectrophotométrie révèle que certains extraits actifs renferment des taux en polyphénols totaux et en flavonoïdes importants. Tel est le cas de *Globularia alypum*, *Pistacia lentiscus*, *Acacia raddiana* et *Haloxylon scoparium*. Ces substances pourraient être responsables de l'activité biologique observée.

Mots clés : Activité allélopathique ; Extrait Aqueux ; Germination ; Croissance, Variation Saisonnière ; Phytochimie, Polyphénols ; Flavonoïdes.

Abstract :

Allelopathic activity study of 15 plant's aqueous extracts was evaluated on the germination and growth of two experimental models, *Lactuca sativa* and *Rhaphanus sativus*, with increasing concentration : 0,25 ; 0,5 ; 0,75 and 1 %. The seeds tested were germinated in petri dishes. Seasonal variation of allelopathic activity of *Tetraclinis articulata* was studied. Fractionation assay by liquid-liquid partitioning was also undertaken for the same species. In parallel of this biological activity test, phytochemical screening of the main phytoconstituents was established by TLC with quantification of polyphenolics and flavonoids contents.

Inhibitory effects with variable intensities were observed on the germination and growth of *L. sativa*. Aqueous extract of *T. articulata* exhibits the more inhibitory effect on *L. sativa* germination and aqueous extract of *Peganum harmala* showed the more growth inhibitory effect with all concentrations tested, for the two experimental models.

Investigation of seasonal variation revealed that June and November samples of *T. articulata* presented the most important inhibitory effect on *L. sativa* germination.

Butanolic fraction of *T. articulata* exhibited the most strong germination's inhibitory effect on *L. sativa* and *R. sativus*.

Phytochemical screening by TLC identified that these active extracts contain phenolic acids, flavonoids, cardiotonic glycosids, sesquiterpens lactons and saponins. Polyphenolics and flavonoids contents quantified by spectrophotometry are very important in some active extracts like *Globularia alypum*, *Pistacia lentiscus*, *Acacia raddiana* and *Haloxylon scoparium*.

Key words: Allelopathic Activity; aqueous extracts; Germination; Growth; Seasonal Variation, Phytochemistry; Polyphenolics; Flavonoids.