

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ SAAD DAHLEB – BLIDA 1



FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET
DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE ET
AGRO-ÉCOLOGIE



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Master académique en
Sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité : Phytopharmacie et Protection des Végétaux

Thème

**POTENTIALITE BIOCIDES DES HUILES ESSENTIELLES DE
ROSMARINUS OFFICINALIS ET DE *ROSMARINUS TOURNEFORTII*
ISSUES DE DIFFERENTS MODES CULTURAUX SUR LA BIOCENOSE
DE *CITRUS SP***

Présenté par

Melle Amamra HADIA et Melzi FATMA ZOHRA

Devant le Jury :

Mme CHAICHI W.	M.C.A.	U. Blida 1	Présidente
Mr MOUSSAOUI K.	M.A.A.	U. Blida 1	Examinatrice
Mr. DJAZOULI Z. E.	Pr.	U. Blida 1	Promoteur
Mme GUESMI F.	Doctorante	U. Blida 1	Co-promotrice

Année Universitaire 2020-2021

POTENTIALITE BIOCIDES DES HUILES ESSENTIELLES DE *ROSMARINUS OFFICINALIS* ET DE *ROSMARINUS TOURNEFORTII* ISSUES DE DIFFERENTS MODES CULTURAUX SUR LA BIOCENOSE DE *CITRUS SP.*

Résumé

Au terme de ce travail consacré à l'étude de nouveaux bioproduits formulés à 7% d'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* récolté à Alger et celle de *Rosmarinus tournefortii* de Tipaza issues de différents modes de nutrition organique, nous nous sommes intéressés à mettre en évidence et à comparer l'effet stimulateurs sur ces huiles essentielles, l'effet biocide de ces bioproduit sur les ravageurs folivores du *Citrus sp*, *Parlatoria pergandei*, *Aonidiella aurantii*, *Aphis gossypii*, *Aphis spiraecola*, *Aleurothrixus floccosus*, *Dialeurodes citri*, et enfin l'interaction entre l'abondance des ravageurs folivores et la toxicité des huiles essentielles.

Cette étude nous a permis de répertorier 20808 individus d'insectes repartis en 8 ordres et 15 familles.

Les Hémiptères sont les plus représentés (19646), suivi par les Hyménoptères (465), les Thysanoptères (220), les Névroptères (201), les Coléoptères (144), les Diptères (59) et les Psocoptères (40), alors que les Lépidoptères sont les moins représentés par 36 individus. Parmi les Hémiptères, les Aphididae sont les plus représentés (10555) et les Diaspididae (6611).

Neanmoins, les traitements occasionnent une réduction des consommateurs primaires et un accroissement remarquable des consommateurs secondaire sous l'effet de deux l'huiles essentielles formulée traité par le NaCl.

Cependant l'agrumiculture comprend une importante entomofaune ou l'abondance de *Parlatoria zizyphus* est prédominante avant et après traitement, l'application de traitement sur l'entomofaune folivore montre que l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis* a le même effet que *Rosmarinus tournefortii* avec une différence très hautement significatif.

Mots clés: *Citrus sp*, entomofaune folivore, huile essentielle, *Rosmarinus officinalis*, *Rosmarinus tournefortii*, Stimulateurs.

BIOCIDAL POTENTIAL OF ESSENTIAL OILS OF *ROSMARINUS OFFICINALIS* AND *ROSMARINUS TOURNEFORTII* FROM DIFFERENT CULTIVATION METHODS ON THE BIOCENOSIS OF *CITRUS SP.*

Abstract

At the end of this work devoted to the study of new bioproducts formulated with 7% of essential oil of *Rosmarinus officinalis* collected in Algiers and that of *Rosmarinus tournefortii* of Tipaza resulting from various modes of organic nutrition, we are interested in highlighting and comparing the stimulating effect on these essential oils, the biocidal effect of these bioproducts on folivorous pests of *Citrus sp.*, *Parlatoria pergandei*, *Aonidiella aurantii*, *Aphis gossypii*, *Aphis spiraecola*, *Aleurothrixus floccosus*, *Dialeurodes citri*, and finally the interaction between the abundance of folivorous pests and the toxicity of essential oils

This study allowed us to list 20808 individuals of insects divided into 8 orders and 15 families.

Hemiptera are the most represented (19646), followed by Hymenoptera (465), Thysanoptera (220), Neptroptera (201), Coleoptera (144), Diptera (59) and Psocoptera (40), while Lepidoptera are the least represented by 36 individuals. Among the Hemiptera, the Aphididae are the most represented (10555) and the Diaspididae (6611).

The treatments cause a reduction of the primary consumers and a remarkable increase of the secondary consumers under the effect of two essential oils formulated treated by NaCl,

However, citrus cultivation includes an important entomofauna where the abundance of *Parlatoria zizyphus* is predominant before and after treatment, the application of treatment on folivorous entomofauna shows that the formulated essential oil of *Rosmarinus officinalis* has the same effect as *Rosmarinus tournefortii* with a very highly significant difference.

Key words: *Citrus sp.*, folivorous entomofauna, essential oil, *Rosmarinus officinalis*, *Rosmarinus tournefortii*, Stimuli.

الإمكانية البيولوجية للزيوت الأساسية لمسؤولي إكليل الجبل والروسمارينيوس من أنماط مختلفة على بيولوجيا الحمضيات.

الملخص

في نهاية هذا العمل المخصص لدراسة المنتجات الحيوية الجديدة المكونة من 7٪ من الزيت العطري من نبات *Rosmarinus officinalis* المحصول في الجزائر العاصمة وزيت *Rosmarinus tournefortii* في تيبازة الناتج عن أنماط مختلفة من التغذية العضوية ، كنا مهتمين بإبراز ومقارنة التحفيز. تأثيرها على هذه الزيوت الأساسية ، وتأثير المبيدات الحيوية لهذه المنتجات الحيوية على الآفات الورقية للحمضيات ، *Parlatoria pergandei* ، *Aonidiella aurantii* ، *Aphis gossypi* ، *Aphis spiraeicola* ، *Aleurothrixus floccosus* ، *Dialeurodes citri* ، وأخيراً التفاعل بين وفرة الآفات الورقية وسمية الزيوت الأساسية.

سمحت لنا هذه الدراسة بتحديد 20808 حشرة مقسمة إلى 8 رتب و 15 عائلة.

نصف الأجنحة هي الأكثر تمثيلاً (19646) ، تليها غشائيات الأجنحة (465) ، ثيسانوبترا (220) ، نيوروبترا (201) ، غمدية الأجنحة (144) ، ثنائيات الأجنحة (59) و (40) *Psocoptera* ، بينما *Lepidoptera* هم الأقل تمثيلاً بـ 36 فرداً. من بين نصف الأجنحة ، تعتبر الأفيديات هي الأكثر تمثيلاً (10555) و دياسبيداي (6611).

ومع ذلك ، تسبب العلاجات انخفاضاً في عدد المستهلكين الأساسيين وزيادة ملحوظة في المستهلكين الثانويين تحت تأثير اثنين من الزيوت الأساسية المصنعة مع كلوريد الصوديوم.

ومع ذلك ، تشتمل زراعة الحمضيات على حشرات كبيرة حيث تكون وفرة *Parlatoria zizyphus* هي السائدة قبل وبعد العلاج ، ويظهر تطبيق العلاج على الحيوانات الحشرات الورقية أن الزيت العطري المصنوع من *Rosmarinus officinalis* له نفس تأثير *Rosmarinus tournefortii* مع اختلاف كبير جداً .

كلمات مفتاح: الحمضيات، الحشرات الآكلة للحشرات، الزيت العطري، *Rosmarinus officinalis* ، *Rosmarinus tournefortii*، المنبهات.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir la santé, le courage, la force et la volonté pour réaliser ce travail.

Nous tenons à présenter nos remerciements les plus sincères à notre promoteur, Mr DJAZOULI Z.E. enseignant chercheur à l'université de Blida. Pour sa patience, son aide, ses conseils, son soutien et encouragement tout au long de réalisation de cette recherche.

Toute notre gratitude pour Co-promotrice Mme Guesmi F, pour son encadrement et ses conseils.

Nous sommes également sensible à l'honneur que le membre du jury en acceptant d'évaluer et d'examiner notre travail, nos remerciement aux :

Mm CHAICHI W, pour avoir bien acceptée de présider le jury de cette soutenance.

Mr MOUSSAOUI K, pour avoir bien examiné notre travail.

Veiller accepter l'expression de notre profond respect.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements :

A Mme DJAMAI A, Ingénieur de laboratoire Zoologie pour tout le matériel et l'aide fournis.

Aux prioritaires de verger d'études pour nous avoir permis et facilité la réalisation de notre travail d'échantillonnage.

A tous nos enseignants et professeurs qui ont assuré notre enseignement et formation.

Dédicaces

Du profond de mon cœur, Je dédie ce modeste travail :

A ma famille qui m'a doté d'une éducation digne, son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Ce travail est le fruit de tous les sacrifices que vous avez déployés pour mon éducation et ma formation.

*A ma maman qui m'a soutenu, encourager, poussé et motivé durant mes années d'études, qui ma guider sur le bon chemin tu es une promesse de dieu, tes prières m'ont toujours accompagné, tu étais une maman formidables par tes qualités humaines, je ne pourrai jamais oublier tout ce que tu as fait pour moi, tu es toujours préoccupée de mon avenir, tant de sacrifices et tant d'affection grâce à toi je suis là.
Que le bon Dieu l'accueille dans son vaste paradis.*

A mon papa je ne trouverai jamais assez de mot pour t'exprimer tout mon amour, ma reconnaissance et ma profonde gratitude pour les sacrifices consentis. Que Dieu te bénisse, te garde et te protéger pour nous.

*A la mémoire de ma grand-mère et ma tante maternelle Khadouja
A ma source de bonheur mes frères Med Abd el Raouf et Med Abd el Hafid*

A mes sœurs adorables Rahil, Naziha et son époux Yazid

A mes oncles, mes tantes, mes cousins et mes cousines

A mes amies Ghozlane et Nahla

*A mes camarades Amina, Asma, Mounia, Maroua, Sirine et Naziha
pour leurs soutiens.*

A toute personne qui m'ont souhaité le succès et la réussite.

A mon binôme Fatma Zohra

Hadia





DEDICACES

Je dédie ce mémoire:

A mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celle qui s'est toujours sacrifiée pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis, à toi ma mère.

A mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

A mes chères frères : Elhadi et Mohamed Réda.

A tous mes oncles, mes tantes chacun par son nom.

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

Surtout : Amel, Asma, Amina, Cerine, Mounia, Marwa.

A mon binôme Hadia que je lui remercie pour sa patience et son aide.

FATMA ZOHRA

SOMMAIRE

RÉSUMÉ

ABSTRACT

ملخص

REMERCIEMENTS

DÉDICACE

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABREVIATIONS

INTRODUCTION GÉNÉRALE.....1

CHAPITRE 1: APERÇUS BIBLIOGRAPHIQUES

1. Origine et histoire des agrumes.....	2
2. Caractéristique et description des agrumes.....	2
3. Taxonomie des agrumes.....	3
4. Différentes variétés d'agrumes.....	4
4.1. Les oranges (<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck).....	4
4.1.1. L'oranger et sa culture.....	4
4.1.2. L'orange.....	4
4.1.3. Composition.....	5
4.1.4. Les variétés.....	5
4.1.5. Utilisation.....	5
4.2. Les bigarades (<i>Citrus aurantium</i> L.).....	6
4.2.1. Le bigaradier et sa culture.....	6
4.2.2. La bigarade.....	6
4.2.3. Les variétés.....	6
4.2.4. Utilisation.....	6
4.3. Les mandarines (<i>Citrus reticulata</i> Blanco.).....	7
4.3.1. Les Variétés.....	7
4.3.2. Principaux hybrides d'importance commerciale.....	7
4.3.3. Utilisation.....	8
4.4. Les citrons « <i>Citrus limon</i> (L.) Burm f. ».....	8
4.5. Les limes « <i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle ».....	9
4.6. Le cédrat « <i>Citrus medica</i> L.».....	9
4.7. Les pomelos « <i>Citrus paradisi</i> (Burm.) Merrill ».....	10
4.8. Les pamplemousses « <i>Citrus maxima</i> ».....	10
4.9. Les kumquats « <i>Citrus japonica</i> Thunb.».....	10
5. Transformation des agrumes.....	10
6. Co-produits de la transformation des agrumes.....	11
7. Huiles essentielles et essences des agrumes.....	11
8. Composition des HE et des essences d'agrumes.....	12
9. Aspect économique.....	12
10. Relation tritrophique plante hôte –prédateurs-parasitoïdes.....	13
11. Systématique et taxonomie des plantes modèles.....	14
11.1. Distribution géographique	16

11.2.	Description botanique des plantes modèles.....	17
11.2.1.	Rosmarinus officinalis.....	17
11.2.2.	Rosmarinus tournefortii	17
11.3.	Usage du romarin.....	17
11.3.1.	Usage médicinal (Phytothérapie).....	17
11.3.2.	Parfumerie et cosmétique.....	18
11.3.3.	Industrie agro-alimentaire.....	18
12.	Composition chimique d'une huile essentielle.....	18
12.1.	Huile essentielle chémotype et non chémotype.....	20
CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES		
	Objectif de travail.....	21
1.	Présentation des zones d'étude.....	21
1.1.	La Mitidja.....	21
2.	Matériel d'étude.....	22
2.1.	Matériels biologique.....	22
2.1.1.	Origine du matériel végétal.....	22
2.1.2.	Site d'étude de jardin d'essai d'EL Hamma	23
2.1.3.	Site d'étude Mausolée royal de Maurétanie.....	23
3.	Etude climatique de La région de Blida.....	24
3.1.	Caractéristique climatique.....	24
3.1.1.	La pluviométrie.....	24
3.1.2.	La température.....	25
3.2.	La Synthèse climatique.....	25
3.2.1.	Diagramme Ombrothermique.....	25
4.	Présentation de la station d'étude de Soumaa.....	26
4.1.	Présentation du verger d'agrumes.....	27
5.	Méthode d'extraction et formulation des huiles essentielles de deux espèces du romarin.....	28
5.1.	Extraction de l'huile essentielle par hydrodistillation.....	28
5.2.	Formulation de l'huile essentielle de deux espèces du romarin.....	28
5.3.	Préparation des dilutions.....	28
5.4.	Dispositif expérimental.....	29
5.5.	Application des traitements et échantillonnage.....	29
6.	Exploitation des résultats.....	31
6.1.	Indices écologiques.....	31
6.1.1.	La fréquence centésimale: Abondance relative.....	31
7.	Analyses statistiques.....	32
7.1.	Test de Wilcoxon.....	32
CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSIONS		
1.	Diversité de l'entomofaune associé aux agrumes avant traitement.....	33
2.	Effet des huiles essentielles formulées de Rosmarinus officinalis et Rosmarinus tournefortii issues de différents modes culturaux sur l'entomofaune folivore.....	34
3.	Etude comparée de l'effet des huiles essentielles formulées de Rosmarinus officinalis et Rosmarinus tournefortii sur les espèces folivores.....	35
4.	Effet des huiles essentielles formulées sur la structures écologique de l'entomofaune.....	36
	DISCUSSION	47
	Conclusion	49
	Références bibliographique	

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Coupe transversale d'une orange.....	3
Figure 2 :	Rosmarinus officinalis.....	15
Figure 3 :	Photos des feuilles et des fleurs du romarin.....	16
Figure 4 :	Localisation géographique de la plaine de la Mitidja.....	22
Figure 5 :	Peuplement de deux romarins du site d'étude a : Rosmarinus officinalis b:Rosmarinus tournefortii.....	22
Figure 6 :	Image satellite du carré botanique de jardin d'essai.....	23
Figure 7 :	Image satellite de zone d'étude au niveau de Mausolée royal Mauritanie.....	24
Figure 8 :	Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausse relatif à la région de Blida durant la période 2011-2021.....	26
Figure 9 :	Plan parcellaire de la station expérimentale.....	27
Figure 10 :	Situation de verger d'agrumes.....	27
Figure 11 :	Schéma rétrospectif de la logique des traitements appliqués.....	29
Figure 12 :	Schéma directeur et explicatif de l'effet des huiles essentielles formulées sur l'installation des ravageurs folivores de citrus sp.....	30

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Composition chimique du Rosmarinus.....	19
Tableau 2 :	les moyennes pluviométriques mensuelles pour les dix ans 2011-2021(Blida).....	25
Tableau 3 :	les températures moyennes mensuelles de la période (2011-2021).....	25
Tableau 4 :	Richesse et abondance de la biocénose de l'entomofaune des agrumes.....	33
Tableau 5 :	Disponibilité de l'entomofaune folivore inventoriés.....	34
Tableau 6 :	Comparaison de l'efficacité de deux huiles essentielles formulées de Rosmarinus officinalis et Rosmarinus tournefortii.....	35
Tableau 7 :	Etude comparée de la disponibilité des espèces folivores sous l'effet des huiles essentielles formulées de Rosmarinus officinalis et Rosmarinus tournefortii.....	36
Tableau 7Bis :	Etude comparée de la disponibilité des espèces folivores sous l'effet des huiles essentielles formulées de Rosmarinus officinalis et Rosmarinus tournefortii.....	36
Tableau 8 :	Disponibilité de l'entomofaune folivore sous l'effet de l'huile essentielle formulée de Rosmarinus officinalis traité par lombricompost liquide.....	37
Tableau 9 :	Disponibilité de l'entomofaune folivore sous l'effet de l'huile essentielle formulée de Rosmarinus tournefortii traité par l'eau.....	38
Tableau 10 :	Disponibilité de l'entomofaune folivore sous l'effet de l'huile essentielle formulée de Rosmarinus tournefortii traité par lombricompost liquide.....	39
Tableau 11 :	Disponibilité de l'entomofaune folivore sous l'effet de l'huile essentielle formulée de Rosmarinus tournefortii non traité (témoin).....	40
Tableau 12 :	Disponibilité de l'entomofaune folivore sous l'effet de l'huile essentielle formulée de Rosmarinus officinalis non traité (témoin)...	41
Tableau 13 :	Disponibilité de l'entomofaune folivore sous l'effet de l'huile essentielle formulée de Rosmarinus tournefortii traité par lombricompost solide.....	42
Tableau 14 :	Disponibilité de l'entomofaune folivore sous l'effet de l'huiles	

	essentielles formulée de Rosmarinus officinalis traité par l'eau.....	43
Tableau 15 :	Disponibilité de l'entomofaune folivore sous l'effet de l'huiles essentielles formulée de Rosmarinus officinalis traité par lombricompost solide.....	44
Tableau 16 :	Disponibilité de l'entomofaune folivore sous l'effet de l'huiles essentielles formulée de Rosmarinus officinalis traité par le NaCl....	45
Tableau 17 :	Disponibilité de l'entomofaune folivore sous l'effet de l'huile essentielle formulée de Rosmarinus tournefortii traité par le NaCl...	46

LISTE DES ABREVIATIONS

Abreviation	Signification
ha	hectare
H.E	Huile Essentielle
L.L	lombricompost liquide
L.S	lombricompost solide
M	Moyenne
ni	Nombre des individus d'une espece
R	Rosmarinus
T°	temperature

INTRODUCTION GENERALE

Le mot Agrume provient du latin « *acrumen* » qui désignait dans l'antiquité des arbres à fruits acides (**Benediste et Baches, 2002**). Les agrumes se distinguent par leur grande diversité de leurs familles et de leurs ordres. L'agrumiculture des pays du bassin Méditerranéen est diversifiée, tant au niveau des variétés cultivées (oranges, mandarines, Thomson, clémentines, pomelos, citrons, limes, pamplemousses pour ne citer que les plus courants) reflète d'une certaine manière la richesse et la variabilité de ces arbres, du fait de l'extension de cette culture (**Virbel-Alonso, 2011**).

Selon **Biche, (2012)** les agrumes sont principalement destinés à la consommation, qui est le principal débouché de la production agrumicole, la proportion a peu progressé en termes de production globale, restée stable à environ 60 % ces trente dernières années. Les agrumes sont attaqués par plusieurs insectes qui causent des dégâts au niveau des vergers d'agrumiculture.

Parmi toutes les cultures arboricoles et leur importance socio-économique dans le monde, l'agrumiculture constitue l'un des principaux secteurs de l'économie internationale. Elle constitue par son tonnage l'une des trois premières productions fruitières mondiales (**Loillet, 2008**).

Actuellement, elle se trouve devant plusieurs contraintes qui limitent sa production et réduisent les rendements, surtout entomologiques principalement les insectes qui constituent une part non négligeable de cette baisse de rendement. Parmi ces insectes nous citons les Hémiptères (cas des cochenilles) qui constituent l'un des groupes de ravageurs qui causent d'énormes dégâts pour la culture d'agrumes. La lutte biologique contre les insectes ravageurs prend diverses formes, mais celle qui attire l'attention des chercheurs à l'heure actuelle est la lutte biologique par l'utilisation des substances naturelles d'origine végétale telle que les huiles essentielles (**Boutaleb, 2010**). C'est une méthode de lutte peu coûteuse et facilement utilisable par les agriculteurs.

