

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Université Abdelhamid
Ibn Badis- Mostaganem

Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن
باديس مستغانم

كلية علوم طبيعة وحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

Mémoire de fin d'études

Présenté par

BENZOHRA SAMIR

CHERIFI YAMINA

Pour l'obtention du diplôme de

Master en AGRONOMIE

Spécialité : protection des cultures

Thème

**Contribution à l'étude bio-écologique du psylle à gomme de
l'Eucalyptus, *Glycaspis brimblecombei*, Moore
(Hemiptera, Psyllidae) et de ses ennemis naturels dans la
wilaya de Mostaganem**

Devant le jury :

Soutenu le 10/10/2023

Qualité

Nom et Prénom

Structure de rattachement

Président :

Dr. Saiah Farida

Université de Mostaganem

Examineur :

Dr. Badaoui Mahdjouba

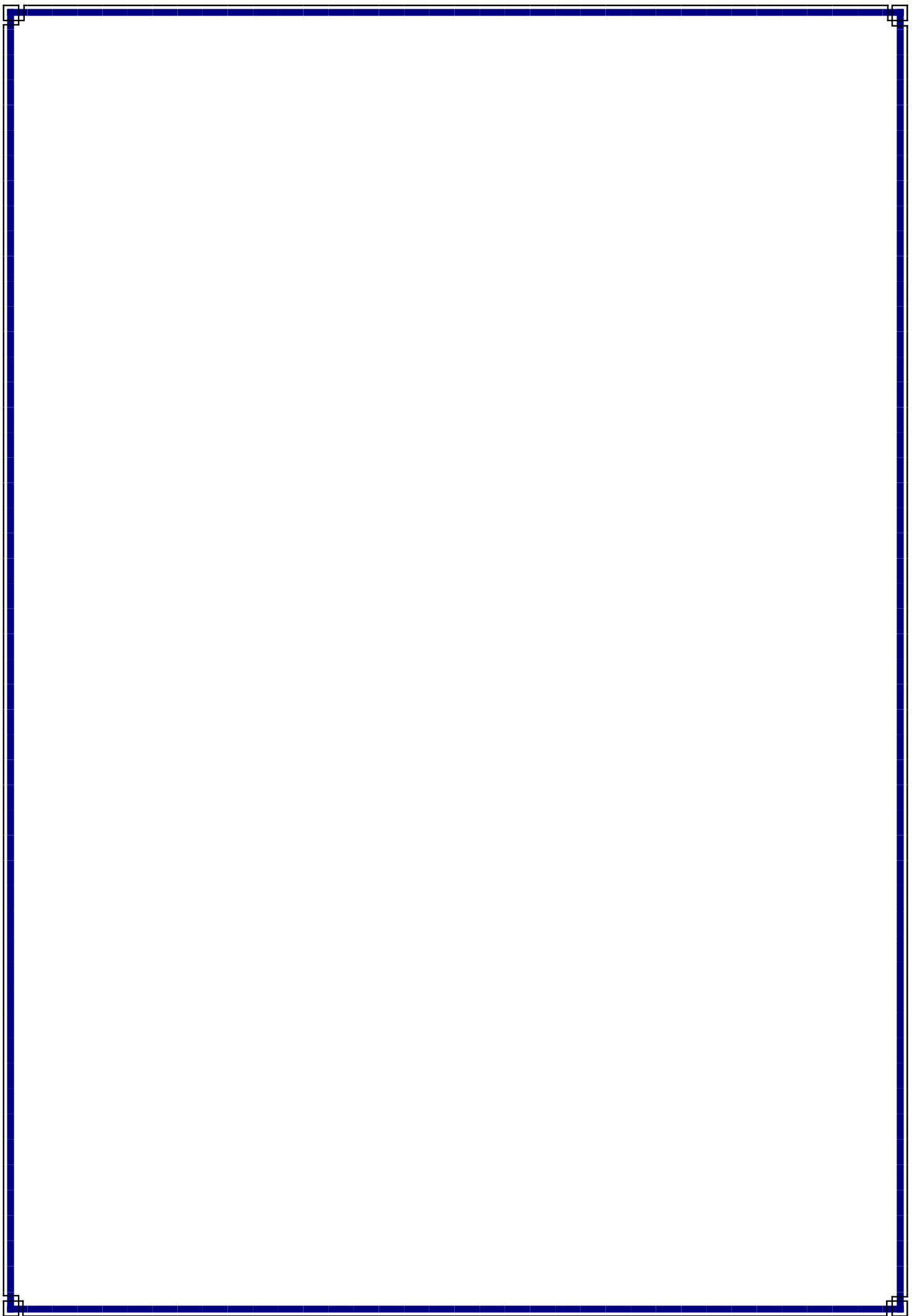
Université de Mostaganem

Encadrant :

Dr. Rekad Fatma Zohra

Université de Mostaganem

Année universitaire 2022-2023



Dédicace

C'est avec profonde gratitude et sincères mots que je Dédie ce travail a nos parents, qui m'ont toujours encouragé à réussir dans mes études.

Ainsi qu'un grand merci pour tous leurs sacrifices et leur soutien tout au long de mes études.

À mon Père, à qui rien au monde ne se compare à l'effort qu'il a fourni jour et nuit pour mon éducation et mon bien-être. Que Dieu vous procure bonne santé et longue vie.

À ma Mère pour son amour inestimable, sa confiance, son soutien, ces sacrifices et toutes les valeurs qu'elle m'a inculqué.

Que Dieu vous bénisse avec une bonne santé et une longue vie.

À pour son encouragement permanent, et son soutien moral.

J'implore Allah de t'accorder un avenir meilleur.

À mes chers amis qui me rendent la vie plus belle, sans exception.

À tous ceux qui m'ont soutenu, de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.

Remerciements

Nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir accordé la force et le courage pour accomplir ce modeste travail.

*Nous tenons à exprimer nos sentiments les plus vifs et les plus sincères pour remercier notre encadrant **Dr Rekad Fatma Zohra** pour sa gentillesse, sa disponibilité, son soutien et ces conseils tout au long de la réalisation de ce travail.*

*Nos sincères remerciements pour **Dr Saiah Farida** d'avoir accepté de juger ce travail et de faire partie du jury.*

*Nos vifs remerciements pour **Dr Bedaoui Mahdjouba** d'avoir accepté de faire partie du jury.*

Notre respect et notre reconnaissance pour nos enseignants de la filière d'Agronomie –protection des cultures

*Nos remerciements les plus sincères aux responsables de la station **SRPV d'Oran** ainsi les responsables du laboratoire de la zoologie d'université de Mostaganem (Université Abdelhamid Ibn Badis- Mostaganem) et le jardinier d'université pour faciliter notre travail*

A tous nos collègues du master de la promotion 2022-2023

A tous ceux qui ont contribué d'une façon ou d'une autre, de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Résumé

La présence de *Glycaspis brimblecombei* Moore 1964 dans les forêts d'eucalyptus en Algérie a été signalé depuis 2011 et sa propagation a été enregistré dans différentes wilayas du nord du pays, en particulier à Médéa, Alger, Bordj bou arreridj, Sétif. Afin de compléter les efforts et les recherches menés par un groupe de chercheurs dans le domaine de la foresterie sur cet insecte nuisible, nous avons étudié la présence de cet insecte dans la région nord-ouest du pays, plus précisément dans la forêt de *Zerrifa - Khadra* située à l'est de la wilaya de Mostaganem à travers un protocole spécifique en période estimée de 3 mois (du 26 mars au 25 juin) en prenant 100 feuilles de l'espèce *eucalyptus camaldulensis*, qui est plus sensible à cet insecte et ensuite continuer le travail en comptant les individus, en connaissant leurs différents stades de croissance et en calculant le nombre d'œufs à l'aide d'une loupe binoculaire. Le but de cette étude est de connaître la **dynamique de l'évolution** de cet insecte nuisible dans la forêt « *Zerrifa - Khadrha* », l'effet de divers facteurs biotiques et abiotiques et d'essayer de trouver des ennemis naturels. Nos résultats ont confirmé l'impact des facteurs climatiques dans la croissance de cet insecte nuisible, en particulier la relation directe entre la température élevée et la croissance des insectes, nous avons également détecté la présence de **l'ennemi naturel** *psyllaephagus bliteus*, qui est efficace dans le contrôle naturel mais en petit nombre, en plus aussi des données satellitaires qui ont montré l'effet négatif du *Glycaspis brimblecombei* sur la santé de l'eucalyptus et le suivi des débuts et du pic de l'effet. Nous avons montré dans ce travail qu'il existe une relation entre la quantité d'eau dans les feuilles d'eucalyptus et la croissance de cet insecte nuisible.

