

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1



FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE
LA VIE



DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE

Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Sciences Forestières

Thème :

**Etude de l'entomofaune associée à *Eucalyptus camaldulensis*
(Gommier rouge) : Ravageurs potentiels et menaces**

Présenté par : BOURABAA Rachida

MERADI Houda

Membres du jury :

Président : Mr MAHDJOUBI Dj. Maitre de conférences B USDB 1

Promotrice : Mme SELLAMI M. Maitre-assistante A USDB 1

Examinatrice : Mme LEMITI S. Maitre-assistante A USDB 1

Année universitaire 2019/2020

Dédicaces

C'est très agréable de sentir que j'ai bien et pu faire un travail modeste mais le plus agréable c'est de le dédier à :

A Dieu, source de toute connaissance et à Prophète Muhammad la prière d'Allah et son salut soient sur lui.

A mon père, merci pour son amour, son soutien permanent, et ses encouragements. Merci d'avoir toujours voulu ce qu'il y a de mieux pour moi, merci de m'avoir encouragé à réaliser mes rêves.

A mon cœur; ma mère qui par son amour, son affection et son indulgence, a su m'inculquer les notions de courage, de bonté et de modestie; que Dieu te garde et te protège ; et Je lui souhaite une très longue vie.

A mon cher frère : Mouhamed

Ames chères sœurs : Messaouda et Nesrine

A toutes mes tantes et oncles sans oublier les cousins et les cousines.

A toute la famille BOURABAA

A mon binôme Meradi houda

A tous mes amis et mes camarades

A ma promotrice Mme SELLAMI M qui m'a toujours soutenu.

A tous mes enseignants

A toute ma promotion de 2^{ème} année master foresterie (2019-2020) sans exception.

Mes dédicaces vont également à tous ce qui m'ont aidé du près ou du loin et à tous ceux qui m connaissent

BOURABAA RACHIDA

Dédicaces

A Dieu, source de toute connaissance et à prophète Muhammad la prière
D'ALLAH et son salut soient sur lui.

A mon amour; mon papa « MERADI ALI » tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, honnête, de la personne méticuleuse, je tiens à honorer l'homme que tu es. Grâce à toi papa j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité .je voudrais te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension...ton soutien fut une lumière dans tout mon parcours. Que dieu te garde et te protège

A ma maman, « **NETTAH FAIZA** » pour son amour, toute l'énergie qu'elle a dépensée et tous les sacrifices qu'elle a faits pour nous. Merci pour toute
maman.

A Mes chères sœurs **SABRINA ET FATIMA**.

A mes chères frères ABDALLAH , HOUSSAME , MOHAMED et ZAKARIA
Pour leur soutien moral

Ma tante Naima, mes oncles et mes chères cousines et cousins

A mes grandes familles MERADI et NETTAH
A mon binôme BOURABAA RACHIDA

A ma promotrice **SELLAMI MADIHA**
Mes dédicaces vont également à tous mes amis

A toute la promotion <Science forestière 2019/2020>

A toute personne m'ayant aidé à franchir un horizon dans Ma vie.

MERADI HOUDA

Remerciements

Avant tout nous remercions le bon **DIEU** tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.

Nous exprimons nos profonds remerciements et notre vive reconnaissance à **Mme SELLAMI MADIHA.**, Maître assistante A. à la faculté de biologie Université de Blida I pour avoir encadrer et diriger ce travail avec une grande rigueur scientifique, sa disponibilité, ses conseils et la confiance qu'elle nous a accordé , nous a permis de réaliser ce travail. et sa compréhension toute au long de notre travail.

J'adresse mes sincères remerciements aux membres du jury.

A, **Mr MAHDJOUBI DJ** Maître de conférence, à l'Université de Blida I, d'avoir accepter d'assurer la présidence du jury de ce mémoire.

A **Mme LEMITI S**, Maître assistante A à l'Université de Blida I d'avoir consacré une partie de son temps à examiner ce mémoire et l'enrichir par ses propositions

En fin, que tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail, trouvent ici nos remerciements les plus profonds.

ملخص

العنوان: دراسة الحيوانات الحشرية المصاحبة *Eucalyptus camaldulensis* (شجرة الصمغ الأحمر): الآفات والتهديدات المحتملة .

يتيح العمل الببليوغرافي حول *Eucalyptus camaldulensis* إمكانية تقييم الآفات الناشئة المرتبطة به في الجزائر والبحر الأبيض المتوسط.

في الجزائر، تتعرض شجرة *Eucalyptus camaldulensis* للهجوم بشكل رئيسي عن طريق خمسة آفات حشرية غازية نشأت في أستراليا : *Leptocybe invasa*، *Ophelimus maskelli* (الحشرات الغالية، Hymenoptera)، *Phoracantha semipunctata*، (Hémiptères, Psyllidae) *Glycaspis brimblecombei*، (Eulophidae (حشرة مملعة للخشب، غمدية الأجنحة: Cerambycidae) و *Ctenarytaina eucalypti* (Hemiptera, Psyllidae).

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد هذه الأنواع الغازية الرئيسية الجديدة من *Eucalyptus camaldulensis* ودورات حياتها، وأنواع الضرر الناجم، مع مناقشة استراتيجيات مكافحة المتوخاة ضد هذه الآفات الجديدة.

الكلمات المفتاحية: *Eucalyptus camaldulensis*، الآفات الغازية، استراتيجيات مكافحة، الجزائر.

Résumé

Titre : Etude de l'entomofaune associée à l'*Eucalyptus camaldulensis* (Gommier rouge) : ravageurs potentiels et menaces.

Le travail bibliographique mène sur *Eucalyptus camaldulensis* permet de faire le point sur les ravageurs émergents qui lui sont associé en Algérie et en Méditerranée.

En Algérie, L'*eucalyptus camaldulensis* est attaqué principalement par cinq insectes ravageurs invasifs originaires de l'Australie : *Leptocybe invasa*, *Ophelimus maskelli* (insectes gallicoles, Hyménoptères, Eulophidae), *Glycaspis brimblecombei* (Hémiptères, Psyllidae). *Phoracantha semipunctata* (insecte xylophage, Coleoptera : Cerambycidae) et *Ctenarytaina eucalypti* (Hemiptera, Psyllidae).

L'objectif visé dans cette étude est l'identification de ces principales nouvelles espèces invasives de l'*Eucalyptus camaldulensis* et leurs cycles biologiques, les types de dommages occasionnés, avec une discussion sur les stratégies de lutte qui sont envisagées contre ces nouveaux ravageurs.

Mots clés : *Eucalyptus camaldulensis*, ravageurs invasifs, stratégies de lutte, Algérie.

Summary

Title: Study of the entomofauna associated with *Eucalyptus camaldulensis* (Red gum tree): potential pests and threats.

The bibliographical work on *Eucalyptus camaldulensis* makes it possible to take stock of the emerging pests associated with it in Algeria and the Mediterranean.

In Algeria, *Eucalyptus camaldulensis* is attacked mainly by five invasive insect pests originating in Australia: *Leptocybe invasa*, *Ophelimus maskelli* (gall-forming insects, Hymenoptera, Eulophidae), *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera, Psyllidae), *Phoracantha semipunctata* (wood-boring insect, Coleoptera: Cerambycidae) and *Ctenarytaina eucalypti* (Hemiptera, Psyllidae).

The objective of this study is to identify these main new invasive species of *Eucalyptus camaldulensis* and their life cycles, the types of damage caused, with a discussion of the control strategies that are envisaged against these new pests.

Keywords: *Eucalyptus camaldulensis*, invasive pests, control strategies, Algeria.

Liste des Abréviations

DGF : Direction générale des forêts.

F.A.O : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

Fig : Figure

INRF : Institut national de recherche forestière

PNUD : Programme des Nations Unies pour le développement.

E : Eucalyptus

%: Pourcentage

°C : degré Celsius

an: Année

m : mètre.

m³ : mètre cube

cm : centimètre

mm : millimètre.

Km : kilomètre.

g/l : gramme par litre

gal/cm² : galle par centimètre carré.

Ha : hectare.

L : larve.

Spp : plusieurs espèces.

Listes des figures

Figure 1: Répartition Eucalyptus cultivé dans le monde	8
Figure 2: Le Port de <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	9
Figure 3 : Aspect du tronc et écorce d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	9
Figure 4: Feuilles d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	10
Figure 5 : Pétiole d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	10
Figure 6 : Fleurs d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	11
Figure 7 : Rameau d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	11
Figure 8 : Les Fruits d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i> , Capsules à opercule conique rostré.....	12
Figure 9 : Les pièges jaunes englués.....	23
Figure 10 : Piège Barber en place avec un toit.....	25
Figure11 : <i>Phoracantha semipunctata</i>	25
Figure 12 : Troncs attaqués par le <i>Phoracantha semipunctata</i>	26
Figure 13 : <i>Phoracantha recurva</i> (INRF).....	26
Figure 14: Distribution mondiale de <i>G .brimblecombei</i>	28
Figure 15: Adulte de <i>G .brimblecombei</i>	29
Figure 16 : Identification de l'adulte.....	29
Figure 17 : les nymphes	30
Figure 18 : oeufs de <i>G.brimblecombei</i>	31
Figure 19 : nymphe et cocon néo née.....	32
Figure 20 : capot avec l'orifice de sortie du parasitoïde <i>Psyllaephagus bliteus</i>	34

Figure 21 : dégâts sur <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	34
Figure22 : L'espèce <i>Leptocybe invasa</i> (adulte).....	36
Figure 23: <i>Leptocybe invasa</i> femelle.....	37
Figure 24 : Stades immatures de <i>Leptocybe invasa</i>	39
Figure 25 : Différentes phases de développement d' <i>Ophelimus maskelli</i>	42
Figure 26 : <i>Ophelimus maskelli</i>	42
Figure 27 : Galles sur eucalyptus.....	43
Figure 28 : <i>Ctenarytaina eucalypti</i>	46

Table des matières

Dédicace.	
Remerciements	
المخلص	
Résumé	
Summary	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Table des matières	
Introduction.....	2

Chapitre I : Présentation du Gommier rouge (*E. camaldulensis*)

1. Historique.....	5
2. Généralité sur l'Eucalyptus.....	5
3. Systématique de l'eucalyptus camaldulensis.....	6
4. Aire de répartition.....	7
4.1 Dans le monde.....	7
4.2 En Algérie.....	7
5. Caractéristiques botaniques et dendrologiques.....	8
5.1. Port de l'arbre.....	8
5.2. Tronc et écorce.....	9
5.3. Les feuilles.....	10
5.4. Pétiole.....	10
5.5. Fleur.....	11
5.6. Rameaux.....	11
5.7. Fruits.....	12
5.8. Racines.....	12
6. Ecologie de l' <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	12
6.1. Exigences climatiques.....	12
6.2. Exigences édaphiques.....	13

7. Longévité de l'Eucalyptus	14
8. Importance économique.....	14
9. Usage d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	14
10. Les facteurs de dégradation.....	15
10.1. Les facteurs abiotiques.....	15
La neige.....	15
La sécheresse.....	16
Les maladies et ravageurs.....	16
10.2. Les facteurs anthropiques.....	16
Conclusion.	

Chapitre II : Entomologie forestière et méthodologie

1. Le but d'étudier l'entomologie forestière	18
2. Diversité des insectes forestiers.....	19
3. Les principaux milieux occupés par les insectes forestiers.....	19
A. Les ravageurs primaires	21
B. Les ravageurs secondaires	21
4. Dommage et impact des ravageurs	21
5. Importance de la connaissance des ravageurs des espèces.....	22
6. Méthodologie	22
6.1. Méthode de piégeages utilisées sur terrain.....	22
6.1.1. Les pièges jaunes englués.....	22
6.1.2. Pièges Barber (pots Barber).....	22
6.2. Au laboratoire.....	26

Chapitre III : Les principaux insectes ravageurs associés au Gommier rouge

Introduction.....	28
1. Épidémies et dégâts <i>Phoracantha semipunctata</i>	28
1.1. Biologie du <i>Phoracantha semipunctata</i>	29
1.2 .Symptômes et éléments de diagnostic.....	30
2. Le psylle du gommier rouge (<i>Glycaspi sbrimblecombei</i> Moore).....	31
2.1. Les origine.....	31
2.2. Distribution géographique.....	31

2.3. Description morphologique.....	32
2.3.1. Adulte	32
2.3.2 Les nymphes	34
2.3.3 Oeuf.....	35
2.4 Cycle biologique.....	36
2.5 Dégâts et importance.....	37
3. <i>Leptocybe invasa</i> (insecte gallicole).....	39
3.1 Diagnostic.....	40
3.2 Biologie de l'adulte et ponte.....	41
3.3 Développement de la galle.....	42
3.4 Dégâts.....	43
3.5 Ennemis naturels.....	43
4. <i>Ophelimus maskelli</i> Ashmead (Hyménoptères: Eulophidae).....	44
4.1 Morphologie.....	46
4.2 Galles.....	46
4.3 La biologie.....	47
4.4 Dommage.....	47
5. <i>Ctenarytaina eucalypti</i> (Maskell, 1890) (psylle gomme bleue.....	48
5.1 Description.....	48
5.2 Habitat.....	50
5.3 Biologie et écologie.....	50
5.4 Symptômes et Impact.....	51

Chapitre IV : Stratégies de lutte contre les ravageurs en forêt

1. Moyens de lutte contre les ravageurs.....	53
1.1. La lutte physique.....	53
1.1.1. Les méthodes de lutte physique.....	53
1.1.2. Les avantages.....	53
1.1.3. Les inconvénients.....	54

1.2. La lutte chimique.....	54
1.2.1. Les avantages.....	55
1.2.2. Les inconvénients.....	55
1.3. La lutte biologique.....	55
1.3.1. Les avantages.....	56
1.3.2. La nature de la lutte biologique.....	56
1.3.3. Les grandes types de lutte biologique.....	57
1.3.3.1. La lutte biologique classique.....	57
1.3.3.2. La lutte biologique par augmentation.....	57
1.3.3.3. La lutte biologique par conservation.....	57
1.3.4. Les organismes utilisés en lutte biologique.....	58
1.3.4.1. Les microorganismes.....	58
1.3.4.2. Les nématodes entomophages	58
1.3.4.3. Les parasitoïdes	59
1.3.4.4. Les prédateurs.....	59
2. La conservation et la protection de patrimoine forestière.....	60
2.1. La lutte contre les ravageurs et les maladies.....	60
2.2. Le reboisement et les plantations forestières.....	61
2.3. Sylviculture et aménagement.....	61
3. Techniques sylvicoles.....	62
Conclusion générale.....	64

Introduction générale

Introduction générale

L'eucalyptus est l'une des principales espèces forestières plantées dans le monde. Sa forte croissance et sa rusticité permettant d'établir rapidement une ressource et de répondre à des besoins divers, industriels (bois et trituration) ou domestiques (bois de chauffe, poteau...) (Boulmane et *al.*, 2017). D'après la FAO, il y aurait actuellement environ 19 millions d'hectare plantés dans plus de 37 pays. Le développement rapide et important de l'eucalyptus dans le monde a suscité des controverses sur l'impact de ces plantations sur leur milieu.

Il constitue le feuillu le plus planté dans le monde avec 8% des surfaces reboisées devant le genre *Acacia*, *Tectona*, *Castanea*, *Populus* (Bouvet, 2013). En Afrique du Nord, il est également l'arbre le plus utilisé en reboisement grâce à sa plasticité écologique et à la rapidité de sa croissance. *E. Camaldulensis* appelé aussi gommier rouge, est l'arbre exotique le plus répandu en Algérie (Letreuch, 1991) où il convient à tous les sols profonds de plaines, les lits d'oueds les terres non salées et sans calcaires (Kadik & Villagran, 1981).

Depuis la fin des années 1980, les Eucalyptus sont transportés et distribués dans le monde dans le cadre de programmes d'amélioration génétique et de diversification des essences forestières dans différents pays (FAO, 2011). En 2013, les estimations faisaient état de plus de 20 millions d'hectares (ha) de plantations dans le monde (Harwood, 2014) en majorité observées en Asie (8,4 millions ha) et en Amérique (7,5 millions ha). En Afrique, la superficie des plantations est estimée à 2,4 millions ha dont plus de 300000 ha au Sahel (Soumare et *al.*, 2017).

Par ailleurs, grâce à leur plasticité et leur rusticité, les espèces du genre Eucalyptus sont parmi les essences forestières les plus utilisées pour le reboisement en vue de lutter contre la désertification notamment au Sahel (Soumare et *al.*, 2017)

Malgré sa robustesse, cet arbre est soumis à de nombreux facteurs de dégradation depuis quelques temps, et la plupart lui sont fatals. L'émergence de nouveaux bioagresseurs des agents pathogènes (champignons, bactéries, virus) ou des ravageurs (invertébrés, rongeurs...) est à l'origine de nombreux dommages (des maladies et des dégâts) allant parfois jusqu'au dépérissement de peuplements forestiers tout entiers. Ces émergences qui sont d'origine multiple entraînent parfois des pertes économiques considérables. Au-delà des activités de production de bois, les bioagresseurs vont parfois jusqu'à menacer l'intégrité de l'écosystème

(son fonctionnement, sa biodiversité) et, à travers lui, la production de nombreux biens et services rendus à la société.

En effet, les plantations d'Eucalyptus souffrent de diverses attaques d'insectes qui se manifestent sur les tiges et les feuilles par différents types de symptômes Certains insectes (comme *Glycaspis brimblecombei*, *Phoracantha semipunctata*, *Leptocybe invasa*...) ont un impact sur le rendement des espèces d'Eucalyptus. En effet, des galles ont été observées sur les tiges, pétioles et feuilles, des Eucalyptus qui se développent dans divers coins du monde: Malaisie, Indonésie, New Zélande, Australie, Afrique du sud, Chine, Egypte et Colombie (Nounsi et *al.*, 2012).

Le présent travail fait donc le point sur les nouvelles espèces invasives d'Eucalyptus *camaldulensis*. Il regroupe les données disponibles sur ces espèces, en particulier sur, leurs cycles biologiques, les types de dommages occasionnés, avec une discussion sur les stratégies de lutte qui sont envisagées contre ces nouveaux ravageurs en Algérie et dans la zone Méditerranéenne.

Notre travail est divisé en quatre chapitres :

Le premier chapitre comporte une synthèse bibliographique sur l'*eucalyptus camaldulensis*. Le deuxième chapitre décrit l'importance de l'entomologie forestière et le but de l'étudier. Le troisième chapitre concerne les principaux insectes ravageurs redoutables associés au gommier rouge (l'*eucalyptus camaldulensis*). Le quatrième chapitre est consacré pour les moyens de lutte physique, chimique et biologique contre les ravageurs et les travaux sylvicoles. On termine ce travail par une conclusion générale.

Chapitre I
Présentation du Gommier
rouge (*Eucalyptus*
***camaldulensis*)**

1. Historique

Le genre *Eucalyptus* fut décrit et baptisé en 1788 par le botaniste français L'Héritier, après qu'il eut examiné des échantillons d'*E. Obliqua* récoltés par Nelson, naturaliste de la troisième expédition Cook. Dix-neuf *eucalyptus* avaient été nommés en 1800, et 28 en 1820 ; la plupart avaient été récoltés par des navigateurs dans les régions côtières d'Australie. En 1840, 71 espèces d'*eucalyptus* avaient reçu des noms, et il y avait beaucoup d'espèces nouvelles parmi la masse de spécimens botaniques ramenés en Europe par les diverses expéditions (Ralph Jacob, 1979).

L'*Eucalyptus* a été découvert par l'explorateur et botaniste français Jacques-Julien Houtou de la Billardière en 1792, en Australie. Quand les premiers explorateurs arrivèrent sur les littoraux de ce continent, ils virent des énormes forêts d'*Eucalyptus* et baptisèrent ce nouveau continent "le pays des brouillards bleus" (Botineau, 2010).

C'est à partir de 1860 que les *Eucalyptus* ont été introduits par les Français en Algérie, avec *l'E. Camaldulensis* comme espèce pionnière. Mais, la plantation massive de ces arbres a eu lieu, entre 1865 et 1963. Au début, les *Eucalyptus* ont été plantés à titre exceptionnel pour l'assèchement des marais (Mehani, 2006).

L'Eucalyptus globulus prit rapidement une grande extension en Algérie entre 1860 et 1870 (Boudy, 1952). Ensuite, *l'Eucalyptus camaldulensis* a été introduit dans les marais, car il pouvait assécher les sols. C'est vers les années 1960 et 1970 qu'on commencé le reboisement à base d'*Eucalyptus* à l'Est du pays (EL-Kala, Annaba, Skikda) au centre (Tizi-ouzou et Bainem) et à l'Ouest (Mostaganem) dans le but de répondre aux besoins nationaux en produits ligneux et avec un capital d'environ 130 espèces. La plantation d'*Eucalyptus* a continué jusqu'en 1982 où il a été mis fin à la production des plantes en pépinière et par conséquent à leur plantation (Meziane, 1996 cité in Mehani, 2006).

2. Généralité sur les eucalyptus

Le genre *Eucalyptus*, sont des arbres de la famille de Myrtacée indigène en Australie et en Tasmanie, et dont certaines espèces, notamment *E. globulus*, ont été introduites en Europe, l'arbre a également été planté en Afrique du Nord notamment en Algérie, au Maroc et en Libye.

Le genre *Eucalyptus* constitue la base essentielle des reboisements de feuillus. On sait qu'il en existe un très grand nombre d'espèces dont beaucoup se trouvent en Algérie du Nord, les mêmes conditions de milieu écologique qu'en Australie (Arar-Houari, 2008).

Les eucalyptus, appelés gommiers ont été découverts avec l'Australie. C'est un genre très vaste et diversifié, de l'arbuste aux arbres parmi les plus hauts du monde. Leur résistance au froid est souvent méconnue, il faudrait tester plus d'espèces en Europe pour l'agrément de nos jardins. Avec plus de 800 espèces, le genre *Eucalyptus* est vaste, de l'arbuste au très grand arbre. Les eucalyptus composent 95 % des forêts australiennes (Baid, 2018) ils sont indissociables de l'image de ce pays-continent. Ce sont des arbres très adaptables, de croissance souvent rapide, qui présentent une grande diversité au niveau de la taille adulte, de la couleur de l'écorce, de la couleur des fleurs, de la forme et de la couleur des feuilles, de la résistance aux basses températures.

Les eucalyptus ont été introduits dans de nombreux pays, pour la production de bois ou pour assécher les sols. Les feuilles éloignent les insectes, d'où des plantations en Afrique pour diminuer la propagation de la malaria. Ils peuvent par contre entraîner des problèmes par rapport à la flore locale (Baid, 2018).

Etymologie

Le nom "*eucalyptus*" vient du grec "eu" qui signifie "bon" ou "bien" et de "kalypto" qui signifie "couvrir", car les pétales et sépales sont soudés. Le nom commun de "gommier" fait allusion à la gomme résineuse rouge qu'ils exsudent quand ils sont blessés (Lis-Balchin, 2006 ; Louppe, 2008).

Nom vernaculaire

En arabe : شجرة الكاليتوس

En targui ou berbère : Calitous

En anglais : Australian tree ; gum tree ; Tasmanian bleu gum (Goetz et Ghedira, 2012).