Dans ce contexte, nous proposons d'étudier l'effet bio insecticide d'huile essentielle d'une plante aromatique :

Le mot Romarin « *Rosmarinus* » dérive du latin; « *Ros* »: rosée, et « *Marinus* »: marin (**Athamena, 2009**), est un arbrisseau de la famille des Lamiacées, poussant à l'état sauvage sur le pourtour méditerranéen, en particulier dans les garrigues arides et rocailleuses, sur terrains calcaires.

L'objectif de ce travail consiste principalement à déterminer l'efficacité de deux huiles essentielles formulées de *Rosmarinus Officinalis* et *Rosmarinus tournefortii* issues de différents modes culturels sur la biocénose de *Citrus* sp.

CHAPITRE I :
APERÇUS BIBLIOGRAPHIQUES

CHAPITRE I : APERÇUS BIBLIOGRAPHIQUES

1. Origine et histoire des agrumes

D'après **Praloran (1971)**, ils seraient originaires de l'Asie du sud. Ils étaient connus en Chine entre 2400 et 800 avant J.C. Ils apparaissent dans le bassin méditerranéen dès l'antiquité. C'est à partir du Bassin Méditerranéen et grâce aux grandes découvertes que les agrumes furent diffusés dans le monde (**Loussert, 1987**).

Ils ont été répandus selon trois voies principales, vers les côtes anglaises de l'Afrique au Xème siècle par les navigateurs arabes, En Haïti, îles des caraïbes, puis en Amérique central grâce à Christophe Colombe en 1493 et au cap par les Anglo hollandais en 1654 (**Loussert, 1989**).

Cette distribution est faite dans un premier temps par la voie terrestre, via l'Asie mineure et le Moyen-Orient, puis s'est accéléré grâce aux échanges maritimes dès le XVIème à des latitudes légèrement supérieures à 40° (**Jacquemond et al., 2013**).

2. Caractéristique et description des agrumes

Ce sont des petits arbres et arbrisseaux, épineux de 5 à 10m de haut, dicotylédones, dialypétale, hypogynes et Composés de deux parties:

- **Système racinaire**

Chez les agrumes, le système racinaire occupe plus de 70% de la taille de l'arbre, les racines ont un pivot qui peut dépasser 2m au-dessous de la surface, ces racines fibreuses se prolonger généralement bien au-delà de la canopée (**Walter et Sam, 2002**)

- **Système aérien**

- **Feuille**

Les feuilles sont simples, de 4 à 8 cm de longueur, unifoliées, denses, avec des pétioles ailés et articulés (**Mackee, 1985**). Les Poncirus ont une feuille trifoliée et caduque. Les *Citrus* et *Fortunella* ont une feuille entière et persistante (**Benedicte et Baches, 2011**).

- **Fleurs**

Les fleurs sont généralement de couleur blanche, de 4 à 5 pétales imbriqués, souvent recourbés vers l'arrière, souvent très odorantes (**Benedict et Baches, 2011**). Les fleurs ont entre 2 à 4 cm de diamètre, axillaires, parfumées, simples souvent parfaites (ayant les étamines et les pistils fonctionnels) et parfois staminées (Comportant des étamines tout en étant dépourvues de pistils) (**Somon, 1987**).

- **Fruits**

Tous les fruits des citrus cultivés ont presque la même structure : l'écorce, partie non comestible du fruit est peu développée chez les oranges, les mandarines et les clémentines. Elle constitue en revanche la majeure partie du fruit des cédrats ou du pamplemousse. La pulpe, partie comestible, est constituée de poils ou de vésicules

enfermant le jus et qui sont regroupés en quartiers peuvent varier de 5 à 18 (**Spiegel-Roy et Goldschmidt, 1996**).

A la surface des fruits dans l'écorce se trouvent les glandes oléifères remplies d'huiles essentielles. La coupe transversale du fruit permet de distinguer les parties suivantes (Fig. 1):

- Une peau ou une écorce rugueuse, résistante, de couleur vive (du jaune à l'orange), plus connue sous le nom d'épicarpe (ou *flavedo*), qui recouvre le fruit et le protège des dommages. Ses glandes oléifères contiennent des huiles essentielles qui donnent au fruit son odeur caractéristique.
- Un mésocarpe (ou *albedo*) blanc, épais et spongieux, qui forme avec l'épicarpe, le péricarpe ou peau du fruit.
- La partie interne, constituée de la pulpe, est divisée en segments (carpelle) où se concentre le jus (avec ou sans pépins selon les variétés) et en une enveloppe radiale épaisse (ou endocarpe). Cette partie, riche en sucres solubles, renferme des quantités significatives de vitamine C, de pectine, de fibres, de différents acides organiques et de sel de potassium, qui donnent au fruit son acidité caractéristique (**Hendrix et Redd, 1995 ;Guimaraes et al., 2010**).

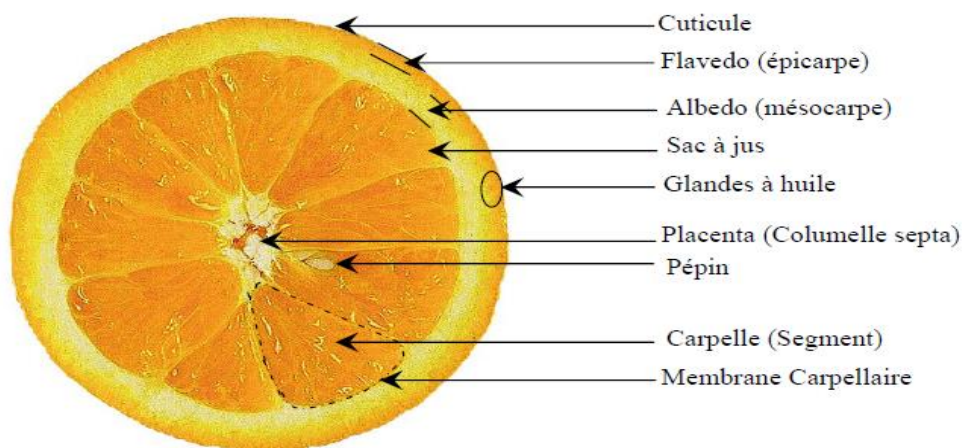


Figure 1 : Coupe transversale d'une orange (Hendrix et Redd, 1995 ; Guimaraes et al., 2010).

➤ Rameaux

Les rameaux, parfois épineux, connaissent plusieurs vagues de croissance, la plus importante étant celle du printemps (**Virbei-Alonso, 2011**).

3. Taxonomie des agrumes

Les agrumes regroupent les espèces des trois genres botaniques : *Citrus*, *Poncirus* et *Fortunella*. Selon le système d'Engler, ils appartiennent tous à la famille des *Rutacées* qui comporte plusieurs Sous-familles dont celle des *Aurantioideae* qui englobe tous les agrumes (**Ortiz, 2002**). Celle-ci est Composée de deux tribus : *Clauseneae* avec cinq

genres et *Citreae* avec 28 genres y compris le Genre *Citrus* et les cinq genres apparentés : *Fortunella*, *Poncirus*, *Eremocitrus* (lime du désert), *Microcitrus* (lime sauvage d'Australie) et *Clymenia* (**Blondel et al., 1986**). La taxonomie du genre *Citrus* est sujette à controverse puisque deux grandes classifications existent. D'une part, **Tanaka(1961)** a identifié 156 espèces du fait qu'il considère comme espèce de nombreux hybrides intra ou interspécifiques qui se multiplient de façon conforme par semis du fait de la polyembryonie. D'autre part (**Swingle et Reece ,1967**) n'en a distingué que 16 espèces.

D'après **Praloran (1971)** la position taxonomique des agrumes est la suivante :

Règne : Végétale

Embranchement : Angiospermes

Classe : Eudicotes

Sous classe : Archichlomydeae

Ordre : Germinale (Rutales)

Famille : Rutaceae

Sous-famille : Aurantioideae

Tribus : Citreae

Sous-tribu : Citrinae

Genre : *Poncirus*, *Fortunella* et *Citrus*

4. Différentes variétés d'agrumes

Il existe différentes variétés de *Citrus*, agrumes consommés et utilisés industriellement Partout dans le monde : Les Oranges, Les Bigarades, Les mandarines, Les citrons, Les Limes, Les Cédrats, Les pomelos, Les pamplemousses, Les cambavas, Les Kumquats.

4.1. Les oranges (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)

4.1.1. L'oranger et sa culture

D'une hauteur de 2 à 3 m et d'une durée de vie de 300 à 400 ans, les orangeries prospèrent dans les régions tempérées disposant d'un hiver doux. Ils ont besoin de beaucoup de soleil, de chaleur et d'eau. La différence de température entre l'été et l'hiver et entre le jour et la nuit est importante pour le développement correct de la saveur et de la couleur (**Bousbia, 2011**).

4.1.2. L'orange

L'orange est un agrume qui peut aussi être appelé hesperdium. L'hesperdium diffère de fruits comme la tomate ou le raisin car il possède une peau dure et solide qui protège la partie comestible du fruit (**Berlinet, 2006**). Les fruits des principales espèces et variétés cultivées de genre Citrus diffèrent par leur coloration, leur forme, leur calibre, la composition de leur jus et leur époque de maturité, cependant, tous les fruits de Citrus cultivés présentent la même structure anatomique (**Ramfoul et al., 2010**).

4.1.3. Composition

L'orange contient en moyenne 12 % de glucides (40% de saccharose), de la vitamine C (80mg/100g), vitamines P, B₁, B₉, E, provitamine A. Riche en calcium (40 mg /100 g), riche en pectines, elle a un rôle de régulateur du transit intestinal. Elle contient une flore mésophile (levures et lactobacilles) indispensable pour une bonne digestion (**Bousbia, 2011**).

4.1.4. Les variétés

D'après la nouvelle classification des agrumes, il y a 5 groupes d'oranges douces :

- **Oranges précoces douces, blondes et oranges communes** : Ambersweet, Berna, Cadenera, Castellana, Comuna, Hamline, Jaffa (Jaffa de Florida), Jincheng, Mars, Parson Brown, Pineapple (pomme de pin), Rotuna Island, Salustiana, Shamonti (Jaffa de Palestine), Trovita.
- **Orange de Valence (variétés juteuses)** : Valencia, Campbell Valencia, Valencia Panachées Cotidan, Cutter Valencia, Delta Valencia, Dom Joao, Frost Valencia, Harward Late Valencia, Midnight Valencia, Olinda Valencia, Valencia Late.
- **Oranges Navel**
 - **Oranges Navel précoces**: Atwood, Fisher, Navelina, Skagg's bonanza, Thomson Zimmerman.
 - **Navel mi-saison**: Caracara, Fukumoto, New Hall Spring, Washington Navel.
 - **Navel tardives**: Autumn Gold, Barnfield, Chislett, Lane late, Navel Late, Powell, Ricalate, Rhode Navel, Wiffen.
- **Hybrides d'orange douce** : Chironja, Nucellar embryony, Poorman orange
- **Oranges sanguines**
 - **Oranges légèrement sanguines** : Caracara, Caracara panachée, Maltaise sanguine, Rhode Valencia rouge, Ruby, Vainiglia sanguigno, Washington sanguine.
 - **Oranges complètement sanguines** : Delfino, Doble fina, Entrefina, Sanguinello, Sanguinello a Pignu, Sanguinello Moscato, Sanguinello Moscato di Cuscuna.
 - **Oranges profondément sanguines** : Bream Tarocco, Moro, Sanguinelli, Smith Valencia rouge, Tarocco, Thermal Tarocco (**Loussert, 1989**).

4.1.5. Utilisation

En cuisine : écorces d'oranges confites, pâtes de fruits, glaces, eau de fleurs d'oranger, liqueurs à base d'écorces d'oranges douces et amères.

En cosmétologie : elle rentre dans la composition de nombreux parfums et eaux de toilette (**Bousbia, 2011**).

4.2. Les bigarades (*Citrus aurantium L.*)

4.2.1. Le bigaradier et sa culture

Sa grande résistance au froid ne dépasse pas des températures comprises entre – 8°C et – 10°C. Très tolérant au calcaire, il s'adapte à beaucoup de sols mais craint les excès d'eau en sol lourd. Il se reproduit généralement par semis pour être utilisé comme arbre d'ornement dans les régions méditerranéennes (**Praloran, 1971**).

4.2.2. La bigarade

Elle est communément appelée « orange amère » mais c'est une espèce différente de l'orange douce. Des appellations plus familières telles que « Pomme du jardin des Hespérides » lui ont été données. Ce fruit est peu ou pas comestible (**Praloran, 1971**).

4.2.3. Les variétés

Elles se divisent en deux classes, les variétés d'oranges amères et ses hybrides :

- **Variétés d'Oranges amères** : orange amère commune, orange de Séville, Orange Bitterswett du Paraguay, Apepu, Variété parfumerie Bouquetier, Orange Amère panachée, Abers feuille étroite, Orange amère Willowleaf, Gou tou (Orange amère cuir-tête), orange feuilles Myrtle : Chinotto.
- **Hybrides d'oranges amères** : Bergamote, Smooth flat Séville, Kikudaïdai (*Citrus canaliculata*), Yama (*Citrus intermedia*), Karna (*Citrus karna*), Kithcli (*Citrus maderaspatana*), Miraray (*Citrus miraray*), Natsumikan (*Citrus Natsudaïdai*), Tosu (*Citrus neoaurantium*), Zadaïdai (*Citrus rokugatsu*), Sanbokan (*Citrus sulcata*), Nanshodaidai (*Citrus taiwanica*) (**Praloran, 1971**).

4.2.4. Utilisation

La bigarade fut appréciée dès le Moyen Age pour son écorce à odeur fortement poivrée, son parfum d'une exquise suavité et sa fleur blanche odorante. L'huile essentielle est obtenue par distillation des fleurs de bigaradier. Elle s'appellera plus tard Néroli en hommage à la princesse de Nérole (XVIII^{ème} siècle). L'importance de la bigarade réside dans l'huile essentielle qu'on peut extraire à partir des fleurs, des feuilles, des graines et de l'écorce. Ces huiles donnent l'arôme typique d'orange utilisé dans les épices, les bonbons, les liqueurs....etc.

Certaines variétés donnent des huiles essentielles rentrant dans la fabrication des parfums, de savons renommés et de lotions après rasage. Elles trouvent également un usage en aromathérapie, et comme principal constituant des boissons gazeuses (Praloran, 1971).

4.3. Les mandarines (*Citrus reticulata* Blanco.)

Les mandariniers sont des arbres de taille variable, présentant généralement de petits rameaux avec épines. Les feuilles sont lancéolées, les feuilles peuvent être isolées ou groupées en inflorescence. Les fruits sont généralement sphéroïdes, peuvent être aplatis aux deux pôles, à peau fine, facile à détacher des quartiers (Franck, 2014). Il existe des mandarines polyembryonnées et d'autres monoembryonnées, il semblerait d'après les observations de (Garcia-Lor et al., 2013), que les mandarines monoembryonnées soient essentiellement des mandarines hybrides, ayant des introgressions de pamplemousse qui leur confèreraient ce caractère.

4.3.1. Les Variétés

Il existe plusieurs variétés de mandarines :

- Mandarine (*Citrus reticulata* Blanco.) :
 - Mandarine commune (*Citrus reticulata* « Ponkan »)
 - Clémentine
 - Tangerine
- Satsumas (*Citrus unshin*) : mandarines précoces, déjà mûres quand la peau est encore verte.
- Mandarines méditerranéennes Willowleaf (*Citrus deliciosa*): les fruits sont sphériques et aplatis aux pôles avec une peau fine, lisse, colorée en jaune orangée. La pulpe, orange clair, est juteuse, tendre, agréablement parfumée mais présentant de nombreux pépins.
- Mandarine king (*Citrus nobilis*) (Cheetham, 2010).

4.3.2. Principaux hybrides d'importance commerciale

Les principales variétés hybrides sont :

- **Mandarine** : *Citrus reticulata* Blanco
- **Mandarine commune**: *Citrus reticulata* 'Ponkan', Ponkan (Suntara), Changsha, Pixie, Daisy, Gold Nugget, Fuzhu, antillan.
- **Clémentine** : Algérienne, Carte noire, Caffin, Clemenules, Clémentines hybrides : Fina, Marisol : Monreal, Nour, Sidi Aïssa, Oroval.
- **Tangerines** : Beauté (Beauté d'Australie et la Retraite Gley), Dancy (Tangerine Rouge, Morgane).
- **Satsumas** : Premières variétés (Wase, Miyagawa, Okitsu, Seto, Miho, Kuno). Variétés Unshû tardives (Owari, Silverhill, Dobashi Beni, Kimb rough,

Aoshima). Variétés Satsuma les plus récentes (Amstrong, Dat North, Dart South, Xie Shan).

- **Mandarine méditerranéenne (Willowleaf)**
- **Mandarine King:** Cambodgiens (Yellow king), King (de Siam), King Japonaise.

Les variétés hybrides issues du croisement entre les mandarines et les mandarines petit-fruits sont :

- **Tangors :** Temple, Ortanique, Ellendale, Murcott, Dwett, Ambersweet.
- **Tangelos:** Minneola, Pearl, Orlando, Sunshine, Allspice, Mandalo, Wekiwa, Ugli.
- **Hybrides Tangelo x Clémentine :** Fairchild, Lee, Nova (Clemenvilla), Osceolo, Page, Robinson.
- **Hybrides King x Mandarine méditerranéenne (Willowleaf):** Encore; Kinnow.
- **Hybrides Tangerine x Willowleaf x Tangors:** Tahoe Gold, Yosemite Gold, Shasta Gold.
- **Mandarines petits fruits:** Mandarine amère (*Citrus sunki*), Cléopâtre (*Citrus resni*), Shekwasha (*Citrus depressa*), Nasnaaran (*Citrus amblycarpa*), Kinokuni (*Citrus kinokuni*), *Citrus lycopersicaformis*, *Citrus oleocarpa* (**Bousbia, 2011**).

4.3.3. Utilisation

Les mandarines occupent une place de plus en plus importante dans le marché des agrumes frais, du fait que le marché mondial a considérablement changé durant les 20 dernières années avec une préférence accrue des consommateurs vers des mandarines sans pépins, savoureuses dotées d'une peau de belle couleur d'un épluchage facile. Par conséquent, les mandarines sont désormais le plus grand secteur de l'industrie des agrumes frais dans le monde.

Le nombre de variétés de mandarines commercialisées est presque égal au nombre de tous les types d'agrumes horticoles (**Bousbia, 2011**).

4.4. Les citrons « *Citrus limon* (L.) Burm f. »

Citrus limon est un arbuste de taille moyenne qui atteindra, en pleine terre entre 3 et 6 m de haut, supporte une température minimale de -2°C. En culture, il est souvent taillé, d'une part pour limiter son encombrement, d'autre part optimiser son branchage. Ses feuilles sont persistantes, vert profond et luisantes, plus pâles sur leur revers. Elles ont une forme en fuseau, de 6 à 11 cm de long. Les feuilles sont alternes, dentelées et leur pétiole est parfois ailé. Les feuilles sont odorantes. Les fleurs sont plutôt de petites tailles et blanc violacé, à 5 pétales blancs. Légèrement cireuse d'aspect, elle dégage un parfum très agréable. Leurs fruits, les citrons jaunes sont plus ou moins acides en fonction de la variété. Les racines sont relativement superficielles et supportent mal la concurrence de plantes voisines. Il peut vivre environ 80 ans (**Blancke, 2001**). Comme tous les agrumes, le citron est un fruit très juteux renfermant 90 % d'eau, fortement acide (pH inférieur à 3). L'acidité est essentiellement à l'acide citrique, accompagné de faibles quantités d'acides malique, caféique et férulique. Le fruit du a une haute teneur en vitamine C (40 à 50

mg/100g) et d'un large éventail de vitamines du groupe B avec des quantités considérables de flavonoïdes (**Valnet, 2001**). Les citrons ne sont pas consommés frais, mais ils peuvent être présents sur toutes les tables autour de la méditerranée indépendamment du fait qu'on sert de la viande, de la volaille ou du poisson. Le jus de citron est pressé pour parfumer toute grillade ou frites. En cuisine, c'est le zeste du fruit qui est recherché. Le citron pelé ou finement gratté donne sa propre saveur qui est très prisée en cuisine et en pâtisserie, pour la fabrication de la limonade. Le jus de citron est également utilisé pour chasser les fourmis et permet de conserver les fruits et les légumes qui s'oxydent facilement à l'air. La pulpe restant après extraction du jus commercial est une importante source d'huile essentielle, de pectines et d'acide citrique qui sont utilisés pour des formulations alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques.

En cosmétologie, le citron est utilisé pour resserrer les pores, il passe pour éclaircir la peau, résorber les comédons et s'utilise en masque antirides ou pour donner de l'éclat aux cheveux.

En médecine, il est utilisé comme antiseptique naturel mais il est aussi connu pour d'autres actions : antirhumatismale, anti-ascorbique, antifatique, diététique, digestive, expectorante, contre les effets causés par les allergies....

En parfumerie, il entre dans la composition de nombreux parfums (**Aubaile, 2002**).