Mots clés : *Glycaspis brimblecombei*, *eucalyptus camaldulensis*, *psyllaephagus bliteus*, ennemi naturel, dynamique de l'évolution

Abstract

The presence of the insect *Glycaspis brimblecombei* Moore 1964 in the forests of Eucalyptus trees in Algeria since 2011 and its spread across the various northern states of the country, especially in Médéa, Algiers, Bordj, Bou Arreridj, Sétif and through a group of researchers in the field of forestry has been conducting field research for this harmful insect and to complement the previous efforts we have studied the presence of this insect in the state of the northwest of the country, specifically the state of *Mostaganem* in the forest *Zarifa - Khadra* located in the east of the state and across a specific protocol in estimated period of 3 months (from March 26 to June 25) by taking 100 leaves from the *eucalyptus camaldulensis* species, which is more sensitive to this insect and then continue the work by counting individuals, knowing their different stages of growth and calculating the number of eggs with the help of binocular magnifier. The goal of this study is to know the **dynamics of the evolution** for this harmful insect at the forest "*Zerrifa - Khadrha*", the effect of various biotic and abiotic factors and try to find natural enemies. Our results confirmed the impact of climatic factors in the growth of this harmful insect, especially the direct relationship between high temperature and insect growing, we detect the presence of the **natural enemy** *psyllaephagus bliteus*, which is efficient in the natural control but in small numbers and also satellite data showed the negative effect of the *Glycaspis brimblecombei* on the health of the eucalyptus tree and tracking the beginnings and peak of the effect. There is a relationship between the amount of water in the leaves of the Eucalyptus tree and the growth of this harmful insect.

Key words: *Glycaspis brimblecombei*, *eucalyptus camaldulensis*, *psyllaephagus bliteus*, , **natural enemy, dynamics of the evolution.**

ملخص

إن تواجد حشرة *Glycaspis brimblecombei* Moore 1964 في غابات أشجار ايكالبيتوس بالجزائر مند سنة 2011 وانتشارها عبر مختلف ولايات شمالية للوطن خاصة في كل من المدية, جزائر عاصمة, برج بوعريرج و سطيف و عبر مجموعة من باحثين في مجال الغابات تم قيام بأبحاث ميدانية لهذه الأفة وتكملة لمجهودات السابقة قمنا بدراسة هذه حشرة الضارة في ولاية من ولايات شمال الغربي للبلاد وبالتحديد ولاية **مستغانم** وذلك على مستوى غابة زريفة - خضرة بشرق ولاية و باستعمال بروتوكول معين خلال مدة زمنية محددة قدرت ب 3 أشهر (من 26 مارس الى 25 جوان) عبر أخذ 100 ورقة من شجرة ايكالبيتوس من صنف *Eucalyptus camaldulensis* حيث تعتبر أكثر حساسية لهذه حشرة ثم مواصلة عمل المخبري وذلك عبر عدة خطوات منها عد أفراد و معرفة أطوار نموهم المختلفة وحساب عدد البيض بمساعدة المجهر المكبر. أن الهدف من هذه الدراسة هو معرفة ديناميكية تطور هذه الحشرة الضارة على مستوى غابة 'زريفة-خضرة' وتأثير مختلف العوامل حيوية ولا حيوية مع إيجاد الأعداء الطبيعيين المحتملين لها . حيث أكدت نتائج المحصل عليها على وجود تأثير للعوامل مناخية في نمو حشرة ضارة خاصة درجة حرارة مرتفعة وتبيان علاقة طردية بينهما و عبر ملاحظة ميدانية ومخبرية تم تأكيد تواجد العدو الطبيعي *psyllaephagus bliteus* الذي يعتبر أكثر كفاءة في مكافحة طبيعية لهذه الحشرة و لكن بأعداد قليلة مقارنة بمستوى إصابات في الأشجار و أيضا بينت معطيات الأقمار الصناعية التأثير السلبي لحشرة *Glycaspis brimblecombei* على صحة شجرة ايكالبيتوس بشكل كبير ومكنتنا من تعقب بدايات و ذروة التأثير السلبي و إن هنالك علاقة بين كمية ماء في الأوراق شجرة ايكالبيتوس ونمو هذه الحشرة الضارة على مستوى غابة " زريفة -خضرة" .

Glycaspis brimblecombei, eucalyptus camaldulensis, ديناميكية تطور, العدو الطبيعي, ***psyllaephagus bliteus*** كلمات المفتاحية

Liste des figures

- Figure 01** : photographie d'*eucalyptus globulus*
- Figure 02** : Dessin représentant *Eucalyptus globulus*.
- Figure 03** : photographie d' *Eucalyptus citriodora* en zone résidentielle
- Figure 04** : appareil végétatif d'*Eucalyptus citriodora*
- Figure 05** : vue générale sur *Eucalyptus camaldulensis*
- Figure 06** : feuilles de *Eucalyptus gomphocephala*
- Figure 07**: photographie des fruits d' *Eucalyptus dives*
- Figure08** : Histogramme de la plantation du l'*Eucalyptus*
- Figure 09**: symptômes du *Cryphonectria cubensis* sur l'eucalyptus
- Figure 10** : symptômes de *Ganoderma sessile* sur l'eucalyptus
- Figure 11** : symptômes de *Mycosphaerella juvenis* sur les feuilles l'eucalyptus
- Figure 12** : photos des adultes *Phoracantha semipunctata* sur le tronc d'eucalyptus
- Figure 13** : les larves de *Gonipterus scutellatus* Gyll sur les feuilles d'eucalyptus
- Figure 14** : adulte *Gonipterus scutellatus* Gyll. Sur les feuilles d'eucalyptus
- Figure 15** :adulte *Paropsis obsoleta* Olivier sur feuille d'eucalyptus
- Figure 16** : des symptômes de *Leptocybe invasa* sur l'eucalyptus
- Figure 17** : photo d'adulte *Leptocybe invasa*
- Figure 18** : photo générale des différents stades de *Glycaspis brimblecombei* Moor
- Figure 19** : la répartition mondiale de *Glycaspis brimblecombei* Moore 1964
- Figure 20** : image satellite de foret « Zerrifa –Khadra » Mostaganem
- Figure 21** : photo carte météorologique le Nord d'Algérie
- Figure 22** : la densité apparente du sol dans la zone d'étude foret « Zerrifa –Khadra » Mostaganem
- Figure 23** : photo de quantité d'argile dans foret « Zerrifa Khadra » Mostaganem
- Figure 24** : photo de quantité du sable dans foret « zerrifa khadra » Mostaganem

- Figure25** : photo de Capacité d'échange cationique dans foret « zerrifa -khadra » Mostaganem
- Figure 26** : photo de Quantité d'Azote dans sol dans foret « zerrifa -khadra » Mostaganem
- Figure27** : photo de pH d'eau dans foret « Zerrifa -Khadra » Mostaganem
- Figure 28:** photo de topographie foret « Zerrifa -Khadra » Mostaganem
- Figure 29** : boucliers du *Glycaspis brimblecombei* sur l'eucalyptus
- Figure 30** : des œufs du *Glycaspis brimblecombei*
- Figure 31** : stade L1 de *Glycaspis brimblecombei*
- Figure 32** : photo stade L2 de *Glycaspis brimblecombei*
- Figure 33** : stade L3 de *Glycaspis brimblecombei*
- Figure 34** : photo stade L4 de *Glycaspis brimblecombei*
- Figure 35** : stade L5 de *Glycaspis brimblecombei*
- Figure 36** : adulte de *Glycaspis brimblecombei*
- Figure 37** : la mue externe d'adulte *Glycaspis brimblecombei*
- Figure 38** : la mue interne de larve *Glycaspis brimblecombei*
- Figure 39:** Graphe d'évolution du nombre des œufs pondus par *Glycaspis brimblecombei* sur 100 feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis*
- Figure 40** : Graphe d'évolution du nombre des larves *Glycaspis brimblecombei* sur 100 feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis*
- Figure 41** : graphe d'évolution de nombre des différents stades larvaires de *Glycaspis brimblecombei* sur 100 feuilles d'*eucalyptus camaldulensis*
- Figure 42:** Diagramme en piliers des différents stades larvaires de *Glycaspis brimblecombei* dans les directions (est-ouest-sud-nord)
- Figure43** : Diagramme en pilier la répartition des œufs de *Glycaspis brimblecombei* dans les directions (est-ouest-sud-nord)
- Figure 44** : adulte parasitoïde *psyllaephagus bliteus*
- Figure 45** : graphes L'évolution du nombre total parasitoïde *psyllaephagus bliteus* en rapport avec nombre total de stade L5 *Glycaspis brimblecombei* sur l'eucalyptus *camaldulensis*
- Figure46** : Effet de température sur l'évolution de nombre total des larves de *Glycaspis brimblecombei*
- Figure47** : Effet de température sur l'évolution des différents stades larvaires *Glycaspis brimblecombei*
- Figure48** : les températures dans la zone d'étude « foret Zerrifa-Khadra » Mostaganem