Origine d'*Eucalyptus*

- Australie où il compose 95% des forêts naturelles
- la Tasmanie
- la Malaisie
- les Iles Indonésiennes

3. Systématique

Les eucalyptus sont des angiospermes dicotylédones de la famille des Myrtacées. Selon (Klaus, 1991 ; Hill et Johnson, 1995 in Rakotondravony et Raharinirina, 2018), la classification de l'*Eucalyptus camadulensis* (= *Eucalyptus* à bec, *Eucalyptus* des Camaldules ou Gommier rouge) est la suivante :

- Embranchement : Spermaphytes
- Sous – embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Sous – classe : Dialypétales
- Ordre : Myrtales
- Famille : Myrtacées
- Genre : Eucalyptus
- Espèce : *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh (= *Eucalyptus rostratus* Schltr)

4. Aire de répartition

a)- Dans le monde

Les plantations d'Eucalyptus couvrent de 13 à 19 millions d'hectares distribués dans plus de 70 pays (FAO, 1995).

La surface de plantation d'eucalyptus a considérablement augmenté depuis 20 ans en particulier en Asie et en Amérique du sud (Iaciau, 2001).

L'*Eucalyptus camaldulensis* est l'une des espèces les plus cultivées dans le monde et dans le bassin méditerranéen. Il a été planté sur 100000 ha au Maroc, 70000 ha au sud de l'Espagne, 70000 ha en Italie, 40000 ha en Tunisie, 30000 ha en Algérie, 30000 ha en Libye, 3200 ha au Portugal (Hillis, 1970 ; Seigue, 1985) (Fig. 1).

b)- En Algérie

En Algérie le reboisement d'eucalyptus est de 29355 hectares qui représentent un taux de 2% du total des reboisements forestiers dans différentes wilaya du Nord (El taraf, Skikda, Jijel, Bejaia, Annaba, Tizi-Ouzou, et les wilayas Tlemcen, Tissemsilt, Sidi Bel Abbes, Tipaza, Bouira et Guelma (Meddour et Elderriji, 2012). Son introduction en Algérie date de 1861, la plantation massive de ces arbres ne se fera qu'à partir de 1950, grâce à leur facilité d'adaptation (Métro, 1970).

L'espèce provenant semble être l'*E. camadulensis* mais d'autres espèces furent introduites dans des placettes d'essais notamment à Reghaia, Bouchaoui et El Alia, dans la région d'Alger, cette zone d'introduction était tellement favorable qu'on a assisté à des croisements

qui ont donné des hybrides dont «*l'Eucalyptus algerensis*». Dans les années 40 et 50 les Eucalyptus furent introduites dans 18 arboretums couvrant les étapes bioclimatiques humides et semi-arides. Dans ce cadre, pas moins de 130 espèces ont été plantées sur le territoire national (Nait Achour, 2012).

Pendant les années 60 à 70, les reboisements à base d'Eucalyptus ont concernés notamment l'Est (El Kala, Annaba, Skikda), le centre (Tizi-Ouzou, Bainem) et l'ouest Mostaganem afin de répondre aux besoins nationaux en produits ligneux et papetiers (Foudil-Cherif, 1991).

Les espèces *E. globulus*, *E. camaldulensis*, *E. gomphocéphala*, sont les plus répandues dans la région méditerranéenne (Russell et Culter, 2008).

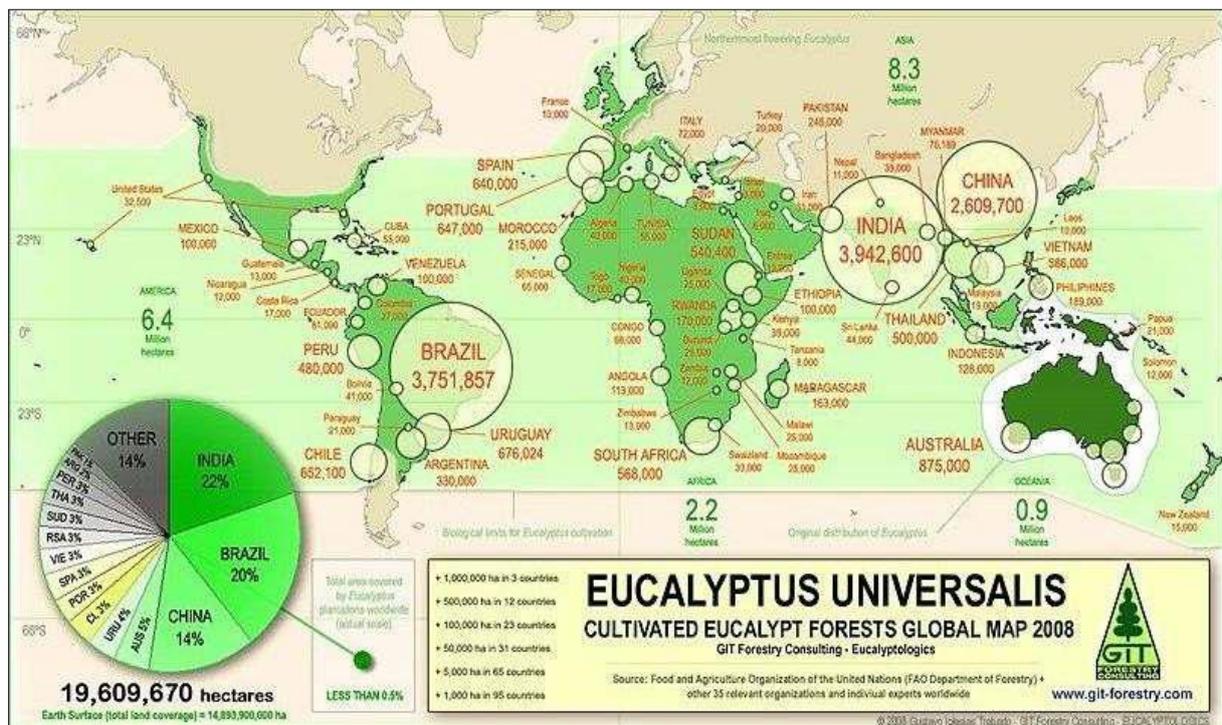


Figure 1: Répartition Eucalyptus cultivé dans le monde (FAO, 2008).

5. Caractéristiques botaniques et dendrologiques

5.1 Port

L'arbre des feuilles persistantes, au port élancé, atteignant (12-20) m de haut, à fût généralement droit et plus ou moins blanchâtre, à cime étroite avec des branches tombantes et peu fournies (Benaz, 2013) (Fig. 2).



Figure 2 : Le Port de l'*Eucalyptus camaldulensis* (Kebir, 2018).

5.2 Tronc et écorce

Le tronc de l'*Eucalyptus camaldulensis* est le plus souvent droit et élancé, parfois tortueux, exsudant fréquemment une gomme résineuse rouge.

Son écorce est fraîche, caduque se détachant chaque année en plaques arrondies plus au moins allongées (Fig. 3). Dans sa jeunesse, l'écorce est épaisse, noirâtre à la base et lisse en haut de couleur blanche grisâtre à reflet argenté. Elle devient châtain clair en vieillissement (Hall et Jonhston, 1953).



a : jeune arbre

b : vieil arbre

c : plaques d'écorce détachée

Figure 3 : Aspect du tronc et écorce d'*Eucalyptus camaldulensis* (Kebir, 2018)

5.3 Les feuilles

Les feuilles sont toutes alternes, pétiolées, falciformes, gris-vert pâle, parfumées, pendantes, coriaces, à marges et nervures inférieures teintées de rouge (Rameau *et al.*, 2008).

D'après (Blakely, 1965 ; Seigue, 1985), les feuilles de jeunesse sont opposées sur trois ou quatre paires, les autres étant alternées. Elles ont un pétiole, sont lancéolées et mesurent de 2 à 4 cm sur 6 à 12 cm. Leur couleur est verte, légèrement glauque.

Selon les mêmes auteurs, les feuilles adultes, pétiolées, sont alternées. La couleur verte est identique pour les deux faces. Elles sont lancéolées, étroites, en forme de faux (falciforme), de 7 à 22 cm sur 0.4 à 4 cm (Fig. 4).

Les feuilles comportent de nombreuses vacuoles qui contiennent des huiles riches en cinéol ou en eucalyptol (FAO, 1982 ; Alexendrien, 1992).

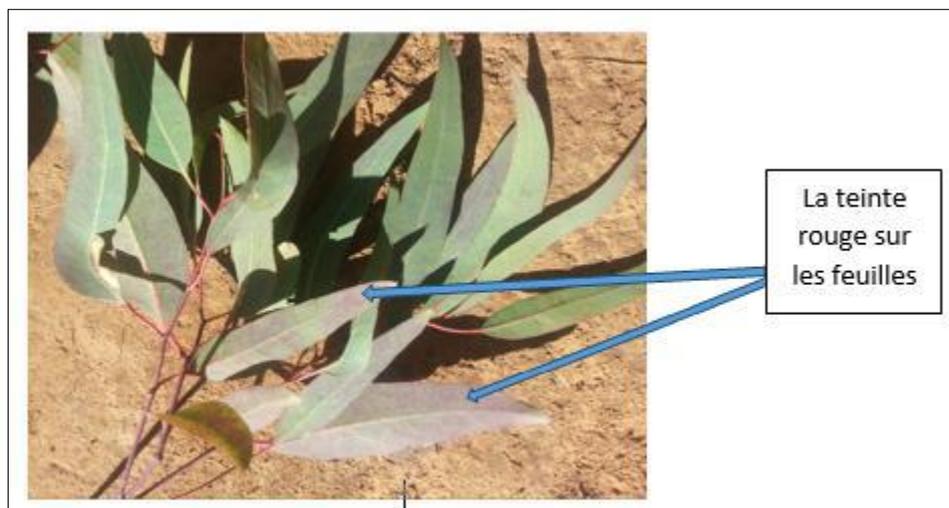


Figure 4 : Feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* (kebir, 2018).

5.4 Pétiole

Le pétiole arrondi ou sillonné, de (3-5) cm de long (Web 1) (Fig. 5).



Figure 5 : Pétiole d'*Eucalyptus camaldulensis* (Web 1)

- La nervation est Pennée, à nombreuses nervures secondaires peu visibles, espacées de 1-3 mm, se raccordant à une nervure submarginale située à 0,5-1 mm du bord (Benaz, 2013).
- Les inflorescences sont en grappes, sur des branches courtes poussant dans l'axe des feuilles, vers l'extrémité des rameaux. Les bourgeons peuvent être par groupes de 3 à 7, absence de cicatrice entre le corps du bourgeon et son opercule (Robert, 2015).

5.5 Fleur

Les fleurs ont l'allure de petites boules, qui ont de très nombreuses étamines blanchâtres et donnent naissance à des capsules hémisphériques (Fig. 6). Inflorescence en ombelle simple, avec des fleurs régulières par 4 à 7, en ombelles axillaires (Rameau et *al.*, 2008).



Figure 6 : Fleurs d'*Eucalyptus camaldulensis* (Kebir, 2018)

5.6 Rameaux

Les rameaux sont pendants ; leur section est carrée à leur extrémité (Hall et Johnston, 1953). Les jeunes rameaux sont minces et anguleux, ils restent souples et pendants en vieillissant (Fig. 7).



Figure 7 : Rameau d'*Eucalyptus camaldulensis* (Kebir, 2018)

5.7 Fruits

Les fruits sont des capsules ligneuses à paroi fine, hémisphériques ou ovoïdes de 5 à 7 mm, s'ouvrant par 3 à 5 valves à dents fortes de couleur brun rougeâtre à brune généralement recourbées vers l'intérieur et contenant de nombreuses graines anguleuses (Fig. 8) (Web 2).

Les jeunes fruits sont des boutons ou capsules à opercule conique plus ou moins rostré, parfois même hémisphérique, une ou trois fois plus long que le tube-calice et qui se termine par un bec aigu ou pointu de 7 à 8 mm sur 5 à 6 mm. La semence est polyédrique de moins de 1 mm de largeur de couleur beige (Blakely, 1965 ; Seigue, 1985).



Figure 8 : Les Fruits d'*Eucalyptus camaldulensis*, Capsules à opercule conique rostré (Kebir, 2018)

5.8 Racines

Les racines se composent d'un long pivot et de racines superficielles latérales. Il a des racines secondaires superficielles, étendues, finement ramifiées, qui peuvent s'étendre dans un rayon égal à deux fois et même deux fois et demie la hauteur de l'arbre, en terrain libre, ce qui empêche alors toute levée de semis (Blakley, 1965 ; Seigue, 1985).

6. Ecologie de l'*Eucalyptus camaldulensis*

6.1 Exigences climatiques

Le Gommier rouge (*E. camaldulensis*), est une espèce australienne essentiellement ripicole. Dans les zones, là où la pluviosité est importante, il peut abandonner les cours d'eau rencontrés le long des collines ou s'aventurer dans les terrains forestiers. C'est une espèce thermophile, craignant le gel avec un comportement héliophile. Espèce hygrocline à

mésohygrophile, exigeant des sols à réserves en eau importantes et des stations à bilan hydrique favorable (Rameau et *al.*, 2008).

D'après (Metro, 1949), la température minimale absolue pour cet *Eucalyptus* est de -5°C , alors que la pluviosité est de l'ordre de 400 mm au moins. Son optimum de précipitation est de 425 mm/an avec un été sec, mais il peut se contenter de 250 mm/an. Selon (Lacaze, 1962 ; Seigue, 1985), Il supporte en été des températures de 40°C et des hivers de -5°C . Il craint les gelées, elles limitent son aire. Toutefois, sur les sols très argileux, il lui faut 600 à 700 mm d'eau par an. On le trouve entre 20 et 200 m en altitude, mais en zone tropicale, il atteint 600 m. La grande diversité de son écologie correspond à une grande variété de formes, ce qui a souvent causé des confusions. Mais elle permet un choix très large qui peut s'adapter à des conditions très variées.

D'après (Metro, 1949), la limite de culture d'*Eucalyptus camaldulensis* en sec semble être celle du semi-aride supérieur, mais il peut être cultivé dans les zones plus arides s'il bénéficie d'eau en permanence. Particulièrement sensible, à la neige et aux basses températures (gelée), ce qui le fait déconseiller des hautes altitudes.

6.2 Exigences édaphiques

Du point de vue édaphique, cette essence forestière excelle sur des sols peu calcaires, bien aérés avec cependant une alimentation en eau assurée au cours d'été, terrasses d'oueds, dunes à nappes phréatiques (jusqu' à 10 m de profondeur). Dans ces conditions particulières, il peut supporter un climat aride, une teneur en calcaire moyenne et même une certaine salinité (jusqu' à 2 à 3 g/l) (Ledant, 1975).

Le Gommier rouge, craint avant tous les sols très calcaires et les sols compacts n'assurant pas une bonne alimentation ni en air ni en eau. Dans les sols très argileux, il lui faut une quantité très importante d'eau. D'après (Ledant, 1975), il tolère les PH élevés et une certaine teneur en sel, il ne supporte pas les fortes quantités de calcaire ou de sel.

Il s'étend sur les berges de rivières sujettes aux inondations parfois prolongées. Il pousse bien sur les alluvions profondes, assez argileuses et compactes (Goes, 1977 ; Seigue, 1985). Il supporte les sols peu désaturés, PH proche de la neutralité à légèrement acide avec un humus de type mull. Généralement, il a une grande plasticité édaphique et tolère des ph élevés. Il s'accommode en outre des terres argileuses ou sableuses humides ou sèches, mais ne supporte pas les sols ayant une forte quantité de calcaire ou de sel.

7. Longévité de l'*Eucalyptus*

L'*Eucalyptus camaldulensis* peut vivre plus que 100 ans dans les stations qui lui sont convenables. Selon (Jovanovic et Thomas, 1977), les *Eucalyptus* présentent une croissance rapide, et ont une longévité variable, de 200 à 250 ans, mais il faut exploiter l'arbre pendant un âge peu avancé.

8. Importance économique

Le genre d'*Eucalyptus* revêt une importance considérable à l'échelle de l'économie forestière mondiale, et en particulier par l'extension considérable des reboisements (plus de 4 millions d'hectares) en régions tropicales sahéliennes et tempérées chaudes (Lanier, 1986).

La majorité des pays circumméditerranéens sont largement déficitaires quant au bilan de leur filière bois; l'Algérie à un déficit de 65 000 m³ (Lanier, 1986). En Algérie, l'*Eucalyptus* qui se caractérise par sa rapidité de croissance, a été choisi pour constituer les plantations dont la production est destinée pour l'alimentation des usines de pâte à papier (Kadik, et Villagran, 1981).

Un *Eucalyptus* peut produire en 20 ans ce qu'un pin d'Alep par exemple, produit en 60 ans. En foresterie, les arbres produisent généralement tous les 80 à 100 ans. Alors que l'eucalyptus produit tous les 15 ans. Ce qui amène à conclure qu'il n'y a pas d'hésitation possible en matière de choix d'espèces de reboisement. Les forêts d'eucalyptus sont capables de jouer un rôle primordial dans la filière bois, et diminuer ainsi en grande partie les importations de ce produit vital à l'économie d'une manière générale (Meziane, 1996).

9. Usage d'*Eucalyptus camaldulensis*

L'*Eucalyptus camaldulensis*, présent un grand intérêt économique à cause de leur large gamme d'utilisation et la longue liste des sous-produits qu'il offre. De plus, il est caractérisé par une grande plasticité et une croissance très rapide.

- Le bois de cette essence est rougeâtre, de bonne qualité et utilisé en ébénisterie.
- Bois d'énergie : Son bois est un bon combustible, supérieur au chêne vert et à *Eucalyptus globulus*. Il donne un excellent charbon.
- Bois de trituration : présente des caractéristiques technologiques intéressantes pour la production de pâte à papier.

- Bois de service et bois de construction (maison, pont,..) (Turnbull, 1991 in Rakotondravony & Raharinirina, 2018).
- Espèce aromatique et médicinale : les feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis*, sont parfumées, riches en huile essentielle, antibactériennes, antifongiques, expectorantes, fébrifuges et légèrement sédatives.

La fibre est très courte, plus courte que celle d'*Eucalyptus globulus* surtout chez les jeunes arbres, mais elle est plus longue chez les vieux arbres (Hillis, 1970 ; Seigue, 1985).

En Italie, *Eucalyptus camaldulensis* est employé par l'industrie de la rayonne et des fibres artificielles selon un procédé spécial. Au Maroc, l'usine de cellulose de Sidi Yahia du Rhab consomme 60 000 t de rondins d'*Eucalyptus camaldulensis* par an (Metro, 1949 ; Seigue, 1985).

Le feuillage peut à la rigueur, servir occasionnellement d'aliment pour les chèvres, mais elles l'apprécient peu. C'est un arbre résistant aux feux de forêts. Il est très efficace pour fixer les sols sur les pentes. Il convient pour drainer et assainir les terrains mouillés ou marécageux. Sur les terrains mouvants du flysch de l'éocène, il a été planté avec succès pour stabiliser les sols et la fixation des berges, en Espagne et en diverses stations en Algérie (Hillis, 1970 ; Seigue, 1985).

10. Les facteurs de dégradation

Parmi les facteurs de dégradation, nous pouvons citer les facteurs écologiques et les facteurs anthropiques.

10.1 Les facteurs abiotiques

La neige

La neige qui tombe en grande quantité fragilise les branches des arbres qui cassent sous un poids trop conséquent, une branche fragilisée ou morte peut céder sous une quantité de neige trop importante (Laadel, 2014).

La sécheresse

La sécheresse est une épisode de manque d'eau plus ou moins longue mais suffisante pour que les sols et la flore soient affectés. Ce phénomène peut être cyclique ou bien exceptionnel et peut affecter une zone localisée comme un sous-continent entier (Laadel, 2014).

Les maladies et ravageurs

L'*Eucalyptus* est très sensible aux ravageurs et aux maladies. Très nombreux sont les insectes et les microorganismes qui l'affectent. L'action des ravageurs est bien remarquable sur les jeunes peuplements. Tandis que le sujet âgé est le plus vulnérable à l'agression d'autres parasites secondaires (Mazari, 1982).

10.2 Les facteurs anthropiques

Comme partout au monde, l'homme constitue le principal facteur de la dégradation de la biodiversité dans son milieu par ses diverses activités (défrichement cultural, prélèvement des ressources biologiques, surpâturage, feux de brousse, pollution, exploitation du sol et du sous-sol, extension de l'habitat, et introduction des essences exotiques). En Algérie les abattages illicites sur l'*Eucalyptus* sont rares, les branches sont coupées ou cassées par les riveraines dont le but d'utilisation des feuilles pour la phytothérapie (Laadel, 2014).

Conclusion

E. Camaldulensis a été introduit en Algérie au cours de la colonisation en 1860. C'est une essence utilisée dans les reboisements notamment pour sa plasticité et sa croissance rapide. Malgré sa robustesse, cet arbre est soumis à de nombreux facteurs de dégradation et des problèmes d'ordre phytosanitaire.

La connaissance des espèces ravageurs en particulier et de l'entomofaune en générale de cet arbre nous permettra de mieux cerner le problème de dépérissement qui touche cette importante essence, et qui nous permettra de mieux lutter contre les principaux ennemis.

Chapitre II

Entomologie forestière et

méthodologie

La forêt est définie comme étant un écosystème ou formation végétale composée essentiellement d'arbres, mais aussi d'arbustes et arbrisseaux au point de modifier les conditions écologiques qui règne au sol en créant un microclimat spécial « milieu forestier ». Au sein de cette forêt vivent des communautés animales et végétales particulières (Delcourte, 2020)

L'entomologie forestière est une spécialité qui s'intéresse aux études des insectes qui ont un lien avec les forêts (Entomologie, 2020). Elle intègre un ensemble de connaissances entomologiques et forestières dans un cadre économique et écologique (Bauce, 2005). C'est une branche de la protection des forêts, un des plus vastes chapitres des sciences forestières, qui comprend l'étude de la météorologie, de la botanique, de la zoologie.....

En Algérie, les premières publications sur l'entomologie forestière ont débuté avec Seurat (1924) dans son étude « la zoologie forestière en Algérie » (Benia, 2010).

1. Le but d'étudier l'entomologie forestière

L'intérêt de prendre en compte les insectes dans la gestion d'un écosystème à caractère naturel comme la forêt n'est plus à démontrer. Les insectes représentent en effet une part prépondérante (plus de 80%) de la biodiversité animale forestière. Ce sont des acteurs du fonctionnement des écosystèmes qui interviennent à tous les niveaux des réseaux trophiques. Ils peuvent être consommateurs primaires (insectes phytophages), consommateurs secondaires ou tertiaires (prédateurs, super-prédateurs, parasites, hyperparasites).

Les saprophages (saproxylophages, nécrophages, coprophages, détritivores) sont des acteurs indispensables du cycle de la matière (matière organique, éléments minéraux...). La présence ou l'absence de certaines espèces, ou plutôt de cortèges d'espèces, permet de vérifier le plus ou moins bon fonctionnement de l'écosystème. Les insectes sont de ce fait de bons indicateurs de la qualité de l'écosystème et de l'impact de la gestion sur le milieu forestier. Du plus petit au plus grand, du plus insignifiant au plus spectaculaire, ils constituent un patrimoine qu'on ne peut plus ignorer.