4.5. Les limes « *Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle »

La Lime est un petit citron vert, qui peut cependant devenir jaune et être confondu ainsi avec les citrons jaunes. Il s'agit d'une collection variée de certains types les plus acides d'agrumes. Les limes sont parmi les plus petits agrumes cultivés commercialement dont les variétés les plus importantes sont : Lime mexicaine appelée citron vert ou lime à petits fruits et la lime à gros fruits dont le type est la variété Bears.

Les limes sont rarement consommés comme fruits frais. Elles sont pressées pour les jus, et peuvent être utilisées en cuisine et dans l'industrie agroalimentaire : Ecorces de fruits confites, sorbets, cocktails,.... (**Lv et al., 2015**).

4.6. Le cédrat « *Citrus medica* L.»

Les cédratiers sont des arbres de 3 à 5 m de hauteur maximale, à branches épineuses, à feuilles coriaces, ovales et allongées. Les fleurs sont blanches pour la variété à pulpe douce (*Citrus medica* L. var. corsican ou Cédrat de Corse) et généralement pourpres (anthocyanées) à rosées pour les variétés à pulpe acide. Les fruits sont souvent de grande taille et allongés. En fonction des variétés, ils peuvent dépasser une longueur de 15 cm et atteindre 3 kg notamment quand l'arbre est jeune. La peau du fruit est souvent irrégulière, bosselée à rugueuse et très épaisse. Elle adhère fortement aux quartiers dont la pulpe est généralement peu juteuse. Cet agrume est considéré comme l'ancêtre du citron (*Citrus limon* L. Burm.) ; il a été génétiquement identifié comme faisant partie des trois ou quatre taxons de base (espèces ancestrales) du genre Citrus (**Nicolosi et al., 2001**).

Le cédrat est aujourd'hui connu pour son utilisation alimentaire, le fruit est confit, transformé en confiture, en bonbon, en liqueur ou en eau de vie. Il peut également trouver

de multiples applications en parfumerie ou en cosmétique à travers la richesse et la diversité des composés volatils et phénoliques contenus dans les fruits et les feuilles (Nivaggioli, 2002).

4.7. Les pomelos « *Citrus paradisi (Burm.) Merrill* »

C'est un grand arbre aux feuilles ovales, larges et brillantes. Les fleurs blanches apparaissent à l'aisselle des feuilles et donnent des fruits en grappe. Quant aux fruits, appelés à tort, pamplemousses, ils sont gros, à la peau un peu épaisse et lisse, de couleur jaune ou rosée à maturité. La pulpe du fruit est blanche ou rosée, voire rouge selon la variété, et son goût légèrement amer et acide (Esabelle, 2011).

4.8. Les pamplemousses « *Citrus maxima* »

Le pamplemoussier est un arbuste (ou un petit arbre) en général épineux. Ses feuilles sont grandes, alternes pourvues d'un pétiole très ailé en forme de cœur. Les fleurs qui apparaissent au mois d'avril sont blanc-jaunâtre et odorantes. Le fruit, est une baie qui peut peser jusqu'à 8 kg sous des climats chauds et humides. La peau très épaisse, lisse ou granuleuse, varie du jaune clair au vert clair. L'intérieur du fruit se trouve la pulpe découpée en quartiers dont les vésicules sont juteuses, jaune clair, roses ou rouges. Au goût, le pamplemousse est aigre-doux. D'origine Asie du Sud-est (Esabelle, 2011).

4.9. Les kumquats « *Citrus japonica Thunb.* »

Le kumquat est un arbrisseau à croissance lente atteignant jusqu'à 5 mètres de hauteur. Les feuilles alternes, sont vert foncé et luisantes et les fleurs, petites et blanches sont très parfumées. Les fruits, ovoïdes ou allongés sont des baies orangées à la peau lisse. Le kumquat est comestible dans sa totalité (écorce + pulpe). Il est juteux, acidulé et très parfumé. D'origine Sud de la Chine (Esabelle, 2011).

5. Transformation des agrumes

Dotés d'arômes qui ne sont seulement qu'un de leurs produits, les agrumes (*Citrus*) sont un bon exemple de transformation des produits agricoles à grande échelle qui utilise une approche de raffinerie. Une gamme de culture d'agrumes est transformée pour produire des huiles essentielles à double usage aussi bien comme arômes que comme ingrédients de parfum. Il s'agit notamment de la bergamote, du pamplemousse, du citron, de la lime, de la mandarine, des oranges douce et amère.

L'industrie de la transformation des oranges dans le monde entier a un chiffre d'affaires de plus de 2 milliards de dollars par an. Plus de 400 à 500 millions d'arbres sont cultivés, principalement au Brésil et en Floride, avec respectivement environ 150 et 60 millions d'arbres, et quelques 75 000 tonnes /an de d-limonène et d'huile d'orange produites à partir du fruit et également des huiles essentielles spéciales telles que les huiles de petit grain et de néroli. Ces chiffres donnent une indication de la taille impressionnante de l'industrie (Bovill, 1996), surtout quand on considère que le rendement de d-limonène à

partir du fruit ne représente que 0,27% seulement, comparativement à un rendement de 53% pour le jus.

Les oranges sont pressées pour en extraire le jus, qui est concentré par évaporation jusqu'à environ 5 à 6 fois son poids avant d'être expédié. La peau d'orange restante est ensuite soumise à pression ou à être râpée pour en extraire la soi-disant « huile pressée à froid » ou "essence d'agrumes", source d'arômes et de nombreuses molécules utiles au parfum. Ces terpènes oxygénés constituent essentiellement une minorité de l'huile, qui est essentiellement composée de limonène et d'autres hydrocarbures terpéniques. Puisque l'oxydation des terpènes peut donner un mauvais goût, l'objectif majeur de la production d'huiles d'agrumes est de réduire sa teneur en hydrocarbures. La méthode traditionnelle est la distillation fractionnée suivie d'un lavage. Il s'agit de prendre une huile concentrée de nombreuses fois et directement la dissoudre dans une solution eau-éthanol. Bien que la distillation soit bon marché, certains constituants aromatiques volatils sont perdus. Une certaine dégradation thermique se produit, et les hydrocarbures sesquiterpéniques ne sont pas éliminés en totalité et restent donc encore disponibles pour une éventuelle oxydation (**Cheetham, 2010**).

6. Co-produits de la transformation des agrumes

Les produits résultant de la transformation d'agrumes sont les jus de fruits, les huiles essentielles et la peau. Cette dernière, avec la pulpe et les graines, constituent les résidus industriels et comptent pour 40 - 60 % du poids de la matière première. L'utilisation de ce résidu est une exigence fondamentale de l'industrie de transformation de fruits, non seulement pour des raisons économiques, mais aussi pour réduire l'impact environnemental grave que cela pourrait induire en cas d'abandon.

Les principaux sous-produits issus de ce résidu, sont les suivants : l'eau est le principal constituant de ce résidu et représente d'un point de vue quantitatif 80 à 85 % du poids. La matière sèche est constituée principalement de sucres solubles (glucose, fructose, et saccharose, et de faibles teneurs de pentoses), de sucres insolubles (cellulose, hémicellulose, protopectine), d'acides organiques (citrique, malique, isocitrique, oxalique) et une teneur importante de flavonoïdes (hespéridine dans la majorité des espèces d'agrumes, naringine dans le pamplemousse, bergamote et bigarade, le diosmine (analogue à l'hespéridine) et ériodicitrine dans la peau de citron). Les constituants inorganiques du résidu diffèrent de ceux présents dans le jus, principalement par leur teneur élevée en calcium. Les écorces de lime, de bergamote et de citron sont principalement utilisées dans l'extraction de la pectine alors que les écorces d'autres agrumes sont presque totalement utilisées comme aliments pour animaux. Les huiles essentielles mènent à des sous-produits intéressants tels que les huiles concentrées, les huiles déterpénées et des formulations d'alcool et de d-limonène. Parmi les utilisations multiples de d-limonène, notons ses applications dans la production de résines synthétiques, son utilisation comme solvant dans la substitution des solvants minéraux et en tant que base pour la synthèse de composés aromatiques (**Di Giacomo et al., 1992 ; Kesterson et Braddock, 1976**).

7. Huiles essentielles et essences des agrumes

Les huiles essentielles de la famille des rutacées, notamment les huiles d'agrumes sont largement utilisées comme arômes et parfums en fonction de la partie de la plante soumise à l'extraction et des espèces ainsi que, de la méthode employée pour leur extraction.

La culture d'agrumes est très répandue partout dans le monde où un climat favorable existe. Les huiles conduisant à la plus grande production comprennent l'orange, le citron, le pamplemousse, la mandarine.

La distillation des fleurs d'agrumes conduit à une huile appelée «huile essentielle de néroli » très sollicitée par les parfumeurs. L'hydrolat qui est un sous produit de cette distillation s'appelle « eau de fleur d'oranger », très appréciée tant à l'échelle ménagère qu'industrielle.

L'écorce des fruits d'agrumes contient une essence récupérée soit par distillation ou par expression à froid. Enfin, à partir des feuilles et des brindilles d'agrumes nous obtenons une huile qui porte le nom d'huile de petit grain (**Peyron, 2002**).

8. Composition des HE et des essences d'agrumes

Les fruits d'agrumes ont des arômes distinctifs car ils libèrent de petites quantités de composés volatils dans l'atmosphère. La quantité des substances libérées augmente avec la maturité des fruits et l'élévation de la température de stockage. L'émission des substances volatiles augmente aussi considérablement si la peau est blessée ou coupée et les sacs à huiles rompus.

Ces huiles volatiles sont associées aux saveurs et arômes caractéristiques des agrumes. Chimiquement parlant, il s'agit notamment d'hydrocarbures terpéniques (monoterpènes, sesquiterpènes), alcools, esters, aldéhydes, cétones et acides organiques volatils. Ces huiles sont généralement présentes dans l'écorce au flavédo mais se trouvent aussi dans les sacs d'huiles intégrés dans les vésicules de jus. Cependant, la quantité présente dans les vésicules à jus est plus faible que la quantité présente dans le flavédo; de même, leur composition diffère de l'un à l'autre.

Les huiles volatiles d'agrumes comprennent plus de 150 composés. Dans la plupart des cas, ces volatiles doivent être isolés et concentrés par un moyen physique tel que la distillation et/ou par un moyen chimique : extraction par solvant suivie d'un séchage. Les essences sont obtenues par pression à froid ou lors de la concentration du jus congelé d'orange, qui constitue une valeur importante en tant qu'aromatisant (**Moshonas et Shaw, 1979**).

9. Aspect économique

Parmi les raisons qui ont donné aux agrumes un poids économique sur la scène internationale figurent leurs bienfaits sur la santé, attribués relativement à la présence de composés bioactifs, tels que les composés phénoliques la vitamine C (**Halliwell, 1996**), et les caroténoïdes (**Rao et Rao, 2007**). Bien que les fruits soient utilisés principalement pour le dessert.

Les huiles essentielles des Citrus deviennent un des principaux produits de commercialisation internationale (**Hüsnü et al., 2015**). Ces essences peuvent être commercialisées et utilisées pour leurs activités biologiques : pouvoir antioxydant, pouvoir antiseptique, antibactériennes et antifongiques, Comme on dit : à ces niveaux de qualité, correspondent des niveaux de prix différents. Cependant du point de vue commercial, les huiles essentielles de Citrus présentent une importance économique considérable, leur prix varie en fonction du procédé utilisé pour l'extraction, de l'origine et de la qualité (**Ragonese et al., 2011**).

La production d'agrumes est très répandue autour du globe. Cependant, la majeure partie de la production se concentre dans certaines zones géographiques et est cultivée dans l'hémisphère Nord (environ 70 % de la production totale). Les principaux pays producteurs d'agrumes et spécifiquement d'orange durant les trois dernières années sont le Brésil, la Chine et des Etats-Unis. Ces pays comptent pour plus de deux tiers de la production totale d'agrumes (**Bousbia ,2011**).

10. Relation tritrophique plante hôte –prédateurs-parasitoïdes

Les écosystèmes cultivés et forestiers sont caractérisés par une grande diversité d'interaction entre les plantes et les insectes, dépendante les unes des autres (**Pearson et Dyer ,2006**). Ces interactions trophiques sont liées à la complexité et à la diversité de l'entomocénose. Ainsi, les insectes sont soumis à des relations de prédation, de parasitisme ou de concurrence, qui peuvent modifier l'intensité de leur interaction trophique avec les plantes. Ces interactions interspécifiques, telle que le mutualisme, la compétition ou la prédation, s'effectuent entre différents niveaux trophiques regroupant notamment les producteurs primaires, les consommateurs primaires, les consommateurs secondaires ou ennemis naturels.

Dans ce système de relation tritrophique, chaque niveau trophique est influencé par les autres (**Poppy, 1997 ; Karimzadeh et al., 2004 ; Karimzadeh et Wright, 2008**). Les interactions complexes qui unissent les protagonistes sont le fruit d'une fascinante coévolution ou chaque niveau développe des adaptations pour survivre aux dépens de l'autre. Ainsi, la diversité spécifiques des plantes hôte et des ennemis naturels a des conséquences importantes sur les phytophages, notamment sur leur abondance (**Aquilino et al., 2005**).

Les interactions trophiques entre les plantes et les insectes phytophages reposent sur trois niveaux trophiques et sont régies par un grand nombre de stimuli chimique impliquant :

- Les plantes hôtes, premier niveau trophique : métabolisme secondaire, terpènes, " composés a note verte " ou " green leaf volatiles" , etc (**Flint et al., 1979 ; Turlings et al., 1990 ; 1992 ; De Moraes et al., 2001**).
- Les ravageurs, second niveau trophique : phéromones d'agrégation, sexuelles et d'alarme, produits sécrétés et excrétés, etc. (**Kennedy, 1984 ; Nordlund et al., 1985 ; Symondson et al., 2002**).
- Les insectes auxiliaires (parasitoïdes et prédateurs), troisième niveau trophique.

Les insectes jouent un rôle essentiel dans la chaîne trophique. Un grand nombre d'espèces végétales doivent leur existence et leur reproduction à des insectes. Abeilles, bourdons et autres syrphes, en visitant les fleurs les unes après les autres en quête du nectar mis à leur disposition par les plantes, paient leur tribut en offrant leurs services de convoyeurs de pollen.

La relation de l'insecte à la plante est une clé pour comprendre et utiliser mieux chacune de ces situations. Le bourdon recherche activement la plante qu'il pollinise: la plante produit des fleurs colorées qui lui fournissent des repères. La chenille est exigeante quant à la plante qu'elle consomme : certaines plantes produisent des réactions de défense qui la dérangent. Le parasitoïde est attiré par la plante qui héberge sa victime : la plante modifie son odeur quand elle est infestée, et l'attraction n'en est que plus intense pour le parasitoïde qui viendra à son secours. Mieux comprendre ces relations ouvre la possibilité de les perturber ou au contraire de les favoriser selon que l'on souhaite améliorer ou freiner l'interaction avec l'insecte **(Montoya et Skelly, 1995)**

11 .Systématique et taxonomie des plantes modèles

Selon **Cronquist (1981)** la systématique du romarin est la suivante :



Figure 2: *Rosmarinus officinalis* (Quezel et Santa, 1963).

Règne: Plantae

Embranchement: Spermaphytes

Sous embranchement: Angiospermes

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnioloopsida

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiacées

Genre : *Rosmarinus*

Espèce 1 : *Rosmarinus officinalis*

Espèce 2 : *Rosmarinus tournefortii*

Noms vernaculaire : Ikilil al jabal, Klil, Hatssa louban, Hassalban, Lazir, Azîir, Ouzbir, Aklel, Touzala (**Lucienne, 2007**).

Etymologie : Le nom « romarin » vient du latin « ros marinus » (rosée de mer) (**Auguste, 1862**), ou bien du grec « rhaps myrinos » (buisson aromatique) (**Helmut, 1996**), ou encore du latin « rhus marinus » (Sumac de mer) (**Rameau et al., 2008**). On l'appelle également « herbe-aux-couronnes », et en provençal, « encensier » (**Huguette, 2008**).

11.1 Distribution géographique Le romarin possède une aire géographique très vaste, il pousse sur tous types de terrains avec une préférence pour les sols calcaires, argileux, argileux-limoneux, situé dans les endroits ensoleillés, chauds, secs et abrités du vent. *R. officinalis* est répandu sur la plupart des maquis, garrigues et rivages marins alors que le *R. tournefortii* est plus apte à se développer sur les rocailles jusqu'à 1500m d'altitude. Il accompagne souvent le pin d'Alep, la sauge, le thym (**Quezel et Santa, 1963; Gilly, 2005**).

Le romarin officinal est spontané dans toute la région méditerranéenne (Maroc, Algérie, Tunisie, Libye, France, Espagne, Portugal, Grèce, Turquie et Italie). cependant, étant donné qu'il est cultivé depuis l'antiquité, on le retrouve dans de nombreux pays d'Europe et d'Asie notamment l'Inde, les Philippines, les Antilles, l'Australie, les Etats-Unis et le Mexique (**Pelikan, 1986 ; Teuscher et al., 2005**).

Contrairement au *R. officinalis*, le *R. tournefortii* est seulement répandu en Afrique du Nord et au sud de l'Espagne où il est considéré comme endémique. En Algérie les différentes espèces de romarin s'étalent sur une superficie excédant 100000 hectares (**Bensebia et al., 2009**) sur la bande littorale et hauts plateaux et est dénommé généralement "Klii" ou "M'zir" dans les régions Berbérophones. Le *R. tournefortii* semble être plus rare dans les régions littorales et Atlas Tellien Algérois et Oranais ainsi que les hauts plateaux centre et ouest (**Quezel et Santa, 1963**).



Figure 3 : photos des feuilles et des fleurs du romarin.

<https://www.agriculture-afrique.com>

11.2. Description botanique des plantes modèles

11.2.1. *Rosmarinus officinalis*

Arbrisseau qui peut atteindre 2m de hauteur. Cette espèce se distingue par une inflorescence et calice à pilosité pruineuse très courte constituée par des poils étroitement appliqués. Inflorescences en épis très courts, à bractées squamiformes de 1-2 mm, rapidement caduques. (Quezel et Santa, 1963).

11.2.2. *Rosmarinus tournefortii*

Dénoté également « *Rosmarinus eriocalyx* Jord. et Fourr » et dont l'épithète signifie calices laineux, se réfère à la frappante couverture de poils dense. En effet cette espèce se distingue par une inflorescence et calice à pilosité double, l'une courte et visibles à l'œil nu, l'autre constituée par de longs poils dressés glanduleux au sommet. Inflorescences plus longues que chez *Rosmarinus officinalis*, à bractées amples cordiformes, longues de 3-4 mm De plus, *Rosmarinus Tournefortii* possède des feuilles plus petites (5 à 15 mm de long et moins de 2 mm de large) avec des pédoncules floraux à poils denses. Cette espèce est également connue pour avoir une croissance lente avec des hauteurs généralement de 25cm et qui n'excèdent jamais 1m donnant ainsi à la plante un aspect prostré (Quezel et Santa, 1963).

Floraison : La floraison commence dès le mois de février, parfois en janvier et se poursuit jusqu'en avril-mai .Certaines variétés peuvent fleurir une deuxième fois en début d'automne. La couleur des fleurs, qui se présentent en grappes assez semblables à des épis, varie du bleu pâle au violet. Leur calice est velu, à dents bordées de blanc. Elles portent deux étamines ayant une petite dent vers leur base. La lèvre inférieure de la corolle est profondément divisée, faisant penser au labelle de certaines orchidées. Comme pour la plupart des Lamiacées, le fruit ovoïde, est entouré par un calice persistant, tétrakène. Ce dernier est de couleur brune, il attire les insectes anthophiles pour assurer la pollinisation (entomogame) (Hamraoui, 1994).

Récolte : Le romarin fleurit de Janvier jusqu'à l'automne, c'est presque toute l'année que l'on peut en faire la cueillette, toutefois la meilleure époque en vue de la distillation s'étend de Mai à Juillet et même jusqu'à Septembre. La parfumerie demande toute la plante fleurie, coupée par un temps chaud et sec (Perrot et Paris ,1971).

11 .3 .Usage du romarin

Les extraits végétaux du Romarin ont plusieurs usages.

11 .3.1.Usage médicamenteux (Phytothérapie)

Selon Bousbia (2011)

Voie externe : Pour les traitements externes tels que les entorses, les foulures, les contusions, et les torticolis, on emploie les sommités infusées dans de l'alcool. L'extrait alcoolique lui-même agit sur les ulcères, les plaies, et les dermatoses

parasitaires. L'huile essentielle du Romarin soulage les troubles rhumatismaux et de la circulation sanguine. Ainsi, elle soigne les blessures, soulage les maux de tête, améliore la mémoire et la concentration, fortifie les convalescents, combat les effets du stress et de la fatigue, et traite l'inflammation des voies respiratoires.