Figure 49 : taux de pluie dans la zone d'étude « foret Zerrifa-Khadrha » Mostaganem

Figure 50 : vitesse du vent dans la zone d'étude « foret Zerrifa-Khadrha » Mostaganem

Figure 51 : des infestations du *Glycaspis brimblecombei* dans des feuilles eucalyptus *camaldulensis* (altitude 3 mètres)

Figure 52 : feuilles d'eucalyptus *gomphocephala* non-infectées par ravageur *glycaspis brimblecombei*

Figure 53 : image représentative sur le site « Landvierwer »

Figure 54 : les valeurs d'échelle d'indice NDVI

Figure 55 : Le changement des couleurs d'indice NDVI dans la zone d'étude jour 28 Mars

Figure 56 : Le changement des couleurs d'indice NDVI dans la zone d'étude jour 27 Avril

Figure 57 : Le changement des couleurs d'indice NDVI dans la zone d'étude jour 22 Mai

Figure 58 : Le changement des couleurs d'indice NDVI dans la zone d'étude jour 26 Juin

Figure 59 : Le changement de couleur d'indice NDWI dans la zone d'étude jour 28 Mars

Figure 60 : Le changement des couleurs d'indice NDWI dans la zone d'étude jour 27 Avril

Figure 61 : Le changement des couleurs d'indice NDWI dans la zone d'étude jour 22 Mai

Figure 62 : Le changement des couleurs d'indice NDWI dans la zone d'étude jour 25 Juin

Figure 63 : graphe d'indice NDVI du satellite Landsat8

Figure 64 : graphe d'indice NDWI du satellite Landsat8

Figure 65 : graphe d'indice NDVI du satellite Sentinel 2

Figure 66 : graphe d'indice NDWI du satellite Sentinel2

Figure 67 : graphe d'évolution du nombre des larves *Glycaspis brimblecombei* sur 100 feuilles *d'eucalyptus camaldulensis*

Figure 68 : résultat d'élevage dans le laboratoire d'université sur les rameaux d'eucalyptus

Figure 69 : résultat d'élevage sur *l'eucalyptus globulus*

Liste des of Tableaux

Tableau N° 01 : les principales espèces d'Eucalyptus en Algérie

Tableau N°02 : classification de *Glycaspis brimblecombei* Moore, 1964 :

Tableau N°03 : les coordonnées géographiques de forêt « Zerrifa –Khadra »

Tableau N° 04 : la flore de forêt « Zerrifa –Khadra »

Tableau N°05 : l'échelle de mesure la densité apparente du sol :

Tableau N06 : croissance moyenne larvaire des différents stades larvaires de ravageur Glycaspis brimblecombei :

Tableau N°07 : les températures favorables et défavorables pour croissance larvaire de ravageur *Glycaspis brimblecombei* selon les graphes

Tableau N° 08 : l'évolution des indices NDVI –NDWI satellite Sentinel 2 dans la durée d'étude

Tableau N°09 : la relation entre température moyenne et la durée de cycle du ravageur *Glycaspis brimblecombei*

ACRONYMES

ANOVA : analysis of variance

cm : centimètre

C° : Celsius

CEC : Capacité d'échange cationique

FAO : Food and Agriculture Organization of the united nations

ha : hectare

INRF : institut national de recherches forestières

m : mètre

mm : millimètre

NDWI : Normalized Difference Water Index

NDVI : Normalized differenc vegetation index

PH : potentiel hydrog

Table de matières

Dedicace.....	i
Remerciements.....	ii
Résumé.....	iii
Abstract.....	iv
ملخص	v
Liste des figures.....	vi
Liste des tableaux.....	ix
ACRONYMES.....	x
Table des matieres.....	xi

Introduction générale.....	- 1 -
-----------------------------------	--------------

Chapitre 1

1 Synthèse bibliographique	- 3 -
---	--------------

1.1 Histoire d'eucalyptus	- 3 -
--	--------------

I.2 Généralité sur l'eucalyptus	- 4 -
--	--------------

I-2.1 Taxonomie	- 4 -
-----------------------	-------

I-2.2 Description morphologique	- 4 -
---------------------------------------	-------

I-2.3 Ecorce.....	- 4 -
-------------------	-------

I-2.4 Feuilles.....	- 5 -
---------------------	-------

I-2.5 Les Fleurs.....	- 5 -
-----------------------	-------

I-2.6 Fruit et grains	- 5 -
-----------------------------	-------

I-2.7 Racines	- 6 -
---------------------	-------

1.3 Description d'espèces importantes	- 6 -
--	--------------

I-3.1 <i>Eucalyptus globulus</i> (subespèce <i>globulus</i>).....	- 6 -
--	-------

I-3.2 <i>Eucalyptus citriodora</i>	- 7 -
--	-------

I-3.3 <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	- 9 -
---	-------

I-3.4 <i>Eucalyptus gomphocephal</i>	- 9 -
--	-------

I-3.5 <i>Eucalyptus dives</i>	- 10 -
-------------------------------------	--------

1.4 Répartition géographique	- 6 -
---	--------------

I-4.1 La répartition d'Eucalyptus dans le monde.....	- 11 -
--	--------

I-4.2 La répartition d'Eucalyptus en Algérie	- 11 -
--	--------

I-4.3 Importance économique et thérapeutique	- 12 -
--	--------

1.5 Les facteurs responsables de la dégradation d'Eucalyptus dans le monde	- 12 -
---	---------------

I-5.1 Facteurs écologiques	- 12 -
----------------------------------	--------

I-5.2 Facteurs biotiques	- 13 -
--------------------------------	--------

I-6.1 Généralités sur le psylle d'eucalyptus (<i>Glycaspis brimblecombei</i>).....	- 18 -
--	--------

Chapitre 2

2 Etudes expérimentales	- 19 -
2-1 Problématique de recherche	- 19 -
2.2 Information sur la zone d'étude.....	- 19 -
2.3 Historique de la zone étude :	- 20 -
2.4 La flore de zone d'étude :	- 20 -
2.5 Caractéristique climatique de zone d'étude.....	- 21 -
2.6 Caractéristiques physico-chimiques du sol dans la zone d'étude.....	- 22 -
2.6.1 Définition de SoilGrids250m 2.0	- 22 -
2.6.2 Propriété physique du sol.....	- 22 -
2.6.3 Propriété chimique du sol	- 24 -
2.7 Topographie de la forêt « Zerrifa -Khadra »	- 26 -
2.8 Matériels et méthodes	- 26 -
2.8.2 Méthode d'échantillonnage.....	- 26 -
2.8.3 Méthode de travail dans le laboratoire.....	- 27 -

Chapitre 3

3 Résultats et discussions	- 30 -
3.1 Description détaillée des différents stades du ravageur <i>G. brimblecombei</i>	- 30 -
3.1.1 Le bouclier	- 30 -
3.1.2 Les œufs.....	- 32 -
3.1.3 Les stades larvaires	- 33 -
3.1.4 Description d'adulte.....	- 36 -
3.1.5 La mue	- 37 -
3.1.6 Le vol.....	- 38 -
3.2 Résultats de l'évolution de nombre des œufs	- 39 -
3.3 Résultats de l'évolution de nombre des larves	- 39 -
3.4 L'évolution des différents stades larvaires par le temps.....	- 40 -
3.5 L'influence d'orientation (est-ouest-nord-sud) de l'arbre sur la répartition des larves et les œufs de <i>glycaspis brimblecombei</i> sur les feuilles d' <i>Eucalyptus camaldulensi</i>	- 42 -
3.6 Les prédateurs et les ennemis naturels du ravageur <i>Glycaspis brimblecombei</i>	- 43 -
3.6.1 Parasitoïde	- 43 -
3.7 L'influence des différents facteurs biotique et abiotique sur la dynamique de population de ravageur <i>Glycaspis brimblecombei</i>	- 46 -
3.7.1 Effet de température sur l'évolution larvaire de ravageur <i>glycaspis brimblecombei</i>	- 46 -
3.7.2 Effet de la pluie sur l'évolution larvaire de ravageur <i>glycaspis brimblecombei</i>	- 49 -
3.7.3 Effet du vent	- 49 -
3.7.4 Effet d'exposition au soleil	- 50 -
3.7.5 Effet des stades phénologiques.....	- 50 -
3.7.7 L'effet du ravageur <i>Glycaspis brimblecombei</i> dans la zone d'étude foret 'Zerrifa -Khadra » Mostaganem :	- 52 -
3.8 Utilisation des données satellitaire pour détecter l'effet de ravageur <i>Glycaspis brimblecombei</i> dans la foret « Zerrifa –Khadra » Mostaganem et la relation entre quantité d'eau dans les feuilles et le ravageur	
3.8.1 Information sur le site EOSDA Landviewer.....	- 53 -