Cependant aussi nécessaire et utile que soit l'étude des insectes forestiers, de multiples contraintes liées aux caractéristiques biologiques des insectes rendent complexes ces études. (Nageleisen, 2009)

2. Diversité des insectes forestiers

Les forêts renferment de nombreuses espèces d'insectes d'une étonnante diversité du point de vue biologique et qui jouent un rôle primordial dans le fonctionnement des écosystèmes.

Les insectes représentent les trois-quarts des espèces animales décrites sur la planète avec environ six millions d'espèces à l'heure actuelle. Leur biomasse totale serait 300 fois plus importante que la biomasse humaine, quatre fois supérieure à celle des vertébrés, sachant que les insectes sociaux (fourmis, abeilles, termites...) représentent à eux seuls la moitié de la biomasse des insectes. Ils ont de nombreuses interactions entre eux et avec les humains. Certains insectes entrent en compétition directe pour nos ressources comme les ravageurs en agriculture et en forêts. D'autres peuvent causer des problèmes de santé majeurs en tant que vecteurs de pathogènes et de maladies infectieuses graves. À l'opposé, ils sont utiles à l'écosystème en tant que pollinisateurs, prédateurs et source de nourriture pour de nombreuses espèces animales (Hadjadj, 2020).

Les insectes, qui représentent le groupe le plus riche en espèces, jouent dans les forêts plusieurs rôles, tous sont très importants. Nous pouvons trouver, par exemple, des insectes phytophages, décomposeurs, pollinisateurs, prédateurs, parasites ou vecteurs d'organismes pathogènes (Benia, 2010).

Les insectes et les pathogènes indigènes jouent un rôle écologique essentiel dans les forêts, sont aussi nombreux au sein de l'écosystème forestier et possèdent différents comportements alimentaires (Le Parisien, 2020).

En consommant les arbres et les autres matières végétales, les insectes et les microorganismes forestiers contribuent à l'assainissement et à la régénération des écosystèmes forestiers.

Ils participent au renouvellement des forêts en éliminant les arbres âgés ou vulnérables, en favorisant le recyclage des éléments nutritifs et en créant de nouveaux habitats et des sources de nourriture pour les espèces sauvages.

3. Les principaux milieux occupés par les insectes forestiers

La forêt est un lieu privilégié pour rencontrer une multitude d'espèces d'insectes. Divers milieux dans l'écosystème forestier sont occupés par les insectes. De nombreux insectes sont associés aux biocénoses forestières ; ils sont détriticoles, zoophages ou phytophages. Nous distinguons :

a) Les plantes de sous-bois

De nombreux insectes se développent sur des plantes de sous-bois. Des Hémiptères, des Coléoptères comme les chrysomèles, ou des Lépidoptères.

b) La litière

Ce milieu, protégé de l'éclairement solaire direct, et humide est particulièrement favorable au développement d'invertébrés divers, mollusques, cloportes (Crustacés Isopodes), arachnides, collemboles et bien évidemment insectes.

Les insectes sont représentés, outre par les fourmis, surtout par les larves d'espèces diverses, avec beaucoup de Diptères.

Les saprophages se nourrissent de matières en décomposition, et participent grandement au maintien de la fertilité du sol forestier. Les coprophages, Diptères et surtout Coléoptères, qui se nourrissent des excréments de mammifères sauvages ou domestiques, constituent une catégorie remarquable. Les nécrophages sont aussi des nettoyeurs efficaces.

c) L'arbre et ses multiples milieux

1. Les frondicoles : qui vivent parmi le feuillage des arbres, cette catégorie comporte soit des défoliateurs qui consomment les feuilles (les chenilles de Lépidoptères et fausses chenilles d'hyménoptères...), soit des mineurs des feuilles (certains Asticot de Diptères, chenilles de Lépidoptères, et larves de Coléoptères).

2. Les insectes de méristèmes

3. Les suceurs de sève : qui s'alimentent de la sève.

4. Les gallicoles : qui produisent divers galles sur différentes parties de l'arbre.

5. Les insectes des fruits et graines

6. Les corticoles : ce sont des mangeurs de phloème.

7. Les xylophages : qui s'attaquent au bois

8. Les insectes rhizophages : Il s'agit d'espèces qui s'alimentent des racines, souvent au stade larvaire (Hadjadj, 2020).

D'après Bovey (1970), On peut aussi classer les insectes ravageurs en deux grandes catégories :

A. Les ravageurs primaires

On range dans cette catégorie les insectes qui peuvent évoluer sur des arbres sains. C'est le cas des insectes défoliateurs, des insectes des méristèmes et de plusieurs ravageurs xylophages (Saperdes, Cossus). Quelques ravageurs forestiers sont à la fois primaires et secondaires, selon le dégât considéré, tels les Hylésines du pin et l'Hylobe du pin (Bovey, 1970).

B. Les ravageurs secondaires

Cette notion ne signifie pas que l'on ait affaire à des insectes d'importance économique moindre que les ravageurs primaires. Beaucoup d'entre eux peuvent causer d'énormes dégâts. Ce sont les insectes dont les possibilités d'attaque et de multiplication sur l'arbre sont dépendantes d'un état physiologique déficient de ce dernier.

Entrent dans cette catégorie les insectes corticoles et xylophages et beaucoup de xylophages typiques qui se recrutent dans les familles des Scolytidae, Curculionidae, Cerambycidae, Buprestidae et Siricidae.

Les principaux facteurs qui prédisposent les arbres aux attaques des ravageurs secondaires sont la sécheresse et, chez les conifères à feuilles persistantes, la destruction des aiguilles par les ravageurs primaires.

Le départ d'une grave épidémie de ravageurs secondaires implique :

- un déséquilibre hydrique persistant assez longtemps et affectant de grandes surfaces.
- la présence dans les peuplements menacés d'une population de réserve d'une certaine importance.

4. Dommage et impact des ravageurs

Les ravageurs de forêts peuvent créer des dommages économiques en s'alimentant des arbres ou en véhiculant des pathogènes qui peuvent affecter la qualité et la santé des arbres. L'étude des facteurs responsables de l'équilibre insecte-forêts peut permettre de mieux comprendre les épidémies et de choisir les meilleures méthodes d'intervention en fonction de l'aménagement forestier (G.D.C, 2020). La connaissance de l'entomologie forestière nous permettra, tout en respectant un certain seuil, de mieux lutter contre les ravageurs qui posent de nombreux problèmes à l'économie du monde entier par leur nocivité (Benia, 2010).

5. Importance de la connaissance des ravageurs des espèces

Tout insecte phytophage est un ravageur potentiel qui ne devient nuisible que lorsque ses populations dépassent occasionnellement ou de façon durable une certaine densité (seuil de tolérance) que l'arbre peut supporter sans qu'il en résulte une diminution de sa production ou de sa vitalité. Cette densité critique est variable d'une espèce à l'autre suivant la nature des dégâts et l'organe attaqué. Sur le plan pratique, une espèce indésirable ne sera un ravageur économique que s'il est rentable de le combattre (Bovey, 1970).

6. Méthodologie

L'étude de la diversité et de l'abondance des insectes implique généralement l'utilisation de pièges, qu'ils soient d'interception ou d'attraction. Le choix du type de piège qui convient le mieux aux groupes d'insectes que l'on souhaite étudier est donc important (Yattara et Francis, 2013).

Le piégeage est une technique très efficace qu'il faut pratiquer avec discernement. L'utilisation des pièges a pour principaux objectifs : d'identifier les ravageurs et d'estimer leur population. Dans le cas des insectes, plusieurs méthodes de piégeage sont possibles. Parmi ceux-ci, les plaques jaunes engluées et les pots Barber. Le meilleur piège pour l'entomologiste est celui qui récolte plus d'insectes et d'espèces et rend compte de la proportion relative de diverses espèces, genres ou familles (Yattara et Francis, 2013).

Pour la réalisation de cette étude nous avons adopté deux techniques d'échantillonnage différentes : les plaques jaunes engluées et les pots Barber.

6.1 Méthodes de piégeages utilisées sur terrain

6.1.1 Les pièges jaunes englués

Les insectes sont attirés naturellement par certaines couleurs. L'emploi de pièges colorés dit "chromatiques" permet de déterminer leur présence et leur importance.

(Roth, 1972) rapporte que les pièges colorés apparus en 1966, sont largement utilisés pour des insectes ailés. La couleur préférentielle pour la plupart des insectes est le jaune citron.

Description de la méthode des pièges jaunes

Ce type de piège est une plaque (environ 24x 40 cm) en plastique souple de couleur jaune vif et enduite de glu (Franck, 2013), qui reste visqueuse pendant une longue période (Fig. 9). Ce piège est suspendu dans la végétation et il faut éviter de les exposer au soleil directement et à la poussière (Atlas Agro S.A.R.L, 2017) et il permet d'attraper un très grand nombre d'insectes notamment les hémiptères, les diptères, les hyménoptères et certains coléoptères comme les coccinelles (Franck, 2013).



Figure 9 : Les pièges jaunes englués (Web 3)

Pour l'utilisation, il faut enlever le papier protecteur de chaque côté du panneau pour libérer les surfaces collantes et l'accrocher sur un support à proximité des plantes ou le suspendre avec du fil dans la frondaison de l'arbre à 1,5 m de hauteur. Il est recommandé d'utiliser un piège pour 10 à 50 m² en fonction du nombre de parasites. Il est nécessaire de changer le piège lorsqu'il devient rempli, il ne pourra alors plus capturer d'insectes (Fig. 9).

Les avantages

L'un des avantages de cette technique, c'est le fait d'être peu coûteuse, accessible à toute personne capable de reconnaître les ravageurs, le dispositif est facile à placer. Ils sont plus économiques à se procurer.

Ce piège permet un meilleur raisonnement de la lutte chimique ou biologique, il est facile à utiliser, il est écologique et économique en même temps non toxique pour l'environnement, la

glu résiste aux ultraviolets, à la pluie et autres intempéries (Homejardin, 2017) et biodégradable donc on peut les laisser dans la terre après utilisation.

Ce genre de piège n'est pas sélectif, il permet d'attraper un très grand nombre d'insectes notamment les hémiptères, les diptères, les hyménoptères et certains coléoptères. Il est efficace pour quantifier une population de ravageurs ou d'auxiliaires (Franck, 2013).

Ces pièges sont très utiles pour l'estimation des périodes d'activité de l'insecte. Ils permettent également l'étude de l'évolution annuelle de la densité relative des espèces. Ainsi l'utilisation des pièges jaunes englués donne plus d'information pour déterminer la période de contrôle des insectes. Elles peuvent être un outil important pour les agriculteurs dans leur prise de décision pour un programme de lutte contre les insectes (Bel Kadhi et Onillon, 2004).

Les inconvénients

Ces pièges sont positionnés pour plusieurs semaines, si une invasion des insectes arrive, la capacité de piégeage de la glu est réduite. Dans ce conditions, il est préférable de changer le piège, d'identification des insectes capturés demande une certaine expérience et information (Hanafi, 2000).

Les insectes capturés par cette méthode seront difficilement récupérables pour identification (Boubekka, 2015).

6.1.2. Pièges Barber (pots Barber)

L'emploi des pièges d'interception, encore connus sous le nom de « pièges Barber » est une méthode fréquemment utilisée pour capturer les insectes qui se déplacent à la surface du sol. Les pièges Barber qui se caractérisent par leurs captures d'insectes au hasard de leur déplacement sans agir sur leur comportement (Nichane et Khelil, 2014).

Pour échantillonner les Arthropodes épigés mobiles, la méthode la plus répandue est le piège Barber: un pot enfoncé dans le sol (Figure 10) intercepte les animaux mobiles. Sa popularité tient à ses avantages pratiques ; bon marché, simple d'emploi, de pose et de relevé assez rapides, il procure des effectifs d'Arthropodes épigés importants (Bouget et Nageleisen, 2009).

Description de la méthode

Ce piège est constitué d'un pot en plastique, de diamètre 7 à 10 cm, enterré jusqu'au bord supérieur de façon à créer un puit dans lequel les individus marcheurs vont tomber. Les pots

sont remplis au tiers d'un liquide non attractif à base d'eau, de détergent (sans parfum) et de sel. Cette solution permet de noyer les individus piégés et de les conserver jusqu'au relevé des pièges. Les pièges sont recouverts d'un toit pour éviter d'être remplis lors des pluies (Fig. 10). Le contenu de chaque pot piège est relevé régulièrement et étiqueté. Il est rincé puis transféré dans de l'alcool à 70% pour assurer la conservation des arthropodes jusqu'à leur détermination et leur dénombrement (Métral, 2005).

Il est nécessaire d'espacer suffisamment les pièges (au minimum 10 mètres) pour éviter qu'ils ne s'influencent. Ce type de piège permet la collecte de nombreux individus et donne une bonne image de la diversité présente. En termes d'information, il n'indique pas le nombre d'individus présents mais la densité d'individus en activité sur la durée de piégeage (Métral, 2005).

Il est nécessaire de changer journallement de place les pots de Barber si l'on ne veut pas que les échantillons soient faussés par suite de l'épuisement de la faune (Roth, 1972).



Figure 10: Piège Barber en place avec un toit (Bouget et Nageleisen, 2009).

Dans les pièges Barber et assiette jaune une solution d'eau salée à laquelle on ajoute une goutte de liquide vaisselle (sans odeur) limite la dégradation des organismes sur la durée du piégeage.

Lors du relevé des pièges, les organismes capturés sont transférés dans une solution d'éthanol à 70%, adaptée à la majorité des espèces, avant tri et identification.

Les échantillons stockés, doivent être étiquetés avec la date, le numéro du piège (référéncé au préalable sur un plan des sites étudiés).

Remarque : Une bonne préparation des échantillons (retirer les végétaux et cailloux pouvant se trouver dans les pièges, bien rincé la solution salée, précautions lors du transfert) facilite les manipulations lors des étapes suivantes.

D'après Baziz (2002), les avantages et les inconvénients de cette méthode sont :

Avantages

Elle permet de capturer toutes les espèces géophiles qui marchent plus qu'elles ne volent aussi bien diurnes que nocturnes.

Les individus piégés sont noyés, de ce fait ils ne peuvent ressortir du pot-pièges en aucun cas. Cette méthode est facile à manipuler car elle ne nécessite pas beaucoup de matériels tout au plus 08 pots, une pioche, de l'eau et un détergent.

Elle est simple et peu coûteuse dans sa réalisation.

Le rendement « Nombre d'individus et d'espèces capturés/effort temporel » élevé.

Inconvénients

En effet, l'excès d'eau en cas de forte pluie peut inonder les boites dont le contenu déborde entraînant ainsi vers l'extérieure les arthropodes capturés auparavant.

Les pots Barber ne permettent de capturer que les espèces qui se déplacent à l'intérieur de l'aire échantillon.

Choix du liquide conservateur (attractivité, nocivité, coût...). Dégradation fréquente par les sangliers. Débordement possible. Capture d'espèces non-cibles (micro-mammifères, reptiles, mollusques terrestres) (Bouget et Nageleisen, 2009).

6.2. Au laboratoire

Les espèces sont triées, conservées et identification sous une loupe binoculaire par les caractères morphologiques. La détermination est faite à l'aide des clés de détermination, en utilisant aussi guides d'identification. Les recherches taxonomiques sont poussées aussi loin que possible jusqu'à l'ordre, la famille, le genre et rarement jusqu'à l'espèce. Après l'étude au terrain et au laboratoire, les résultats sont exploités statiquement par divers indices écologiques.

Toutes ces techniques n'ont malheureusement pas été mise en application pour cause du confinement occasionné par le Covid 19. Le travail a été réorienté et a porté sur les ravageurs potentiels qui menacent l'eucalyptus en Algérie et en méditerranée.

Chapitre III

Les principaux insectes ravageurs associés au Gommier rouge (*Eucalyptus camaldulensis*) en Algérie et en Méditerranée

Introduction

Les insectes ravageurs exotiques envahissants sont une grave menace pour la santé des forêts. Ils mettent en danger les plantations artificielles dans le monde et plus particulièrement dans le bassin Méditerranéen (Cadahia, 1984)

Les vastes plantations d'Eucalyptus effectuées dans de nombreux pays n'ont jusqu'à présent que relativement peu souffert d'invasions d'insectes et de maladies. Fréquemment même les dégâts sont insignifiants. Mais il est évident que le développement considérable de plantations pures d'Eucalyptus dans le monde les rendent susceptibles d'être attaquées brutalement avec des résultats qui peuvent être très graves vu l'importance économique prise par cette essence.

Le ravageur le plus redoutable est certainement le *Phoracantha semipunctata* F, qui s'est répandu dans la partie occidentale du bassin méditerranéen (Cadahia, 1986). Face au dommages spectaculaires causés par le *Phoracantha semipunctata* en Palestine dans les peuplements d'*Eucalyptus camaldulensis* (Cadahia, 1986) et en Algérie sur d'*Eucalyptus camaldulensis* (Khemici, 1987).

1. Épidémies et dégâts de *Phoracantha semipunctata* (Xylophage)

Une attaque intense de *Phoracantha semipunctata* peut produire la mort d'arbres de 20 - 30 m de haut (Cavalcaselle, 1986).

L'évaluation des dégâts causé jusqu'en 1982 par ce ravageur au Maroc a permis d'établir les chiffres suivants: le nombre d'arbres atteints dépasse les 2 millions (Cadahia, 1986). Cette proportions de destruction est relativement plus faible que celle enregistrée en Tunisie et en Algérie (El-Yousfi, 1982). Les dégâts évalués en Espagne jusqu'en 1983 pour les seuls peuplements de la province de Helva seulement à 6.207 ha (Cadahia, 1986). En Tunisie et en l'espace de 4 ans la diffusion est totale dans la région avec des conséquences parfois catastrophiques (Chararas, 1969).

En Algérie les dégât les plus importants causés par les xylophages sur *Eucalyptus* sont ceux du *Phoracantha semipunctata* (Coléoptère., *Cerambycidae*) (P.N.U.D / F.A.O , 1986). En l'espace de dix années, depuis son apparition en 1968 à El-Kala, l'infestation a connu une expansion foudroyante dans toute l'Algérie du nord (Khemici, 1987), (voir carte de distribution géographique de l'insecte.).

1.1 Biologie du *Phoracantha semipunctata*

Le *Phoracantha semipunctata* a généralement deux générations annuelles, et en tenant compte de l'étalement de l'oviposition, on peut rencontrer dans la même population une ou deux générations (Kadik et Villagran, 1981 ; Khemici, 1987).

L'envol des adultes de la première génération a lieu de Mai à Août selon les régions et les données climatiques (Kadik et Villagran, 1981 ; Khemici, 1987). Les femelles déposent leurs œufs (jusqu'à 160 œufs) dans les fissures de l'écorce ou au point de jonction de deux branches (Kadik et Villagran, 1981). L'éclosion a lieu une semaine après la ponte. Elle donne naissance à des larves qui pénètrent dans le bois ou elles creusent des galeries.

Au fur et à mesure de la croissance des larves, les galeries se développent en profondeur et en largeur. L'évolution des stades larvaires se fait en 4 stades (L₁ à L₄).

A la fin du développement larvaire les larves du quatrième stade après nymphose en Août - Septembre donnent naissance à une 2^{ème} génération. L'envol des adultes de la 2^{ème} génération aura lieu d'Août à Novembre, et les larves entrent en quiescence pendant l'hiver (Fig 11) (Kadik et Villagran, 1981).

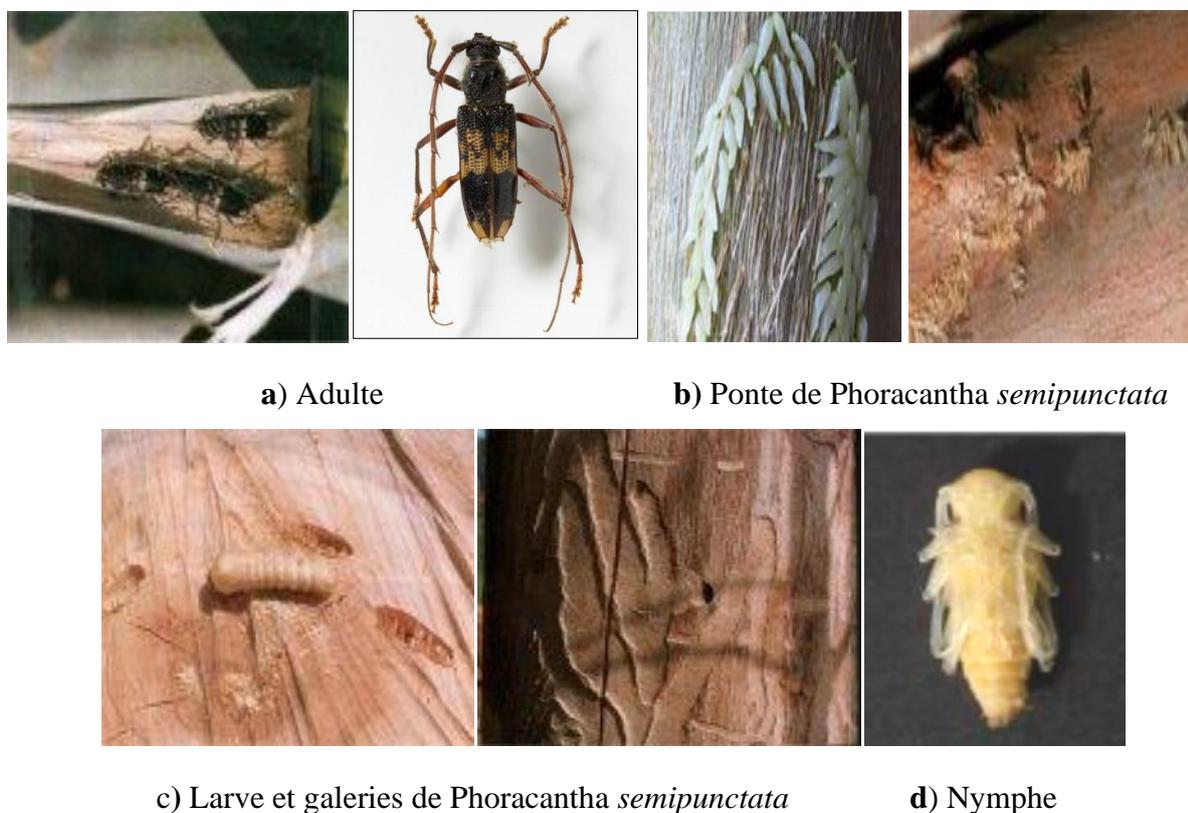


Figure 11 : *Phoracantha semipunctata* (a- adulte, b- Ponte de *Phoracantha*, c- larve, d- nymphe) (Kadik et Villagran, 1981).

1.2 Symptômes et éléments de diagnostic

Les symptômes d'une attaque du *Phoracantha* n'attirent souvent l'attention que tardivement, lorsque l'arbre est condamné. De plus, même lorsque le diagnostic est très précoce, il n'existe souvent pas de remèdes pour sauver l'arbre et l'on peut alors compter que sur les capacités intrinsèques de défense de celui-ci. Toutefois, même tardivement, un diagnostic des attaques sur l'arbre attaqué est indispensable car au delà de l'individu, c'est le peuplement qui est menacé. Le diagnostic des attaques sur quelques individus est un élément de base de la lutte préventive contre une épidémie.