Voie interne ; Le romarin est un stimulant, antispasmodique et cholagogue. On l'indique pour ses qualités stimulantes dans les dyspepsies atoniques, les fermentations intestinales, les asthénies, le surmenage, et les états adynamiques des fièvres typhoïdes, et de la grippe. En sa qualité d'antispasmodique, il est bénéfique dans le catarrhe chronique des bronches, la coqueluche, et les vomissements nerveux. C'est un bon cholagogue utilisé dans les cholécystites chroniques, certaines ascites et cirrhoses, les ictères. Aussi, il est considéré comme un emménagogue (aménorrhée dysménorrhée), un diurétique (hydropisies), un anti-VIH, et anti-cancer.

11.3.2. Parfumerie et cosmétique

Selon **Martini (2011)** le romarin entre dans la composition de parfums surtout les parfums masculins, les eaux de Cologne, ainsi que dans la formulation des pommades dermiques. Grâce à la capacité de stimulation des terminaisons nerveuses cutanées, le romarin est employé comme tonique dans des bains moussants, et comme liniment pour muscles fatigués à une dose de 1 à 2%. Il a des propriétés dermo-purifiantes qui permettent son utilisation dans la préparation de déodorants, et en lotion et shampooing.

11.3.3. Industrie agro-alimentaire

Les extraits végétaux du romarin présentent un pouvoir antioxydant important et peuvent être appliqués à la conservation des aliments et des huiles lipidiques. Ces propriétés sont dues aux acides polyphénoliques (rosmarinique, caféique) (**Zoubeidi, 2004**). Le romarin est également utilisé pour parfumer les grillades. Quelques branches sont alors utilisées dans la confection d'une marinade ou une branche comme pinceau pour enduire la pièce à griller de marinade. Il est également possible de fumer la viande ou le poisson en déposant quelques branches sur les charbons, ou en petite quantité dans un fumoir (**Camille, 2002**)

12. Composition chimique d'une huile essentielle

L'huile essentielle est constituée de plusieurs molécules chimiques de synthèse naturelle. Ces molécules sont différentes selon la nature de la plante et le sol dans lequel la plante va croître (**Angioni et al., 2004 ; Tucker et Maciarello, 1986**), le temps de récolte (**Celiktas et al., 2007**), la partie de la plante (**Flamini et al., 2002 ; Parry, 1921**), la préparation de l'échantillon (**McCormick et al., 2006**), ainsi que la méthode d'extraction (**Boutekedjiret et al., 2004**).

Tableau 1: Composition chimique du *Rosmarinus*

	Composés	Références
Huiles essentiels	1,8 cinéole	(Akroum, 2006).
	alpha-pinène camphre camphène	(Rao et al., 1998).
Flavonoïdes	Lutéoline	(Akroum, 2008).
	Quercetine	(Ibañez et al., 2003).
	Genkwanine	
	Cirsimaritine	(Okamura et al., 1994).
	Eriocitrine Hesperédine Diosmine Lutéoléine apigénine	(Yang et al., 2008).
Tanins		(Hui, 2010).
Diterpènes	Acide carnosolique	(Akroum, 2006).
	Rosmadial	
Triterpènes et Stéroïdes	Acide aléanolique	(Akroum, 2006).
	Acide ursotique	(Yang et al., 2008).
Lipides	n-alkanes	
	isolalkanes	(Akroum, 2006).
	alkènes	
Acides phénoliques	Acide vanillique	(Makhloof ,2013).
	Acide caféique	
	Acide p-coumarique	

	Acide rosmarinique Rosmaricine	(Hui, 2010)
--	-----------------------------------	-------------

12.1. Huile essentielle chémotype et non chémotype

Le chémotype d'une huile essentielle est une référence précise qui indique le composant biochimique majoritaire distinctif, présent dans l'H.E. C'est l'élément qui permet de distinguer des H.E extraites d'une même variété botanique mais, d'une composition biochimique différente. Cette classification permet de sélectionner les huiles essentielles pour une utilisation plus précise, plus sûre et plus efficace (**Pibiri., 2005**).

Chapitre II:

Matériel et méthodes

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

Objectif de travail

Notre étude a pour objectif d'étudier les potentialités biocide de deux espèces du romarin *Rosmarinus Officinalis* et *Rosmarinus Tournefortii* issues de différents modes culturels (application de lombricompost solide, application de lombricompost liquide, application d'une solution saline avec 25 ml/mol, et application de l'eau de ville) sur la biocénose du *Citrus* sp.

1. Présentation des zones d'étude

1.1. La Mitidja

Les régions d'étude (Tipaza, Alger et Blida) font partie de la plaine de la Mitidja. La Mitidja est une dépression longue de large resserrée entre l'Atlas Tellien au sud et les rides sahéliennes d'altitude peu élevée atteignant 60 m en moyenne. Cette vaste plaine sublittorale est bordée à l'est par Bou Zegza, un massif calcaire qui culmine à 1050 m par une série de collines situées entre Boudouaou et Boumerdes, d'altitudes peu élevées comprises entre 50 et 100m. Cet ensemble de montagnes et de collines encadre la plaine et lui laisse peu d'accès vers la mer, à l'exception d'un couloir assez large formé par l'oued Réghara. Au sud et au sud - ouest, ce sont les masses de l'Atlas Blidéen qui atteignent 1600 m d'altitude avec un pic à 1620 m à la montagne de Mouzaia, bômé par les monts de Zaccar de 800 m de haut. Dans la partie occidentale de l'Atlas Blidéen, les collines du Sahel entrent en contact avec le massif montagneux du Chenoua qui s'élève à 905 m et rejoignent plus au sud, au niveau du plateau de Fadjana, les premières hauteurs du Djebel Thiberrarine à 853 m (**Mutin, 1977**). En effet, la Mitidja s'étale sur près de 150.000 ha (36° 29' à 36° 44' N.; 2° 25' à 3° 17' E.). Dans le quadrilatère formé par Larbaa, Birtouta, Oued El Alleug et Soumâa, de vastes vergers d'agrumes s'étendent. Cependant autour de Boufarik, de Blida et de Rouiba, des plantations de néfliers et d'autres Rosacées tels que les pommiers, les poiriers, les pêchers, les abricotiers, les pruniers et les amandiers alternent avec des parcelles de céréales et de cultures maraîchères (**Doumandji, 1981**).

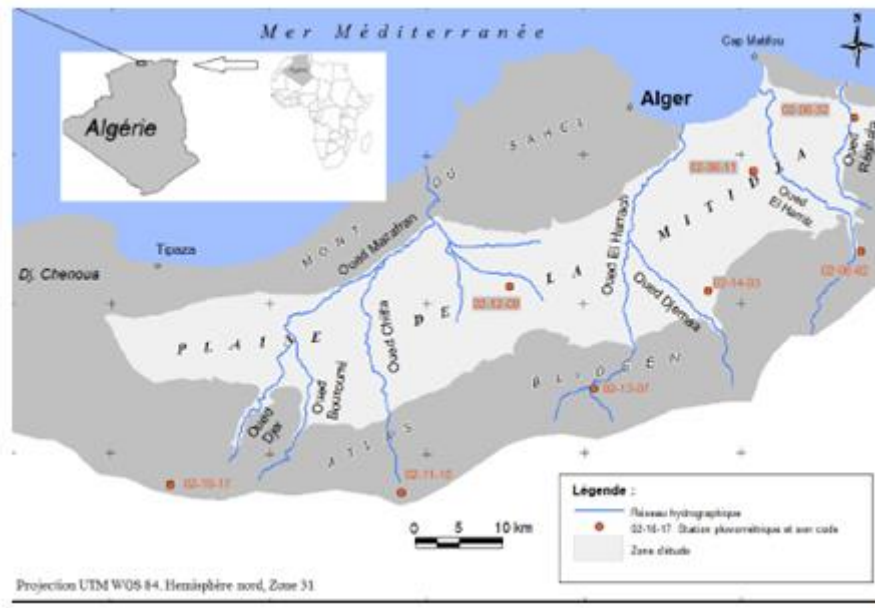


Figure 4: Localisation géographique de la plaine de la Mitidja. Echelle: 1/500 000 (Source support: Google earth, 2011).

2. Matériel d'étude

2 .1. Matériels biologique

1. .1 .1. Origine du matériel végétal

Le matériel végétal, *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii* pour l'extraction des huiles essentielles et l'étude de leurs effets biocide .Ce matériel a été récolté au niveau de deux sites différents, Jardin d'Essais d'El Hamma et Mausolée royal de Maurétanie.



Figure 5: Peuplement de deux romarins du site d'étude a : *Rosmarinus officinalis* b: *Rosmarinus tournefortii* (Original)

2.1 .2 .Site d'étude de jardin d'essai d'EL Hamma

La conduite des différents régimes de nutrition organique et la cueillette du matériel végétal (*Rosmarinus officinalis*) a été réalisée au niveau du carré botanique de jardin d'essai, situé dans le quartier d'EL Hamma à Alger, est un jardin luxuriant, qui s'étend en amphithéâtre, au pied du musée national des Beaux -Arts, de la rue Mohamed – Belouizdad à la rue Hassiba –Beb –Bouali sur une superficie de 32 hectares (Anonyme ,2020).



Figure 6: Image satellite du carré botanique de jardin d'essai (Google -Earth)

2 .1.3. Site d'étude Mausolée royal de Maurétanie

La conduite des différents régimes de nutrition organique et la cueillette du matériel végétal (*Rosmarinus tournefortii*) a été réalisée dans la région de Tipaza, sur les crêtes des collines du Sahel algérois, surplombant le village de Sidi Rached (tambour de la chrétienne), à 36°34'31,47" latitude Nord, 2°33'12,08" longitude Est, et à une altitude de 261mètres, nous avons récolté le *Rosmarinus tournefortii*.



Figure 7 : Image satellite de zone d'étude au niveau de Mausolée royal Mauritanie (Google -Earth)

3. Etude climatique de La région de Blida

Les facteurs climatiques conditionnent l'évolution des êtres vivants, qu'ils soient d'origine animale ou végétale. Leurs actions interviennent aux différentes phases du cycle biologique, du stade embryonnaire jusqu'au stade adulte.

Le climat influence de manière dynamique les interactions entre les plantes, les insectes ravageurs et les ennemis naturels. La température s'avère un facteur abiotique déterminant de la dynamique entre les ravageurs et leurs ennemis naturels, lesquels possèdent chacun leurs propres limites et optimum thermique (**Huffaker et Gutierrez, 1999**).

C'est pour cela qu'il est nécessaire de donner un aperçu sur les fluctuations climatiques, à savoir les précipitations, les températures et l'hygrométrie.

3.1. Caractéristique climatique

Vu les difficultés rencontrées pour l'obtention des données climatiques de dix ans (2011-2021) nous avons pris les résultats d'une étude du climat établis par l'agence nationale des ressources hydrauliques de la wilaya de Blida.

Pour la période 2011-2021, le diagramme établi fait ressortir des périodes humides et des périodes sèches.

3.1.1. La pluviométrie

L'eau est un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres afin d'assurer un équilibre biologique (**Mercier A, 1999**).

Les précipitations mensuelles en Mitidja ont un régime typiquement méditerranéen avec un maximum en hiver et un minimum en été (**Anonyme, 2021**), variant entre 600 mm et 700 mm en fonction de la région considérée (localisation géographique et l'altitude) (**Mutin, 1977**). Cette distribution inégale des précipitations au cours du cycle annuel et

l'alternance saison humide et saison sèche joue un rôle régulateur dans les activités biologiques des ravageurs.

Le tableau (1), représente les moyennes pluviométriques mensuelles pour la période de (2011- 2021).

Tableau 2 : les moyennes pluviométriques mensuelles pour les dix ans 2011-2021(Blida).

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
P (mm)	97,1	72,8	86,8	82,5	51,1	14,3	1,4	9,5	23,7	42,7	94,7	83,6

La source : l'agence nationale des ressources hydrauliques de la Wilaya de Blida.

3.1.2. La température

La température représente un facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métabolique et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivant dans la biosphère. Les données thermiques, à savoir, les températures minimales (m), maximales (M) et moyennes mensuelles $[(m + M) / 2]$ au cours de la période (2011-2021).Le tableau (2), indique qu'au cours de la période (2011-2021), les plus basses températures sont observées respectivement au mois de janvier, février et décembre Avec une valeur de 8.2°C, 9.1°C et 9.4°C, alors que les températures les plus élevée sont enregistrées respectivement au mois de juillet et août avec une valeur de 34.8°C et 34.6°C.

Tableau 3 : les températures moyennes mensuelles de la période (2011- 2021).

Mois T°	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
T° Moy	11,8	12,6	14,6	16,5	20,6	24,3	28,7	28,7	25,3	20,5	16,2	12,9
T° Max	15,9	16,6	18,1	21,6	25,7	30,6	34,8	34,6	30,0	25,4	19,8	17,2
T° Min	8,2	9,1	11,2	12,2	15,7	17,9	22,8	23,9	20,8	16,7	13,0	9,4

La source : l'agence nationale des ressources hydrauliques de la Wilaya de Blida.

3.2. La Synthèse climatique

Les paramètres qui constituent le climat constituent les facteurs qui déterminent la distribution des organismes de la biosphère (**Lacoste et Salanon, 2001**). La caractérisation du climat est fondée sur l'analyse et la synthèse de données climatiques relevées dans une région donnée. Il est évident que les facteurs écologiques notamment climatiques n'agissent pas séparément mais simultanément (**Ramade, 1984**). Afin de caractériser la région d'étude, le diagramme Ombrothermique de Gaussen et le climagramme d'Emberger sont les deux méthodes retenues.

3.2.1. Diagramme Ombrothermique

Les diagrammes Ombrothermique sont utilisés pour refléter une image de synthèse du climat. Ce diagramme a été réalisé avec les données relevées par l'agence Nationale des Ressources Hydrauliques de la Wilaya de Blida.

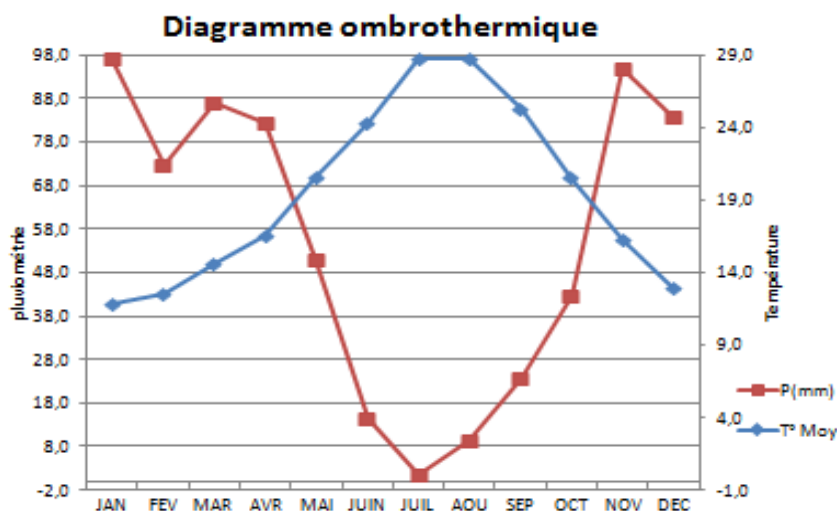


Figure 8 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен relatif à la région de Blida.

Bagnouls et Gausсен définissent le mois sec lorsque la somme des précipitations moyennes exprimées en (mm) est inférieure au double de la température de ce mois ($P=2T$). Ils ont proposé un diagramme où on juxtapose les précipitations et les températures. Lorsque la courbe des précipitations rencontre celle des températures et passe en dessous de cette dernière, nous avons une période sèche.

Le diagramme Ombrothermique pour la wilaya de Blida de la période de (2011-2021) (figure 8) montre que la période humide s'étale sur six mois et demi du mois de janvier jusqu'à mi-avril, et mois de novembre jusqu'au décembre. la période sèche s'étale sur Cinque mois et demi allant de mi-avril jusqu'au mois octobre.

4. Présentation de la station d'étude de Soumaa

L'étude de la potentialité biocide des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii* issues de différents modes culturaux sur la biocénose du *citrus sp* a été réalisée dans la région de Soumaa, située dans le sublittoral, au piémont de l'Atlas Blidéen à 7 km de la ville de Blida, à une altitude de 80 à 260 m, une longitude de 2°45' et une latitude de 36° 35' (**Loucif et Bonafonte, 1977**). Le site d'étude de la station expérimentale de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie est adossée au piedmont de l'Atlas Blidéen est à une altitude de 200 m et d'exposition sud. Elle s'étale sur une superficie totale de 42,85 ha (Figure 9), dont 40, 35 ha de superficie agricole utile comprenant 31, 25 ha de terre nue cultivable à vocation fourragère et 9, 10 ha de plantations pérennes d'arbres fruitiers Rosacées à noyaux et à pépins, d'olivier et d'agrumes. Les cultures annuelles sont les graminées à grains (orge, blé) et fourrages

(vesce à avoine). Les cultures saisonnières maraichères de plein champs et sous abri (Aroun, 2015).



1: verger multi variétal et abri serre : 2-3 : abricotiers : 4à13 : culture fourragère :14 : terre inclut.

Figure 9: Plan parcellaire de la station expérimentale (Google earth, 2021).

4.1. Présentation du verger d'agrumes.

Le verger se situe dans la parcelle N° 01 (Fig.10). Il est limité au Sud par un verger de poirier/pommier, à l'Ouest par une culture fourragère (orge, avoine). A la limite Nord est installé un rucher d'une dizaine de ruche, à l'Est un brise-vent de Casuarina. Les variétés d'agrumes cultivées ayant installée en 2002.



Figure 10 : Situation de verger d'agrumes (Google earth ,2021).

5. Méthode d'extraction et formulation des huiles essentielles de deux espèces du romarin.

5.1. Extraction de l'huile essentielle par hydro-distillation

L'extraction de l'huile essentielle de la partie aérienne de *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii* été réalisée par hydrodistillation de type Clevenger, Il est constitué d'une chauffe ballon, un ballon de 1L, une colonne de condensation de la vapeur (réfrigérant) et un collecteur en verre qui reçoit les extraits de la distillation. L'huile essentielle obtenue est conservée au réfrigérateur dans un flacon en verre brun fermé hermétiquement à 4°C et à l'ombre. Le principe de cette méthode est basé sur un entrainement des constituants volatiles de l'huile essentielle par la vapeur d'eau. Cette dernière chargée des produits volatils est condensée dans un réfrigérant pour donner de l'huile essentielles après décantation **70g** des échantillons séchés de *Rosmarinus officinalis* et de *Rosmarinus tournefortii*, sont mises dans un ballon, additionné de **800 ml** d'eau distillée. L'ensemble est porté à ébullition, après l'apparition de la première goutte de distillat à la sortie du tube de condensation de la vapeur, l'huile essentielle est alors entraînée par la vapeur d'eau, Elle est ensuite condensée en passant par un condensateur, fixé par un support approprié en position verticale pour faciliter l'écoulement du distillat. Le temps de cette extraction est d'environ deux heures et demie. Le distillat obtenu est récupéré dans une ampoule à décanter. Le mélange est laissé au repos quelques minutes, ce qui résulte l'apparition de deux phases, l'une est organique (huile essentielle) et l'autre est aqueuse. En fin, le distillat est recueilli dans un tube à essai et l'huile essentielle sera par la suite récupérée dans un flacon approprié.

5.2 .Formulation de l'huile essentielle de deux espèces du romarin

Elle consiste à additionner à l'huile essentielle un ou des adjuvants afin de faciliter sa conservation et d'homogénéiser son étalement et son absorption par le substrat. Le protocole de la formulation nous a été fourni par le **Pr. Djazouli Z .E ., 2021** enseignant chercheur au département des Biotechnologies et Agro-écologie de l'université de Blida1.

5.3. Préparation des dilutions

Une solution de chacune des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii* ont été préparées en diluant des quantités de: (2g Formulation Mère/1L d'eau de ville).

5.4. Dispositif expérimental

La parcelle expérimentale est divisée en onze blocs de cinq plants chacun. Les cinq premiers blocs traitée par l'huiles essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis* et les cinq second par l'huile essentielle formulée *Rosmarinus tournefortii* et un bloc témoin.

Au moment du choix des blocs, nous avons évité les bordures de verger à fin d'assurer une bonne qualité d'échantillonnage. Les blocs sont séparés pour empêcher l'interférence entre les effets des différents traitements.