3.8.2 Détecter l'effet du ravageur <i>Glycaspis brimblecombei</i> dans la forêt « Zerrifa –Khadra » Mostaganem et le relation entre la quantité d'eau dans les feuilles et l'évolutions larvaires par les indices NDVI et NDWI	- 55 -
3.8.3 Protocole de travail	- 56 -
3.9 Essai d'élevage de <i>glycaspis brimblecombei</i> dans un milieu artificiel et sur l'arbre <i>eucalyptus globulus</i> - 63 -	
3.9.1 Protocole d'essai d'élevage	- 64 -
3.9.3 Résultats de l'essai d'élevage dans laboratoire sur <i>eucalyptus</i>	- 65 -
3.9.4 Résultats d'essai d'élevage hors laboratoire sur <i>Eucalyptus globulus</i>	- 66 -
3.9.5 Les remarques	- 68 -
3.9.6 Conclusion d'essai d'élevage.....	- 68 -
Conclusion générale	- 72 -
Références	- 73 -

Introduction générale

L'Eucalyptus est l'une des plantes médicinales les plus utilisées à travers le monde. Les extraits des feuilles de cette plante sont largement utilisés, dans la médecine traditionnelle contre la grippe et notamment comme anti-inflammatoire. Par ailleurs, beaucoup d'études soulignent les propriétés anti oxydantes, antimicrobiennes, anti infectieuses, antispasmodiques, insecticides et acaricides de l'huile essentielle de cet arbre (Ait M'barek et al., 2007; Atmani-Merabet, 2018; Atmani-Merabet et al., 2020; Inouye et Abe 2007; Steflitsch , 2008). En plus de ses propriétés thérapeutiques, l'Eucalyptus est utilisé dans la production du miel et du bois qui sert pour différents activités humaines (urbanisme).

L'eucalyptus a des caractéristiques morphologiques et physiologiques qui assurent sa vaste répartition dans le monde et même dans des conditions défavorables malgré ses critères, l'eucalyptus est sensible pour certaines maladies cryptogamiques et des ravageurs en particulier le psylle d'Eucalyptus *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964).

G. brimblecombei Moore 1964 est un ravageur de l'ordre des hémiptères qui a un effet direct et indirect sur l'arbre d'Eucalyptus, sa première apparition a été signalée depuis 150 ans en Australie. Il s'est propagé après dans d'autres régions du monde créant un impact négatif sur la superficie forestière mondiale et locale.

En Algérie, le premier signalement a été enregistré en 2011 dans la forêt de la wilaya de Médéa (Kheddar, R. &Peris-Felipo, F.J.P, 2013) et par la suite le ravageur s'est propagé dans d'autres peuplements d'Eucalyptus dans différentes régions d'Algérie.

Le but de notre travail est d'étudier la dynamique de population du ravageur *G. brimblecombei* dans la forêt « Zerrifa – Khadrha » qui situe dans le Nord-est de la wilaya de Mostaganem et de déterminer les différents ennemis naturels de ce ravageur .

Le présent travail est divisé en trois chapitres :

- Le premier chapitre est une synthèse bibliographique sur l'Eucalyptus et son ravageur *Glycaspis brimblecombei* Moore 1964.
- Le second chapitre est consacré à la présentation du matériel et des méthodes utilisés dans cette recherche.
- Dans le troisième chapitre sont exposés les résultats obtenus ainsi que leur discussion.

Notre étude se termine par une conclusion et des perspectives.

CHAPITRE

1

Synthèse bibliographique

Chapitre 1

Synthèse bibliographique

1-1 Histoire d'eucalyptus

Les plus anciennes traces de l'arbre d'eucalyptus dans le monde ont été trouvés dans le continent d'Amérique du sud, dans la zone « Patagonie Argentine ». Suite au développement de la science de Paléontologie (science qui étudie les fossiles), les paléobotanistes ont déterminé l'âge des fossiles d'eucalyptus 51,9 millions d'années ?? (Krishna Ramanujan, 2011) (c'est -à dire dans l'époque éocène (56,0 à 33,9 millions d'années) (M. Vigneau-Hermelin, 2000). Avec le changement climatique dans le monde et son effet sur la végétation, l'Australie est devenue la région principale d'eucalyptus dans le monde avec plus de 800 espèces et l'ancienne fossile à l'âge de 42 millions d'années a été découverte en « Bass Strait » au sud d'Australie (Andrew Thornhill, 2019).

Les premiers travaux scientifiques sur l'arbre ont commencé en 1770, grâce à une expédition scientifique européenne de JAMES COOK et par deux explorateurs Joseph Banks (1743-1820) ; naturaliste britannique et Daniel Solander (1733-1782); botaniste suédois ,arrivèrent à Botany Bay (baie botanique située à Sydney Australie) ils ont découvert des spécimens d'eucalyptus et ont fait la première collection botanique composée de spécimens d'Eucalyptus gummifera qui se trouve dans la région de l'Endeavour River (fleuve du nord du Queensland en Australie dans la péninsule du cap York) . En 1777 dans la troisième expédition de James Cook, le botaniste David Nelson a collecté un spécimen d'eucalyptus dans l'île Bruny, ce spécimen a été envoyé au BRITISH MUSEM a Londres pour être examiné par le botaniste français Charles Louis L'Héritier qui a mentionné un nouveau genre botanique nommé Eucalyptus qui a permis la fondation d'étude pour classer les espèces d'Eucalyptus mondialement (**Pauline Erau, 2019**).

En Algérie, les Eucalyptus ont été introduits pendant la période coloniale et l'existence de l'arbre a débuté à partir de 1850 (**Chevalier, A. 1952**). Après l'Indépendance et pendant les années 1865 -1963, l'Algérie a vécu des compagnes de plantation massive et continue avec l'aide des services des forets et les autres branches du ministère de l'agriculture et

d'environnement. Ceci a abouti à l'extension de la surface forestière et a attribué à l'enrichissement la flore Algérienne.

I-2 Généralité sur l'eucalyptus

I-2.1 Taxonomie

- Le genre eucalyptus appartient à l'embranchement des angiospermes (les organes reproducteurs se trouvent dans une fleur transformée en fruit qui contiennent les graines pour la reproduction sexuelle)
- Eudicotylédones supérieures (avec un pollen tri aperturé)
- très Rosidées
- Malvidées (absente uniquement des régions froides)
- l'ordre des Myrtales
- la famille des Myrtacée (**Pauline Erau, 2019**).

1-2.2 Description morphologique

Les Eucalyptus sont des arbres ligneux avec une vitesse de croissance rapide et très variée selon les conditions climatiques et édaphiques. Ils peuvent atteindre différentes tailles qui sont classées selon la hauteur de l'arbre (**Melun et Nguyen, 2012**).

- Petits s'ils mesurent moins de dix mètres
- De taille moyenne entre dix et trente mètres
- Grands s'ils mesurent entre trente et soixante mètres
- Très grands, peuvent atteindre plus de 90 mètres d'hauteur.

1-2.3 Ecorce

C'est un moyen pour identifier et classer les différentes espèces d'eucalyptus avec plusieurs types et couleurs : dure, fibreuse, floconneuse, lisse, creusée, lisse (FAO, 1979).

I-2.4 Feuilles

Les feuilles sont très variées sur le plan de taille, direction et la forme est très utile pour distinguer les différentes espèces d'Eucalyptus.

D'après **S. T. Black (1953)** et **Penfold A. R., Willis J. L. (1961)**, les feuilles sont de types :

Feuilles de semis : sont de la première année après la germination, la tige contient des feuilles en disposition connue sous le nom de "décussé".

Feuilles juvéniles : sont des feuilles qui poussent à partir de lignotuber (c'est un renflement riche en amidon qui se forme sur les racines ou les tiges souterraines de certaines plantes) après une incendie ou grave dommage de l'arbre Eucalyptus.

Feuilles intermédiaires : Feuilles intermédiaires sont souvent plus grandes que les feuilles juvéniles ou adultes.

Feuilles adultes : Ce sont les feuilles produites sur les parties intactes de la couronne d'eucalyptus matures. Elles sont généralement coriaces, souvent épaisses, raides, très cutinisées et riches en sclérenchyme et avec une forme lancéolée presque remarquées dans toutes les espèces d'Eucalyptus.

I-2.5 Les Fleurs

Les fleurs d'eucalyptus sont très variées , elles possèdent plusieurs étamines avec différentes couleurs blanche, rouge, jaune, rose et crème dans un opercule formé par la fusion des pétales et les sépales ,les opercules peuvent avoir des formes divers et la pollinisation des fleurs est entomophile (pollinisation par les insectes) ou ornithophile (pollinisation par les oiseaux) , favorisée par la présence d'un disque nectarifère recouvrant l'ovaire qui assure la production de miel (**FAO, 1979**).