Sur des arbres très affaiblis dont les moyens de défense sont très faibles, les attaques réussissent toujours. On observe sous l'écorce la présence d'adultes en activité, des œufs, et des larves de l'insecte.

Donc il est nécessaire de vérifier s'il y a ou non présence d'œufs et de larves pour conclure au succès ou à l'échec de l'attaque (Fig 12) (Kadik et Villagran, 1981).



Figure 12 : Troncs attaqués par le *Phoracantha semipunctata* (Kadik et Villagran, 1981).

Une deuxième espèce le *Phoracantha recurva* Newman, à été identifié dans la forêt de Zéralda (30 km à l'ouest d'Alger) en mai - juin 2000 (Fig 13) (Khemici et *al.*, 2002).

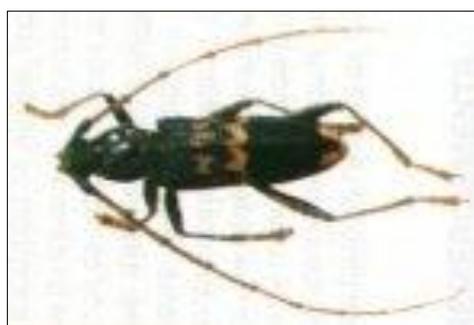


Figure 13 : *Phoracantha recurva* (INRF, 2011).

2. Le psylle du gommier rouge (*Glycaspis brimblecombei* Moore)

2.1 Origine

L'espèce *Glycaspis brimblicombei* (Moore), (Hemiptera, psyllidae), appelé communément le psylle du gommier rouge (red gum lerp psylle) ; est un insecte piqueur suceur de sève des eucalyptus qui se développe principalement sur les *Eucalyptus camaldulensis* Dehn et *E. tereticornis* Smith, Originaire d'Australie (Benia et al., 2013) et ces dernières années il s'est transformé en une espèce envahissante. L'espèce a été détectée pour la première fois hors de l'Australie en plantation d'Eucalyptus, en Californie (Bernan et Gill, 1999), en quelques années *G. brimblicombei* a été enregistré à partir de la Floride puis au Mexique, au Chili, au Brésil, en Argentine, en Equateur, au Pérou, à Hawaï, en Ile Maurice et au Madagascar (Buckhardt et al., 2008).

2.2 Distribution géographique

Le premier enregistrement du psylle du gommier rouge en Europe est daté de 2007 au Portugal et en Espagne (Calcea et al., 2011), mais par la suite il a été également enregistré le long de la côte méditerranéenne. Dans la région centrale *G.brimblicombei* est associé à une série d'espèce d'Eucalyptus, mais dans le bassin méditerranéen, il est associé principalement à l' *Eucalyptus Camaldulensis* (Filippo et al., 2011).

En Afrique du Nord il a été signalé pour la première fois au Maroc en juin 2009 (Bernichi, 2010), En Algérie, *G. brimblecombei* a été signalé pour la première fois en juillet 2011 dans les peuplements d'Eucalyptus de la forêt domaniale de Baïnem, de la réserve de chasse de Zéralda, de la forêt de Bouchaoui, de la forêt dite ghabet el-gros à Blida et à El Hamdania dans la wilaya de Médéa et aussi dans toute la région de Sétif et principalement abondante à Beni Aziz. Cette espèce est trouvée seulement sur *Eucalyptus camaldulensis* dans la zone étudiée lequel est introduite pendant 1832 (Fig 14) (Benia et al., 2013).

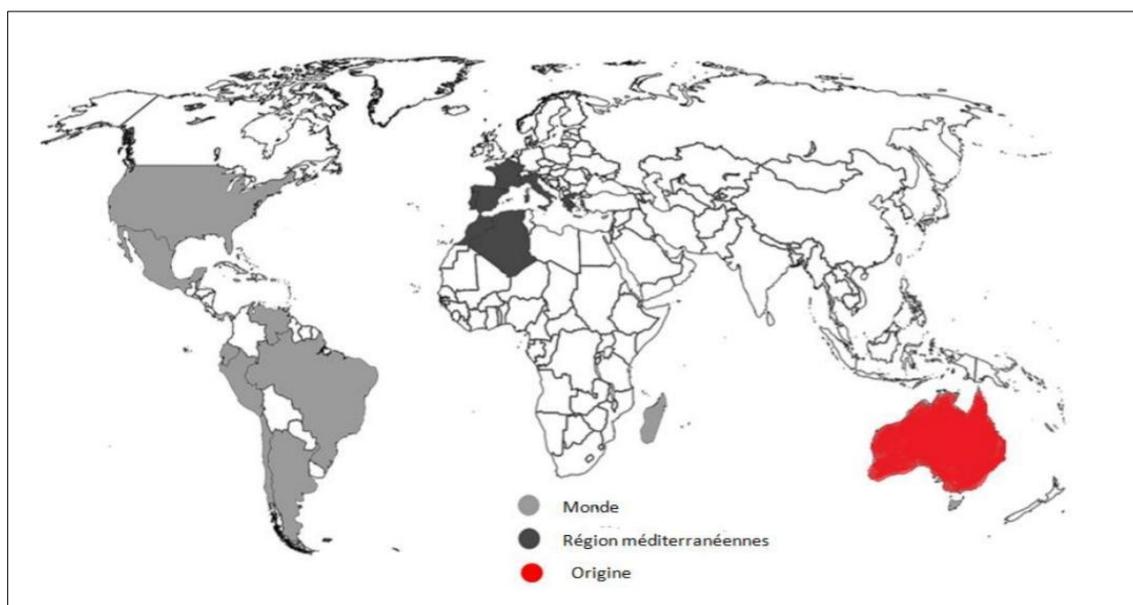


Figure 14 : Distribution mondiale de *G .brimblecombei* (Kheddar, 2013)

2.3 Description morphologique

Les insectes appartenant à cette famille (Psyllidae), sont minuscules, avec une longueur comprise entre 1 et 2 mm, ce sont des insectes suceurs, les antennes sont bien développées (Gallo, 2002).

2.3.1. Adulte

Les adultes mesurent environ 3,10 mm, ont des tâches brunes à orange et jaune (Paine et *al.*, 2006). Les adultes de *G.brimblecobei* diffèrent des autres espèces des psylles par la présence des saillies avant la tête appelée cône ou génea (Fig 15) (Firmino, 2004).

Les adultes de cette espèce montrent un degré de dimorphisme sexuel reposant essentiellement sur la taille du corps ,les femelles sont plus grandes que les mâles Ils sont ailés et très mobiles (Halbert et *al.*, 2011). La couleur varie dans la lumière du vert au brun, avec des zones orange et jaune (Fig 16) (Oresteet *al.*, 2011).



Figure 15 : Adulte de *G .brimblecombei* (Kheddar, 2013)

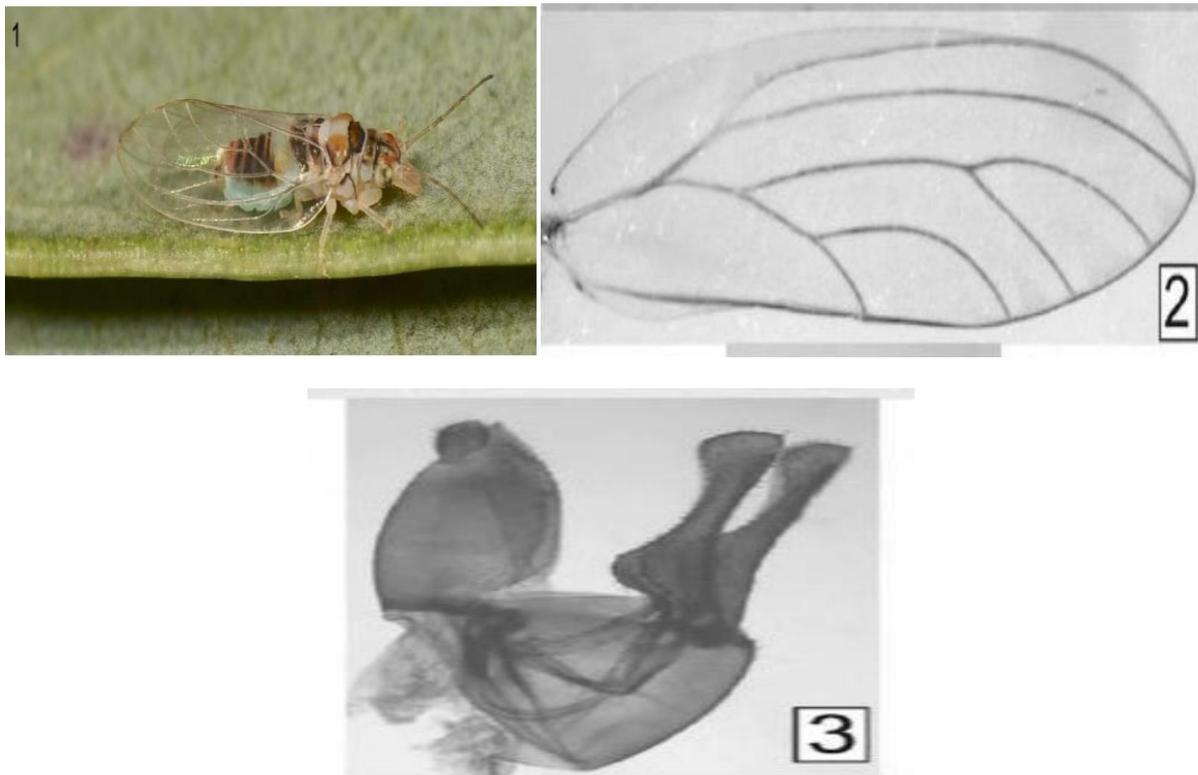


Figure 16 : Identification de l'adulte (1. adulte, 2. Aile, 3..Extrémité abdominale chez l'adulte) (Burckardt et *al.*, 2008)

2.3.2 Les nymphes

G .brimblecombei, à cinq stades nymphals, les nymphes sont aplaties dorso-ventralement ayant la couleur jaune dans les trois premiers stades (Deolevira, 2011), les deux derniers stades ont une couleur variant du jaune orange au vert, l'abdomen a une coloration foncée(Fig 17 ,b) (Firmino, 2004).

Favaro (2006), cite que la couleur jaune pâle caractérise les quatre premiers stades, dans le cinquième stade la couleur varie du jaune pâle au jaune foncé, au vert à brun claire avec des tâches dans les tons de vert, orange et marron. Cet auteur note qu'il y a deux tâches orange visibles sur l'abdomen de la nymphe du premier stade, la seconde apparition de petits bosses qui donnent la naissance à des pousses alaires. Au troisième stade nymphal, les pousses sont plus développées et prennent la couleur brun claire. Dans le cinquième stade nymphale, les pousses deviennent brun claire au brun foncé.

Les nymphes forment un couvercle (cocon) de protection appelé «Lerp» (Sookar et *al.*, 2003), ces cocons mesurent jusqu'à 3,17mm de diamètre et de 2,11 mm de hauteur(Fig 17,a) (Favaro, 2006).

Les cocons sont composés principalement de miellat cristallisé (Sookar et *al.*, 2003), les nouveaux nées insèrent leurs stylets dans les feuilles et commencent a se nourrir, produisant de grandes quantités de miellat et de la cire, cette sécrétion est utilisée pour construire leurs cocons (Fig 17,c) (Oreste et *al.*, 2011).

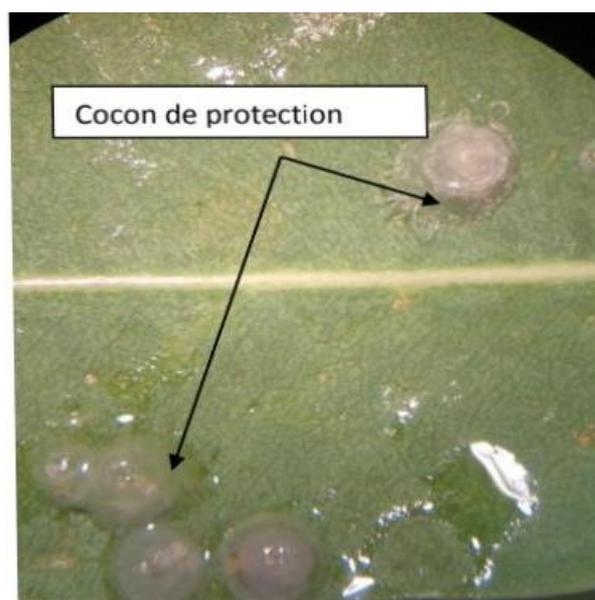


Figure 17 : les nymphes : a cocon de protection des nymphes (Kheddar, 2013)



b : Stades nymphaux de *G.brimblecombei* (Kheddar, 2013)



C : Cocons des stades Nymphaux de *G.brimblecombei* (Kheddar, 2013)

2.3.3 Oeuf

Les oeufs ont une couleur blanche allant du jaune à l'orange, lorsque les embryons sont proches de l'éclosion ils deviennent lumineux, l'oeuf est de forme ovoïde (Laudonia et Garonna, 2010). Les femelles pondent leurs oeufs les feuilles, les œufs mis ligne, groupés ou individuels arrêtés par une tige sur la surface des feuilles (Fig 18) (Dahlstem et *al.*, 2003).



Figure 18 : Oeufs de *G.brimblecombei* (Kheddar, 2013)

2.4 Cycle biologique

Les femelles *G. brimblecombei* préfèrent pondre leurs oeufs sur les feuilles succulentes (Paine et al., 2006), la forme des oeufs est piriforme, la couleur est blanche laiteuse lorsque les oeufs sont nouvellement pondus. L'incubation des oeufs est de 7 à 11 jours pour des températures de 20°C à 26°C (Firmino, 2004) Dans la même étude, il a été constaté que les températures de 20°C à 26°C, offrent des conditions favorables à son développement sur les différentes espèces d'Eucalyptus que les températures de 10°C.

Après l'éclosion, l'insecte passe par cinq stades nymphals. Firmino (2004); a constaté que, dans des températures de 26°C et de 12 heures de photopériode, la durée moyenne de la phase larvaire était de 14,2 jours. Les adultes élevés dans les mêmes conditions ont eu une longévité de 8,4 jours (Fig 19).

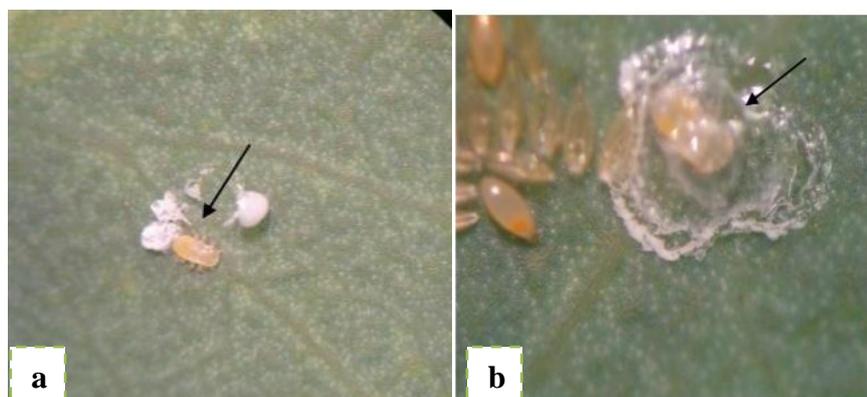


Figure 19 : a) nymphe néo née, b) cocon nouvellement par une nymphe néo née (Kheddar, 2013).

Firmino (2004), constate que le cycle de vie de *G.brimblecombei*, varie entre 26 à 57 jours avec des températures moyennes de 16,5°C et 20°C.

Les néo-nées insèrent leurs stylets dans les feuilles et commencent à se nourrir et produisent de grandes quantités de sécrétion de miellat et de la cire, cette sécrétion est utilisée pour construire leurs boucliers appelés aussi couvercles ou cocons, (Oreste et al., 2011). Ce couvercle de protection est construit par la nymphe du premier stade jusqu'au stade adulte (Filippo et al., 2011), les nymphes les plus âgées (du quatrième et cinquième stade), généralement ne se déplacent pas (Sookar et al., 2003).

Les juvéniles se nourrissent et croissent sous ce bouclier, les adultes ailés quittent le cocon de protection et volent sur de longues distances cherchant des nouvelles plantes hôtes pour s'accoupler,

s'alimenter et pondre leurs oeufs. La durée de vie de l'adulte varie entre 3 et 10 jours (Eldridj et *al.*, 1993)

Cette espèce est polivoltine, elle effectue 2 à 4 générations par an en fonction de l'environnement (Oreste et *al.*, 2011).

Les oeufs présentent le stade d'hivernage chez l'insecte, ils éclosent le printemps prochain lorsque les températures sont supérieures à 20°C.

2.5 Dégâts et importance

Les dommages constatés par les espèces les plus communes de psylles connus dans les cultures agricoles sont en général: la malformation foliaires, la formation des galles, le ballet de sorcière, de séchage de mains induisant de la fumagine (Champignon saprophyte, de couleur noire qui se développe sur les excréments sucrés de l'insecte) et la transmission d'agents pathogènes (Bactérie, virus et Mycoplasme) (Fig 21,a et c) (Firmino, 2004).

La présence de *G.brimblecombei* peut être facilement détectée en observant la présence des cônes blancs (produits par des nymphes) (Calcea et *al.*, 2011).

Les psylles se nourrissent aux dépens de la sève du phloème, produisent de grandes quantités de miellat dans toutes les étapes nymphales (Filippo et *al.*, 2011).

De fortes populations de psylles sécrètent des quantités copieuses de miellat, le champignon Fumagine noirâtre se développe sur la surface recouverte de miellat et par conséquent, le champignon et la population du psylle peuvent causer la chute sévère des feuilles (Sookar et *al.*, 2003).

Les principaux dégâts de ce ravageur sont l'affaiblissement des arbres par aspiration de la sève, la mort des pousses et des branches et dans les cas extrêmes; la mort des arbres(Fig 21,b) (Laudonia et Garonna , 2010).

Les arbres infestés sont sensibles aux attaques de ravageurs secondaires tels que les coléoptères et champignons. En plus, une forte sécrétion de mélasses peut se lier avec la fumagine. De graves et multiples défoliations peuvent entraîner la mort de l'arbre. L'espèce *Psyllaephagus bliteus* qui est parasitoïde de *G. brimblecombei* et autres psylles (Daane et *al.*, 2011) mais quelques auteurs (Paine et *al.*, 2000, par exemple) défendent que ce parasitoïde est spécifique de *G. brimblecombei*. Les nymphes attaqués par cet hyménoptère sont reconnues

par un trou visible latéralement des capots (Fig 20). Il est utilisé dans de nombreux pays de l'Amérique pour la lutte contre *G. brimblecombei*; aux Etats-Unis (Californie) *P. bliteus* a été importé directement d'Australie en 1999. Au Mexique il été importé de la Californie en 2003 et au Chili, au Mexique en 2006 (Pérez-Otero et *al.*, 2011), par exemple. Dans plusieurs pays, le parasitoïde est arrivé sans aucune libération: Nouvelle-Zélande, Brésil, Espagne, Italie et Maroc (Calcea et *al.*, 2011). La présence de ce parasitoïde en Algérie a été aussi sans libération (lâcher).

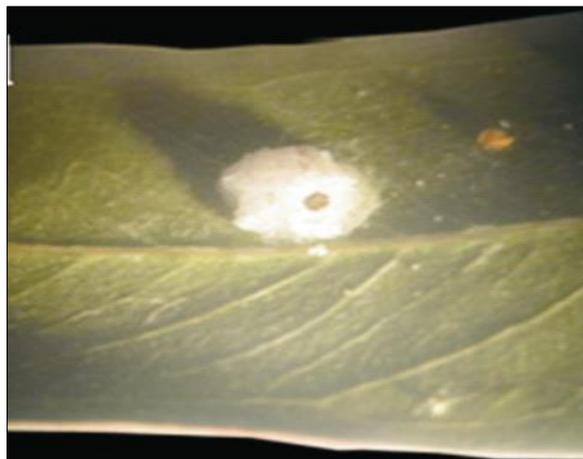


Figure 20 : Capot avec l'orifice de sortie du parasitoïde *Psyllaephagus bliteus* (Kheddar, 2013)



Figure 21 : a) Aspect des dégâts de *G. brimblecombei* sur les feuilles *Eucalyptus camaldulensis* (Kheddar, 2013)



b) Arbre dénues (INRF, 2011).



c) Feuille d'*Eucalyptus camaldulensis* attaqué par le Psylidae *Glycaspis brimblecombei* (Kheddar, 2013).