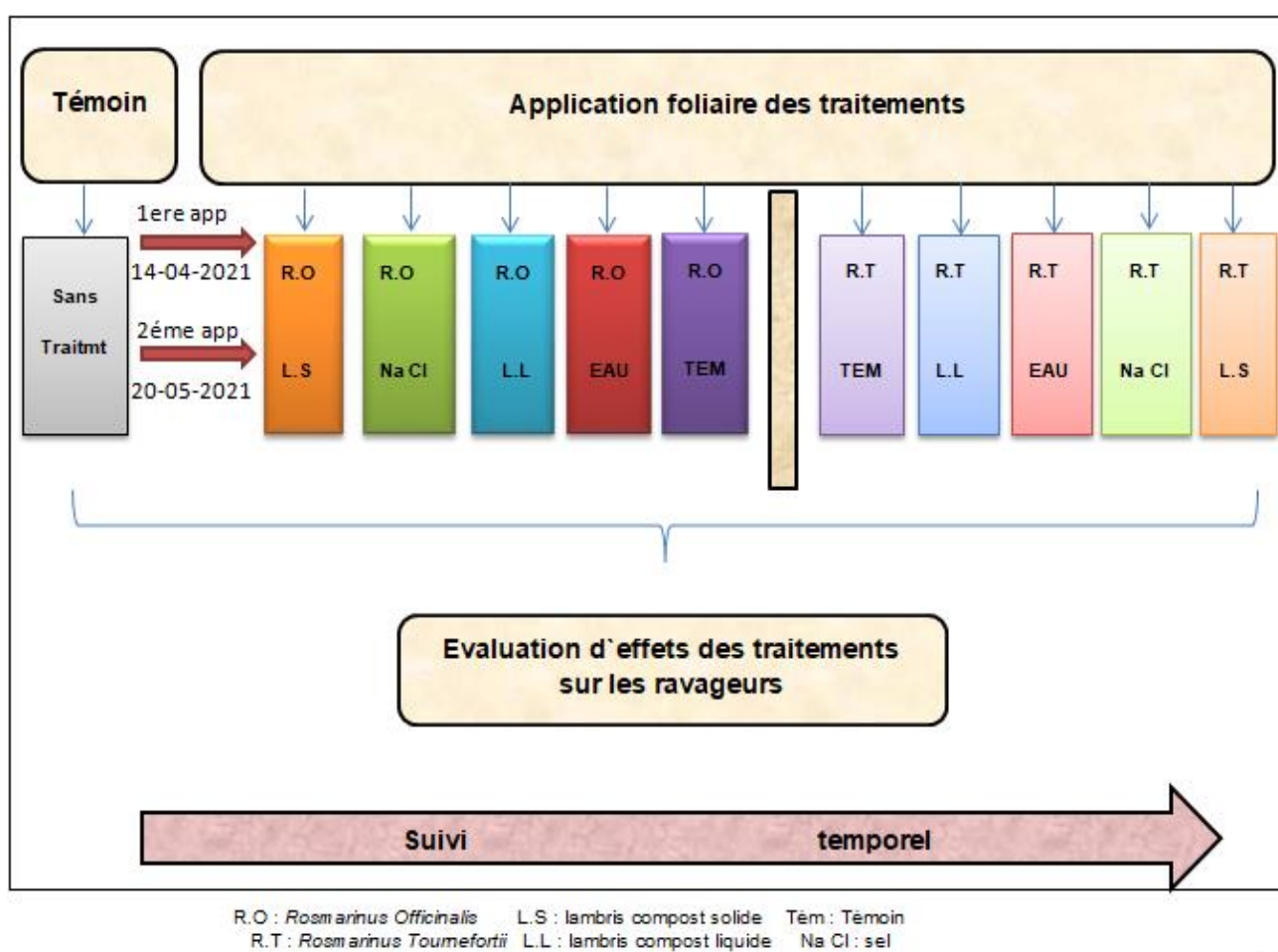


Figure11 : Schéma rétrospectif de la logique des traitements appliqués (Original, 2021).

5.5. Application des traitements et échantillonnage

Les applications par pulvérisation foliaire des différents traitements et témoin, ainsi que les dénombrements foliaires des ravageurs durant les 5 mois de suivi ont été réalisés chaque 15 jour avant et après traitement.

L'effet sanitaire des différentes huiles essentielles formulées sur l'infestation des différents ravageurs folivores a été estimé par l'observation sous loupe binoculaire d'une

feuille prélevée de chacun des 10 blocs de chacun des 5 arbres des 10 traitements et témoin, selon le schéma directeur reporté sur la figure 12.

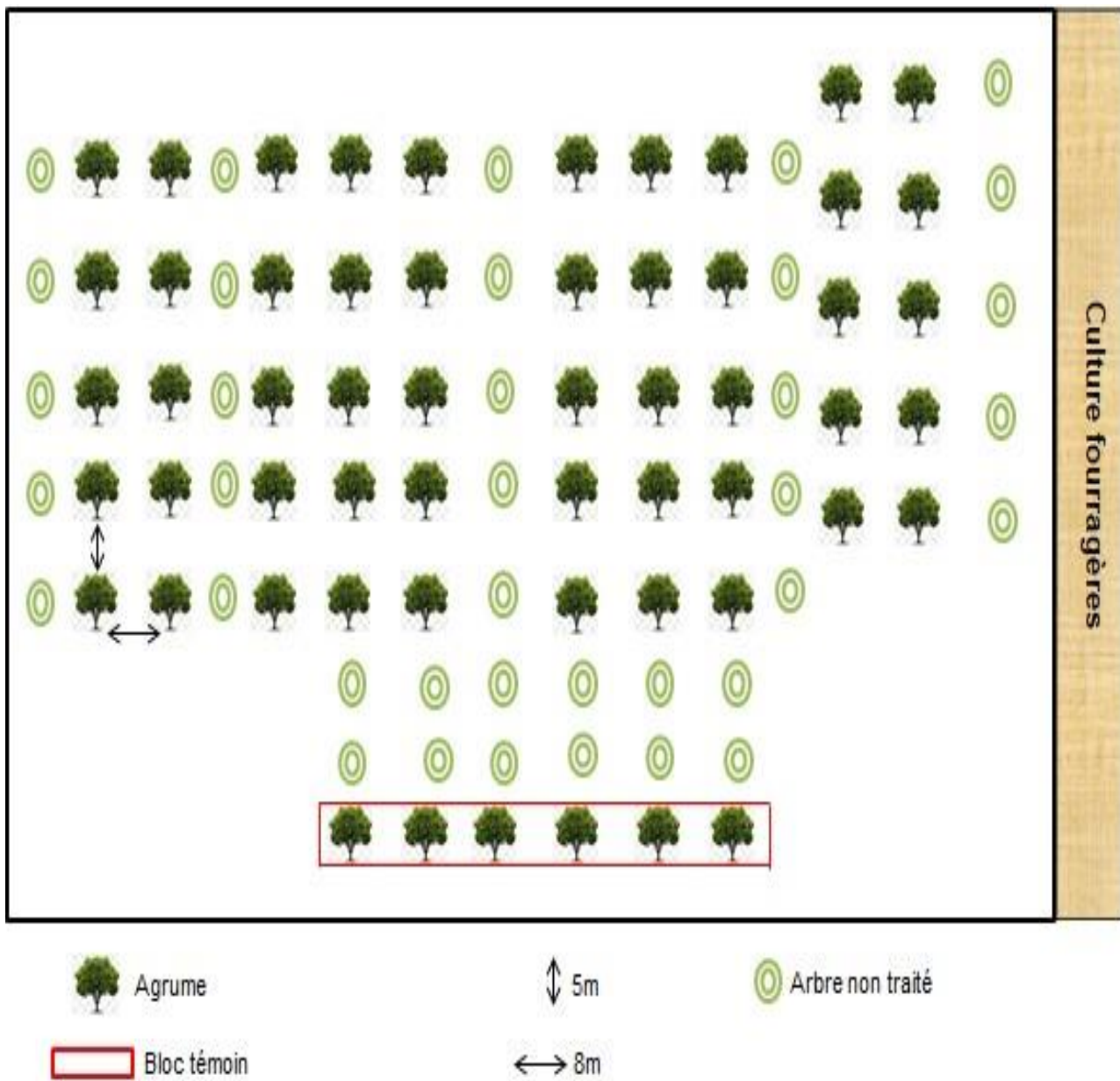


Figure 12 : Schéma directeur et explicatif de l'effet des huiles essentielles formulées sur l'installation des ravageurs folivores de *citrus sp*

6. Exploitation des résultats

Les résultats relatifs aux dénombrements sur feuilles des différentes espèces sont exploitées selon la méthode des indices écologiques et par une analyse statistique afin de déterminer la diversité entomologique.

6.1 .Indices écologiques

Les indices écologiques notamment la constance et l'abondance relative ont été utilisées pour l'exploitation des résultats de la diversité entomologique recensée à l'échelle des ordres et des familles, ainsi qu'au niveau des espèces.

6.1.1. La fréquence centésimale: Abondance relative

C'est le pourcentage des individus de l'espèce (n_i) par rapport au total des individus N de toutes espèces confondues (**Dajoz, 1971**).

La formule est donnée comme suit :

$$F \% = n_i \times 100 / N$$

n_i = Nombre des individus d'une espèce.

N = Nombre total des individus toutes espèces confondues.

L'abondance relative renseigne sur l'importance de chaque espèce.

6.1.2. Constance

La constance est le rapport exprimé sous la forme de pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée par rapport au nombre total de relevés (**Dajoz, 1985**).

La constance est calculée par la formule suivante:

$$C \% = P_i \times 100 / P$$

Avec:

P_i = Nombre de relevés contenant l'espèce étudiée

P = Nombre total de relevés effectués

On considère qu'une espèce est:

- **Accidentelle:** si $C \% < 25\%$: dans ce cas l'espèce arrive par accident ou par hasard. Elle n'a aucun rôle dans le peuplement.
- **Accessoire:** si $25\% \leq C \% < 50\%$. Celle-ci appartient au peuplement et sert à son fonctionnement.
- **Régulière:** si $50 \% \leq C \% < 75\%$
- **Constante:** si $75\% \leq C \% < 100\%$
- **Omniprésente:** si $C \% = 100$

Les espèces constantes et omniprésentes sont les plus dominantes, car elles ont plus de nourriture et sont d'étendue plus vaste (**Dajoz, 1985**).

7 .Analyses statistiques

Les résultats présentés sous forme de courbes, réalisées par un logiciel Excel représentent les ravageurs des agrumes.

7.1. Test de Wilcoxon

La succession écologique de population ont été étudiées en calculant le barycentre ou l'abondance maximale. Le temps d'apparition d'induction (ou lag) qui estime la succession a été évalué par le test de crosscorelation. Le déroulement de la procédure est réalisé par le logiciel (Past vers.9.1).

Chapitre III:

Résultats et discussion

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

1. Diversité de l'entomofaune associé aux agrumes avant traitement

Les résultats de l'inventaire de l'entomofaune associé à l'agrumicole figurants dans le tableau 4 montrent une diversité fonctionnelle de cet écosystème.

Tableau 4 : Richesse et abondance de la biocénose de l'entomofaune des agrumes.

Ordres	Familles	Espèces	Effectif
Hemiptera	Diaspidae	<i>Parlatoria pergandei</i>	329
		<i>Aonidiella aurantii</i>	600
		<i>Parlatoria ziziphus</i>	5682
	Aphididea	<i>Aphis gossypi</i>	3783
		<i>Aphis spiraecola</i>	3873
		<i>Myzus persicae</i>	2899
	Aeyrodidea	<i>Aleurothrixus floccosus</i>	1424
		<i>Dialeurodes citri</i>	740
	Coccidea	<i>Coccus hesperdum</i>	262
	Cicadellidae	<i>Empoasca sp</i>	54
Diptera	Syrphidea	Syrphidae	39
	Cecidomyiidea	Cécidomyiidae	20
Hymenoptera	Aphelinidae	<i>Lysiphlebus fabarum</i>	93
		<i>Encarsia sitrinus</i>	28
		<i>Aphytis melinus</i>	217
	Eulophidea	<i>Pnigalio mediterraneus</i>	71
	Pteromalidae	Pteromalidae	56
Thysanoptera	Thripidea	Thripidae	220
Lipodoptera	Papilionidae	<i>Chenille lepidoptera sp</i>	36
Psocoptera	Psocidea	<i>Ectopsocus briggsi Mc Lac</i>	40
Neuroptera	Coniopterygidae	<i>Coniopteryx sp</i>	201
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Clithostetus arcuatus</i>	141
Total			20808

L'entomofaune des agrumes représentées par un total de 15 familles appartenant à 8 ordres, révèle la présence de (20808) individus.

Les Hémiptères sont les plus représentés (19646), suivi par les Hyménoptères (465), les Thysanoptères (220), les Névroptères (201), les Coléoptères (144), les Diptères (59) et les Psocoptères (40), alors que les Lépidoptères sont les moins représentés par 36 individus. Parmi les Hémiptères, les Aphididae sont les plus représentés (10555) et les Diaspidae (6611).

2. Effet des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii* issues de différents modes cultureux sur l'entomofaune folivore.

Le tableau 5 montre les résultats de la comparaison entre les deux huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii* par rapport au témoin.

Tableau 5: Disponibilité de l'entomofaune folivore inventoriés.

Espèces	<i>Rosmarinus officinalis</i>					<i>Rosmarinus tournefortii</i>					Témoin
	L.S	NaCl	L.L	Eau	Tém	Tém	L.L	Eau	NaCl	L.S	
<i>Parlatoria pergandei</i>	71	85	59	82	73	66	68	70	65	72	267
<i>Aonidiella aurantii</i>	117	181	88	136	114	109	113	104	112	113	286
<i>Coccus hesperdum</i>	46	84	48	69	63	63	83	76	58	82	1648
<i>Parlatoria ziziphus</i>	1250	1699	542	1537	1156	807	880	811	889	959	991
<i>Aleurothrixus floccosus</i>	372	562	287	365	454	433	342	371	368	398	850
<i>Dialeurodes citri</i>	149	222	115	169	195	139	122	158	172	189	402
<i>Ectopsocus briggsi</i> Mc Lac	10	17	17	11	7	15	14	8	8	13	106
Thripidae	61	112	52	73	83	68	68	72	71	83	179
Cécidomyidae	24	52	33	33	27	37	43	35	40	37	37
<i>Empoasca</i> sp	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<i>Aphis gossypi</i>	1107	1650	543	648	815	884	710	804	799	991	2024
<i>Aphis spiraecola</i>	941	1403	579	1193	738	822	756	778	830	811	1546
<i>Myzus persicae</i>	725	975	359	401	359	414	484	505	535	513	994
<i>Coniopteryx</i> sp	51	101	43	54	44	50	44	43	52	42	69
<i>Lysiphlebus fabarum</i>	51	101	52	73	71	67	63	69	77	65	73
<i>Clithostetus arcuatus</i>	70	133	57	59	70	62	51	63	78	73	65
<i>Aphytis melinus</i>	49	89	57	58	73	52	52	41	41	53	160
<i>Encarsia sitrinus</i>	126	239	119	121	111	116	122	103	123	115	127
<i>Pnigalio mediterraneus</i>	37	77	41	43	33	49	50	37	46	40	57
Syrphidae	47	91	37	55	52	41	50	47	40	58	57
Chenille lepidoptera sp	517	749	250	344	188	165	276	368	308	484	1917
Pteromalidae	37	72	47	48	47	50	29	37	49	59	58

L.S : lambricompost solide NaCl : sel L.L : lambricompost liquide Tém : Témoin

Relativement au tableau 5, les traitements occasionnent une réduction des consommateurs primaires (*Parlatoria pergandei*, *Aonidiella aurantii*, *Coccus hesperdum*, *Aleurothrixus floccosus*, *Dialeurodes citri*, *Ectopsocus briggsi* Mc Lac, Thripidae, Cécidomyidae, *Aphis gossypi*, *Aphis spiraecola* et *Myzus persicae*) et une augmentation des individus de *Parlatoria ziziphus* traité par l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis*, et la stabilisation d'*Empoasca* sp par rapport au témoin. Un accroissement remarquable des consommateurs secondaires (*Coniopteryx* sp, *Clithostetus arcuatus*, *Encarsia sitrinus*, *Pnigalio mediterraneus*, Syrphidae et *Lysiphlebus fabarum*) sous l'effet de deux l'huiles essentielles formulée traité par le NaCl, et une réduction des individus d'*Aphytis melinus* et de Chenille lepidoptera sp, et une augmentation des individus de Pteromalidae traité par l'huiles essentielle de *Rosmarinus officinalis* par rapport au témoin.

3. Etude comparée de l'effet des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii* sur les espèces folivores.

Tableau 6: Comparaison de l'efficacité de deux huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii*.

Espèces	H.E.R.O	H.E.R.T
<i>Parlatoria pergandei</i>	370	341
<i>Aonidiella aurantii</i>	636	551
<i>Coccus hesperdum</i>	310	362
<i>Parlatoria ziziphus</i>	6184	4346
<i>Aleurothrixus floccosus</i>	2040	1912
<i>Dialeurodes citri</i>	850	780
<i>Ectopsocus briggsi</i> Mc Lac	62	58
Thripidae	381	362
Syrphidae	282	236
Cécidomyiidae	169	192
<i>Empoasca</i> sp	15	15
<i>Coniopteryx</i> sp	293	231
<i>Lysiphlebus fabarium</i>	348	341
<i>Clithostetus arcuatus</i>	389	327
<i>Aphytis melinus</i>	226	239
<i>Encarsia sitrinus</i>	716	579
<i>Prigalio mediterraneus</i>	231	222
Pteromalidae	251	224
<i>Chenille lepidoptera</i> sp	2048	1601
<i>Aphis gossypi</i>	4763	4188
<i>Aphis spiraecola</i>	4854	3997
<i>Myzus persicae</i>	2819	2451
Total Abondance	28337	23555
Test de Wilcoxon	p <5%: 0,0005429	
Test de Monte Carlo	p <5%: 0,00013	

H.E : huile essentielle

R.O : *Rosmarinus officinalis*

R.T : *Rosmarinus tournefortii*

Le test de Wilcoxon confirmé par le test de **Monte Carlo** est avancé dans le but d'apprécier la variation d'estimation de l'activité biocide et comparer l'efficacité de deux huiles essentielles formulées, la comparaison des espèces sous l'effet de chaque l'huile formulée présente une différence très hautement significative ($P < 0.000$) entre l'efficacité de deux huiles essentielles du romarin.

Tableau 7: Etude comparée de la disponibilité des espèces folivores sous l'effet des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii*.

	H.E.R.O LL	Tém	H.E.R.T Eau	Tém	H.E.R.T LL	Tém	H.E.R.T Tém	Tém	H.E.R.O Tém	Tém
N:	22		22		22		22		22	
Mean:	155,82	541,6	209,23	541,6	201,05	541,6	205,09	541,6	217,09	541,6
Median:	57	169,5	71	169,5	68	169,5	66,5	169,5	73	169,5
Test de Wilcoxon	$5,95 \times 10^{-5}$		$5,95 \times 10^{-5}$		$7,96 \times 10^{-5}$		$8,84 \times 10^{-5}$		0,0004769	
test de Monte Carlo	P<0.00001		P<0.00001		P<0.00001		P<0.00001		P<0,00001	

Tableau 7 Bis: Etude comparée de la disponibilité des espèces folivores sous l'effet des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii*.

	H.E.R.T LS	Tém	H.E.R.O Eau	Tém	H.E.R.O LS	Tém	H.E.R.O NaCl	Tém	H.E.R.T NaCl	Tém
N:	22		22		22		22		22	
Mean	758,18	541,6	253,41	541,6	266,41	541,6	322,05	541,6	216,55	541,6
Median	250	169,5	73	169,5	65,5	169,5	86,5	169,5	74	169,5
Test de Wilcoxon	0,00096618		0,0010168		0,0016577		0,098741		0,00022882	
Test de Monte Carlo	P<0,00022		P<0,00032		P<0,00088		P<0,10364		P<2,00×10 ⁻⁵	

D'après le (tableau 7 et 7 Bis) le test de Wilcoxon confirmé par le test de Monte Carlo est avancé dans le but d'apprécier la disponibilité des espèces folivores sous l'effet des huiles essentielles formulées de *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii* issues de différents modes culturels (lombricompost solide, lombricompost liquide, l'eau saline et l'eau courante) présente une différence très hautement significative ($P < 0.000$) entre l'efficacité de deux huiles essentielles du romarin par rapport au témoin, excepté la disponibilité des espèces sous l'effet de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis* traité par le NaCl montre une différence non significative ($p < 0,1$) comparée au témoin.

4. Effet des huiles essentielles formulées sur la structure écologique de l'entomofaune.

En terme d'abondance relative les espèces les plus représentées sont : *Parlatoria pergandei*, *Aonidiella aurantii*, *Parlatoria ziziphus*, *Aphis gossypii*, *Aphis spiraeicola*, *Aleurothrixus floccosus*, Cécidomyiidae, *Coniopteryx sp*, *Aphytis melinus*, Pteromalidae, *Ectopsocus briggsi* Mc Lac et Thripidae dont la constance de 100% montrent qu'elles sont

omniprésentes avant et après traitement 1et 2 excepté l'absence de *Empoasca sp* après traitement (Tableau 8). Les espèces dont la présence est régulières avant traitement sont : *Coccus hesperdum*, *Dialeurodes citri*, *Myzus persicae*, *Lysiphlebus fabarium* et *Encarsia sitrinus* qu'elles sont omniprésente après traitement 1et 2. Alors celles dont la présence est accessoire avant traitement sont Syrphidae qu'elle est omniprésente après traitement 1et 2. *Clithostetus arcuatus*, *Pnigalio mediterraneus* et *Chenille lepidoptera sp*, se sont des espèces absentes avant traitement mais qu'elles sont omniprésentes après traitement 1et 2.