I-2.6 Fruit et grains

La formation des fruits d'eucalyptus grâce au développement du réceptacle ainsi que l'ovaire qui s'attache. Après la fécondation les grains vont se développer et faire grossir le fruit. Le fruit

en maturité a la forme d'un cône, se forme d'une capsule qui possède de très grands nombres de semences en petite taille servant la facilité de mobilisation par différents facteurs et assurent la colonisation des vastes terrains (FAO, 1979).

I-2.7 Racines

Le système racinaire dépend de l'âge d'arbre. Les grands Eucalyptus possèdent des racines très profondes qui peuvent atteindre des dizaines de mètres de profondeurs (direction verticale et horizontale) à la recherche de l'eau et les sels minéraux et permettent à l'arbre de résister au stress hydrique et avec le lignotube faire la multiplication végétative (Giordano (1968).

1-3 Description d'espèces importantes

I-3.1 *Eucalyptus globulus* (Subespèce *globulus*)



Figure 01 : Photographie d'*Eucalyptus globulus*



Figure 02 : Dessin représentant *Eucalyptus globulus*.

Généralités :

- Origine : Australie
- Noms communs : Arbre à fièvre, Gommier, gommier bleu, arbre au koala (Pauline Erau, 2019).
- Etymologie : *Eucalyptus globulus* suite à la forme de l'opercule du fruit. (Pauline Erau, 2019).

Morphologie : *Eucalyptus globulus* a une grande vitesse de croissance, il peut atteindre entre 30 et 60 mètres de hauteur, Les feuilles juvéniles sont très différentes du feuillage adulte : elles sont ovales, larges, sessiles, opposées et couvertes d'une pruine (une couche cireuse sert pour protection contre la chaleur) qui donne à l'arbre une couleur bleu –gris l'origine du nom « gommier bleu ». Les feuilles adultes sont alternées, pétiolées, très allongées, falciformes et de couleur vert luisant. Les fleurs sont solitaires, mellifères et relativement grandes avec une couleur blanche-crème.

I-3.2 *Eucalyptus citriodora*

Noms communs : *Eucalyptus citronnelle*, citron-scent gum, lemon-scent gum (Pauline Erau, 2019)

Etymologie : Le qualificatif *citriodora* est en rapport avec l'odeur citronnée des feuilles (Pauline Erau, 2019).

Morphologie : Grand arbre pouvant atteindre 50 mètres de hauteur, les feuilles dégagent une forte odeur de citronnelle en temps humide, l'écorce fibreuse a une couleur blanche ou rose, les feuilles simples étroites, lancéolées mesurent 7 à 15 cm de long sur 0,7 à 1,5 cm de large, Les fleurs sont regroupées en inflorescences axillaires apparaissent durant la saison estivale et sont de couleur jaune crème (**Pauline Erau 2019**).



Figure 03 : Photographie d'*Eucalyptus citriodora* en zone résidentielle.

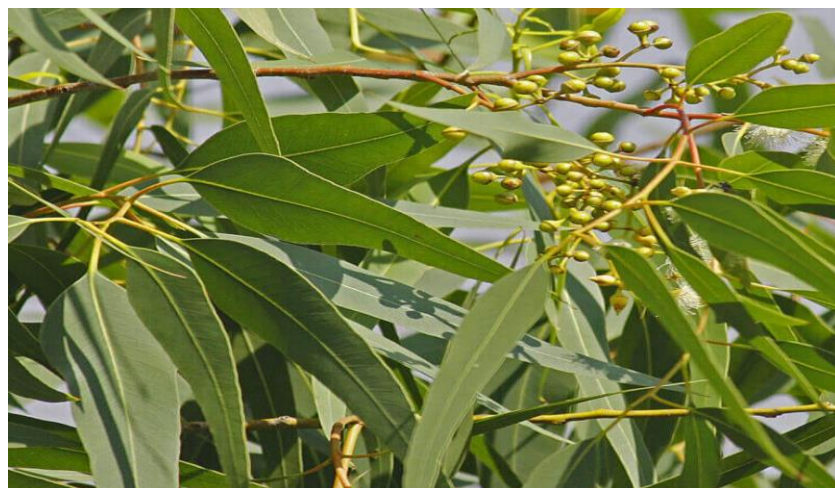


Figure 04 : Appareil végétatif d'*Eucalyptus citriodora*.

I-3.3 *Eucalyptus camaldulensis*



Figure 05 : Vue générale sur *Eucalyptus camaldulensis*.

Nom scientifique : *Eucalyptus camaldulensis*

Noms commun : gommier rouge

Origine : Australie où il est largement répandu au bord des rivières de l'intérieur du pays.

Morphologie :

Il a une hauteur d'une vingtaine de mètres mais il peut aller jusqu'à 45 m. Son écorce, épaisse (3 cm), légère, est tachetée de rouge, de gris, de vert et de blanc (Mekellech, 2015). Les feuilles sont longues de 8 à 30 cm, et larges de 0,7 à 4,2 cm de couleur verte ou gris-vert (Arnold et Luo, 2018), Le fruit ligneux est une grosse capsule glauque prenant une teinte marronne à maturité (Goets et Ghedira, 2012).

I-3.4 *Eucalyptus gomphocephal*

Nom scientifique : *Eucalyptus gomphocephal*

Morphologie : Arbre haut à étalé jusqu'à 25 m dans les zones côtières avec des écorces fibreuses. Feuilles adultes ovales, parfois recourbées, de 9 à 15 cm de long, vert clair avec feuilles texturées plus fines au stade de semis que les autres *eucalyptus* côtiers. Fleurs dans têtes denses distinctes comprenant jusqu'à sept fleurs, suivies de fleurs en forme de champignon, fruits qui mûrissent et libèrent des graines dans l'année (plants of the West coast).



Figure 06 : feuilles de *Eucalyptus gomphocephal*.

I-3.5 *Eucalyptus dives*



Figure 07 : Photographie d'*Eucalyptus dives*.



Figure 07: Photographie de fruits d'*Eucalyptus dives*.

Origine : new South Wales Australie.

Morphologie : l'arbre *Eucalyptus dives* atteint une hauteur de 20 mètres, les feuilles sont ovales (stade jeune) et lancéolées en stade adulte. L'écorce de grosse branches rugueuse fibreuse avec une couleur grise, la floraison a lieu de septembre à janvier (Nicolle, Dean2013).

I-4.1 La répartition d'Eucalyptus dans le monde

L'eucalyptus ne représente que 7% des surfaces des forêts avec 271 millions ha en 2010, les plantations forestières produisent 35% du marché du bois et la surface totale ne cesse de croître. Le genre *Eucalyptus* est le plus planté dans le monde avec 8% des surfaces reboisées devant les genres *Acacia*, *Tectona*, *Castanea* et *Populus*.

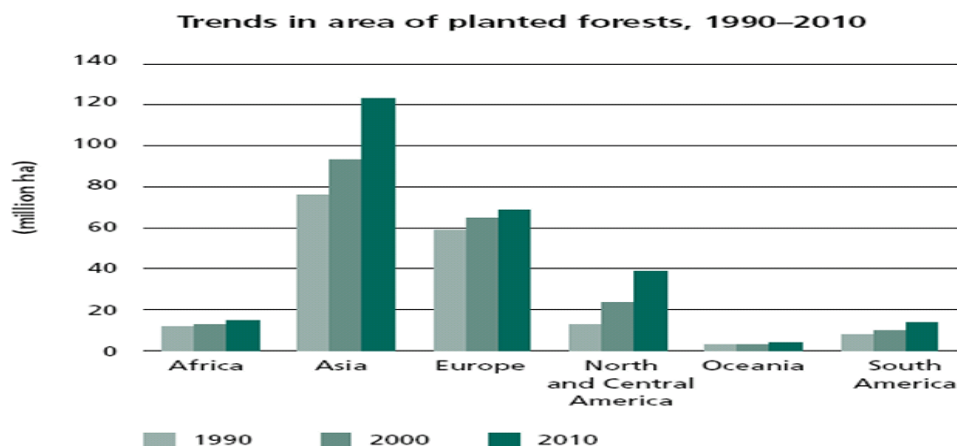


Figure 08 : Histogramme de surface de plantation d'Eucalyptus (statistiques de FAO, FRA 2010).