3. *Leptocybe invasa* (Hyménoptères: Eulophidae)

Un nouveau ravageur gallicole qui développe des galles sur les pousses de jeunes arbres et de semis d'*Eucalyptus camaldulensis* a été identifié en 2000 dans des zones de la Méditerranée et du Moyen-Orient. Les guêpes émergées appartiennent à la sous-famille des Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae). Cette espèce a été décrite par Fischer et La Salle comme *Leptocybe invasa*, une petite guêpe qui développe des galles chez plusieurs espèces d'*Eucalyptus* (Mendel et al., 2004). Originaires d'Australie, ces guêpes ont envahi plusieurs pays d'Afrique, d'Asie, d'Europe et du Moyen-Orient. En Amérique, a été signalé dans l'État de Floride (États-Unis) (Wiley et Skelley, 2008) et à Bahía et San Pablo (Brésil) (Costa et al.,

2008). En Algérie, ce ravageur a été ajouté à la liste d'alerte par OPEPP en 2006 (Dhahri et Ben Jamaa, 2010). La présence de galles a été observée dans des échantillons de branches et de feuilles prélevés sur *Eucalyptus* spp. Plantations dans différentes zones de la province de Buenos Aires, Argentine, fin 2009 et mi-avril 2010. Une analyse détaillée a montré la présence de stades immatures et d'adultes de *Leptocybe invasa* (Chalcidoidea: Eulophidae) (Fig 22) (Botto, 2010)



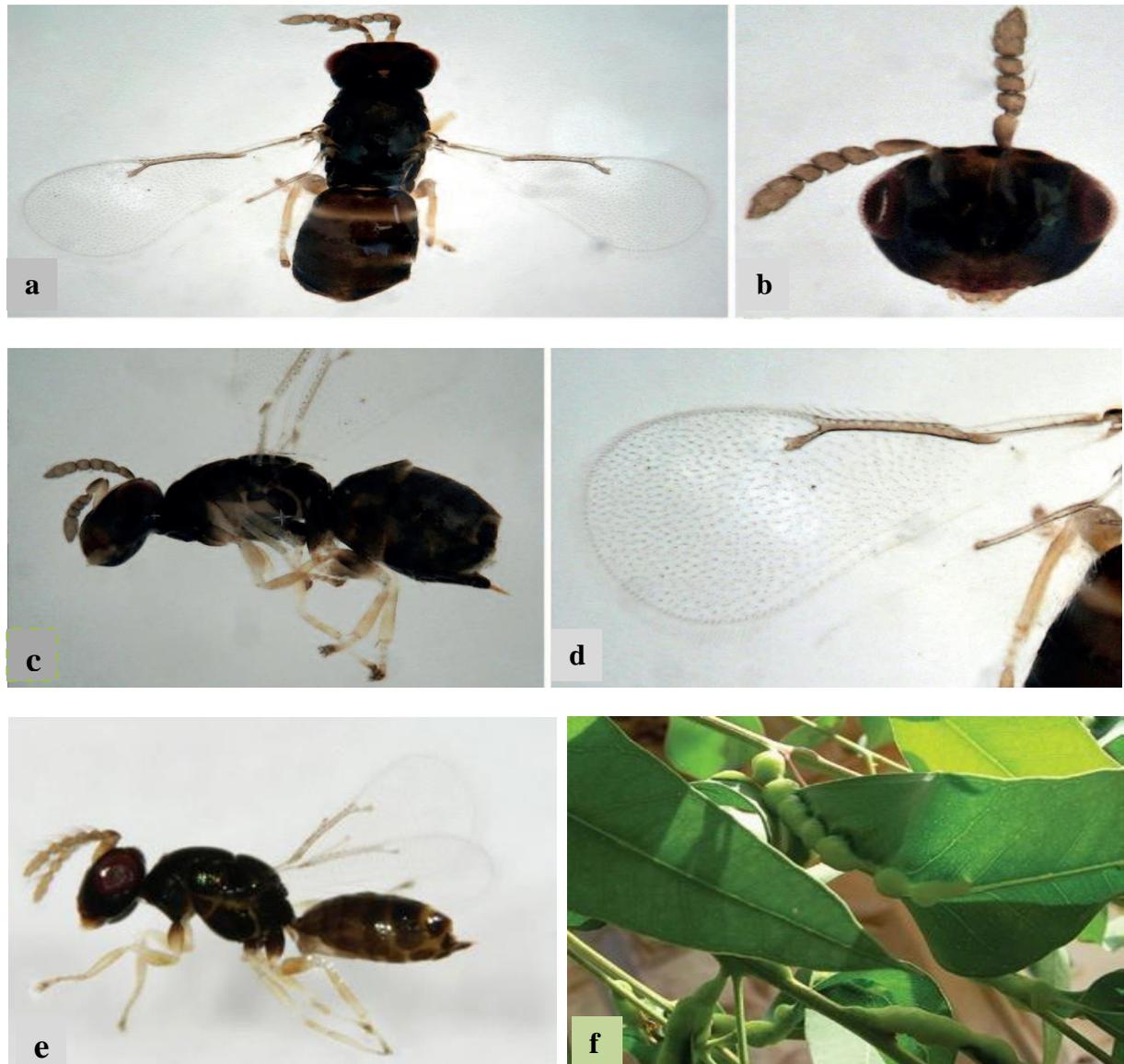
Figure 22 : L'espèce *Leptocybe invasa* (adulte) (Dhahri et Ben Jamaa et al., 2010).

3.1 Diagnostic

Femelle: Longueur 1,1-1,4 mm. La tête et le corps sont bruns avec des reflets métalliques bleus à verts légers à distincts. Coxae antérieur jaune, coxae moyen et postérieur de la même couleur avec le corps, les pattes et les tarsi jaunes. Antenne à hampe jaune, assombrie apicalement; funicules club brun à brun clair. Ailes hyalines ou très faiblement infumées, veines marron clair.

Tête (Fig b): Légèrement sclérotisée autour du triangle ocellaire. Antenne insérée entre la marge clypique et l'ocelle médian. Cavité scrobale avec ligne médiane; sulcus malaire courbé; gena large; clypeus bilobé. Antenne (Fig b): hampe légèrement élargie ventralement, pédicelle long; flagelle avec quatre annelli, trois segments funiculaires et trois massues segmentées. Mésosome: pronotum court, lobe médian du mésoscutum sans ligne médiane, avec deux ou trois soies adnotaulaires à la marge latérale. Scutellum à deux lignes sublatérales, dorsallum allongé. Les dépressions spiraculaires du propodeum s'ouvrent vers la marge antérieure. Aile antérieure (fig a et d) avec un nombre variable de soies (2–5) sur la veine submarginale. Veine postmarginale très courte, 0,25x la longueur de la veine stigmique. Métasome (fig a et c) court et ovale, soies cercles bien visibles et subégales. Gaines de l'ovipositeur courtes.

Mâle: non décrit dans le travail original bien que certains spécimens aient été trouvés en Turquie (Doganlar, 2005; Costa et al., 2008).



Figures 23 : *Leptocybe invasa* ♀. **a.** Vue dorsale. **b.** Tête: vue de face. **c.** Vue latérale. **d.** Aile antérieure, **e.** *L. invasa* mâle adulte, **f.** Galles sur eucalyptus (Doganlar, 2005 ; Costa et al., 2008)

3.2 Biologie de l'adulte et ponte

L. invasa est un micro hyménoptère phytophage gallicole à reproduction thélytoque. Les femelles sont pro-ovigènes et la ponte se produit sur l'épiderme supérieur des feuilles en développement des deux côtés du nerf central, sur leurs pétioles ou sur le tissu

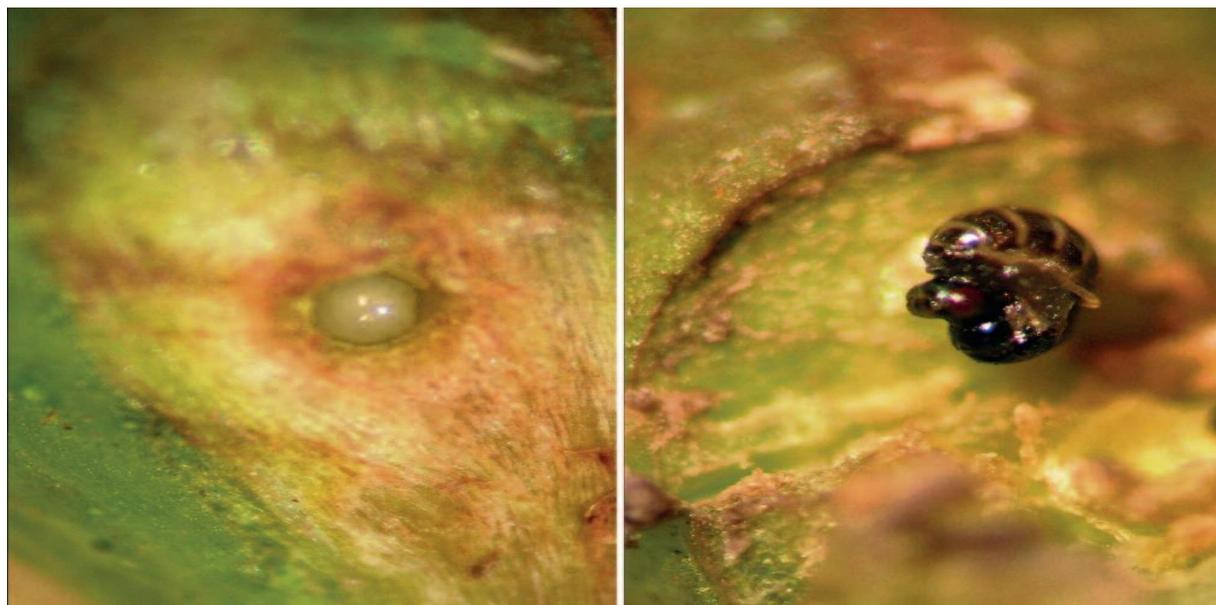
parenchymateux des branches en développement (p. Ex, Pousses adventives) (Costa et *al.*, 2008) (fig 24 a et b).

Des études menées dans des pays du Moyen-Orient (Iran, Palestine et Turquie) (FAO, 2007; Kim et *al.*, 2008) indiquent qu'il peut y avoir deux ou trois générations de *L. invasa* par an. En Palestine, la ponte de *L. invasa* a été observée tout au long de la saison chaude (avril - octobre). Sur les arbres artificiellement infestés dans les pépinières, le développement du stade de l'œuf à l'éclosion des adultes s'est produit dans un délai d'environ 130 jours (Mendel et *al.*, 2004). La longévité des adultes nourris avec une solution d'eau de miel était de 6,5 jours, tandis que ceux nourris uniquement avec de l'eau ne survivaient que 3,7 jours. Les observations d'adultes de *L. invasa* élevés à l'INTA Castelar dans des conditions expérimentales similaires (T°C: 18-26; HR%: 50-65; lumière naturelle diffuse; alimentation: solution eau-miel 50%: 50%) ont indiqué que la longévité moyenne des adultes était de 8 jours, intervalle: 3 à 14 jours (Botto et *al.*, 2010).

En Argentine, des observations récentes à INTA Castelar, San Borombón et Chascomús (Province de Buenos Aires) ont enregistré les premières galles de *L. invasa* sur *E. camaldulensis* à la fin du printemps (novembre-décembre 2010) et les premières galles avec des trous d'émergence d'adultes (début de la génération post-hiver) fin février-début mars 2011 (Botto et *al.*, 2010).

3.3 Développement de la galle

La ponte de *L. invasa* a lieu à la surface des tissus en développement de jeunes arbres ou d'arbres adultes. La plante réagit à l'attaque en produisant des galles qui deviennent visibles une à deux semaines après la ponte (Fabi, 2005). Des études menées en Palestine ont décrit au moins cinq stades de développement (par exemple, altération morphologique et colorante des tissus affectés) de ces galles qui sont corrélés avec des changements dans le cycle biologique de la guêpe (Mendel et *al.*, 2004). Le développement des guêpes se produit à l'intérieur des galles où les larves (figure a) se nourrissent de tissus végétaux jusqu'à ce qu'elles atteignent le stade de pupes (fig b). Une fois que l'adulte est complètement développé (entre quatre et cinq mois), il perce un petit trou clairement visible et par lequel il émerge (Fig d). La couleur de la galle peut être verdâtre, brun clair ou rose foncé selon, entre autres facteurs, l'espèce d'Eucalyptus attaquée et l'âge des galles (Mendel et *al.*, 2004).



a) Larve à l'intérieur de la galle.

b) Pupa.

Figures 24 : Stades immatures de *Leptocybe invasa* (Mendel et al., 2004).

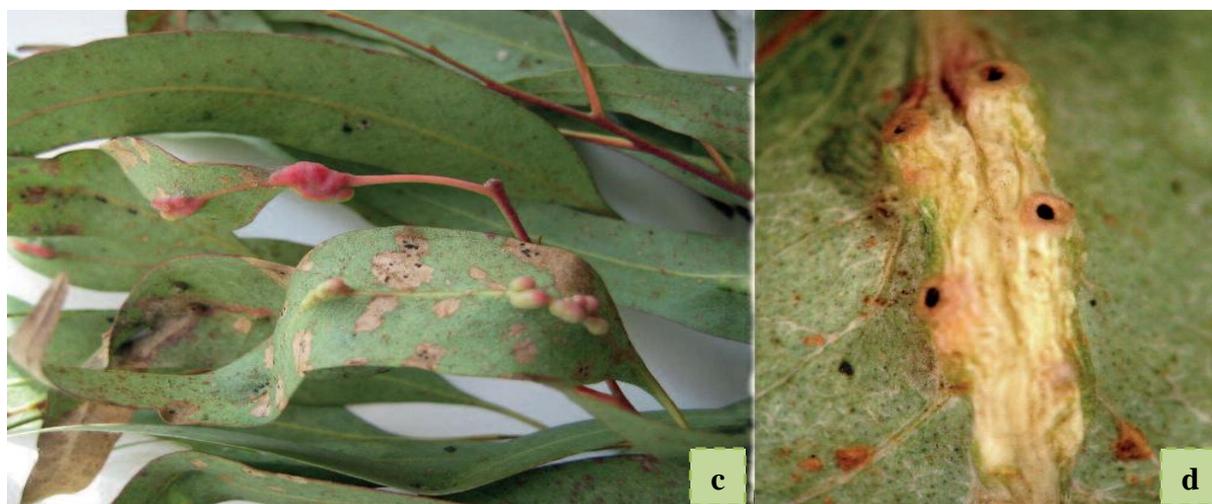
3.4 Dégâts

La présence de multiples galles provoque ou vent un gauchissement des feuilles et une défoliation si l'attaque est intense; les jeunes pousses peuvent s'effondrer et affaiblir l'arbre, entraînant un retard de croissance et même la mort des jeunes arbres (FAO, 2007).

3.5 Ennemis naturels

Deux espèces de petites guêpes parasitoïdes (Hymenoptera: Eulophidae, Tetrastichinae), *Quadrastichus mendeli* et *Selitrichodes kryceri* Kim & La Salle, ont été identifiées comme des ennemis naturels de *L. invasa* en Australie (Kim et al., 2008). Ces parasitoïdes ont été introduits en Palestine pour la lutte biologique contre la «guêpe à galle eucalyptus». Les deux espèces sont petites (environ 1 mm) et apparemment des guêpes ectoparasites; *Q. mendeli* est uniparentale (femelles uniquement) tandis que *S. kryceri* est biparentale (mâles et femelles présents) et parasite les larves jeunes et adultes de *L. invasa*. Les deux espèces d'agents de lutte biologique peuvent survivre jusqu'à six jours lorsqu'ils sont nourris avec une solution d'eau de miel. Les parasitoïdes peuvent attaquer environ 2,2 à 2,5 gallons par jour (Kim et al., 2008). Des études sont en cours en Inde pour évaluer l'efficacité d'autres parasitoïdes de *L. invasa* tels que *Megastigmus* sp (Torymidae), *Aprostocetus* spp. (Eulophidae), *Parallelaptera* sp. (Mymaridae) et *Telenomus* sp. (Scelionidae) comme agents potentiels de lutte contre *L. invasa*. *Aprostocetus* sp. A également été relâché en Palestine (Vastrad et al., 2010).

L. invasa et ses parasitoïdes ont peut-être co-évolué dans leur habitat naturel (Australie), c'est pour quoi une bonne relation hôte-parasitoïde peut être supposée et est importante pour la lutte biologique classique du ravageur dans les pays où *L. invasa* est exotique (Kim et al., 2008).



c) Morphologie de la galle d) Trou d'émergence de *L. invasa* (Vastrad et al , 2010).

4. *Ophelimus maskelli* (Hyménoptères: Eulophidae)

Ophelimus maskelli est un hyménoptère gallicole provoquant des dégâts considérables. Bien que ces dégâts soient souvent uniquement d'ordre esthétique, lorsque les attaques sont importantes, l'insecte peut causer une chute prématurée des feuilles et compromettre l'installation des jeunes plants. L'impact varie en fonction de la dispersion de l'insecte sur les différentes espèces d'eucalyptus et selon les régions. Cet hyménoptère est présent au Moyen-Orient et il sévit dans toute la région du bassin méditerranéen depuis le début des années 2000 (Kissayi et Benhalima, 2018).

Le ravageur *O. maskelli* a été signalé dans la dernière décennie, dans les domaines méditerranée a d'abord été identifié, en Italie et en Espagne du Nord, comme *O. eucalypti*. En 2003, ce ravageur a été signalé dans le Moyen-Orient et de l'Espagne. En 2005, il a été signalé dans le Sud de la France et, au Portugal et en Turquie). Cette Hyménoptère induit des galles sur le limbe des feuilles de plusieurs espèces d'Eucalyptus tels que *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. rudis*, *E. grandis*, *E. cinerea*, *E. robusta*, *E. botyoides*, *E. viminalis* et *E. saligna* (Figure 25b).

La ponte provoque le début de la formation de galles ne contenant qu'une seule larve (figure 25 c). Les nymphes à l'intérieur de la galle avec un diamètre de 0,9 à 1,2 mm (Protasov et al., 2007) (figure 25d). L'adulte émerge, et attaque fortement les feuilles qui deviennent desséchées et tombent conduisant à un retard du développement et une perte de la résistance des arbres.

O. maskelli produit des galles sur la surface de la feuille et préfère pondre sur les feuilles qui sont anciennes d'âge 35-40 jours. Selon Protasov & al (2007), Les feuilles sans galles vivent environ 243 jours, alors que les feuilles avec plus de 50 galles vivent seulement environ 70 jours.

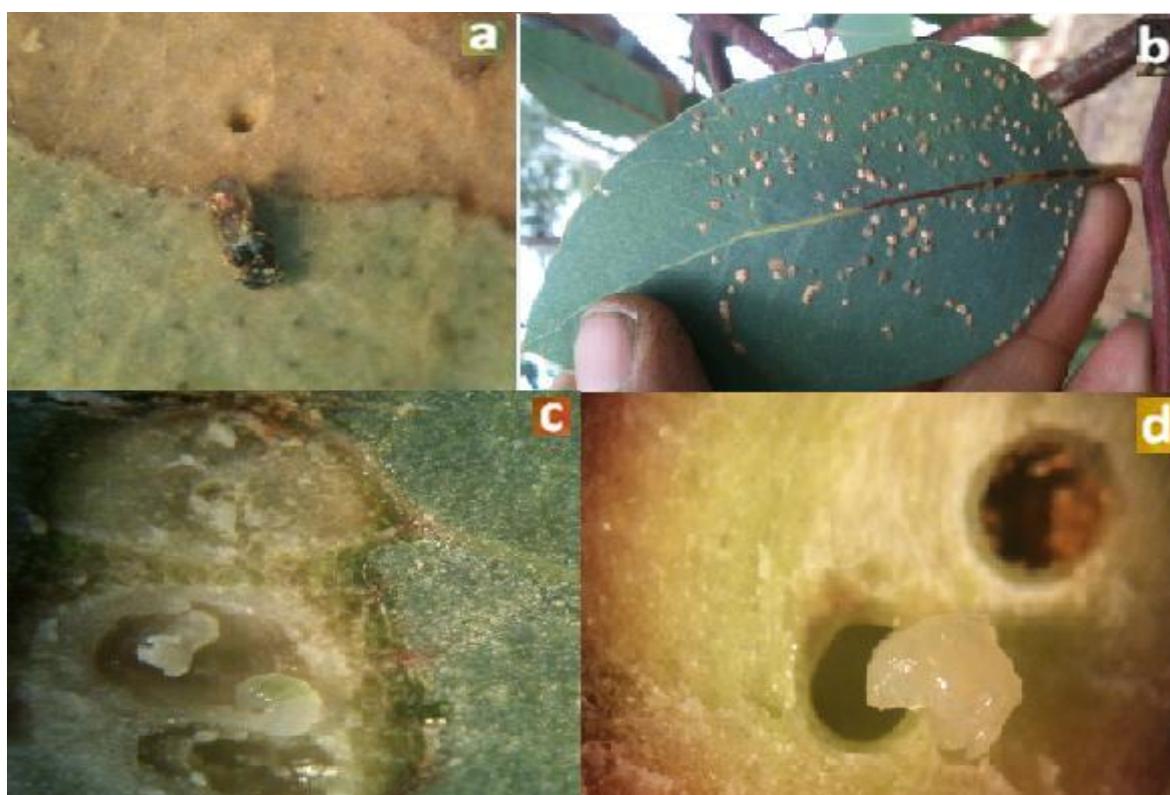


Figure 25 : Différentes phases de développement d'*Ophelimus maskelli* (Femelle *O. maskelli* ponte (a), les galles de *O. maskelli* sur *E. camaldulensis* feuilles (b), les galles coupés montrant les larves de *O. maskelli*(c) et galles couper montrant pré-nymphe (à droite) et de la nymphe (gauche) (d) (Laadel, 2014).

4.1 Morphologie

Les adultes sont noirs mesurent 0.83-1.07mm. Le corps et la tête sont brun-noir. Les ailes sont hyalines avec une nervation brune. La nervure submarginale ne porte qu'une seule soie (Figure 26) (PROTASOV et al., 2007b) .



Figures 26 : *Ophelimus maskelli* (**a** : mâle adulte, **b** : femelle adulte) (Laadel, 2014).

4.2 Galles

La ponte dans l'épiderme des feuilles induit une vésicule semblable à une galle qui est ronde et de taille et de forme uniformes (diamètre de la bile 0,9 à 1,2 mm). La densité de la galle peut varier de 11,5 à 36 gal / cm². *Ophelimus maskelli* se développe dans les galles unicellulaires à la surface des feuilles. La coloration de la galle apparaît dès le développement du troisième stade larvaire.

En règle générale, les galles exposées à la lumière du soleil sont de couleur rouge meurtrie, tandis que celles des zones ombragées peuvent être de couleur jaune verdâtre (Fig 27) (Aytar et al., 2006).



Figures 27 : Galles sur eucalyptus (Laadel, 2014)

4.3 La biologie

La compréhension de la biologie et de l'écologie d'*O. Maskelli* est encore limitée en Australie et dans de nombreux pays nouvellement créés. Une grande partie des données biologiques pour *O. maskelli* provient de recherches en Palestine, site de l'introduction originale.

Les femelles pondent en moyenne 109 œufs sur les côtés supérieur et inférieur de la feuille, mais la densité de la galle est généralement plus élevée du côté ventral. Chaque ponction de ponte induit une galle, dans laquelle une seule guêpe se développe. Les femelles préfèrent pondre sur une zone du limbe près du pétiole, sur de grandes feuilles immatures de couleur verte dans la canopée inférieure de l'arbre. Le moment optimal pour le développement de la guêpe semble être sur des feuilles âgées de 30 à 40 jours, mais peut avoir lieu de 15 à 90 jours après le débourrement. Le développement des stades pré-imaginaux dans les galles nécessite 110 ± 19 jours entre 18 et 25 °C, après quoi les adultes émergent. Des études ont montré que la guêpe a trois générations par an en Palestine. La première génération est au printemps, suivie de la seconde en été et d'une troisième jusqu'à l'automne. Les larves hivernent dans les galles (Aytar et *al.*, 2011).

Il y a cinq phases de développement de la guêpe qui coïncident avec le développement de la galle, consistant en trois stades larvaires, un stade nymphal non nourricier et un adulte. L'adulte émerge en coupant un trou circulaire dans la paroi de la galle près du plan de la feuille. En Palestine, les feuilles fortement galles ont survécu pendant environ 70 jours, tandis que celles exemptes de galles avaient une longévité d'environ 243 jours (Borrajo et *al.*, 2008).

4.4 Dommage

Comme avec d'autres envahisseurs d'Eucalyptus réussis, *O. maskelli* s'est déplacé sans être accompagné de ses principaux ennemis naturels. Les populations n'étaient pas soumises à la pression des prédateurs et des parasitoïdes naturels dans les sites nouvellement établis qui sont généralement associés à la guêpe à galle en Australie. Dans des conditions favorables, les populations d'*O. Maskelli* peuvent atteindre des niveaux épidémiques. Toute la surface de la feuille peut être recouverte de petites cloques comme des galles allant d'une couleur rouge meurtrie à une teinte jaune-vert. Les feuilles portant plus de 50 galles vivent beaucoup moins que celles sans galles (Branco et *al.*, 2008).