Tableau 8 : Disponibilité de l'entomofaune folivore sous l'effet de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis* traité par lombricompost liquide.

Espèces	AV			AP1			AP2		
	F %	C %	STAT ECO	F %	C %	STAT ECO	F %	C %	STAT ECO
<i>Parlatoria pergandei</i>	3,175	100	omn	1,77	100	Omn	1,27	100	omn
<i>Aonidiella aurantii</i>	3,968	100	omn	3,29	100	Omn	1,67	100	omn
<i>Coccus hesperdum</i>	1,389	66,67	Rég	1,43	100	Omn	1,38	100	omn
<i>Parlatoria ziziphus</i>	19,048	100	omn	17,02	100	Omn	14,05	100	omn
<i>Aleurothrixus floccosus</i>	13,095	100	omn	6,49	100	Omn	8,29	100	omn
<i>Dialeurodes citri</i>	5,952	66,67	Rég	3,96	100	Omn	2,19	100	omn
<i>Ectopsocus briggsi</i> Mc Lac	1,786	100	omn	0,08	50	Rég	0,40	100	omn
Thripidae	2,183	100	omn	1,26	100	Omn	1,50	100	omn
Cécidomyiidae	1,587	100	omn	0,17	100	Omn	1,32	100	omn
<i>Empoasca sp</i>	0,595	100	omn	-	-	-	-	-	-
<i>Aphis gossypii</i>	8,730	100	omn	14,91	100	Omn	18,54	100	omn
<i>Aphis spiraeicola</i>	21,429	100	omn	19,55	100	Omn	13,76	100	omn
<i>Myzus persicae</i>	10,119	66,67	Rég	13,06	100	Omn	8,81	100	omn
<i>Coniopteryx sp</i>	0,794	100	omn	1,52	100	Omn	1,21	100	omn
<i>Lysiphlebus fabarium</i>	2,183	66,67	Rég	1,68	100	Omn	1,21	100	omn
<i>Clithostetus arcuatus</i>	-	-	-	2,19	100	Omn	1,78	100	omn
<i>Aphytis melinus</i>	2,183	100	omn	1,35	100	Omn	1,73	100	omn
<i>Encarsia sitrinus</i>	0,992	66,67	Rég	4,72	100	Omn	3,34	100	omn
<i>Pnigalio mediterraneus</i>	-	-	-	1,01	100	Omn	1,67	100	omn
Syrphidae	0,198	33,33	acces	1,10	100	Omn	1,32	100	omn
<i>Chenille lepidoptera sp</i>	-	-	-	2,19	100	Omn	12,90	100	omn
Pteromalidae	0,595	100	omn	1,26	100	omn	1,67	100	omn

AV : Avant traitement AP1 : Après traitement 1 AP2 : Après traitement 2 F% : Fréquence C% : Constance
STAT ECO : Statut écologique Acces : Accessoire Omn : Omniprésente Rég : Régulière

Relativement à l'abondance relative les espèces les plus représentées sont : *Aonidiella aurantii*, *Parlatoria ziziphus*, *Aleurothrixus floccosus*, *Thripidae*, *Aphis gossypii*, *Aphis spiraeicola* et *Empoasca sp* dont la constance de 100% montrent qu'elles sont omniprésentes avant et après traitement 1et 2, sauf l'absence de *Empoasca sp* après traitement. Les espèces dont la présence régulières avant traitement sont : *Parlatoria pergandei*, *Coccus hesperdum*, *Dialeurodes citri*, *Myzus persicae*, *Coniopteryx sp*, *Lysiphlebus fabarium*, *Clithostetus arcuatus*, *Aphytis melinus*, *Encarsia sitrinus*, *Pnigalio mediterraneus* et Syrphidae qu'elles sont omniprésente après traitement 1et 2. Alors

celles dont la présence est accessoire avant traitement *Ectopsocus briggsi* Mc Lac qu'elle est régulière après traitement 1 et 2. Cécidomyiidae, *Chenille lepidoptera* sp deux espèces absentes avant traitement mais omniprésentes après traitement 1 et 2.

Tableau 9 : Disponibilité de l'entomofaune folivore sous l'effet de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus tournefortii* traité par l'eau.

Espèces	AV			AP1			AP2		
	F %	C %	STAT ECO	F %	C %	STAT ECO	F %	C %	STAT ECO
<i>Parlatoria pergandei</i>	1,30	66,67	Rég	1,71	100	Omn	1,59	100	Omn
<i>Aonidiella aurantii</i>	2,79	100	Omn	3,07	100	Omn	1,33	100	Omn
<i>Coccus hesperdum</i>	1,74	66,67	Rég	1,44	100	Omn	1,70	100	Omn
<i>Parlatoria ziziphus</i>	24,49	100	Omn	19,66	100	Omn	10,53	100	Omn
<i>Aleurothrixus floccosus</i>	5,95	100	Omn	7,84	100	Omn	9,99	100	Omn
<i>Dialeurodes citri</i>	4,28	66,67	Rég	4,15	100	Omn	2,29	100	Omn
<i>Ectopsocus briggsi</i> Mc Lac	0,06	33,33	Acces	0,18	100	Omn	0,27	66,67	Rég
Thripidae	1,55	100	Omn	1,53	100	Omn	1,59	100	Omn
Cécidomyiidae	-	-	-	0,99	100	Omn	1,28	100	Omn
<i>Empoasca</i> sp	0,19	100	Omn	-	-	-	-	-	-
<i>Aphis gossypii</i>	19,96	100	Omn	15,33	100	Omn	16,59	100	Omn
<i>Aphis spiraeicola</i>	19,71	100	Omn	15,87	100	Omn	15,10	100	Omn
<i>Myzus persicae</i>	12,59	66,67	Rég	13,62	100	Omn	8,03	100	Omn
<i>Coniopteryx</i> sp	0,50	66,67	Rég	1,26	100	Omn	1,12	100	Omn
<i>Lysiphlebus fabarum</i>	1,36	66,67	Rég	1,53	100	Omn	1,59	100	Omn
<i>Clithostetus arcuatus</i>	0,50	66,67	Rég	1,53	100	Omn	2,02	100	Omn
<i>Aphytis melinus</i>	0,56	66,67	Rég	1,26	100	Omn	0,96	100	Omn
<i>Encarsia sitrinus</i>	1,74	66,67	Rég	4,24	100	Omn	1,49	100	Omn
<i>Pnigalio mediterraneus</i>	0,12	66,67	Rég	0,99	100	Omn	1,28	100	Omn
Syrphidae	0,19	66,67	Rég	1,26	100	Omn	1,59	100	Omn
<i>Chenille lepidoptera</i> sp	-	-	-	1,62	100	Omn	18,61	100	Omn
Pteromalidae	0,43	66,67	Rég	0,90	100	Omn	1,06	100	Omn

AV : Avant traitement AP1 : Après traitement 1 AP2 : Après traitement 2 F% : Fréquence C% : Constance
STAT ECO : Statut écologique Acces : Accessoire Omn : Omniprésente Rég : Régulière

Selon le tableau 9 les espèces les plus représentées sont : *Aonidiella aurantii*, *Parlatoria ziziphus*, *Aleurothrixus floccosus*, *Ectopsocus briggsi* Mc Lac, *Thripidae* *Empoasca* sp, *Aphis gossypii*, *Chenille lepidoptera* sp dont la constance de 100% montrent qu'elles sont omniprésentes avant et après traitement 1 et traitement 2, excepté *Aphis spiraeicola* est régulière et ainsi la disparition d'*Empoasca* sp après traitement. Les espèces dont la présence régulières avant traitement sont : *Parlatoria pergandei*, *Coccus hesperdum*, *Dialeurodes citri*, *Myzus persicae*, *Coniopteryx* sp, *Lysiphlebus fabarum*, *Clithostetus arcuatus*, *Aphytis melinus*, *Encarsia sitrinus*, *Pnigalio mediterraneus*, *Syrphidae* et *Pteromalidae* qu'elles sont omniprésente après traitement 1 et traitement 2. Cécidomyiidae

espèce absentes avant traitement mais omniprésentes après traitement 1 et aussi traitement 2.

Tableau 10 : Disponibilité de l'entomofaune folivore sous l'effet de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus tournefortii* traité par lombricompost liquide.

Espèces	AV			AP1			AP2		
	F %	C %	STAT ECO	F %	C %	STAT ECO	F %	C %	STAT ECO
<i>Parlatoria pergandei</i>	1,43	66,67	Rég	1,69	100	Omn	1,53	100	Omn
<i>Aonidiella aurantii</i>	2,99	100	Omn	3,21	100	Omn	1,65	100	Omn
<i>Coccus hesperdum</i>	2,56	66,67	Rég	1,35	100	Omn	1,59	100	Omn
<i>Parlatoria ziziphus</i>	23,88	100	Omn	19,75	100	Omn	16,10	100	Omn
<i>Aleurothrixus floccosus</i>	6,17	100	Omn	7,17	100	Omn	9,67	100	Omn
<i>Dialeurodes citri</i>	2,74	66,67	Rég	3,71	100	Omn	2,08	100	Omn
<i>Ectopsocus briggsi</i> Mc Lac	0,44	100	Omn	0,08	50	Omn	0,37	100	Omn
Thripidae	1,25	100	Omn	1,27	100	Omn	2,02	100	Omn
Cécidomyiidae	-	-	-	0,76	100	Omn	2,08	100	Omn
<i>Empoasca</i> sp	0,19	100	Omn	-	-	-	-	-	-
<i>Aphis gossypii</i>	20,70	100	Omn	17,72	100	Omn	10,28	100	Omn
<i>Aphis spiraecola</i>	18,83	100	Omn	15,70	100	Omn	16,40	66,67	Rég
<i>Myzus persicae</i>	13,97	66,67	Rég	13,92	100	Omn	5,81	100	Omn
<i>Coniopteryx</i> sp	0,25	66,67	Rég	1,01	100	Omn	1,71	100	Omn
<i>Lysiphlebus fabarum</i>	1,06	66,67	Rég	1,60	100	Omn	1,65	100	Omn
<i>Clithostetus arcuatus</i>	0,37	66,67	Rég	1,35	100	Omn	1,77	100	Omn
<i>Aphytis melinus</i>	1,06	66,67	Rég	1,35	100	Omn	1,16	100	Omn
<i>Encarsia sitrinus</i>	1,31	66,67	Rég	3,97	100	Omn	3,30	100	Omn
<i>Pnigalio mediterraneus</i>	0,12	66,67	Rég	0,76	100	Omn	2,39	100	Omn
Syrphidae	0,25	66,67	Rég	1,27	100	Omn	1,90	100	Omn
Chenille <i>lepidoptera</i> sp	0,19	100	Omn	1,52	100	Omn	15,61	100	Omn
Pteromalidae	0,25	66,67	Rég	0,84	100	Omn	0,92	100	Omn

AV : Avant traitement AP1 : Après traitement 1 AP2 : Après traitement 2 F% : Fréquence C% : Constance
STAT ECO : Statut écologique Acces : Accessoire Omn : Omniprésente Rég : Régulière

Dans le tableau 10 les espèces qui sont omniprésentes avant et après traitement 1 et ainsi le traitement 2 sont : *Aonidiella aurantii*, *Parlatoria ziziphus*, *Aleurothrixus floccosus*, *Ectopsocus briggsi* Mc Lac, *Thripidae*, *Empoasca* sp, *Aphis gossypii*, *Aphis spiraecola*, *Coniopteryx* sp et *Chenille lepidoptera* sp 2, excepté l'absence d'*Empoasca* sp après traitement. Les espèces dont la présence est régulières avant traitement sont *Parlatoria pergandei*, *Coccus hesperdum*, *Dialeurodes citri*, *Myzus persicae*, *Lysiphlebus fabarum*, *Clithostetus arcuatus*, *Aphytis melinus*, *Encarsia sitrinus*, *Pnigalio mediterraneus* et *Pteromalidae* qu'elles sont omniprésentes après traitement 1 et 2. *Syrphidae* dont la présence est accessoire avant traitement mais omniprésente après traitement 1 et 2. *Cécidomyiidae* est absente avant traitement mais omniprésentes après traitement 1 et ainsi le traitement 2.

Tableau 11: Disponibilité de l'entomofaune folivore sous l'effet de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus tournefortii* non traité (témoin).

Espèces	AV			AP1			AP2		
	F %	C %	STAT ECO	F %	C %	STAT ECO	F %	C %	STAT ECO
<i>Parlatoria pergandei</i>	1,18	66,67	Rég	1,59	100	omn	1,62	100	Omn
<i>Aonidiella aurantii</i>	2,82	100	Omn	3,01	100	omn	1,62	100	Omn
<i>Coccus hesperdum</i>	1,05	66,67	Rég	1,35	100	omn	1,74	100	Omn
<i>Parlatoria ziziphus</i>	17,84	100	Omn	19,83	100	omn	16,51	100	Omn
<i>Aleurothrixus floccosus</i>	9,64	100	Omn	7,53	100	omn	11,07	100	Omn
<i>Dialeurodes citri</i>	3,67	66,67	Rég	3,81	100	omn	2,03	100	Omn
<i>Ectopsocus briggsi</i> Mc Lac	0,39	100	Omn	0,16	100	omn	0,41	100	Omn
Thripidae	1,18	100	Omn	1,27	100	omn	1,97	100	Omn
Cécidomyiidae	-	-	-	0,56	100	omn	1,74	100	Omn
<i>Empoasca</i> sp	0,20	100	Omn	-	-	-	-	-	-
<i>Aphis gossypi</i>	24,39	100	Omn	19,03	100	Omn	15,76	100	Omn
<i>Aphis spiraeicola</i>	23,87	100	Omn	15,78	100	Omn	15,01	100	Omn
<i>Myzus persicae</i>	9,84	66,67	Rég	11,90	100	Omn	6,60	100	Omn
<i>Coniopteryx</i> sp	0,20	100	Omn	1,19	100	Omn	1,85	100	Omn
<i>Lysiphlebus fabarum</i>	0,85	66,67	Rég	1,59	100	Omn	1,97	100	Omn
<i>Clithostetus arcuatus</i>	0,20	66,67	Rég	2,06	100	Omn	1,91	100	Omn
<i>Aphytis melinus</i>	0,66	66,67	Rég	1,35	100	Omn	1,45	100	Omn
<i>Encarsia sitrinus</i>	1,11	66,67	Rég	4,04	100	Omn	2,78	100	Omn
<i>Pnigalio mediterraneus</i>	0,13	66,67	Rég	0,71	100	Omn	2,20	100	Omn
Syrphidae	0,26	33,33	Acces	1,03	100	omn	1,39	100	Omn
<i>Chenille lepidoptera</i> sp	0,20	100	Omn	1,51	100	Omn	8,29	100	Omn
Pteromalidae	0,33	66,67	Rég	0,71	100	Omn	2,09	100	Omn

AV : Avant traitement AP1 : Après traitement 1 AP2 : Après traitement 2 F% : Fréquence C% : Constance
STAT ECO : Statut écologique Acces : Accessoire Omn : Omniprésente Rég : Régulière

En terme d'abondance relative les espèces qui sont omniprésentes avant et après traitement 1 et aussi le traitement sont : *Aonidiella aurantii*, *Aleurothrixus floccosus*, *Parlatoria ziziphus*, *Thripidae*, *Empoasca* sp, *Aphis gossypi*, *Aphis spiraeicola*, *Coniopteryx* sp, *Lysiphlebus fabarum*, *Syrphidae* et *Chenille lepidoptera* sp dont la constance est 100% , sauf l'absence d'*Empoasca* sp après traitement. *Ectopsocus briggsi* Mc Lac omniprésente avant et après traitement 1 mais régulière après traitement 2. *Parlatoria pergandei*, *Coccus hesperdum*, *Dialeurodes citri*, *Myzus persicae*, *Clithostetus arcuatus* et *Aphytis melinus* se sont des espèces dont la présence est régulières avant traitement mais omniprésente après traitement 1 et traitement 2. Alors celles dont la présence est accessoire avant traitement est omniprésente après traitement 1 et 2 sont : *Encarsia sitrinus*, *Pnigalio mediterraneus*, *Pteromalidae*.

Tableau 12 : Disponibilité de l'entomofaune folivore sous l'effet de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis* non traité (témoin).

Espèces	AV			AP1			AP2		
	F %	C %	STAT ECO	F %	C %	STAT ECO	F %	C %	STAT ECO
<i>Parlatoria pergandei</i>	1,30	66,67	Rég	1,66	100,00	omn	1,72	100,00	omn
<i>Aonidiella aurantii</i>	2,24	100,00	omn	3,09	100,00	omn	1,99	100,00	omn
<i>Coccus hesperdum</i>	0,75	66,67	Rég	1,27	100,00	omn	2,12	100,00	omn
<i>Parlatoria ziziphus</i>	36,61	100,00	omn	19,81	100,00	omn	11,40	100,00	omn
<i>Aleurothrixus floccosus</i>	9,53	100,00	omn	7,53	100,00	omn	11,13	100,00	omn
<i>Dialeurodes citri</i>	5,19	66,67	Rég	3,80	100,00	omn	2,85	100,00	omn
<i>Ectopsocus briggsi</i> Mc Lac	0,15	100,00	omn	0,16	100,00	omn	0,13	66,67	Rég
Thripidae	1,90	100,00	omn	1,27	100,00	omn	1,92	100,00	omn
Cécidomyiidae	-	-	-	0,40	100,00	omn	1,46	100,00	omn
<i>Empoasca</i> sp	0,15	100,00	omn	-	-	-	-	-	-
<i>Aphis gossypii</i>	19,45	100,00	omn	19,02	100,00	omn	12,26	100,00	omn
<i>Aphis spiraeicola</i>	13,62	100,00	omn	15,77	100,00	omn	17,63	100,00	omn
<i>Myzus persicae</i>	4,14	66,67	Rég	11,89	100,00	omn	8,35	100,00	omn
<i>Coniopteryx</i> sp	0,30	100,00	omn	1,03	100,00	omn	1,66	100,00	omn
<i>Lysiphlebus fabarium</i>	1,30	100,00	omn	1,58	100,00	omn	1,66	100,00	omn
<i>Clithostetus arcuatus</i>	0,65	66,67	Rég	2,06	100,00	omn	2,05	100,00	omn
<i>Aphytis melinus</i>	1,30	66,67	Rég	1,35	100,00	omn	1,99	100,00	omn
<i>Encarsia sitrinus</i>	0,60	33,33	acces	4,12	100,00	omn	3,11	100,00	omn
<i>Pnigalio mediterraneus</i>	0,20	33,33	acces	0,63	100,00	omn	1,39	100,00	omn
Syrphidae	0,25	100,00	omn	1,19	100,00	omn	2,12	100,00	omn
<i>Chenille lepidoptera</i> sp	0,30	100,00	omn	1,51	100,00	omn	10,80	100,00	omn
Pteromalidae	0,10	33,33	acces	0,87	100,00	omn	2,25	100,00	omn

AV : Avant traitement AP1 : Après traitement 1 AP2 : Après traitement 2 F% : Fréquence C% : Constance
STAT ECO : Statut écologique Acces : Accessoire Omn : Omniprésente Rég : Régulière

Le tableau 12 montre que les espèces les plus représentées sont : *Aonidiella aurantii*, *Parlatoria ziziphus*, *Aleurothrixus floccosus*, *Empoasca* sp, *Aphis gossypii*, *Aphis spiraeicola*, *Coniopteryx* sp dont la constance est 100% sont omniprésentes avant et après traitement 1 et traitement 2, sauf disparition d'*Empoasca* sp après traitement. *Parlatoria pergandei*, *Coccus hesperdum*, *Dialeurodes citri*, *Ectopsocus briggsi* Mc Lac, Thripidae, Cécidomyiidae, *Myzus persicae*, *Lysiphlebus fabarium*, *Clithostetus arcuatus*, *Aphytis melinus*, *Encarsia sitrinus*, *Pnigalio mediterraneus*, Syrphidae, *Chenille lepidoptera* sp, Pteromalidae est régulière avant traitement mais omniprésente après les deux traitements.

Tableau 13 : Disponibilité de l'entomofaune folivore sous l'effet de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus tournefortii* traité par lombiscompost solide.