1.4 Répartition géographique

1.4.2 La répartition d'Eucalyptus en Algérie

Après l'introduction d'eucalyptus en Algérie par les français en 1850, grâce aux conditions climatiques favorables et sa valeur économique, la surface plantée d'eucalyptus a pris l'ampleur avec le temps. Vers les années 1960-1970 une plantation massive d'eucalyptus a été effectuée dans différentes régions en Algérie, l'ouest (Mostaganem), centre (Tizi-Ouzou) et l'est du pays (El-Kala, Annaba, Skikda), avec l'écoulement des années la diversité des espèces d'eucalyptus s'est multiplier. Référence

Tableau N° 01 : les principales espèces d'Eucalyptus présentes en Algérie

Nom d'espèce	L'année d'introduction et zone de plantation
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Gommier rouge	1860 Alger (Letreuch– Belarouci,1991)
<i>Eucalyptus alba</i>	Foret de Bainem Alger (letreuch ,1991)
<i>Eucalyptus globulus</i> Gommier bleu	Dans le littoral Est Algérien, région d'Annaba
<i>Eucalyptus sidéroxylon</i>	1959 - Foret de Bainem Alger (Benmansour ,1990)
<i>Eucalyptus cladocalyx</i>	Alger (Meziane,1996)

1.4.3 Importance économique et thérapeutique

L'eucalyptus est planté dans de nombreuses régions du monde en raison de sa grande rentabilité, en effet il pousse vite et donne un bois solide. Il est ensuite utilisé pour fabriquer de la pâte à papier, des poteaux électriques et meubles ou sert de bois de chauffage(Irénée Modeste Bidima2016) on en fait aussi du charbon de bois. Poussant facilement dans les zones arides ou soumises à de grands vents, L'eucalyptus est utilisé pour soigner les bronchites, la toux, les rhumes ou la sinusite , pour ses vertus sur l'appareil respiratoire (rhinites, toux grasses, rhinopharyngites), dues surtout au cinéol (ou eucalyptol) contenu dans les feuilles. On peut en faire des fumigations, des infusions ou des décoctions, ou encore en extraire l'huile essentielle ou le transformer sous forme de gélules. L'eucalyptus est utilisé en confiserie principalement dans la fabrication de gommes au goût de menthe, ainsi que dans la fabrication de pastilles ou de pâtes destinées au traitement des maux de gorge, production du miel (Huile essentielle d'eucalyptus radiata, 2014).

1-5 Les facteurs responsables de la dégradation d'Eucalyptus dans le monde

1-5.1 Facteurs écologiques

I-5.1.1 Le sol

Les caractéristiques physico-chimiques du sol agissent sur l'eucalyptus. Certains éléments minéraux causent un déséquilibre physiologique, l'eucalyptus planté sur des sols riches en

calcaire augmente le risque de manque du fer (nécessaire pour la photosynthèse). Les zones arides avec l'effet d'évaporation du sol et le manque de précipitation accroissent la concentration des sels minéraux, sodium, magnésium et potassium qui causent une phytotoxicité (Pryor, 1964).

I-5.1.2 Les conditions climatiques

Les dommages aux plantations d'eucalyptus peuvent résulter d'un certain nombre de causes climatiques. Par exemple, la sécheresse, le froid et le vent. Souvent, le climat interagit avec d'autres facteurs, les symptômes de carence en bore apparaissent toujours en saison sèche et sous le climat les arbres se rétablissent pendant les pluies, alors qu'il existe des preuves que l'application de bore augmente la résistance au gel (Cooling et Jones, 1970). Les dommages causés par le vent provoquent des cassures de branches ou de tiges ou de déracinements (Jacobs, 1955). Le danger du déracinement est accru par la plantation sur sites humides, ce qui limite les racines aux couches superficielles.

I-5.1.3 Pollution d'air

Les eucalyptus peuvent être pollués s'ils sont plantés à proximité des zones industrielles. Des nécroses foliaires marginales et nécroses avec brunissement sont remarquées sur l'Eucalyptus carnaldulensis, causées par le dioxyde de soufre provenant des vapeurs de pétrole brut (Karschon, 1970).

I-5.1.4 Facteur humain (anthropiques)

La plantation d'eucalyptus pour les besoins économiques et thérapeutiques crée un peuplement massif favorable pour le développement des maladies et les insectes ravageurs d'eucalyptus. Le transport international, les échanges entre les pays et le manque d'inspection phytosanitaire dans les frontières aide à l'introduction des parasites qui causent des dégâts énormes sur les forêts d'eucalyptus.

I-5.2 Facteurs biotiques

I-5.2.1 Maladies fongiques

I-5.2.1.1 *Cryphonectria cubensis* (ex *Diaporthe cubensis*) provoque de graves chancres des troncs accompagnés d'une gommose surtout sur les arbres installés en zone chaude et trop humide pour l'espèce d'eucalyptus (HODGES, C.S 1976).



Figure 09: Symptômes de chancre causés par *Cryphonectria cubensis* sur l'eucalyptus

I-5.2.1.2 Pink disease (*Corticium salmonicolor*)

C'est un saprophyte très commun qui provoque une pourriture sèche dans le centre du tronc d'eucalyptus (Bourbouts, 1936).

I-5.2.1.3 Maladie des racines

Le champignon *Ganoderma sessile* cause des dégâts graves sur les racines. L'infestation est causée soit par la forme sexuelle (spores) ou asexuelle (mycélium) (Girola, 1922).



Figure 10 : Symptômes causés par *Ganoderma sessile* sur l'eucalyptus

I-5.2.1.4 Maladies des feuilles

Le *Mycosphaerella juvenis* cause de sérieux dommages au feuillage juvénile de plusieurs espèces d'eucalyptus, plus particulièrement sur *Eucalyptus globulus* en Australie, Chili, Afrique du Sud, Espagne.

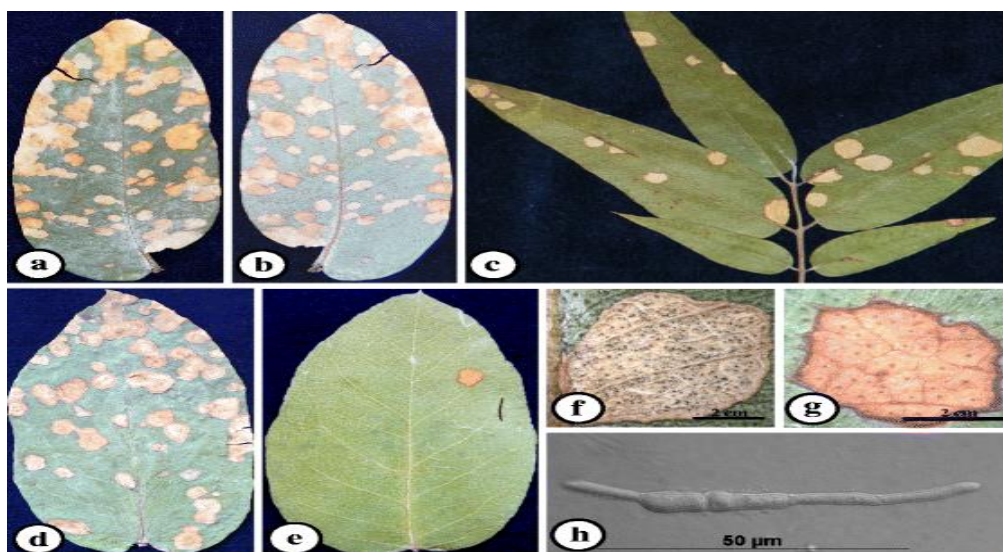


Figure 11 : Symptômes provoqués par *Mycosphaerella juvenis* sur les feuilles d'eucalyptus

I-5.2.2 Les insectes ravageurs

I-5.2.2.1 Phoracanta ou longicorne de l'eucalyptus

Nom scientifique: *Phoracantha semipunctata*



Figure 12 : Photos des adultes de *Phoracantha semipunctata* sur le tronc d'eucalyptus.

Dégâts :

Phoracantha possède une forte capacité d'affecter l'eucalyptus peu robustes ou qui souffrent de stress, comme la sécheresse ou des affections causées par d'autres parasites. Les larves s'alimentent du bois vivant, en générant des galeries dans le tronc et les branches principales superficiellement au commencement de l'attaque, jusqu'à pénétration à l'intérieur de l'arbre et en perçant dans tous les sens. Cela produit le collapsus des vaisseaux conducteurs et la mort de l'arbre (SPETTER, 1963).

I-5.2.2.2 Charançon de l'eucalyptus : Coléoptère du museau de l'eucalyptus

Nom scientifique : *Gonipterus scutellatus* Gyll.



Figure 13 : Larves de *Gonipterus scutellatus* Gyll sur les feuilles d'eucalyptus



Figure 14 : Adulte de *Gonipterus scutellatus* Gyll. sur les feuilles d'eucalyptus

Dégâts : Les adultes et les larves se nourrissent de feuilles des arbres d'eucalyptus, les larves plus dangereux causent des dommages en détruisant des feuilles, laissant des traces caractéristiques pendant que les adultes mâchent les bords des feuilles en leur donnant une apparence désordonnée et festonnée. Les adultes et les larves préfèrent les nouvelles feuilles (Rile Maurice,1946).

I-5.2.2.3 *Paropsis obsoleta* Olivier

Dégâts : Les adultes aussi bien que les larves rongent le bord des feuilles et ont causé de graves défoliations sur les eucalyptus (Jolivet, 1971).