Le grippage important des eucalyptus provoque des blessures graves sous la forme d'une chute prématurée des feuilles, survenant peu après l'émergence des guêpes. Les arbres gravement blessés sont révélés par la dessiccation de grandes parties de leur couronne et de leur canopée, à la suite de la chute des feuilles. L'attaque continue d'*O. Maskelli* peut entraîner la mort des jeunes arbres et des arbres nouvellement plantés. Dans un cas grave en Palestine,

des arbres *E. camaldulensis* âgés de 80 ans ont perdu leur feuillage jusqu'à une défoliation presque complète. En conséquence, la plantation d'*E. Camaldulensis* a cessé pendant un certain temps en Palestine. Il y a également eu des cas où l'émergence massive d'*O. Maskelli* au printemps a atteint des densités si élevées que des «nuages» de guêpes nuisent aux activités humaines (Burks et *al.*, 2015).

5. *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell, 1890) (psylle gomme bleue)

Il s'agit d'une espèce du sud-est de l'Australie qui a été introduite dans de nombreux pays à travers le monde. La première mention de *C. eucalypti* du Brésil a été faite par Burckhardt et *al* (1999), qui l'ont signalé à Colombo-Paraná sur des semis d'*E. Dunnii*. Par la suite, il a également été détecté à Saopaulo, Santa Catarina et Rio Grande do Sul. Sa répartition géographique, outre son origine en Australie, comprend la Bolivie, le Brésil, le Chili, la Colombie, l'Irlande, la France, l'Allemagne, l'Italie, la Nouvelle-Zélande, la Papouasie-Nouvelle-Guinée, le Portugal, l'Afrique du Sud, l'Espagne, le Sri Lanka, la Suisse, le Royaume-Uni, l'Uruguay et aux États-Unis (Burckhardt et *al.*, 1998).

5.1 Description

Les adultes de *C. eucalypti* (Figure 26. D) mesurent de 1,5 à 2,0 mm et ont des ailes antérieures blanchâtres sales avec des veines brunes contrastées et une membrane claire qui sont normalement repliées sur le corps (Burckhardt et *al.*, 1999). La couleur du corps va généralement du brun foncé au noir (Burckhardt et *al.*, 1999), avec des rayures transversales plus foncées sur l'abdomen, à la fois dorsalement et ventralement. Les antennes sont jaunes avec des apex sombres des segments individuels. Les yeux composés sont brun foncé et proéminents. Les pattes sont jaune foncées. La femelle proctiger est plus longue et plus élancée que *C. spatulata*, avec des soies apico-latérales relativement aiguës et une valvulaventralis fortement courbée (Burckhardt et *al.*, 1999). La femelle dépose de 20 à 100 œufs, normalement en groupes, sur les bourgeons foliaires et à l'aisselle des jeunes feuilles dans les pépinières ou sur les jeunes arbres. Les œufs sont également pondus dans de petites fissures entre le bourgeon et le pédicelle de la feuille. Plusieurs femelles peuvent contribuer à une masse d'œufs. En été, l'incubation dure environ une semaine, alors qu'elle est plus longue dans les périodes froides (Cadahia, 1980).

Les larves du premier stade sont jaune clair avec des yeux rouges et des pattes épaisses. Il y a des soies épaisses le long de la marge de la plaque caudale (Zondag, 1982). Les larves de

dernier stade sont jaunes avec des taches sombres. Les yeux, les antennes et les bourgeons alaires sont brun rougeâtre (Figure 28 .E).

C. eucalypti a été observé au Brésil sur de nombreux *Eucalyptus* spp., Tels que *E. globulus*, *E. maidenii*, *E. bicostata*, *E. dunnii* et *E. nitens*. *E. dunnii* et *E. benthamii*, qui sont plantés dans une région tempérée au sud du Brésil, où une forte attaque de psylle a été observée (Santana et al., 1999), sont particulièrement importants. Hodkinson (1999) a décrit les dommages causés par *C. eucalypti*, y compris les effets directs de l'alimentation des psylles tels que le dépérissement sévère des pousses, l'enroulement des feuilles et la décoloration des feuilles. Un autre facteur qui endommage les plantes est la fumagine qui pousse sur le miellat, qui est sécrétée dans de grandes les montants.

Au Brésil, le développement est continu tout au long de l'année, avec plusieurs chevauchements générations. On a observé que tous les stades de développement se produisaient ensemble à tout moment particulier dans la même population. Les cinq stades larvaires excrètent de grandes quantités de miellat et sécrétions cireuses blanches (Fig 28 F).

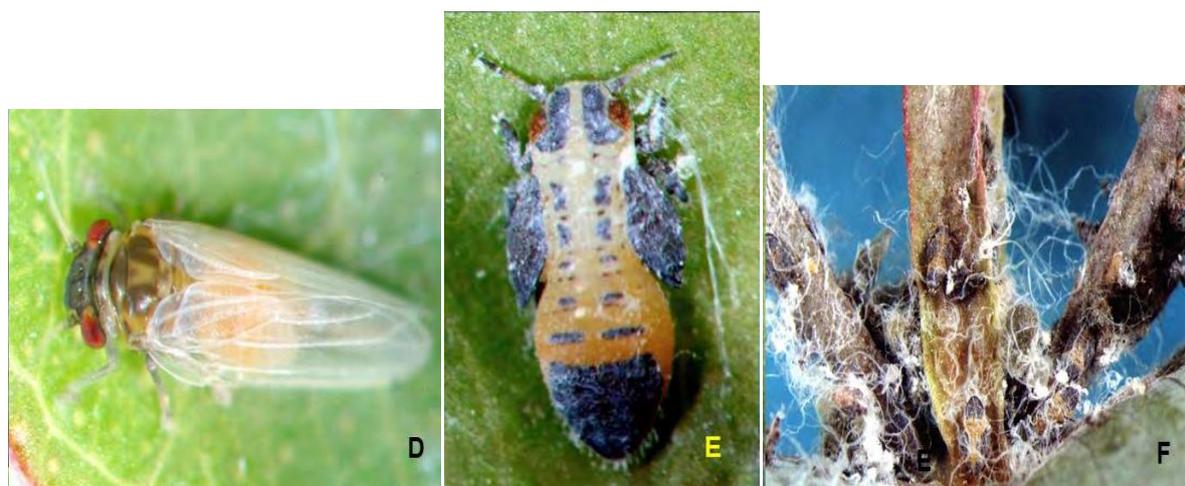


Figure 28 : *C. eucalypti* (D - adulte, E - larve, F- colonie de larves) (Queroz et al., 2012)

5.2 Habitat

Plusieurs études ont été menées sur des niches occupées par le psylle de la gomme bleue dans les arbres hôtes (Brennan et al., 2001). Le psylle de la gomme bleue préfère le feuillage immature pour la ponte et le développement des nymphes. Brennan et al (2001) ont discuté du psylle de la gomme bleue en relation avec l'hétéroplastie, qui fait référence à des plantes dont le feuillage juvénile et adulte diffère morphologiquement. Sur *Eucalyptus globulus*, le psylle

de la gomme bleue préfère les feuilles jeunes, cireuses et simples du feuillage juvénile des très jeunes arbres et la nouvelle croissance des arbres plus âgés, mais n'attaque généralement pas les feuilles plus âgées, grossières et en forme de faucille des arbres plus âgés. À l'inverse, l'espèce apparentée, *Ctenarytaina spatulata*, préfère les feuilles plus âgées d'*E. Globulus* au feuillage plus jeune.

5.3 Biologie et écologie

La situation actuelle du psylle de la gomme bleue a été minutieusement examinée par Hodkinson (1999), en particulier en ce qui concerne les efforts de lutte biologique. En Australie, le psylle de la gomme bleue se trouve généralement dans les régions alpines, montagnardes ou autrement froides à froides (Morgan, 1984). Grâce à cette acclimatation, le psylle a pu survivre dans certains endroits plutôt froids en dehors de l'Australie, notamment dans les îles britanniques (Hodkinson, 1999). Heureusement, le principal parasite de cette espèce est également capable de survivre dans des conditions froides (Hodkinson, 1999; Chauzat et al., 2002). Cependant, le psylle est également florissant dans les zones plus chaudes, en particulier dans les zones tempérées autour de la mer Méditerranée et en Californie, aux États-Unis.

Le psylle de la gomme bleue a six stades biologiques: un stade œuf, quatre stades nymphal (larvaire) et un stade adulte. Le nombre de générations par an varie avec la température. Plusieurs générations qui se chevauchent sont répertoriées en Irlande (Eire) par Hodkinson (1999); deux à trois générations sont mentionnées par Pinzon et al. (2002) pour la Colombie, l'Amérique du Sud; quatre générations se produisent en Californie (Hodkinson, 1999) et Morgan (1984) énumère cinq générations en Australie. Azevedo et Figo (1979), Cadahia et Rupérez (1979), Cavalcaselle (1982), Martinez (1983) et Alma et Arzone (1988) citent des notes biologiques de la région méditerranéenne. Dans tous les cas, les générations sont continues et se chevauchent généralement, sans diapause hivernale apparemment.

5.4 Symptômes et Impact

Les dommages causés par le psylle de la gomme bleue comprennent la décoloration des feuilles, le roulement des feuilles et la déformation des rameaux, et dans les infestations importantes, un dépérissement sévère des rameaux (Hodkinson, 1999). Les dégâts sont probablement les plus graves dans les plantations où les arbres sont cultivés pour le commerce

floral. L'*Eucalyptus globulus* et l'*Eucalyptus pulverulenta* sont les principaux arbres utilisés dans le commerce des fleurs. Étant donné que les arbres de plantation sont continuellement cultivés à la fois pour récolter le feuillage et pour forcer les arbres à produire davantage de feuillage juvénile convoité, les arbres sont donc beaucoup plus sensibles aux attaques du psylle de la gomme bleue. De plus, les nymphes produisent une grande quantité de miellat, ce qui interfère avec la récolte, la préparation et le conditionnement du produit. En outre, le miellat est un substrat pour la fumagine qui nuit encore à l'apparence du produit floral final.

Chapitre IV

**Stratégies de lutte contre
les ravageurs en forêt**

Les moyens de lutte utilisés variaient selon la biologie et l'écologie des ravageurs et des maladies, l'importance des dégâts commis, les préférences des spécialistes ou des gestionnaires, et selon les ressources disponibles. La lutte contre les maladies et les ravageurs est beaucoup plus difficile dans les plantations que dans les pépinières et en particulier dans les grandes plantations (Gray, 1983).

1. Moyens de lutte contre les ravageurs

1.1. La lutte physique

D'après Kumar (1991), La lutte physique signifie l'élimination du ravageur ou la détérioration physique de l'environnement de manière à le rendre inhospitalier ou inaccessible pour le ravageur. Ces méthodes n'ont pas joué un grand rôle dans l'agriculture moderne, surtout à cause de leur coût élevé en main d'œuvre. Toutefois, en raison des effets secondaires des insecticides, les méthodes physiques peuvent constituer des solutions de remplacement intéressantes, surtout si elles sont intégrées dans des programmes de lutte contre les ravageurs. Leur utilisation présente un intérêt tout particulier dans les pays en voie de développement où le coût de la main d'œuvre est relativement bas.

1.1.1. Les méthodes de lutte physique

Selon Vincent et Panneton (2001), Il convient de distinguer deux types fondamentaux de méthodes en lutte physique: les méthodes actives et les méthodes passives.

- Les méthodes actives utilisent de l'énergie au moment de l'application pour détruire, blesser ou stresser les ennemis des cultures, ou pour les enlever du milieu. Ces méthodes n'agissent qu'au moment de l'application et ne présentent pratiquement pas de rémanence.
- Les méthodes passives procèdent par une modification du milieu et ont un caractère plus durable.
- On peut aussi classer les méthodes physiques selon le mode d'utilisation de l'énergie, soit la lutte mécanique, lutte thermique, lutte électromagnétique et lutte pneumatique. Dans ce contexte, on imagine facilement que d'autres classes peuvent s'ajouter au besoin: lutte acoustique, lutte thermodynamique...

1.1.2. Les avantages

Selon Gagnon (2001), Les avantages de la lutte physique sont :

- Non toxique

- Pas de résistance ni de résidus dans l'environnement
- Maintien de l'équilibre naturel de l'écosystème
- Fiable, souvent spécifique

1.1.3. Les inconvénients

Exige une planification à long terme et une très bonne connaissance des ravageurs visés. Elle est coûteuse en main d'œuvre (Gagnon, 2001).

1.2. Lutte chimique

La plupart des méthodes de lutte récentes font usage de biocides ou pesticides (insecticides, fongicides, nématicides, etc.) (Gray, 1983).

La lutte chimique fait appel à des produits phytosanitaires contenant des substances actives contre les ravageurs forestiers et/ou du bois. Celles-ci sont obtenues par voie chimique ou biotechnologique (à l'aide d'organismes – bactéries et champignon) (Gagnon, 2001).

La lutte chimique contre les insectes fait appel aux insecticides dont l'utilisation a connu un essor très important avec les progrès de la chimie de synthèse. Elle est basée sur l'application de molécules détruisant ou limitant les populations de bio-agresseurs (Doré et *al.*, 2006). C'est la principale mesure de contrôle utilisée par les agriculteurs et les forestiers afin de maintenir le nombre de ravageurs en dessous du seuil de nuisibilité.

Pour réduire les dégâts d'insectes, l'utilisation des pesticides reste le moyen le plus largement utilisé et le plus efficace aujourd'hui (Ferrero, 2009).

Selon Hulle et *al* (1999), les principes de la lutte chimique sont:

- L'empêchement d'acquisition du virus lors de piqûres d'essai par l'utilisation d'huiles végétales non phytotoxiques.
- Le choix des produits: ils doivent être avant tout sélectifs afin de préserver la faune utile. Ces produits doivent aussi être dotés d'un effet de choc élevé, et d'une bonne rémanence, en plus ils doivent appartenir à des familles chimiques différentes afin d'éviter ou de retarder le phénomène de résistance.

Dans les régions à forte pression parasitaire, la protection phytosanitaire par voie chimique constitue une nécessité pour assurer la régularité des niveaux de rendement, ainsi que les standards de qualité exigés par le marché (Fleurat-Lessard, 2011).

1.2.1. Les avantages

Les avantages de cette pratique sont liés à son faible coût, à sa facilité de mise en œuvre et à la durée de la protection qui se prolonge plusieurs mois, jusqu'à ce que le niveau de résidus encore actifs ne devienne inférieur au seuil légal pour les espèces cibles (Vincent et Panneton, 2001).

1.2.2. Les inconvénients

Les principaux problèmes récurrents associés à la lutte chimique concernent la contamination du sol, de l'air et de l'eau, l'exposition des populations humaines aux résidus, les effets négatifs sur les organismes non-ciblés (pollinisateurs, décomposeurs, etc.) et le développement de résistance de certains ravageurs aux produits (Brodeur, 2007). La fréquence des pluies peut réduire rapidement l'efficacité des pesticides à action lente appliqués sur la surface des arbres (Gray, 1983).

Selon Vincent et Panneton (2001), L'usage régulier des insecticides comporte de sérieux inconvénients, comme la possibilité de créer des races résistantes et des risques de dépassement des limites de tolérance pour les résidus d'insecticides à cause d'applications multiples par différents opérateurs de la chaîne commerciale du grain. Cette situation est difficilement acceptée car les résidus de pesticides issus d'usages mal maîtrisés ont une très mauvaise image dans l'opinion du consommateur.

1.3. La lutte biologique

La lutte biologique est une méthode de lutte contre des espèces nuisibles par l'utilisation d'une autre espèce qui agit par prédation ou parasitisme, pathogénicité ou compétition. La lutte biologique est donc l'utilisation d'organismes vivants dans le but de diminuer la densité de population d'un autre organisme vivant, généralement un ravageur (Boivin, 2001).

La lutte biologique vise à maintenir l'abondance des nuisibles au-dessous du niveau pour lequel ils causent des dommages économiques et à limiter les ravageurs et les pathogènes (Eilenberg et *al.*, 2001). L'objectif de la lutte biologique est donc à terme de remplacer, en totalité ou en partie, les pesticides chimiques utilisés en agriculture et en foresterie (Boivin, 2001).

L'agent de lutte (ou auxiliaire) peut être un **parasitoïde**, un **prédateur**, un agent pathogène (champignon, bactérie, virus, ou protozoaire), ou un concurrent du bio-agresseur visé (Aubertot et Savary, 2005).

Les agents de lutte biologique diffèrent essentiellement par leur groupe taxonomique, leur mode d'action et leur spécificité biologique, c'est-à-dire le nombre d'espèces ou de groupes de proies/hôtes qu'ils exploitent. Ils appartiennent à l'un des quatre groupes suivants : les prédateurs, les parasitoïdes, les nématodes et les entomopathogènes (virus, bactéries et champignons). La lutte biologique vise à maintenir ou à rétablir un équilibre entre les ravageurs et leurs ennemis naturels. Ce principe guide l'élaboration des stratégies de lutte biologique que ce soit en milieu agricole, forestier ou urbain (Brodeur, 2007).

La mise en œuvre de systèmes de lutte biologique exige une connaissance approfondie du mode d'action des agents de lutte biologique, des conditions favorisant leur efficacité et de leurs interactions avec les constituantes de l'environnement (Brodeur, 2007).

1.3.1. Les avantages de la lutte biologique

La lutte biologique contribue à la protection de la biodiversité indigène. La lutte biologique favorise également la préservation des terres sauvages et le maintien de sols sains en tant que sources de ressources renouvelables et d'utilisation récréative (Belkair, 2018). Elle a un effet plus durable que celui des pesticides chimiques et peu de risque à la santé humaine. La lutte biologique peut diminuer ou éliminer le recours aux pesticides chimiques (Gagnon, 2001).

1.3.2. La nature de lutte biologique

Selon Brodeur (2007), La lutte biologique peut être de nature **curative** ou **préventive** :

- 1 Les interventions curatives visent une répression rapide et massive du ravageur. Elles sont destinées à protéger les ressources à grande valeur commerciale ou esthétique : fruits, légumes, plantes ornementales, arbres. Bien qu'en général le délai d'action en lutte biologique soit plus long que le délai observé en lutte chimique, il existe des agents de lutte biologique qui répriment rapidement les infestations de certains agents pathogènes et prédateurs.
- 2 Les interventions préventives offrent des solutions bénéfiques lorsqu'une infestation est en voie de développement ou qu'un problème de ravageurs se manifeste de façon

récurrente dans une culture. Ce type d'intervention est conséquemment utilisé dans une perspective de lutte à moyen et à long terme.

1.3.3. Les grands types de lutte biologique

Selon les modalités d'utilisation, on reconnaît classiquement trois types de lutte biologique, qui divergent dans leur application (Boivin, 2001 ; Aubertot et Savary, 2005).

1.3.3.1. La lutte biologique classique (ou par introduction)

La technique qui consiste à introduire une nouvelle espèce dans un environnement afin de contrôler les populations d'un ravageur. La plupart du temps, cette approche vise à limiter les populations d'un ravageur exotique en introduisant un ennemi naturel provenant de la zone de distribution originale de ce ravageur mais on peut aussi tenter de transférer un ennemi naturel exotique sur un ravageur indigène (Boivin, 2001).

1.3.3.2. La lutte biologique par augmentation

Le contrôle biologique augmentatif consiste à augmenter les populations d'ennemis naturels en introduisant des individus supplémentaires dans la culture. Les individus sont appelés inoculatifs quand ils ont la possibilité de se reproduire et c'est donc leur descendance qui sera efficace pour contrôler le ravageur pendant une certaine période, mais pas de façon permanente (Eilenberg et *al.*, 2001).

La lutte biologique augmentative consiste à augmenter la taille des populations d'ennemis naturels, soit par des lâchers massifs (**lutte inondative**) et l'objectif est de détruire immédiatement un ravageur sans que l'établissement et la reproduction de l'ennemi naturel soient visés ou par lâchers en petite quantité, l'auxiliaire devant s'établir, se multiplier et coloniser une zone donnée. Cependant cet établissement n'est généralement pas permanent et des introductions doivent être faites une ou plusieurs fois par saison (**lutte inoculative**) (Boivin, 2001 ; Aubertot et Savary, 2005).

Comme pour la lutte biologique par acclimatation, la très grande majorité des auxiliaires sont des arthropodes (95,2%) parmi lesquels quatre groupes taxonomiques fournissent la plupart des ennemis naturels : les Hyménoptères (52,2%), les Acariens (13,1%), les Coléoptères (12,2%) et les Hétéroptères (8,3%) (Belkair, 2018).

1.3.3.3. La lutte biologique par conservation

La lutte biologique par conservation est une approche durable de la lutte biologique pour protéger et augmenter des ennemis naturels ou autres organismes auxiliaires naturellement présents dans la culture ce qui peut contribuer à une réduction de l'utilisation de pesticides. La lutte biologique par conservation contribue à la réduction des effets des ravageurs arthropodes dans le cadre d'une stratégie de lutte intégrée contre les ravageurs (Begg et *al.*, 2017).

En pratique, la lutte biologique par conservation utilise deux types d'actions : (1) la réduction de l'utilisation de pesticides ayant des effets néfastes sur les populations d'ennemis naturels (2) la manipulation de l'environnement afin d'augmenter le potentiel de production et des milieux biotiques et les effectifs des auxiliaires de cultures (Barbosa, 1998). Elle a pour objectif de fournir aux ennemis naturels des ressources indispensables à leur présence et à la stabilité de leurs populations, notamment des ressources alimentaires (nectar, pollen et proies alternatives) ainsi que des sites de reproduction, de refuge et d'hivernage (Nicholls et Altieri, 2002).

1.3.4. Les organismes utilisés en lutte biologique

Les organismes vivants les plus utilisés en lutte biologique contre les insectes ravageurs sont : les microorganismes, les nématodes, les parasitoïdes, et les prédateurs.

1.3.4.1. Les microorganismes

Les microorganismes regroupent les bactéries, virus, champignons et protozoaires pathogènes aux insectes (Boivin, 2001).

Les microorganismes regroupent des bactéries dont plus d'une centaine d'espèces ont été identifiées comme ayant un potentiel d'utilisation en lutte biologique, des virus (650 - 1200), des champignons (700 espèces), et des protozoaires (six phyla) pathogènes aux insectes (Boivin, 2001).

1.3.4.2. Les nématodes entomophages

Certains nématodes sont de redoutables ennemis naturels pour bon nombre d'insectes ravageurs des cultures, les nématodes entomophages exploitent les insectes comme ressource pour se développer et se reproduire. On retrouve des nématodes entomophages dans 30 familles différentes ce qui représente environ 4000 espèces (van Driesche et Bellows, 1996). La relation avec leur hôte va du simple commensalisme, sans aucun effet néfaste, jusqu'au

parasitisme obligatoire, causant la mort de l'insecte. Les nématodes entomophages sont utilisés contre différentes chenilles (carpocapse, noctuelle, mineuses...) mais nécessitent des conditions humides lors de leur utilisation en automne (Boivin, 2001).

1.3.4.3. Les parasitoïdes

Les parasitoïdes sont une classe d'auxiliaires qui se développent sur ou à l'intérieur d'un autre organisme dit « hôte », mais qui tue inévitablement ce dernier au cours de ce développement ou à la fin de ce développement (Eggleton et Gaston, 1990). Un parasitoïde adulte se nourrit habituellement sur le miellat, le nectar ou le pollen, bien que quelques adultes se nourrissent des fluides du corps des hôtes (Belkair, 2018). Normalement, les parasitoïdes sont plus petits de leurs proies et s'attaquent à un stade particulier de développement de la proie. Certaines espèces de parasitoïdes sont également capables de parasiter différents stades œuf et larve, ou larve et adulte (Stireman et *al.*, 2006). Les parasitoïdes laissent souvent des traces de leur activité (par exemple, les momies des pucerons).