Espèces	AV			AP1			AP2		
	F %	C %	STAT ECO	F %	C %	STAT ECO	F %	C %	STAT ECO
<i>Parlatoria pergandei</i>	1,19	66,67	Rég	1,63	100	Omn	1,43	100	Omn
<i>Aonidiella aurantii</i>	2,57	100	Omn	2,87	100	Omn	1,33	100	Omn
<i>Coccus hesperdum</i>	1,83	66,67	Rég	1,24	100	Omn	1,43	100	Omn
<i>Parlatoria ziziphus</i>	23,18	100	Omn	20,08	100	Omn	12,01	100	Omn
<i>Aleurothrixus floccosus</i>	7,01	100	Omn	7,65	100	Omn	8,15	100	Omn
<i>Dialeurodes citri</i>	5,04	66,66	Rég	4,02	100	Omn	1,83	100	Omn
<i>Ectopsocus briggsi Mc Lac</i>	0,14	66,66	Rég	0,38	100	Omn	0,30	100	Omn
Thripidae	1,42	66,66	Rég	1,82	100	Omn	1,63	100	Omn
Cécidomyiidae	0,09	66,66	Rég	1,24	100	Omn	1,09	100	Omn
<i>Empoasca sp</i>	0,14	100	Omn	-	-	-	-	-	-
<i>Aphis gossypii</i>	22,72	100	Omn	16,25	100	Omn	16,06	100	Omn
<i>Aphis spiraecola</i>	17,27	100	Omn	14,34	100	Omn	14,03	100	Omn
<i>Myzus persicae</i>	11,18	66,66	Rég	13,38	100	Omn	6,37	100	Omn
<i>Coniopteryx sp</i>	0,27	100	Omn	1,34	100	Omn	1,09	100	Omn
<i>Lysiphlebus fabarium</i>	0,78	66,66	Rég	1,43	100	Omn	1,63	100	Omn
<i>Clithostetus arcuatus</i>	0,87	66,66	Rég	1,91	100	Omn	1,68	100	Omn
<i>Aphytis melinus</i>	0,46	66,66	Rég	1,24	100	Omn	1,48	100	Omn
<i>Encarsia sitrinus</i>	2,57	66,66	Rég	3,25	100	Omn	1,24	100	Omn
<i>Pnigalio mediterraneus</i>	0,18	66,66	Rég	1,53	100	Omn	0,99	100	Omn
Syrphidae	0,23	66,66	Rég	1,72	100	Omn	1,73	100	Omn
<i>Chenille lepidoptera sp</i>	0,27	66,66	Rég	1,43	100	Omn	22,88	100	Omn
Pteromalidae	0,60	66,66	Rég	1,24	100	Omn	1,63	100	Omn

AV : Avant traitement AP1 : Après traitement 1 AP2 : Après traitement 2 F% : Fréquence C% : Constance
STAT ECO : Statut écologique Acces : Accessoire Omn : Omniprésente Rég : Régulière

Relativement à l'abondance relative les espèces les plus représentées sont omniprésentes avant et après traitement 1 et traitement 2: *Parlatoria pergandei*, *Aonidiella aurantii*, *Coccus hesperdum*, *Parlatoria ziziphus*, *Aleurothrixus floccosus*, *Ectopsocus briggsi Mc Lac*, *Thripidae*, *Empoasca sp*, *Aphis gossypii*, *Aphis spiraecola*, *Coniopteryx sp*, *Lysiphlebus fabarium*, *Clithostetus arcuatus* et Syrphidae, sauf l'absence d'*Empoasca sp* après traitement. *Pnigalio mediterraneus* dont la présence est accessoire avant traitement est omniprésente après traitement 1 et ainsi traitement 2. Les espèces dans la présence est régulières avant traitement mais omniprésente après traitement 1 et 2 sont : *Dialeurodes citri*, *Myzus persicae*, *Aphytis melinus*, *Encarsia sitrinus*, *Chenille lepidoptera sp*, *Pteromalidae*.

Tableau 14 : Disponibilité de l'entomofaune folivore sous l'effet de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis* traité par l'eau.

Espèces	AV			AP1			AP2		
	F %	C %	STAT ECO	F %	C %	STAT ECO	F %	C %	STAT ECO
<i>Parlatoria pergandei</i>	1,14	100,00	omn	1,92	100,00	omn	1,66	100,00	omn
<i>Aonidiella aurantii</i>	2,66	100,00	omn	3,47	100,00	omn	1,56	100,00	omn
<i>Coccus hesperdum</i>	0,98	100,00	omn	1,37	100,00	omn	1,50	100,00	omn
<i>Parlatoria ziziphus</i>	43,48	100,00	omn	15,43	100,00	omn	13,39	100,00	omn
<i>Aleurothrixus floccosus</i>	5,25	100,00	omn	7,85	100,00	omn	7,52	100,00	omn
<i>Dialeurodes citri</i>	3,25	66,67	Rég	3,84	100,00	omn	2,28	100,00	omn
<i>Ectopsocus briggsi</i> Mc Lac	0,12	100,00	omn	0,18	100,00	omn	0,31	100,00	omn
Thripidae	0,98	100,00	omn	1,37	100,00	omn	1,71	100,00	omn
Cécidomyidae	-	-	-	0,27	100,00	omn	1,56	100,00	omn
<i>Empoasca</i> sp	0,12	100,00	omn	-	-	-	-	-	-
<i>Aphis gossypi</i>	6,93	100,00	omn	16,44	100,00	omn	15,10	100,00	omn
<i>Aphis spiraecola</i>	27,26	100,00	omn	18,17	100,00	omn	15,46	100,00	omn
<i>Myzus persicae</i>	5,17	66,67	Rég	12,05	100,00	omn	7,11	100,00	omn
<i>Coniopteryx</i> sp	0,27	100,00	omn	1,37	100,00	omn	1,66	100,00	omn
<i>Lysiphlebus fabarum</i>	0,82	100,00	omn	2,01	100,00	omn	1,56	100,00	omn
<i>Clithrostetus arcuatus</i>	0,16	100,00	omn	2,56	100,00	omn	1,40	100,00	omn
<i>Aphytis melinus</i>	0,43	66,67	Rég	1,46	100,00	omn	1,61	100,00	omn
<i>Encarsia sitrinus</i>	0,55	66,67	Rég	4,93	100,00	omn	2,75	100,00	omn
<i>Pnigalio mediterraneus</i>	0,16	33,33	acces	0,73	100,00	omn	1,61	100,00	omn
Syrphidae	0,12	100,00	omn	1,46	100,00	omn	1,87	100,00	omn
<i>Chenille lepidoptera</i> sp	0,08	66,67	Rég	1,92	100,00	omn	16,66	100,00	omn
Pteromalidae	0,08	66,67	Rég	1,19	100,00	omn	1,71	100,00	omn

AV : Avant traitement AP1 : Après traitement 1 AP2 : Après traitement 2 F% : Fréquence C% : Constance
STAT ECO : Statut écologique Acces : Accessoire Omn : Omniprésente Rég : Régulière

D'après le tableau 14 Les espèces les plus représentées sont : *Parlatoria pergandei*, *Coccus hesperdum*, *Dialeurodes citri*, *Empoasca* sp, *Myzus persicae*, *Myzus persicae*, *Coniopteryx* sp, *Clithrostetus arcuatus*, *Pnigalio mediterraneus*, *Chenille lepidoptera* sp et *Pteromalidae* sont des espèces régulières avant traitement est omniprésentes après traitement 1 et 2, sauf que la *Chenille lepidoptera* sp qu'elle est régulière après traitement 2. *Aonidiella aurantii*, *Parlatoria ziziphus*, *Aleurothrixus floccosus*, Thripidae, *Aphis gossypi* et *Aphis spiraecola* sont des espèces dont la présence omniprésentes avant et après les deux traitements. *Empoasca* sp omniprésente avant traitement et absente après l'application de deuxième traitement, alors celles dont la présence est accessoire avant traitement est omniprésente après traitement 1 et traitement 2 sont : *Ectopsocus briggsi* Mc Lac, *Lysiphlebus fabarum*, *Aphytis melinus*, *Encarsia sitrinus*, Syrphidae. Cécidomyidae, une espèce accessoire avant traitement et régulière après traitement 1 et omniprésente après traitement 2.

Tableau 15 : Disponibilité de l'entomofaune folivore sous l'effet de l'huiles essentielles formulée de *Rosmarinus officinalis* traité par lombricompost solide.

Espèces	AV			AP1			AP2		
	F %	C %	STAT ECO	F %	C %	STAT ECO	F %	C %	STAT ECO
<i>Parlatoria pergandei</i>	1,04	66,67	Rég	1,64	100,00	omn	1,16	100,00	omn
<i>Aonidiella aurantii</i>	1,81	100,00	omn	2,97	100,00	omn	1,61	100,00	omn
<i>Coccus hesperdum</i>	0,54	66,67	Rég	1,25	100,00	omn	0,81	100,00	omn
<i>Parlatoria ziziphus</i>	30,05	100,00	omn	19,55	100,00	omn	11,08	100,00	omn
<i>Aleurothrixus floccosus</i>	5,89	100,00	omn	7,04	100,00	omn	6,50	100,00	omn
<i>Dialeurodes citri</i>	2,31	66,67	Rég	3,52	100,00	omn	2,22	100,00	omn
<i>Ectopsocus briggsi</i> Mc Lac	0,04	33,33	acces	0,16	100,00	omn	0,35	100,00	omn
Thripidae	0,65	100,00	omn	1,02	100,00	omn	1,56	100,00	omn
Cécidomyiidae	0,08	33,33	acces	0,08	50,00	Rég	1,06	100,00	omn
<i>Empoasca sp</i>	0,12	66,67	Rég	-	-	-	-	-	-
<i>Aphis gossypi</i>	22,15	100,00	omn	14,86	100,00	omn	17,22	100,00	omn
<i>Aphis spiraecola</i>	17,76	100,00	omn	17,20	100,00	omn	13,09	100,00	omn
<i>Myzus persicae</i>	11,56	66,67	Rég	14,07	100,00	omn	7,30	100,00	omn
<i>Coniopteryx sp</i>	0,27	66,67	Rég	1,33	100,00	omn	1,36	100,00	omn
<i>Lysiphlebus fabarium</i>	0,50	33,33	acces	1,64	100,00	omn	0,86	100,00	omn
<i>Clithostetus arcuatus</i>	0,19	66,67	Rég	2,11	100,00	omn	1,91	100,00	omn
<i>Aphytis melinus</i>	0,39	33,33	acces	1,56	100,00	omn	0,96	100,00	omn
<i>Encarsia sitrinus</i>	0,12	33,33	acces	6,18	100,00	omn	2,22	100,00	omn
<i>Pnigalio mediterraneus</i>	0,08	66,67	Rég	0,70	100,00	omn	1,31	100,00	omn
Syrphidae	0,08	33,33	acces	1,49	100,00	omn	1,31	100,00	omn
<i>Chenille lepidoptera sp</i>	0,31	66,67	Rég	0,70	100,00	omn	25,18	66,67	Rég
Pteromalidae	0,23	66,67	Rég	0,94	100,00	omn	0,96	100,00	omn

AV : Avant traitement AP1 : Après traitement 1 AP2 : Après traitement 2 F% : Fréquence C% : Constance
STAT ECO : Statut écologique Acces : Accessoire Omn : Omniprésente Rég : Régulière

Les espèces les plus représentées (tableau 15) sont : *Aonidiella aurantii*, *Coccus hesperdum*, *Parlatoria ziziphus*, *Empoasca sp*, *Aphis gossypi*, *Aphis spiraecola*, *Myzus persicae*, *Coniopteryx sp*, *Clithostetus arcuatus*, *Aphytis melinus* dont la constance est 100% montrent qu'elles sont omniprésentes avant et après traitement 1 et traitement 2. *Parlatoria pergandei*, *Aleurothrixus floccosus*, *Dialeurodes citri*, *Thripidae*, *Lysiphlebus fabarium*, *Encarsia sitrinus*, *Pnigalio mediterraneus* et *Syrphidae* sont des espèces dont la présence est régulière avant traitement et omniprésente après les deux traitements. *Ectopsocus briggsi* Mc Lac, *Chenille lepidoptera sp* et *Pteromalidae* sont des espèces dont la présence est accessoire avant traitement est omniprésente après traitement 1 et traitement 2. *Cécidomyiidae* espèce absente avant traitement et régulière après le premier traitement et omniprésente après le deuxième traitement. Alors qu'*Empoasca sp* est omniprésente avant traitement et absente après les deux traitements.

Tableau 16 : Disponibilité de l'entomofaune folivore sous l'effet de l'huiles essentielles formulée de *Rosmarinus officinalis* traité par le NaCl.

Espèces	AV			AP1			AP2		
	F %	C %	STAT ECO	F %	C %	STAT ECO	F %	C %	STAT ECO
<i>Parlatoria pergandei</i>	2,77	66,67	Rég	1,72	100,00	omn	1,22	100,00	omn
<i>Aonidiella aurantii</i>	4,07	100,00	omn	3,20	100,00	omn	1,52	100,00	omn
<i>Coccus hesperdum</i>	1,26	100,00	omn	1,31	100,00	omn	1,34	100,00	omn
<i>Parlatoria ziziphus</i>	21,55	100,00	omn	16,34	100,00	omn	15,20	100,00	omn
<i>Aleurothrixus floccosus</i>	6,30	66,67	Rég	7,39	100,00	omn	6,08	100,00	omn
<i>Dialeurodes citri</i>	2,34	66,67	Rég	3,28	100,00	omn	2,01	100,00	omn
<i>Ectopsocus briggsi</i> Mc Lac	0,07	33,33	acces	0,08	50,00	Rég	0,36	100,00	omn
Thripidae	0,17	66,67	Rég	1,15	100,00	omn	2,25	100,00	omn
Cécidomyidae	-	-	-	0,08	50,00	Rég	1,64	100,00	omn
<i>Empoasca</i> sp	0,07	100,00	omn	-	-	-	-	-	-
<i>Aphis gossypi</i>	14,95	100,00	omn	16,34	100,00	omn	20,91	100,00	omn
<i>Aphis spiraecola</i>	15,73	100,00	omn	16,67	100,00	omn	15,74	100,00	omn
<i>Myzus persicae</i>	28,11	100,00	omn	13,55	100,00	omn	5,17	100,00	omn
<i>Coniopteryx</i> sp	0,07	100,00	omn	1,64	100,00	omn	1,82	100,00	omn
<i>Lysiphlebus fabarum</i>	0,76	66,67	Rég	1,81	100,00	omn	1,70	100,00	omn
<i>Clithostetus arcuatus</i>	0,17	100,00	omn	2,46	100,00	omn	2,01	100,00	omn
<i>Aphytis melinus</i>	0,69	100,00	omn	1,64	100,00	omn	1,22	100,00	omn
<i>Encarsia sitrinus</i>	0,40	66,67	Rég	6,32	100,00	omn	2,19	100,00	omn
<i>Pnigalio mediterraneus</i>	0,14	66,67	Rég	0,82	100,00	omn	1,82	100,00	omn
Syrphidae	0,19	66,67	Rég	1,31	100,00	omn	1,70	100,00	omn
<i>Chenille lepidoptera</i> sp	0,09	33,33	acces	1,81	100,00	omn	12,77	100,00	omn
Pteromalidae	0,09	33,33	acces	1,07	100,00	omn	1,34	100,00	omn

AV : Avant traitement AP1 : Après traitement 1 AP2 : Après traitement 2 F% : Fréquence C% : Constance
STAT ECO : Statut écologique Acces : Accessoire Omn : Omniprésente Rég : Régulière

Le tableau 16 figure les espèces les plus représentées sont des espèces omniprésentes toute la période d'essai: *Aonidiella aurantii*, *Coccus hesperdum*, *Parlatoria ziziphus*, *Empoasca* sp, *Aphis gossypi*, *Aphis spiraecola*, *Myzus persicae*, *Coniopteryx* sp, *Clithostetus arcuatus*, *Aphytis melinus*. *Parlatoria pergandei*, *Aleurothrixus floccosus*, *Dialeurodes citri*, *Thripidae*, *Lysiphlebus fabarum*, *Encarsia sitrinus*, *Pnigalio mediterraneus* et *Syrphidae* sont des espèces dont la présence est régulières avant traitement et omniprésente après les deux traitements. *Ectopsocus briggsi* Mc Lac, *Chenille lepidoptera* sp et *Pteromalidae* des espèces dont la présence est accessoire avant traitement est omniprésente après traitement 1 et 2. *Cécidomyidae* espèce absente avant traitement et régulière après premier traitement et omniprésente après deuxième traitement. Alors qu'*Empoasca* sp est omniprésente avant traitement et absente après les deux traitements.

Tableau 17 : Disponibilité de l'entomofaune folivore sous l'effet de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus tournefortii* traité par le NaCl.

Espèces	AV			AP1			AP2		
	F %	C %	STAT ECO	F %	C %	STAT ECO	F %	C %	STAT ECO
<i>Parlatoria pergandei</i>	1,33	66,67	Rég	1,13	100	Omn	1,53	100	Omn
<i>Aonidiella aurantii</i>	2,85	100	Omn	2,88	100	Omn	1,53	100	Omn
<i>Coccus hesperdum</i>	1,17	66,67	Rég	0,72	100	Omn	1,53	100	Omn
<i>Parlatoria ziziphus</i>	25,28	100	Omn	14,40	100	Omn	13,83	100	Omn
<i>Aleurothrixus floccosus</i>	6,07	100	Omn	8,02	100	Omn	9,34	100	Omn
<i>Dialeurodes citri</i>	4,33	66,67	Rég	4,12	100	Omn	2,57	100	Omn
<i>Ectopsocus briggsi</i> Mc Lac	0,20	66,67	Rég	0,21	100	Omn	0,11	33,33	Rég
Thripidae	1,43	66,67	Rég	1,44	100	Omn	1,58	100	Omn
Cécidomyidae	0,41	66,67	Rég	1,13	100	Omn	1,15	100	Omn
<i>Empoasca</i> sp	0,15	100	Omn	-	-	-	-	-	-
<i>Aphis gossypii</i>	22,63	100	Omn	15,95	100	Omn	10,93	100	Omn
<i>Aphis spiraecola</i>	15,80	100	Omn	17,49	100	Omn	19,13	100	Omn
<i>Myzus persicae</i>	11,47	66,67	Rég	0,16	100	Omn	8,52	100	Omn
<i>Coniopteryx</i> sp	0,31	100	Omn	1,65	100	Omn	1,64	100	Omn
<i>Lysiphlebus fabarium</i>	1,48	66,67	Rég	1,95	100	Omn	1,58	100	Omn
<i>Clithostetus arcuatus</i>	1,43	66,67	Rég	1,85	100	Omn	1,75	100	Omn
<i>Aphytis melinus</i>	0,41	66,67	Rég	1,44	100	Omn	1,04	100	Omn
<i>Encarsia sitrinus</i>	2,24	66,67	Rég	3,91	100	Omn	2,24	100	Omn
<i>Pnigalio mediterraneus</i>	0,10	66,67	Rég	1,44	100	Omn	1,64	100	Omn
Syrphidae	0,20	66,67	Rég	1,54	100	Omn	1,15	100	Omn
<i>Chenille lepidoptera</i> sp	0,20	66,67	Rég	1,85	100	Omn	15,63	100	Omn
Pteromalidae	0,51	66,67	Rég	1,03	100	Omn	1,58	100	Omn

AV : Avant traitement AP1 : Après traitement 1 AP2 : Après traitement 2 F% : Fréquence C% : Constance
 STAT ECO : Statut écologique Acces : Accessoire Omn : Omniprésente Rég : Régulière

En terme d'abondance relative les espèces les plus représentées sont : *Parlatoria pergandei*, *Coccus hesperdum*, *Dialeurodes citri*, *Ectopsocus briggsi* Mc Lac, *Thripidae*, *Cécidomyidae*, *Myzus persicae*, *Lysiphlebus fabarium*, *Clithostetus arcuatus*, *Aphytis melinus*, *Encarsia sitrinus*, *Pnigalio mediterraneus*, *Syrphidae*, *Chenille lepidoptera* sp, *Pteromalidae* sont des espèces dont la présence est régulières avant traitement et omniprésente après les deux traitements. La constance de 100% montrent qu'elles sont omniprésentes avant et après traitement 1 et 2 les espèces suivants : *Aonidiella aurantii*, *Parlatoria ziziphus*, *Aleurothrixus floccosus*, *Aphis gossypii*, *Aphis spiraecola*, *Coniopteryx* sp. *Empoasca* sp est omniprésente avant traitement et absente après les deux traitements.

DISCUSSION

Dans ce chapitre la discussion va porter sur les résultats de l'entomofaune capturé avant et après l'application du traitement dans un verger d'agrumes celle de la station de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.

L'étude de l'entomofaune des agrumes durant le mois de février et mars 2021 à permis d'inventorier 20808 individus d'insectes repartis en 8 ordres et 15 familles.

Par ailleurs, il est à noter que parmi ces espèces d'insectes capturés, cohabitent un nombre d'espèces neutres vis-à-vis de cette culture, mais aussi nombreux ravageurs ainsi que des parasitoïdes.

Nous notons également la présence de l'espèce *Parlatoria ziziphus* qui causent divers dégâts, le développement de la fumagine, chute des feuilles et dépérissement des fruits.

Les piqueurs- Suceurs, sont représentés en majorité par les Hémiptère, les Aphides dominant largement ce groupe qui selon **(Hull et al., 1998)**, se nourrissent de la sève des plantes et, d'autre part sont des vecteurs de nombreux virus phytopathogènes. De ces derniers, 3 espèces sont redoutables *Aphis gossypi*, *Aphis spiraecola* et *Myzus persicae*.

Les Syrphidae, chenille lepidoptera sp sont des prédateurs aphidiphages par contre les *Coniopteryx* sp sont des prédateur de *Parlatoria ziziphus* moins présents dans notre verger.

Les parasites et parasitoïdes sont également représentés par plusieurs familles d'hyménoptères et nous citons à titre d'exemple des aphelinidae.