Figure 15 : Adulte de *Paropsis obsoleta* Olivier sur feuille d'eucalyptus

I-5.2.2.4 *Leptocybe invasa* (les galles d'eucalyptus)

Cette petite guêpe mesure un peu plus d'un millimètre de longueur, les symptômes sont sous forme de galles de couleur entre rouge clair et rouge sombre sur les feuilles d'eucalyptus. Les attaques se déclenchent après la ponte des œufs (FAO, 2012).



Figure 16 : Symptômes causés par *Leptocybe invasa* sur feuilles d'eucalyptus

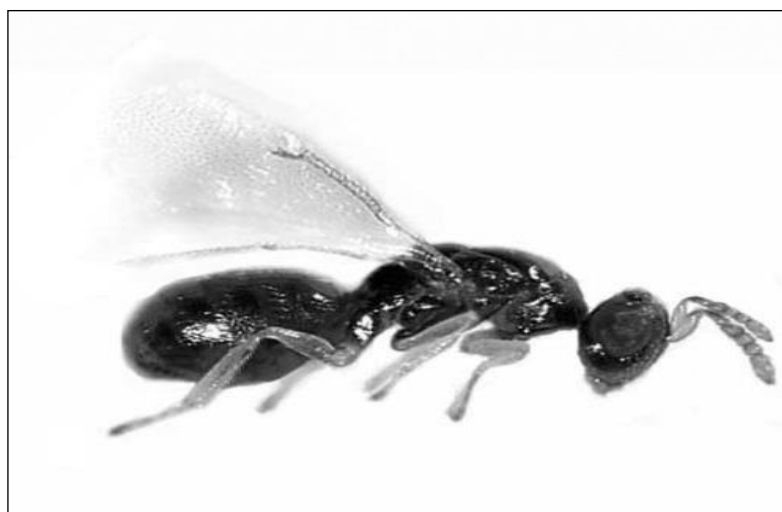


Figure 17 : Photo d'adulte de *Leptocybe invasa*

I-6.1 Généralités sur le psylle d'eucalyptus (*Glycaspis brimblecombei*)

I-6.1.1 Description et biologie de *Glycaspis brimblecombei*

Glycaspis brimblecombei Moore, 1964 (Hemiptera, Psyllidae) ou psylle du Gommier rouge est un arthropode qui appartient à la classe des Hexapodes et l'ordre des Hemiptères (tableau N 2). C'est un insecte suceur de sève des feuilles d'Eucalyptus, les adultes mesurent environ 3 mm de long, de la couleur verte claire ou brune avec des taches jaunes oranges. Les larves sont jaunes à brunâtres et sont recouvertes d'une couche de miellat cristallisé d'environ 3mm de diamètre et 2mm de hauteur qui les font ressembler à des cochenilles à boucliers. Les larves pour leur part sont rouges bronzes avec des ébauches alaires foncées présentant des points blancs.

Tableau 2 : Classification de *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964).

Règne	<i>Animalia</i>
Phylum	<i>Arthropoda</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Ordre	<i>Hemiptera</i>
Famille	<i>Aphalaridae</i>
Genre	<i>Glycaspis</i> Taylor, 1960
Espèce	<i>Glycaspis brimblecombei</i> Moore, 1964



Figure 19 : Photo générale des différents stades de *Glycaspis brimblecombei*.

I-6.1.2 Gamme d'hôtes

Glycaspis brimblecombei se développe principalement sur *Eucalyptus camaldulensis*, mais aussi sur d'autres espèces du genre *Eucalyptus* telles que :

E. rudis, *E. globulus*, *E. diversicolor*, *E. sideroxylon*, *E. nicholii*, *E. lehmannii*, *E. blakelyi*, *E. nitens*, *E. tereticornis*, *E. dealbata*, *E. bridgesiana*, *E. brassiana*, and *E. mannifera*.

I-6.1.3 L'origine et la chronologie de répartition de psylle d'eucalyptus *Glycaspis brimblecombei* Moore 1964 dans le monde

Le psylle de gommier rouge, *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) (Hemiptera Psyllidae) est un insecte d'origine australienne (Moore, 1964), qui montre actuellement une propagation en dehors de son aire de répartition naturelle en raison de ses introductions fréquentes. Il a été détecté en Californie, aux États-Unis, en 1998 (Brennan et al., 1999), au Mexique en 2000 (Castillo, 2003), dans les îles hawaïennes en 2001 (Nagamine & Heu, 2001), au Chili en 2002 (Sandoval & Rothmann, 2003), au Brésil (Santana et al., 2003) et Maurice (Sookar et al., 2003) en 2003, à Madagascar en 2004 (Hollis, 2004), en Argentine en 2005 (Bouvet et al., 2005), en Équateur en 2007 (Onore & Gara, 2007), au Venezuela (Rosales et al., 2008), Maroc en 2009 (Maatouf & Lumaret, 2009), France (Cocquempot et al., 2012).

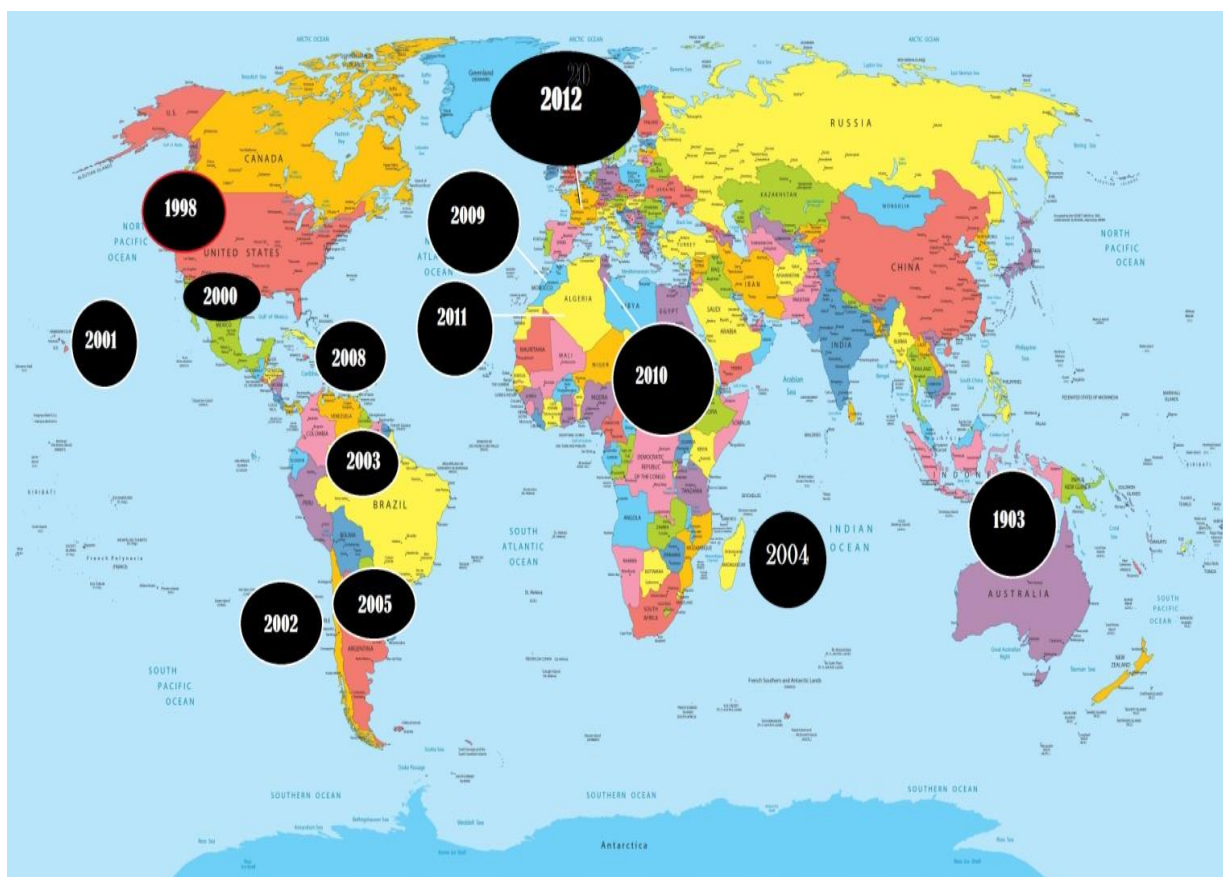


Figure 19 : Répartition mondiale de *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964).

I-6.1.5 Répartition de *Glycaspis brimblecombei* en Algérie

En Algérie, *G. brimblecombei* a été signalé pour la première fois en juillet 2011 sur les plantations d'*Eucalyptus camaldulensis* dans le nord du pays (forêt domaniale de Bainem) puis à Blida, Médéa et Sétif (Kheddar, R. & Peris-Felipo, F.J.P., 2013).