Le mode de vie parasitoïde représente entre 5 et 20% des espèces d'insectes. Il pourrait y avoir de 125,000 à 6 millions d'espèces d'insectes ayant un mode de vie parasitoïde dans 6 ordres : Hyménoptère (67000 espèces, environ 75% des parasitoïdes), Diptère (16000 espèces), Coléoptère (4000 espèces), Neuroptère (50 espèces), Lépidoptère (11 espèces), et Trichoptère (une espèce) (Boivin, 2001).

L'utilisation des parasitoïdes en lutte biologique offre plusieurs avantages. Ainsi on considère que les parasitoïdes ont une bonne capacité de dispersion et de découverte de l'hôte, ont une bonne capacité à s'établir dans un habitat donné, sont très sécuritaires pour la santé humaine et ont une grande spécificité d'hôte, donc posent peu de risques aux organismes non visés (Boivin, 2001).

1.3.4.4. Les prédateurs

Les prédateurs sont des organismes vivants qui tuent des proies pour s'en nourrir ou pour alimenter leurs progénitures souvent au stade larvaire. Ils se nourrissent d'un large éventail de proies, leurs populations sont relativement stables, et ils contribuent à exercer un contrôle continu sur le niveau des populations de proies (Pascal, 1993).

Le régime alimentaire des adultes peut consister en des larves (comme les forficules), soit être polliniphage, nectariphage, ou encore se nourrir de miellat des Homoptères (comme les

syrphes). Les prédateurs sont généralement plus grands que leurs proies (Belkair, 2018). Plusieurs prédateurs peuvent interagir en synergie pour améliorer la suppression des proies de manière additive. On constate souvent que la densité des prédateurs est responsable de l'élimination des proies (Griffen, 2006), en particulier dans les systèmes qui utilisent la faune indigène dans le cadre de systèmes de contrôle biologique, visant à accroître l'efficacité des diverses guildes d'ennemis naturels existantes (Tylianakis et *al.*, 2010). La prédation est courante dans la nature où les prédateurs jouent un rôle prépondérant dans le maintien des équilibres écologiques.

Les prédateurs peuvent être généralistes ou spécialistes. De nombreuses études montrent que les prédateurs généralistes, comme les araignées, peuvent supprimer les ravageurs dans certains agroécosystèmes. En raison de leur omniprésence, de leur densité élevée (par rapport à celle des ravageurs) et de leur réponse fonctionnelle élevée, les prédateurs généralistes ont le potentiel de supprimer les ravageurs, au moins pendant une courte période. Les prédateurs spécialisés, comme les coccinellidés ou les acariens prédateurs, peuvent contrôler la population de ravageurs, tandis que les prédateurs généralistes (polyphages), plus abondants que les spécialistes, peuvent contribuer réduire la survenue des pullulations (Belkair, 2018).

2. La conservation et la protection du patrimoine forestier

2.1. La lutte contre les ravageurs et les maladies

La protection des forêts contre les insectes ravageurs et les maladies, notamment dans ses aspects de lutte curative, est coûteuse au double plan économique et écologique. Aussi, une bonne stratégie de protection doit-elle se soucier de réduire les dépenses et les effets néfastes des traitements sur le milieu naturel. Dans ce contexte, la protection des forêts contre les insectes et les maladies doit, à la base, privilégier l'action prophylactique de façon à prévenir l'apparition, la propagation et l'aggravation des attaques (DGF, 2007).

2.1.1. Une stratégie efficace de protection des forêts contre les ravageurs et maladies doit poursuivre les objectifs suivants :

L'intensification de l'action prophylactique par l'application des principes de base de la gestion sylvicole dans les peuplements forestiers, naturels et artificiels et la pratique rigoureuse de soins culturaux en pépinière.

L'amélioration de l'action curative par la recherche et la mise au point de solutions et de techniques et la procuration d'équipement nécessaire.

2.1.2. Une telle stratégie doit se traduire par les actions suivantes :

Renforcer les capacités d'intervention des services de la protection des forêts.

Dans les peuplements naturels et artificiels, mettre en œuvre en permanence une sylviculture sanitaire appropriée.

Surveiller l'évolution des populations d'insectes et cartographier les « zones de gradation » et d'extension des foyers de maladies.

Contrôler en permanence la qualité des matériaux dans les pépinières (terreau, fumier, compost) ainsi que les qualités génétique et sanitaire des semences.

Privilégier les mélanges d'espèces dans les activités de reboisement, et utiliser des espèces et des provenances d'espèces adaptées au contexte de la plantation en tenant compte du changement climatique en cours et son évolution future.

2.2. Le reboisement et les plantations forestières

Le reboisement a toujours constitué une action déterminante dans les programmes d'extension du patrimoine forestier et de protection des terres. Ainsi, les reboisements opérés depuis l'indépendance jusqu'à ce jour ont connu un développement considérable. D'importantes superficies ont été plantées en espèces forestières, arboricoles et fourragères et ce sur aussi bien le domaine public que le domaine privé (DGF, 2007).

2.3 Sylviculture et Aménagement

Ces dernières années de l'eucalyptus en sylviculture a pris une extension importante dans toutes les régions du monde. La faculté des espèces du genre *Eucalyptus* de produire rapidement un bois se prêtant à la fois aux usages ruraux et industriels dans des climats où elles ne disposent pas toujours d'assez d'eau pour leur croissance a contribué à la popularité de cette essence dans nombreux pays chauds (Erau, 2019).

D'après Boudy (1952), Les modes de traitement les plus appliqués aux peuplements d'*Eucalyptus* sont la futaie, le taillis simple et le taillis sous futaie. Si on devait choisir pour la production du bois d'œuvre telle que l'*Eucalyptus camaldulensis*, il ne faudrait envisager que des futaies à courtes révolutions 40 ans par exemple, en effet la sylviculture de l'*Eucalyptus*

doit être prioritairement vers la production de bois dégradé dimension (bois de service et bois d'œuvre) (FAO, 1992).

Pour traiter des Eucalyptus en taillis simples, on peut donc fixer une durée ou révolution de 10 à 20 ans, et ceci, lorsqu'on ne doit leur demander que du bois de mine, tanin et cellulose. Pour le taillis sous futaie, on fixe la durée de révolution de 10 à 20 ans et on devise la série en un nombre égal de coupes, et ceci en laissant enfin de révolution 150 baliveaux par hectare destinés à atteindre la dimension recherchée pour le bois d'œuvre 0.5 m à 0.6 m de diamètre acquis en 40 ans, selon les conditions physiques et qui seront exploitées à la troisième ou quatrième révolution du taillis. Enfin, l'aménagement est plus simple pour la futaie par contenance avec coupe rase (Kebir, 2018).

3. Techniques sylvicoles

Les techniques sylvicoles et d'aménagement représentent généralement le moyen le plus efficace et le plus pratique de lutte contre un ravageur ou une maladie. Les choix possibles sont nombreux : remplacement par une espèce d'arbre non vulnérable ou plus résistante ; changement d'emplacement pour une essence donnée, modification des modalités de plantation, d'éclaircie ou d'élagage; apport d'engrais, d'hormones, etc., pour accroître la vigueur des arbres (Gray, 1983).

La coupe sanitaire ; Coupe légère réalisée dans un peuplement arrivé à maturité, mais devant être maintenu sur pied au-delà de l'âge d'exploitabilité (ou du diamètre objectif), pour attendre son renouvellement dans les meilleures conditions sanitaires possibles. Cette coupe n'enlève que les arbres malades ou dépérissants qui ne peuvent attendre le renouvellement sans risquer de perdre une grande partie de leur valeur. Elle ne doit pas remettre en cause les objectifs fixés, le régime et le traitement (Web 4).

Dans les peuplements en croissance, les éclaircies sélectives sont réalisées à intervalles suffisamment rapprochés pour pouvoir éliminer les arbres dépérissants au fur et à mesure du développement du peuplement, sans qu'il soit nécessaire de prévoir des coupes sanitaires (Web 4).

Conclusion générale

Conclusion générale

L'eucalyptus est un arbre originaire de l'Australie, il a été introduit dans plusieurs pays du monde pour des raisons économiques à savoir la satisfaction de leurs besoins en bois et d'autres intérêts écologiques. Il recueille de plus en plus de ravageurs provenant de son aire d'origine qui influent sur la diversité d'entomofaunes autochtones des plantations d'Eucalyptus. Malgré la robustesse de cette essence elle est très sensible aux ravageurs et aux maladies. Très nombreux sont les insectes et les microorganismes qui l'affectent.

Eucalyptus camaldulensis constitue 95% en Algérie du recouvrement. Cet arbre robuste et résistant est malgré tout soumis à de multiples facteurs de dégradation dont ceux des insectes xylophages, Gallicoles, Suceurs de sève...etc.

L'objectif de notre étude est de faire le point sur les principaux ravageurs invasifs et les types des dégâts qu'ils occasionnent sur le gommier rouge (*Eucalyptus camaldulensis*) en Algérie et dans la zone Méditerranéenne.

L'extension rapide des Eucalyptus à travers le monde a entraîné divers problèmes phytosanitaires, Les plantations d'Eucalyptus souffrent de diverses attaques d'insectes invasifs et de maladies qui se manifestent sur les tiges et les feuilles par différents types de symptômes. L'eucalyptus depuis son introduction en Algérie a connu plusieurs invasions d'insectes ravageurs provenant du pays d'origine de l'arbre à titre d'exemple *Phoracantha semipunctata* (signalé en 1972), *Leptocybe invasa* (signalé en 2000), *Ophelimus maskelli*, *Ctenarytaina eucalypti* et dernièrement l'insecte *Glycaspis.brimblecombei* (signalé en 2011)

L'*eucalyptus camaldulensis* en Algérie est attaqué par des insectes ravageurs invasifs originaires de l'Australie classé dans les catégories suivantes :

- Une espèce xylophages originaires de l'Australie *Phoracantha semipunctata* (insecte xylophage, Coleoptera : *Cerambycidae*).
- Deux espèces gallicoles originaires de l'Australie : *Leptocybe invasa*, *Ophelimus maskelli* (insectes gallicoles, Hymenoptera : *Eulophidae*), qui provoquent des galles sur les feuilles de l'*Eucalyptus camaldulensis*.
- Deux espèces hémeptères psyllidés originaires de l'Australie : *Ctenarytaina eucalypti* et *Glycaspis.brimblecombei* (espèce piqueur suceur de sève).

Cette étude, nous a permis de informer sur le type de dégâts et le cycle de vie de *Glycaspis.brimblecombei*, *Leptocybe invasa*, *Ophelimus maskelli*, *Phoracantha semipunctata* et *Ctenarytain aeucalypti*, et les parasitoïdes de *Ophelimus maskelli* et de *Glycaspis brimblecombei*, ce qui pourrait nous permettre dans le futur d'envisager des stratégies de lutte et/ ou des mesures préventives appropriées pour neutraliser ses ravageurs et freiner leurs propagations.

Références bibliographiques

Références bibliographique

Alexendrien, D., (1992). Essences forestières, Guide technique du forestier méditerranéen français. Edition techniques et documentation lavoisier, paris. 80p.

Alma A; Arzone A, (1988). Biological findings on *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell) (Hemiptera, Psylloidea). Proceedings XV Italian National Entomological Congress L'Aquila, 505-512.

Arar Z., Houari S., (2008). *Etude de comportements de quelques peuplements de boisement dans la région d'Ouargla*. Université Kasdi Merbeh- Ouargla. Mémoire de fin d'étude .En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat en biologie. Filière : Ecologie végétale et environnement. Option : écosystème steppique et sahariens. 43pp.

Atlas Agro s.a.r.l. (2017). Kouba (Alger).

Aubertot, J. N., & Savary, S. (2005). Chapitre 4 : Stratégies de protection des cultures. *Expertise scientifique collective pesticides, Agriculture et Environnement*, 104p.

Aytar, F, Dagdas, S & Duran, C., (2011). Australian insects affecting Eucalyptus species in Turkey, *Silva Lusitana*, pp: 41-47.

Aytar, F. (2006). Natural history, distribution and hosts of Eucalyptus gall wasps in Turkey. Department of Entomology, Mersin Regional Forest Directorate.

Azevedo, F. & Figo, M. L. (1979). *Ctenarytaina eucalypti* Mask. (Homoptera, Psyllidae). *Boletino Servicio de Plagas Forestales*, vol. 5, pp. 41- 46.

Baid A., (2018). Etude de l'effet de l'hybridation interspécifique sur la teneur et la composition chimique des huiles essentielles d'eucalyptus cultivés au Maroc par ACP, 03p.

Barbosa, P. (1998). Chapter 3 - Agroecosystems and conservation biological control. *Conservation Biological Control*. San Diego: Academic Press. Pp: 39 – 54.

Bauce, E., (2005). Entomologie forestière. Cours, 17p.

Baziz B., (2002). Bioécologie et régime alimentaire de quelques rapaces dans différentes localités en Algérie. Cas du Faucon crécerelle *Falco tinnunculus* Linné, 1758, de la Chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1759), de la Chouette hulotte *Strix aluco* Linné, 1758, de la Chouette chevêche *Athene noctua* (Scopoli, 1769), du Hibou moyen duc *Asio otus* (Linné, 1758) et du Hibou grand-duc ascalaphe *Bubo ascalaphus* Savigny, 1809. Thèse Doctorat d'état, Inst. nati. Agro. El Harrach. 499 p.

Begg, G. S., Cook, S. M., Dye, R., Ferrante, M., Franck, P., Lavigne, C., & Quesada, N. (2017). A functional overview of conservation biological control. *Corp Protection*, 97, 145-158.

Bel Kadhi M. S., & Onillon. J. C. (2003). Mise en évidence d'un déplacement orienté des aleurodes entre l'oasis et les serres dans le sud tunisien. *Revue des Régions Arides*. 684-703.

Références bibliographiques

Belkair, S. A. (2018). Lutte biologique par conversation dans les vergers de pommiers : peut-on manipuler les communautés d'araignées pour augmenter leur efficacité contre certains ravageurs. Thèse de doctorat, Université d'Avignon, France, 181p.

Benia, F. (2010). Étude de la faune entomologique associée au chêne vert (*Quercus ilex* L.) dans la forêt de Tafat (Sétif, Nord-est d'Algérie) et bio-écologie des espèces les plus représentatives. Thèse de doctorat, Biologie animale, Univ. Ferhat Abbas Sétif, Algérie, 250p.

Benia, F., Laadel, N., & Pujade-Villar, J. (2013). Premier enregistrement de *Glycaspis brimblecombei* Moore 1964 (Hemiptera : Psyllidae) et de *Psyllaephagus bliteus* Riek, 1962 (Hymenoptera Encyrtidae) en Algérie. *Bulletin de la société Entomologia aragonesa (SEA)* no, 53, pp : 343-345.

Bernichi, L., (2010). Forêt marocaine: Il faut sauver l'Eucalyptus. *Journal société, Maroc*, pp: 45-46.

Bernanet Gill, M., (1999). Scientific notice: First record of *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae) in North America, initial observation and predator associations of potentiality serious, new pest of Eucalyptus in California, *Journ. Pacific entomologist* 79 (1), pp: 55-57.

Blakely, (1965). A key to the Eucalyptus with description of 522 species and 150 varieties, Forestry and timber bureau of Cambera. Australie.

Boivin, G. (2001). Parasitoïdes et lutte biologique: paradigme ou panacée ? *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, (Volume 2 Numéro 2).

Borrajo, P, López, MA, Ocete, R, López, G & Ruiz, F., (2008). First report of *Closterocerus chamaeleon* Girault (Hymenoptera, Eulophidae) parasitoid of *Ophelimus maskelli* Ashmead (Hymenoptera, Eulophidae) in Huelva (SW Spain), *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas*, vol. 34 (3), pp: 383-385.

Botineau, M. (2010). Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Editions Tec & Doc, Lavoisier, Paris, France.

Botto, E. N. (2010). Detección de Hymenopter of ormodordea gallas en eucaliptos (Hymenoptera: Chalcidoidea, Eulophidae) 99% de similitud biológica y morfológica con *Leptocybe invasa* Fisher and LaSalle, gen. n. and sp. n., 2004. Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas (SINAVIMO).<http://www.sinavimo.gov.ar/deteccion/4493>.

Botto, E. N., D. A. Aquino, M. S. Loíacono, P. Pathauer & A.E. De Briano. (2010). Presencia de *Leptocybe invasa* Fischer & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae), la "avispa de la agalladel eucalipto", en Argentina. *Boletín MIP Manejo Integrado de Plagas*. No 16, Junio 2010. IMYZA, INTA.

Références bibliographiques

- Boubekka, N. (2015). Les pucerons des Agrumes et leurs ennemis naturels en Mitidja orientale (Algérie). Thèse : Protection Des Végétaux. EL HARRACH : Ecole Nationale Supérieure Agronomique. 189p.
- Boudy P, (1952). Guide du forestier en Afrique du Nord. Paris. Maison rustique, 509 p. 94 FIG. 1.Carte.
- Boudy P., (1955). Économie forestière Nord-africaine. Ed. Masson et cie, paris, Tome IV. p 826.développement forestier). France., 2432p.
- Bouget, C., & Nageleisen, L. M. (2009). Les méthodes proposées par le groupe Inv. Ent. For. en forêt tempérée: chap. 2, part III. 1 Le piège à fosse.144p.
- Boulmane, M., Oubrahim, H., Halim, M., Bakker, M.R., & Augusto, L. (2017). The potontiel of Eucalyptus plantations to restore degraded soils in semi-arid Morocco (NW Africa).Annals of forest Science, 74(3), 57p.
- Bouvet, J.M, (2013). Les eucalyptus dans le monde. CIRAD. Université Antananarivo. Madagascar.
- Bovey P., (1970). Impact de l'insecte déprédateur sur la forêt. *La lutte biologique en forêt*, R. F. F. XXII -Oxford: 199 – 204.
- Branco, M, Boavida, C, Durand, N, Franco, JC & Mendel, Z., (2008). Presence of the *Eucalyptus* gall was *Ophelimus maskelli* and its parasitoid *Closterocerus Chamaeleon* in Portugal: first record, geographic distribution and host preference', *Phytoparasitica*, vol. 54, pp: 37-51.
- Brennan, E.B.; Hrusa, G.F.; Weinbaum, S.A. & Levison, Jr. W. (2001). Resistance of *Eucalyptus* species to *Glycaspis brimblecombei* (Homoptera: Psyllidae) in the San Francisco by area. *Pan-Pacific Entomologist*, vol. 77, pp. 249-253.
- Brodeur, J., (2007). Protéger la forêt naturellement! Colloque sur la lutte biologique et intégrée. Actes du colloque, 88p.
- Burckhardt, D. (1998). *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell) (Hemiptera, Psylloidea) neufür Mitteleuropa mit Bemerkungen zur Blattfloh fauna von *Eucalyptus*. *Mitteilungen der Entomologischen Gesellschaft Basel*, vol. 48, pp. 59-67.
- Burckhardt, D. & Mühlethaler, R. (2003). Exotische Elemente der Schweizer Blattfloh fauna (Hemiptera, Psyllidae) miteiner Liste weiterer potentieller Arten. *Mitteilungender Entomologischen Gesellschaft Basel*, vol. 53, pp. 98-110.
- Burckhardt, D., Lozada .P.W., Diaz., W.B., (2008). First record of the red gum lerp psyllid *glycaspis brimblecombei* (hemiptera: psylloidea) from Peru * bull . soc. entomol. Suisse*, vol (81) pp: 83 -85.
- Burks, R.A, Mottern, JL, Waterworth, R & Paine, TD., (2015). First report of the *Eucalyptus* gall wasp, *Ophelimus maskelli* (Hymenoptera: Eulophidae), and invasive pest on *Eucalyptus*, from the Western Hemisphere', *Zootaxa*, vol. 3926 (3), pp: 448-450.

Références bibliographiques

Cadahia D; Ruperez A, (1979). Distribution of *Ctenarytaina eucalypti* Mask. in Spain. Bol Serv Plagas, 5:55-58

Cadahia, D. (1980). Proximidad de dos nuevos enemigos de los *Eucalyptus* en España. *Boletino Servicio de Plagas Forestales*, vol. 6, pp. 165-192.

Cadahia D. (1984) Analyse économique concernant les mesures de quarantaine prises à l'égard de *Phoracantha .sernipunctatu* en Espagne. *Bulletin OEPP, IEPP* Bulletin 14,353-358.

Cadahia D. (1986). Importance des insectes ravageurs de l'eucalyptus en région méditerranéenne. Bult. OEPP/EPPOB 16 pp. 265-283.

Calcea .V. Loverde .G. Maltese .M., (2011). First record in Italy of *psyllaephagus bliteus* riek (Hymenoptera: Eucyrtidae) parasitoid of *glycaspis brimblecombei* moore (hemiptera psyllidae)- *naturilisationsicil. Italy, S.IV, XXXV (3- 4), 2071, pp : 435-444.*

Cavalcaselle B, (1982). On the presence in Italy of a psyllid harmful to eucalypts: *Ctenarytaina eucalypti*. *Cellulosa e Carta*, 33(6):3-8.

Cavalcasselle B., (1986). Les insectes nuisibles aux eucalyptus en Italie : Importance des dégâts et méthodes de lutte. Bult. OEPP/EPPOB 16, pp : 293-297.

Chararas C., (1969). Biologie et Ecologie de *Phoracantha semipunctata* Fab. *Annales de l'I.N.R.F. de Tunisie. Vol. 2 Fasc. 3. 29pp.*

Chauzat MP; Purvis G; Dunne R, (2002). Release and establishment of a biological control agent, *Psyllaephagus pilosus* for eucalyptus psyllid (*Ctenarytaina eucalypti*) in Ireland. *Annals of Applied Biology*, 141(3): 293-304; 20 ref.

Costa, V., A. E. BertiFilho, C. F. Wilcken, J. L. Stape, J. La Sale & L. De D. Teixeira. (2008). Eucalyptus gall wasp, *Leptocybe invasa* Fischer & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae) in Brazil: new forest pest reaches the New World. *Rev. Agric.*, 83 (2): 136-139.

Daane K., Sime K. & Paine T. (2011). Climat et efficacité du *Psyllaephagus bliteus* en tant que parasitoïde du psylle de la gomme rouge lerp. - *Biocontr. Sci. Technol.* 22: 1305-1320.

Dahlstem D. H., Dreistadt. S.H., Garrisony. G., Gill. R. J., (2003). Eucalyptus, red gum lerp psyllid. Pet Notes, publication 7460. Univ of California at davisagri culture and natural resource. ([http : \\ WWW . Lpm .uc davis.edu](http://WWW.Lpm.ucdavis.edu)) PM G\pet notes (pn 7460 hotml).

Dajoz R., (1981). *Les insectes et la forêt – Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier*. Ed. Lavoisier, France, 648 p.