L'effet des huiles essentielles *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii* issues de différents modes culturaux sur l'entomofaune folivore induisent une réduction de la disponibilité par rapport au témoin.

Les résultats montrent que les traitements formulés n'ont pas un effet toxique sur *Parlatoria ziziphus*. Selon **Jeppson et Carman (1960)**, les cochenilles sont responsables de certains des problèmes entomologiques les plus graves rencontrés dans la culture des agrumes dans les régions productrices du monde. Les pratiques chimiques de contrôle de ces insectes sont limitées à, la fumigation de l'acide cyanhydrique (HCN) ou bien la pulvérisation de l'huile de pétrole). Les cochenilles sont difficile à lutter, leur carapace les protège contre nombre produits chimiques **(Menou, 2006)**. Le stade généralement le plus sensible aux traitements insecticides est le premier stade larvaire **(Staubli et Hohn, SD)**, c'est ce qui été pareillement observé dans notre étude.

Nos estimons que les différents conduites culturaux (eau courante, eau saline, lombris-compost solide et lombriscompost liquide) génèrent les mêmes chénotypes des huiles essentielles et par conséquent elles ont les mêmes effets.

Les résultats de la comparaison de l'efficacité de deux huiles essentielles ont montré que l'effet de l'huile essentielle formulée de *Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii* ont presque le même effet toxique.

Lors des tests, nous avons constaté que les deux huiles essentielles formulées ont révélé un effet très hautement significatif sur les insectes folivore.

Les résultats que nous avons obtenus semblent similaires avec d'autres résultats enregistrés précédemment avec différents bio-pesticides extraits par différentes techniques, et sur différents ravageurs. Des traitements par fumigation, à base de *R. officinalis*, ont été effectués sur *Sitophilus oryzae* (**Rozman et al., 2006**) ont révélé une activité insecticide qui a induit une mortalité de 100% de la population traitée après 24 h d'exposition à une dose basse de 0,1µl/720 ml ,d'autres résultats ont été trouvés par (**Zoubiri et Baaliouamer ,2001**), où les mortalités, causées par l'huile essentielle de *R. officinalis* suite à un traitement par fumigation sur les adultes de *Sitophilus granarius*, ont enregistré 50% à la dose de 5 µl/l après 120 h de fumigation et de 100% à la dose de 500 µl/l après 24 h d'exposition. **Lee et al. (2002)** notent que l'huile essentielle du romarin est sélectionnée pour sa toxicité potentielle et il est noté comme étant le fumigeant le plus puissant contre *Tribolium castaneum* avec une DL50 de 7,8 µl/lair et une DL90 de 13,5µl/lair. Relativement à d'autres plantes comme l'anis, le cumin, l'eucalyptus et l'origan, le romarin est moins actif sur *T. castaneum*, où seulement 65% de mortalité a été enregistrée avec une dose de 98,5µl/Lair (**Tunc et al., 1999**). **Shaaya et al., in Chiasson et Beloin (2007)**, ont testé des huiles essentielles de plusieurs plantes comme le Basilic, la Marjolaine, l'Anis, la Menthe ainsi que le Romarin et la Sauge. La majorité de ces plantes ont révélé jusqu'à une mortalité de 100% sur *Rhyzoperta dominica*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum* et *Sitophilus oryzae*. L'effet toxique pourrait dépendre de la composition chimique des extraits testés et du niveau de sensibilité des insectes (**Ndomo et al., 2009**). En effet, *Rosmarinus officinalis* contient des composés ayant des propriétés insecticides (**Aubertot et al., 2005**).

Les résultats ont montré que la plupart des traitements, ils ont réduit le nombre d'individus comparé au témoin. Les huiles essentielles quelque soit le traitement ont des molécules insecticides qui augmentent l'effet.

Les végétaux produisent des composés secondaires (terpènes, alcool, polyphénols, etc) souvent considérés comme étant un moyen de défense de la plante contre divers ennemis (**Auger et al., 1999**). L'utilisation de ces substances végétales en tant que biopesticide dans la protection des cultures contre les insectes a fait l'objet de nombreuses études notamment en zone tropicale (**Arthur, 1996**).

Conclusion

Conclusion

Les végétaux produisent des composés secondaires (terpènes, alcool, polyphénols, etc) souvent considérés comme étant un moyen de défense de la plante contre divers ennemis. L'utilisation de ces substances végétales en tant que biopesticide dans la protection des cultures contre les insectes a fait l'objet de nombreuses études notamment en Mitidja.

L'étude de l'entomofaune des agrumes durant le mois de février et mars 2021 a permis d'inventorier 20808 individus d'insectes repartis en 8 ordres et 15 familles.

Par ailleurs, il est à noter que parmi ces espèces d'insectes capturés, cohabitent un nombre d'espèces neutres vis-à-vis de cette culture, mais aussi nombreux ravageurs ainsi que des parasitoïdes.

Les résultats ont montré que la plupart des traitements, ils ont réduit le nombre d'individus comparé au témoin. Les huiles essentielles quelque soit le traitement ont des molécules insecticides qui augmentent l'effet.

Nous estimons que les différentes conduites culturales (eau courante, eau saline, lombricompost solide et lombricompost liquide) génèrent les mêmes chémotypes des huiles essentielles et par conséquent elles ont les mêmes effets.

Nous notons également la présence de l'espèce *Parlatoria ziziphus* qui causent divers dégâts, le développement de la fumagine, chute des feuilles et dépérissement des fruits.

Les résultats de cette étude montrent également que les caractéristiques botaniques du milieu ont des effets sur l'abondance, la diversité et l'activité des populations de pucerons et des coccinelles prédatrices. Cependant, des recherches supplémentaires sont nécessaires afin de mieux éclaircir les relations qui peuvent exister entre les groupes fonctionnels, afin d'entreprendre des mesures de gestion durables des milieux cultivés.

Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes, Il est important d'identifier les molécules actives de ces substances naturelles pour la formulation et la fabrication des produits phytosanitaires propres sans effets secondaires. Nous envisageons de poursuivre cette étude afin de préciser la nature du (ou des) composé (s) responsable (s) de cette activité insecticide par un fractionnement mené en parallèle avec les tests biologiques. Les essais au champ seront nécessaires pour confirmer l'intérêt pratique de ces résultats dans l'élaboration d'un pesticide naturel.

Référence Bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Akroum S., 2008.** Inhibition de quelques bactéries pathogènes par les extraits éthanoliques de *Rosmarinus Officinalis*.
- **Angioni A., Barra A., Cereti E., Barile D., Coisson J.D., Arlorio M., Dessi S., Coroneo V. et Cabras P., 2004 .** Chemical composition, plant genetic differences, antimicrobial and antifungal activity investigation of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* L., J. Agric. Food Chem., Vol. 52, pp: 3530 –3535.
- **Anonyme, 2021.** L'agence nationale des ressources hydrauliques Blida.
- **Aroun M.E.F., 2015.** Le complexe aphides et ennemis naturels en milieu cultivé at forestier en Algérie. Thèse de doctorat en protection des végétaux, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach, Alger, 116p.
- **Arthur F.H., 1996.** Grain protectants current status and prospects for the future .J.Stored Prod .Res .Vol.32, pp.203-293.
- **Aubaile S.F., 2002.**Histoire naturelle et culturelle des plantes a parfum. Ibis press, paris, p. 59.
- **Auguste S., 1862.** Dictionnaire d'étymologie française d'après les résultats de la science moderne.
- **Benediste A. et Baches M., 2002.**Agrumes. Ed. Ugen Ulmer, Paris, n° 132, 96 p.
- **Bensebia O., Barth D., Bensebia B., Dahmani A., 2009.** Supercritical CO2 extraction of rosemary: Effect of extraction parameters and modelling. *The Journal of supercritical fluids*, vol. 49, p.p.161–166.
- **Berlinet C., 2006.**Etude de l'influence de l'emballage et de la matrice sur la qualité du jus d'orange. Thèse De Doctorat. Agro Paris Tech. P224.
- **Biche M., 2012.**Les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels. Ed. Institut national de la protection des végétaux et le ministère de l'agriculture et du développement durable et FAO, 36 p.
- **Blancke R., 2001.**Guide des fruits et légumes tropicaux. Ed : Eugen Ulmer, Paris. 288 p.
- **Blondel L, Jacquemond C, Vittori F et Vittori D., 1986.**Etat des travaux sur les porte-greffes des agrumes à la Station de Recherches agronomiques de Corse. Fruits 41 (2), 99-111.
- **Bonniere G., Douin R., 1992.** Labiatea, 5, 396.
- **Bousbia N., 2011.** Extraction des huiles essentielles riches en antioxydants à partir de produits naturels et de coproduits agroalimentaires. Thèse de doctorat, université d'Avignon et des Pays de Vaucluse et Ecole Nationale Supérieure Agronomique (El Harrach, Algérie).
- **Boutekdjiret C., Belabbes R., Bentahar F., Bessière J. M., ET Rezzoug S. A., 2004.** Isolation of rosemary oils by different processes. J. Essent. Oil Res., Vol. 16, pp: 195–199.

- **Bovill H., 1996.** Natural aroma chemicals from oranges and other botanical sources. *Perfum. Flavour*. Vol. 21, pp 9 -11.
- **Camille Knockaert ., 2002.** Le fumage du poisson (7e édition).
- **Celiktas O. Y., Hames Kocabas E. E., Bedir E., Verdar Sukan F., Ozek T., Et Baser K. H. C., 2007.** Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis* L., depending on location and seasonal variations. *Food Chem.*, Vol. 100, pp : 553–559. Dattes et du beurre cru » ; thèse de doctorat ; université d'Boubaker belkaid.
- **Cheetham P.S.J., 2010.** Natural sources of flavours. Cité In: TAYLOR A.J. and LINFORTH R.S.T., 2010: *Food flavour technology*. Edition Wiley-Blackwell, second édition. 360 p.
- **Cronquist A., 1981.** An integrated system of classification of flowering plants. Columbia Univ. Press. New York. 1262p.
- **Dajoz R., 1971.** Précis d'écologie. Ed. DUNOD, Paris, 434 p.
- **Dajoz R., 1985.** Précis d'écologie, 5ème édition. Ed. Dunod Université, Paris, 505 p.
- **Di Giacomo A., Rapisarda P. Et Safina G., 1992.** *L'industria dei Derivati Agrumari.*, Stazione Sperimentale Industria Essenze Derivati Agrumari, Reggio Calabria, Italy.
- **Djellouli A., 2016.** Contribution à la régénération in vitro d'une plante médicinale sauvage d'Algérie «*Carthamus caeruleus L*» (Doctoral dissertation, Saadi Abdelkader). Ed. Tec. & Doc., les Presses Agronomiques de Gembloux, 223 p.
- **Esabelle E., 2011.** Ed. Institut Kloraine. 20p.
- **Flamini G., Cioni P.L., Morelli I., Macchia M., et Ceccarini L., 2002.** Main Agronomic – Productive characteristics of two ecotypes of *Rosmarinus officinalis* L. and chemical composition of their essential oils. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 50, pp: 3512–3517. *Flavour Fragrance J.*, Vol. 1, pp: 137–142.
- **Flint H.M, Salter S.S. et Walters S., 1979.** Caryophyllène : un attractif pour la chrysope verte *Chrysopa carnea* Stephens. *Environ. Entomol.*, 8, 1123-1125.
- **Franck Curk, 2014.** Organisation du complexe d'espèce et décryptage des structures des génomes en mosaïque interspécifiques chez les agrumes cultivés
- **Garcia-Lor, A. Ancillo, G. Navarro, L. et Ollitrault P., 2013.** Citrus (Rutaceae) SNP Markers Based on Competitive Allele-Specific PCR; Transferability across the Aurantioideae Subfamily. *Applications in Plant Sciences* 1:4:1200406.
- **Gilly G., 2005.** Les plantes aromatiques et huiles essentielles à Grasse: botanique, culture, chimie, production et marché. Ed. Le Harmattan, Paris, 405 p.
- **Guy G., 2005.** Les plantes aromatiques et huiles essentielles à Grasse Botanique, culture, chimie, production et marché. Ed Hubert Richard. 289p.

- **Halliwell B., 1996.**Antioxidants in human health and disease. *Ann. Rev. Nutr.*, Vol. 16, pp: 33–50.
- **Hamraoui A., 1994.** Inhibition of reproduction of *Acanthoscelides obtectus* (say) (Coleoptera) a kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L) bruchid, by aromatic essential oils. *Crop Protection*. 13 pp: 624-628.
- **Helmut G., 1996.** Etymologisches Wörterbuch der botanischen Pflanzennamen.
- **Hendrix C.M. et Redd J.B., 1995.** Chemistry and Technology of Citrus Juices and By-Products. In: Ashurst, P.R., 1995: Production and Packaging of Non-Carbonated Juices and Fruit Beverages. Edition Blackie Academic et Professional, pp: 53-87.
- **Huguet M., 2008.** La route des épices.
- **Hui Y., 2010** *Handbook of Fruit and Vegetable Flavors*.
- **Hüsnü C.B. and Buchbauer G., 2015.** Handbook of essential oils: science, technology and applications, (Ed. 2).
- **Ibañez E., Kubátová A., Señoráns F. J., Cavero S., Reglero G. et Hawthorne S. B., 2003.** Subcritical water extraction of antioxidant compounds from rosemary Plants. *Journal of Agricultural and Food Chem.*, 51 (2) pp: 375-382.
- **Jacquemond C. Heuzet M. et Curk F. 2013.** Clémentines et autres petits agrumes. Éd. Quae, Paris, 363p.
- **Jeppson L.R et Carman G.E., 1960.** Citrus insects and mites. *Ann Rev of Entomolo*, 5:353-378.
- **Kennedy B., 1984.** Effet du multilure et de ses composants sur les parasites de *Scolytus mutistriatus* (Coleoptera : Scolytidae). *J. Chem. Ecol.*, 10, pp : 373-385.
- **Lacoste A. et Salanon R., 2001.**Elément de biogéographie et d'écologie. Une compréhension de la biosphère par l'analyse des composantes majeures des écosystèmes. Ed. Nathan, Paris, 318 p.
- **Loillet D., 2010.** Agrumes et jus d'orange : Les marchés mondiaux. Renaissance du Palais d'Eté. *Economica* : pp: 421- 424.
- **Loucif Z et Bonafonte P., 1977.** Observation des populations du pou de Saint-José dans la Mitidja. *Revue Fruits* 4, pp : 253-261.
- **Loussert R., 1987.** Les agrumes arboriculture. Ed. Technique agricoles méditerranéennes, Paris.113p.
- **Loussert R., 1989.** Les Agrumes. Tome 2 : Production. Ed. Technique et Documentation - Lavoisier Paris, 158 p.
- **Lucienne D., 2007.**Les Plantes médicinales d'Algérie, de Lucienne Delille, 2ème Edition. Office des publications universitaires .Ed. Alger, 123p.
- **Lv X, Zhao S, Ning Z, Zeng H, Shu Y, Tao O, Xiao C, Lu C, Liu Y., 2015.** Citrus fruits as a treasure trove of active natural metabolites that potentially provide benefits for human health. *Chem. Cent. J.*9, 68.

- **Makhloof A., 2013.** Etude des activités antimicrobienne et antioxydants de deux Plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de Bechar (*matri caria Pubescentis* Et *Rosmarinus officinalis* L
- **Martini M.C., 2011.** Introduction à la dermopharmacie et à la cosmétologie. Ed. Lavoisier, p.358.
- **McCormick K. A., Olivares J. S., Fisher R. A., Nahir T. M., ET Phelps C. L., 2006:** Effect of sample preparation on the amounts of α -pinene and verbenone extracted from rosemary. *J. Essent. Oil Res.*, Vol. 18, pp: 478–480.
- **Menou, 2006.** le jardin fleuri. Ed. France agricole, paris, France, 223p.
- **Mercier A., 1999.** L'importance du fonctionnement morphodynamiques de la cour d'eau sur les habitats des éphémères l'exemple d'une rivière de montagne: l'Ariège (Pyrénées centrale françaises), *Ephemera*, vol 1 (2): 111-117.
- **Moshonas M.G, et Shaw P.E., 1979.** Composition of essence oil from overripe oranges. *Agric. Food. Chem.* Vol. 27, pp: 1337 – 1339.
- **Mutin G., 1977.** La Mitidja décolonisation et espèces géographiques. Ed. OPU, Alger, 607p.
- **Ndomo A. F., Tapondjou A. L., Tendonkeng F., Tchouanguiep F. M., 2009.** Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemonviminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelidesobtectus*(Say) (Coleoptera; Bruchidae), *Tropicultura J.*, 27 (3): 137-143.
- **Nicolosi E, Deng Z.N, Gentile A, La Malfa S, Continella G et Tribulato E., 2000.** Citrus phylogeny and genetic origin of important species as investigated by molecular markers, *Theoretical and Applied Genetics*, 100, 1155-1166.
- **Nivaggioli H., 2002.** Le cédratier en Corse ou le rêve éphémère de l'opulence, *Travaux scientifiques du Parc naturel régional et des réserves naturelles de Corse*, 60, 123-142.
- **Nordlund D.A. et Lewis W.J., 1985.** Réponse des femelles de parasitoïdes braconides *Microplitis demolitor* aux excréments de larves de noctuelles, *Heliothis zea* et *Trichoplusia ni* et au 13-méthylhentriacontane.*entomol.Exp.appl.*, 38,109-112 *OHGUSUI.*, 1992
- **Okamura N., Haraguchi H., Hashimoto K., Yaghi A., 1994.** Flavonoids in.
- **Ortiz J.M., 2002.** Botany: taxonomy, morphology and physiology of fruits, leaves and flowers. In Dugo G. et Di Giacomo A. Ed. *Citrus. The Genus Citrus.* Taylor and Francis Group, London, pp. 16-35.
- **PARRY E. J., 1921.** The chemistry of essential oils and artificial perfumes (4th Ed.). London: Scott Greenwood & Son.
- **Pelikan J., 1986.** Matière première du règne végétal. Ed. Masson Et Cie, Tome 2, paris, 2343 p.
- **Perrot E et Paris R., 1971.** Les plantes médicinales. Presses universitaires de France. Paris, p245.

- **Peyron L., 2002.** Production of bitter orange neroli and petit grain oils. Cité in Dugo G. And Di Giacomo A., 2002: Citrus, the Genus Citrus. Edition Taylor and Francis. 642 p.
- **Pibiri M.C., 2005.** Assainissement de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles. Thèse de doctorat. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne p.161
- **Praloran C., 1971.** Les agrumes. Ed. éditeur 8348, Paris, n° 5, p. 25.
- **Quezel P et Santa S., 1963.** Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II, *CNRS, Paris*, (1963) : 600.
- **Ragonese C., et al., 2011.** Evaluation of a medium-polarity ionic liquid stationary phase in the analysis of flavor and fragrance compounds. *Analytical chemistry*. 83(20): p. 7947-7954.
- **Ramade F., 1984.** Eléments d'écologie, *Ecologie fondamentale*. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.
- **Rameau J., Mansion D., Dumé G., 2008.** Flore forestière française : Région méditerranéenne.
- **Ramful D, Bahorunb T, Bourdonc E, Tarnusc E et Aruoma O.I., 2010.** Bioactive phenolics and antioxidant propensity of flavedo extracts of Mauritian citrus fruits: potential prophylactic ingredients for functional foods application. *Toxicology*. 278, 75-87.
- **Rao A.V et Rao I.G., 2007.** Carotenoids and human health. *Pharmacol. Res.* Vol. 55, pp: 207 – 216.
- **Rao L., Meenakshi S., Raghavan B., Abraham K.O., 1998.** Rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.): Impact of drying on its flavor quality. *Journal of Food quality* v (21), issue 2: 107-115p *Rosmarinus officinalis* leaves. *Phytochemistry*, 37 (5): 1463-1466.
- **Staubli A et Hohn H., (S.D).** Pou de San José et cochenille similaires. Confédération suisse, agroscopechanging, 1-3p.
- **Swingle W.T et Reece P.C. 1967.** The botany of Citrus and its wild relatives. In Reuther W *et al.*, Ed. The citrus industry. Vol. 1. History, world distribution, botany and varieties. Berkeley, Etats-Unis, University of California Press, pp: 190-430.
- **Tanaka T., 1961.** Citrologia: semi centennial commemoration paper on citrus studies. Citrologia supporting foundation, Osaka, Japan 114p.
- **Teuscher E., Anton R., Lobstein A., 2005.** Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Ed. Lavoisier, Paris, 522p.
- **Tucker A et Maciarello M., 1986.** The essential oils of rosemary cultivars.
- **Valnet J., 2001.** La santé par les fruits, légumes et les céréales. Ed Vigot. France, 411 p.
- **Virbel-Alonso C., 2011.** Citron et autres agrumes. Ed. Groupe Eyrolles, 15 p.

- **Yang R., Lin S., Kuo G., 2008.** Content and distribution of flavonoids among 91 edibles plant species. Asia of pacific journal of clinical nutrition. 17 (S1): 275-279
- **Zoubeidi C., 2004.** Etude des antioxydants dans le Romarins officinales .Labiatea. Thèse de magistère, université d'Ouargla, p.65.