De Queiroz, DL, Burckhardt, D., et Majer, J. (2012). Integrated pest management of eucalypt psyllids. *Insecta, Hemiptera, Psylloidea*). In *Integrated pest management and pest control-current and future tactics*. In Tech. pp: 385-412.

Références bibliographiques

- Deolevira .P.C. (2011). *Ó Efeito de subdoses de glyphosate sobre opsilideo –de CONCHA Glycaspis brimblecombei moore (Hemiptera .psyllidae), EMMudaseucalipto, thes .doct. Univ. Estadualpaulista ‘‘julio de mesquita filho .Portugal.74 p.*
- DGF, 2007. Politique forestière nationale et stratégie d’aménagement et de développement durable des ressources forestières et alfatières. Direction Générale des Forêts., 37p.
- Dhahri, S., Ben Jamaa, M. L., et Lo Verde, G. (2010). Premier signalement de guêpes à galle d'eucalyptus *Leptocybe invasa* et *Ophelimus maskelli* en Tunisie. *Journal tunisien de la protection des végétaux*, 5 (2), 231-236.
- Dhahri, S., Lieutier, F., Cheikhrouha, FC, et Jamaa, MLB (2016). Distribution, préférence et performance de *Phoracantha recurva* et *Phoracantha semipunctata* (Coleoptera cerambycidae) sur diverses espèces d’eucalyptus en Tunisie. *Redia*, 99, 83-95.
- Doganlar, O. (2005). Occurrence of *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle, (Hymenoptera: Chalcidoidea) on *Eucalyptus camaldulensis* in Turkey, with a description of the male sex. *Zool. Middle East* 35: 112-114.
- Doré T., Rogfr-£strad£ J., L£ Bail M., £t N£y B.M.P., (2006). L'agronomi£ aujourd’hui, Quaf £ds. 384p.
- Eggleton, P., & Gaston, K. J. (1990). “Parasitoid” Species and Assemblages: Convenient Definitions or Misleading Compromises? *Oikos*, 59(3), pp: 417–421.
- Eilenberg, J., Hajek, A., & Lomer, C. (2001). Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl*, 46(4), pp: 387– 400.
- Eldridj K., Davidson J., Harwood. C., Vanwyk. G., (1993). *Eucalyptus domestication and breeding clarendonpress, Oxford, 288p*
- El-Yousfi M., (1982). *Le Phoracantha semipunctata au Maroc, écologie et méthode de lutte. Note Technique de la Division de Recherche et d’Expérimentation forestière. Direction des Eaux et Forêts, Rabat Maroc. Pp.*
- Erau P., (2019). *L’eucalyptus : botanique, composition chimique, utilisation thérapeutique et conseil à l’officine. Thèse. Doctorat, Pharmacie, Univ. Marseille, France, 225p.*
- FAO, Rome. (1982). *Les Eucalyptus dans le reboisement, N0 11, 648p.*
- FAO, (1992). *Les Eucalyptus dans les reboisements en zones sahélo-soudaniennes. Rapport définitif. Ghana, 95p.*
- FAO, (1995). *Proceedings of the Regional expert consultation on Eucalyptus, 4-8 ctobre 1993. Volume I. Bangkok, Thaïlande, FAO Regional Office for Asia and the Pacific, 196p.*
- FAO. (2007). *Forest pestspecies profile. Availablefrom:http://www.fao.org/forestry/13569-068609a4a4b1e3643e6ae4c2c45099b8.pdf.*

Références bibliographiques

- FAO, (2008). FAO Yearbooks of Forest Products. <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=381&lang=en>.
- Favaro. R. M., (2006). *Áspedobionômicos de Glycaspis bumblecombei* (Moore, 1964) (hemiptera: Psyllidae) esencontôlecom fungos entomofatogêmico, 43P.
- Ferrero. M., (2009). *Le systemetritrophique tomate tetranyques tisserands-Phytoseiulus longipes : Etude de la variabilite des comportements alimentaires du predateur et consequences pour la lutte biologique*. Thèse doctorat, Montpellier.
- Filippo. F.J., Mancusi.G., Turrís. G.F., (2011). New corogical and biological data of the Red gum lerp psyllid, *Glycaspis brimblecombei* Moore, 1964 in Italy (Hemiptera: psyllidae). *Journal of biodiversity* vol (2), pp: 13-17.
- Firmino. D.C., (2004). *Biologia do psilideo de concha Glycaspis brimblecombei moore* (Himeptera: psyllidae) Em diferentes espécies d'eucalyptus em eucalyptus camaldulensis sob diferentes temperaturas, univ. estadualpaulista. thès .200. 'Julio de mes quitafilho', Botucata, Portugal 57P.
- Fleurat-Lessard, F. (2011). *Les stratégies de lutte chimique en pré-et post-récolte en Afrique*. 145p.
- Foudil-Cherif. Y., (1991). *Etude comparative des huiles essentielles algériennes d'Eucalyptus globulus labill.net Camadulensis*, thèse magister. U.S.T.H.B., Alger, 159p.
- Franck, A. (2013). *Capture, conditionnement, expédition et mise en collection des insectes et acariens en vue de leur identification*. Montpellier: Cirad. 50p.
- Gagnon, S., Québec (Province). Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation, Chouinard, G., Vision, S. L., & Québec, N. A. (2001). *Méthodes alternative à la lutte chimique en pomiculture principales techniques applicables au Québec*. Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation.
- Gallo, D., (2002). *Manual de entomologia agricola .Piracicada : feala 920pin Deolevira .P.C. 2011* *Á Efeito de subdoses de glyphosate sobre opsilideo –de CONCHA Glycaspis bumblecombei moore* (Hemiptera .psyllidae), EMM udas eucalipto, thes .doct. univ. Estadualpaulista ‘‘julio de mesquitafilho .Portugal. 74p.
- Goes, E, (1977). *Os Eucalyptus (ecologia, cultura, produçãoseretabilidade*. Portucel, 360 p.
- Goetz, P., & Ghedira, K. (2012). *Phytothérapie anti-infectieuse*. Springer-Verlag, Paris, France.
- Gray, B., & Gray, J. (1983). *Ravageurs et phytopathologie des forêts et des plantations*. 276-294.
- Griffen, B. D. (2006). *Detecting emergent effects of multiple predator species*. *Oecologia*, 148(4), 702–709.

Références bibliographiques

- Halbert S.G, Gill .R. Nisson .J.N, (2011). Eucalyptus psyllid, *Blastopsylla occidentalis* Taylor and Red gum lerp psyllid *Glycaspis brimblecombei* Moore (Insecta: Hemiptera: Psyllidae) *Entomol. Entomol. Soc. Am.* 104: 306-316, Univ. of Florida. 4p.
- Hall. W.E., & Johnston R.D, (1953). Identification des Eucalyptus sur le terrain, *Unasylva*, vol 7, (2), 6 p.
- Hanafi, A. (2000). La mouche blanche et le virus des feuilles en cuillère de la tomate (TYLCV). *Bulletin Mensuel d'Information et de Liaison du PNTTA*, (73).
- Hillis W.E, (1970). Utilisation of Eucalyptus, Lisbonne, Consultation technique F.A.O. sur les feuillus à croissance rapide, 5 p.
- Hodkinson, I.D. (1999). Biocontrol of eucalyptus psyllid *Ctenarytaina eucalypti* by the Australian parasitoid *Psyllaephagus pilosus*: a review of current programmes and their success. *Biocontrol News Information*, vol. 20, pp. 129-134
- Hulle. M., Turpeau-Ait Ighil. E., Robert. Y., & Monet. Y., (1999). *Les pucerons des plantes maraichères*. Cycle biologique et activités de vol. Ed A.C.T.A. I.N.R.A. Paris.
- I N R F, (2011). Rapport sur l'Eucalyptus, 6p.
- Jovanovic, Z et Thomas, D., (1977). Sylviculture générale Cours polycopies. I.N.A. Alger. 62p.
- Kadik, B et Villagran, J, (1981). *Phoracantha semipunctata*, Note d'information sur la biologie. Fiche pour l'étude du ravageur en milieu forestier. Secrétariat d'état à la forêt et à la mise en valeur des terres, C.N.R.E.F, Alger, 59 p.
- Kebir B., (2018). *Etude dendrométrique d'Eucalyptus camaldulensis Dehnh dans trois stations de la Wilaya de Tlemcen*. Mém. Master, Aménagement et gestion des forêts. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, Algérie, 106p.
- Kheddar, R., (2013). *Contribution à l'étude biologique du psylle d'eucalyptus Glycaspis brimblecombei (Hemiptera, Psyllidae) dans la région littorale Algéroise*. Mém. Magister, Biodiversité et Bio-Prot., Univ. Saad Dahleb Blida, Algérie, 134p.
- Khemici M, (1987). Recherche sur le *Phoracantha semipunctata* Fab. En forêt de Bâinem : Ecologie de l'insecte et perspectives de lutte phytosanitaire. Doc. Interne I.N.R.F. 12 pp.
- Khemici M., Baziz B. & Doumandji S. (2002). Partages des ressources alimentaires entre la Chouette effraie *Tyto alba* et le Hibou moyen duc *Asioteuthis* dans un agro-écosystème à Staouéli. 6ème Journée Ornithologie, 11 mars 2002, Département de Zoologie agricole et forestière, Institut national agronomique El Harrach, p. 24.
- Kim, I. K., Z. Mendel, A. Protasov, D. Blumberg & J. La Salle. (2008). Taxonomy, biology and efficacy of two Australian parasitoids of the eucalyptus gall wasp, *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae). *Zootaxa*, 1910: 1–20.

Références bibliographiques

- Kissayi, K., & Benhalima, S. (2018). *Ophelimus maskelli* (Ashmead) et son parasitoïde *Closterocerus chamaeleon* (Girault) (Hymenoptera: Eulophidae) au Maroc. *EPPO Bulletin*, 48(2), pp : 293-299.
- Klaus R., (1991). Plante d'Afrique du nord Deutche Gessellchaft fur. Technischzus ammenorbat (GTZ) Gbn, Eschborn.
- Kumar, R. (1991). *La lutte contre les insectes ravageurs : la situation de l'agriculture africaine*. KARTHALA Editions. 310p.
- Laadel, N. (2014). Impact de la faune entomologique sur le dépérissement de L'eucalyptus camaldulensis dans les régions de Sétif et Bordj Bou Arreridj. Mém. Magister, BPA., Univ. Ferhat Abbas Sétif 1, Algérie, 134p.
- Lacaze, J.F, (1962). La résistance au froid des Eucalyptus, R.F.F, t. 14, (5), p. 422-429.
- Laciau. J. P., (2001). Dynamique du fonctionnement Minérale d'une plantation d'eucalyptus.
- Lanier L., (1986). Maladies de l'eucalyptus. EPPO Bulletin. Volume16, Issue2. pp: 255-263.
- Laudonia, S. & Garonna, A.P. (2010). The red gum lerp psyllid, *Glycaspis brimblecombei* (Hem.: Psyllidae) a new exotic pest of *Eucalyptus camaldulensis* in Italy. *Bulletin of Insectology*, vol. 63, no. 2, pp. 233-236.
- Ledante J, (1975). Essences forestière Algériennes. (Indigènes et exotiques). Notes pour le Cours de dendrologie. Inst-foresterie, Tlemcen, 333 p.
- Letreuch, B.N., (1991). Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir, T1 et T2 O.P.LI Alger. 641p.
- Lis-Balchin, M. (2006). *Aromatherapy science: A guide for healthcare professionals*. Pharmaceutical Press, Londres, Grande-Bretagne.
- Louppe, D. (Ed.). (2008). *PROTA : Ressources végétales de l'Afrique tropicale*. Backhuys Publishers, Wageningen, Pays-Bas.
- Martinez M., (1983). Possibilité d'introduction en France de deux insectes ravageurs spécifiques des eucalyptus : *Phoracantha semipunctata* (Col. Cerambycidae) et *Ctenarytaina eucalypti* (Horn. Psyllidae). *L'Entomologiste*, 39 (2) : 53-55.
- Mazari, G, (1982). Etudes de quelques aspects biologiques de *phoracantha semipunctata* et d'autres ravageurs d'eucalyptus dans la Mtidja et dans certaines stations avoisinantes. Mem.Ing.
- Meddouar. S., Elderriji., (2012). Bilan des feux de forêts en Algérie : Analyse spatiotemporelle et cartographe de risque (Periode 1985-2010), Article de recherche, rev, Sécheresse, Algérie, vol.23, pp : 133-141. Méditerranéenne. Bult. OEPP/EPPOB 16, pp : 265-283.

Références bibliographiques

- Mehani M., (2006).- Diagnostic sur les essais d'introduction de quelques essences forestières dans la région d'Ouargla Mém. Ing.eco. univ ouargla. 69pp.
- Mendel, Z., A. Protasov, N. Fischer & J. La Salle. (2004). Taxonomy and Biology of *Leptocybe invasa* gen. & sp. N. (Hymenoptera: Eulophidae), an invasive gall inducer on *Eucalyptus*. *Aust. J. Entomol.*, 43: 101-113.
- Mendel Z., Protasov A., Blumberg D., Brand D., Saphir N., Madar Z., La Salle, J. (2007). Release and recovery of parasitoids of the eucalyptus gall wasp *Ophelimus maskelli* in Palestine. *Phytoparasitica* 35(4): 330-332.
- Métral, R., (2005). Propositions de protocoles de suivis de la biodiversité en parcelles agroforestières. Groupe de Travail-GT6. Mission, D. A. R. 54p.
- Méto, A, (1949). L'écologie des Eucalyptus, son application au Maroc. Rabat- Paris, 1vol. 107p.
- Méto. A., (1970). Les Eucalyptus dans le monde méditerranéen, Ed. Masson, Paris, p : 513.
- Meziane. H., (1996). L'Eucalyptus en Algérie un arbre controversé en la forêt Algérienne N° 1. Edité par I.N.R.F. BATNEM MARS 1996 PP 5-10.
- Morgan FD, (1984). *Psylloidea de l'Australie du Sud. Manuel de la flore et la faune du sud Australie*. Imprimeur du gouvernement de l'Australie du Sud, p. 136.
- Nageleisen L M., (2009). *L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques*, éléments essentiels pour une standardisation. Inv. Ent. For. Ed. *Office national des forêts*, Paris, 144 p.
- Nait Achour K, (2012). Etude de la composition chimique des essences de quatre espèces.
- Nichane, M., & Khelil, M. A. (2014). Arthropodofaune recensée par la méthode des pots Barber dans la forêt de Tamerchalet (Marsa Ben M'hidi – Tlemcen). *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, (24), pp : 93 – 111.
- Nicholls, C., & Altieri, M. (2002). Biodiversidad y diseñoagroecológico: un estudio de caso demanejo de plagas en viñedos. Retrieved from <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr:8080/handle/11554/5827>.
- Nounsi A., Abdelaziz El Asri A., Ouazzani Touhami A., Rachid Benkirane R., (2012). Sur l'origine fongique des galles observées chez les Eucalyptus. Laboratoire de Botanique et de Protection des plants, URF de Mycologie, Département de Biologie, Faculté des Sciences, BP. 133, université Ibn Tofail, Kenitra, Maroc. *Journal of Applied Biosciences* 62: 4665-4673.
- Oreste. M., Convertini.S., Porcelli F, Eustachio.T., (2011). *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae) in Apulia (Italy) and recovery of its parasitoid sp. 255p.

Références bibliographiques

P.N.U.D/ F.A.O., (1986). Rapport intérimaire Algérie. Projet PNUD/ALG/83/013. 26 pp.

Paine T.D., Dreistadt. S.A., Garrinson R.W., et Gill.R.J., (2000). Comment lutter contre les ravageurs parasites dans les jardins et paysage : Eucalyptus Red gum psyllid, U.S.A, bult.IPM.

Paine.T.D., Millan. G. j, Hodlle. M., (2006). UC scientist apply IPM techniques to new eucalyptus pest, Rev.California Agriculture 54 (6), pp: 8-13.

Pascal, M. (1993). Perspectives de lutte biologique contre les Rongeurs champêtres. Le Courrier de L'environnement de l'INRA, 19 (19), 45–52.

Pérez-Otero, R., P. Borrajo, J. P. Mansilla & F. Ruiz., (2011). Primera cita en España de *Psyllaephagus bliteus* Rieck (Hymenoptera, Encyrtidae), parasitoide de *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera, Psyllidae). Boletín Sanidad Vegetal Plagas, 37: 37-44.

Protasov, A., Blumberg, D., Brand, D., La Salle, J., & Mendel, Z. (2007). Biological control of the gall wasp *Ophelimum smaskelli* (Ashmead): Taxonomy and biology of the parasitoid species *Closterocerus chamaeleon* (Girault), with information on its establishment in Palestine. Biological Control 42: 196-206.

Protasov, A., La Salle, J., Blumberg, D., Brand, D., Saphir, N., Assael, F., Fisher, N., Mendel, Z., (2007). Biology, revised taxonomy and impact on host plants of *Ophelimum maskelli*, an invasive gall inducer on Eucalyptus spp. In the Mediterranean Area. Phytoparasitica 35 (1), pp: 50–76.

Rakotondravony D & Raharinirina O.N.P., (2018). Causes entomologiques et cryptogamiques du dépérissement d'*Eucalyptus camaldulensis* (sur le haut plateau malgache). Université d'Antananarivo, Madagascar., 26 p.

Ralph Jacob., (1979). Publie en 1954 sous le titre Les eucalyptus dans les reboisements (Etudes des forêts et des produits forestiers, N° 11) p :12-32-57-102-103-104.

Rameau J-C., Mansion D., Dume G. & Gaubervillec., (2008). Flore forestière française. Tome 3 Région méditerranéenne. Editeur : IDF (Institut pour le développement forestier). France. 2432p.

Roth, M. (1972). Les pièges à eau colorés utilisés comme pots de Barber. *Revue de Zoologie agricole et de Pathologie végétale*, 78-83.

Russel. T., Culter. C., (2008). L'Encyclopédie des arbres mondiaux, Ed, Hachette livre, Paris,

Santana, D.L.Q., Andrade, F.M.; Bellote, A.F.J. & Grigoletti, Jr.A. (1999). Associação de *Ctenarytaina spatulatae* de teores de Magnésiofoliarcom a seca dos ponteirosde *Eucayptus grandis*. *Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, PR*, vol. 39, pp. 41-49.

Seigue A., (1985). La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes, Paris : Editions Maisonneuve et Larose, 502p.

Références bibliographiques

- Sookar P., Seenoorthum.S. I., ramkhelamon. D., (2003). The red gum lerp psyllid, *glycaspis brimblecombei* a new pest of eucalyptus . S. P. in Mauritius. AMAS, pp : 327-332.
- Soumare A. Diedhiou et Aboubacry K. (2017). Les plantations d'Eucalyptus au Sahel : distribution, importance socioéconomique et inquiétude écologique Int. J. Biol. Chem.Sci. 11(6): 3005-3017
- Stireman, J. O., O'hara, J. E., & Wood, D. M. (2006). Tachinidae : Evolution, Behavior, and Thèse. Doct. Inst. National d'agronomie Paris. P : 193.
- Tylianakis, J. M., & Romo, C. M. (2010). Natural enemy diversity and biological control: Making sense of the context-dependency. *Basic and Applied Ecology*, 11(8), 657–668.
- Van Driesche, R.G., & Bellows, T. S. (1996). Biology of Arthropod Parasitoids and Predators. In *Biological Control*. Springer, Boston, MA. pp. 309–336.
- Vastrad, A. S. Basavanagoud, K and Kavitha Kumari, N., (2010). Native parasitoids of eucalyptus gall wasp, *Leptocybe invasa* Fisher & LaSalle (Eulophidae: Hymenoptera) and implications on the biological control of the pest. *Entomon*, 34 (3): 197-200.
- Villagran J. & Kadik B., (1981). Étude préliminaire sur l'évolution de *Phoracantha semipunctata* Fab., ravageur des forêts en Algérie. C.N.R.E.F. Doc. Interne 6 pp.
- Vincent, C., & Panneton, B. (2001). Les méthodes de lutte physique comme alternatives aux pesticides. *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 2(2).
- Wiley, J & P. Skelley. (2008). A *Eucalyptus* Pest, *Leptocybe invasa* Fisher and La Salle (Hymenoptera: Eulophidae), Genus and Species New to Florida and North America. Florida Department of Agriculture and Consumer Services (US). Pest Alert.
- Yattara, A. A. A., & Francis, (2013). Impact des méthodes de piégeage sur l'efficacité de surveillance des pucerons : illustration dans les champs de pommes de terre en Belgique. *Entomologie faunistique*, 66, 89-95.
- Zondag, R. (1982). *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell), (Hemiptera, Psyllidae). Blue gum psyllid. *New Zealand Forest Service, Forest and Timber Insects in New Zealand*, No. 53, 4 pp.

Références bibliographiques

Références électroniques

(Web 1) : <http://pauciflora.canalblog.com/archives/2015/01/29/31424642.html> consulté le 10/3/2020.

(Web 2) : Plant Use. 2018 *Eucalyptus camaldulensis* (PROTA), [en ligne] (page consultée le 02/03/2020). <http://uses.plantnet-project.org/fr/Eucalyptuscamaldulensis> (PROTA).

(Web 3) : <https://www.amazon.fr/RENNICOCO-Insectes-moucheron-fongiques-aleurodes/dp/B07TRMZYXH> (page consultée le 18/09/2020).

(Web 4) : Lexique forestière. ((Page consultée le 19 août 2020) [Enligne]. Adresse URL <https://www.encycopedie.fr/définition/coupe-sanitaire>.

Benaz, (2013). Description et utilisation de l'espèce *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Myrtacée-Dicotylédones /en ligne. Disponible sur : <http://benaz1.emonsite.com/blog/description-et-utilisation-de-l-espece-eucalyptus-camaldulensis-dehnhmyrtaceae-dicotyledones.html> consulté le 19/3/2020

Delcourte M. (Page consultée le 2 août t 2020) – La Forêt, une formation végétale, [En ligne]. Adresse URL: <https://foresthist.hypotheses.org/13>.

Entomologie. (Page consultée le 2 août t 2020) – *Entomologie*, [En ligne]. Adresse URL: <http://www.entomologie.fr/>

Gouvernement du Canada (GDC) (Page consultée le 2 août 2020) – *Répression des ravageurs forestiers*, [En ligne]. Adresse URL: <https://www.rncan.gc.ca/nos-ressources-naturelles/forets-foresterie/feux-de-vegetation-insectes-pert/repression-des-ravageurs-forestiers/13362>

Hadjadj. (Page consultée le 2 août 2020) – *Protection des forêts*, [En ligne]. Adresse URL:<http://elearning.univ-djelfa.dz/>

Homejardin, (2017). Le piège chromatique englué/ en ligne. Disponible sur <http://www.homejardin.com/piege-chromatique/quand-comment-pourquoi-utiliser.html> consulté le 10/09/2020.

Le Parisien. (Page consultée le 2 août 2020) – *Écologie des insectes forestiers*, [Enligne]. Adresse URL:<http://dictionnaire.sensagent.leparisien.fr>

Robert, (2015). A l'ombre de l'eucalyptus/ en ligne. Disponible sur <http://pauciflora.canalblog.com/archives/2015/01/29/31424642.html> consulté le 10/03/2020.