I-6.1.6 Les facteurs de propagation de ravageur *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) sur le plan mondial et domestique

La FAO déclare qu'actuellement, 90% du commerce mondial s'effectue par voie maritime. Les espèces envahissantes (ravageurs) arrivent donc dans de nouveaux habitats par divers moyens, dont le transport maritime qui est le principal d'entre eux. L'exportation et l'importation de bois d'eucalyptus contribuent au transport de ravageur *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) à travers le monde depuis les zones infectées vers de nouvelles zones, en particulier au-delà des frontières maritimes et terrestres (AgriMaroc, 2016).

- Le facteur humain aide à la propagation du ravageur *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) en utilisant des feuilles d'eucalyptus provenant des zones infectées pendant la saison de maladies respiratoires.
- Le transport des arbres d'eucalyptus infectés aux usines de papeterie et du bois propage le ravageur *Glycaspis brimblecombei* sur les arbres d'eucalyptus aux deux proximités des routes.
- Les pépinières d'eucalyptus contribuent à la propagation du ravageur par le manque de traitement soit chimique ou biologique pour les arbres infectés et en les transférant vers d'autres zones saines.

I-6.1.7 Symptômes et Dégâts

Les larves et les adultes sécrètent un abondant miellat sur lequel se développe la fumagine. De fortes infestations peuvent conduire à une défoliation des arbres, une mortalité des jeunes rameaux et entraîner un affaiblissement de l'arbre. La plupart des psylles peuvent avoir 2 à 6 générations par an selon l'espèce et la localité. La femelle est très mobile et peut pondre de 50 à 70 œufs sur les feuilles (FAO2012) pondus, habituellement en groupe, et éclosent entre 10 à 20 jours. Les adultes et les larves se nourrissent en suçant la sève des feuilles et provoquent une grave chute des feuilles qui affaiblit les arbres et les rend plus sensibles à d'autres attaques de ravageurs notamment le *Phoracantha*. Les larves sécrètent également de grandes quantités de miellat collant sur les feuilles qui se traduit par un feuillage noirci en raison de la croissance d'un champignon appelé fumagine. Les attaques causent à la surface des limbes un dessèchement par tache et qui conduit à la chute prématurée des feuilles. Il semble que l'espèce *E. camaldulensis* soit la plus vulnérable à l'attaque du psylle à gomme (MPAWENIMANA Alexis).

I-6.1.8 Les dégâts directe et indirecte de *Glycaspis brimblecombei* Moore1964

- **Dégâts directs** : résultant des piqûres nutritionnelles des larves qui perturbent la circulation de la sève et entravent la croissance végétale. Sur Eucalyptus, les premiers dégâts sont des déformations des nouvelles pousses et des piqûres chlorotiques sur les feuilles.

- **Dégâts indirects** : découlant du miellat exsudé par l'insecte qui par temps chaud et sec, entraîne des nécroses décolorant les feuilles. D'ailleurs les sujets attaqués ont les feuilles couvertes de petits boucliers blancs cireux réduisant la surface photosynthétique, donc la croissance des arbres. Si l'attaque est forte les arbres deviennent noirs et perdent leurs feuilles. Un tel stress les rend vulnérables aux attaques d'autres xylophages de faiblesse, notamment le *Phoracantha*.

I-6.1.9 Moyens de lutte

Un certain nombre d'espèces de coccinelles, de syrphes ainsi que *Chrysoperla* spp, *Anthocoris* spp. sont des prédateurs utiles du psylle *Glycaspis brimblecombei*. Le ravageur est spécifiquement parasité par le micro-hyménoptère *Psyllaephagus bliteus* Riek, 1962 (Hymenoptera, Encyrtidae). Des résultats significatifs ont été obtenus par la lutte biologique avec l'auxiliaire *Psyllaephagus bliteus* (Daane et al., 2005). 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 a été importé de la Californie en 2003 et au Chili, au Mexique en 2006 (Pérez-Otero et al., 2011). Dans plusieurs pays, le parasitoïde est arrivé sans aucun lâcher: Nouvelle-Zélande, Brésil, Espagne, Italie et Maroc (Caleca et al., 2011). En Algérie, il a été observé pour la première fois en 2012 et 2013 (Benia & al., 2013).

Il a été observé en Californie que l'efficacité de *P. bliteus* est variable selon les conditions climatiques des sites d'introduction, beaucoup plus favorables sur les zones côtières plus tempérées et humides que dans les vallées intérieures beaucoup plus chaudes et sèches.

L'utilisation des traitements chimiques contre ce ravageur s'avère inutile à cause de la complexité du comportement biologique de ce ravageur. En effet, la présence du bouclier entrave la pénétration des produits de contact. De plus, l'injection de produits systémiques dans les troncs d'arbres peut entraîner les attaques d'insectes xylophages. C'est pourquoi, dans les pays où le ravageur est signalé, tous les efforts sont orientés vers l'adoption de la lutte biologique qui est basée sur l'introduction d'auxiliaires prédateurs et parasitoïdes des psylles appropriés tels que *Anthocoris nemoralis* et *Psyllaephagus bliteus* qui pondent leurs œufs et parasitent les larves du psylle causant ainsi leur mort (MPAWENIMANA Alexis, **Récentes invasions des insectes ravageurs sur l'Eucalyptus, Maïs et Oignon**).

CHAPITRE

2

Études Expérimentales

Chapitre 2

Etudes expérimentales

2-1 Problématique de recherche

L'eucalyptus est un arbre à fort potentielle de résistance aux facteurs extérieurs soit abiotiques ou biotiques malgré cette capabilité, certaines espèces l'eucalyptus deviennent sensibles au ravageur nommé « psylle d'eucalyptus ». *Glycaspis brimblecombei* qui a un grand impact et provoque des perturbations sur la croissance et des infestations secondaires (des maladies cryptogamiques) sur les feuilles qui finissent par la destruction totale de l'arbre.

En 2011, l'Algérie a signalé les premières attaques dans un peuplement d'Eucalyptus situé dans le Nord d'Algérie (Benia, F., Laadel, N., Pujade-Villar, J. 2013) et par le temps, la surface de répartition a augmenté à cause de plusieurs facteurs. Les symptômes de ce ravageur sont particulièrement enregistrés sur l'espèce *E. camaldulensis* qui a montré une forte sensibilité dans la zone étudiée, « forêt Zerrifa -Khadra », wilaya de Mostaganem en 2019 (Mémoire Douak, 2019). Les principaux objectifs de notre travail sont :

- Etude du développement de la population de *Glycaspis brimblecombei* dans la forêt de « Zerrifa-khedra » et la dynamique d'évolution du ravageur par le temps.
- Connaitre les différents facteurs qui influencent la vitesse d'infestation de *Glycaspis brimblecombei* dans le peuplement d'eucalyptus dans la forêt « forêt Zerrifa – Khadra ».

La recherche d'ennemis naturels (parasitoïdes et prédateurs) de *Glycaspis brimblecombei* au niveau de la zone d'étude.

2.2 Information sur la zone d'étude

Nous avons effectué notre étude scientifique dans le peuplement d'eucalyptus de la foret de « Zerrifa -Khadra» qui appartient à « Ard khadrha » situé à l'est de la wilaya de Mostaganem. La foret est limitée par le village de « khadrha » à l'est, mer méditerranéen au nord du littoral, à l'ouest par « oued romane » et au sud par le village de « Douailia » (Figure 20).

Tableau 2 : les coordonnées géographiques de la forêt « Zerrifa –Khadra »

Canton	Longitude ouest	Longitude est	Longitude sud	Longitude nord
Ard khadhra	0°31.946 E	0°34.678 E	36°14.335N	36°15.645N



Figure 20 : Image satellite de la forêt « Zerrifa –Khadra » Mostaganem.

Historique de la zone étude :

La plantation de peuplement d’eucalyptus de forêt « Zerrifa-Khadra » a été effectuée dans la période coloniale (1947-1950). D’après l’archive de l’institut national de recherche forestière (INRF), 16 espèces différentes d’eucalyptus ont été plantés. La plantation a été effectuée de manière linéaire et aléatoire pour certains arbres et la superficie totale de la forêt « Zerrifa- khadhra » est de 420 ha. A cause des problèmes phytosanitaires, la forêt a subi la disparition de certaines espèces d’eucalyptus et actuellement on trouve 3 espèces dominantes : *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus gomphocéphala*, *Eucalyptus cladocalyx*.

II-4 La flore de zone d’étude :

La flore de la forêt « Zerrifa -Khadra » est diverse avec une domination des arbres d’eucalyptus et après une visite sur le terrain de travail on a constaté la présence de quelques espèces d’arbres et de plantes (tableau N 4).

Tableau 04 :

Nom commun	Nom scientifique
Mimosa doré	<i>Acacia pycnantha</i>
Oponce cylindrique	<i>Austrocylandrpuntia subulata</i>
Cyprès commun	<i>Cupressus sempervirens</i>
Griffe de sorcière	<i>Carpobrotus edulis</i>
Pistachier lentisque	<i>Pistacia lentiscus</i>

II-5 Caractéristique climatique de zone d'étude

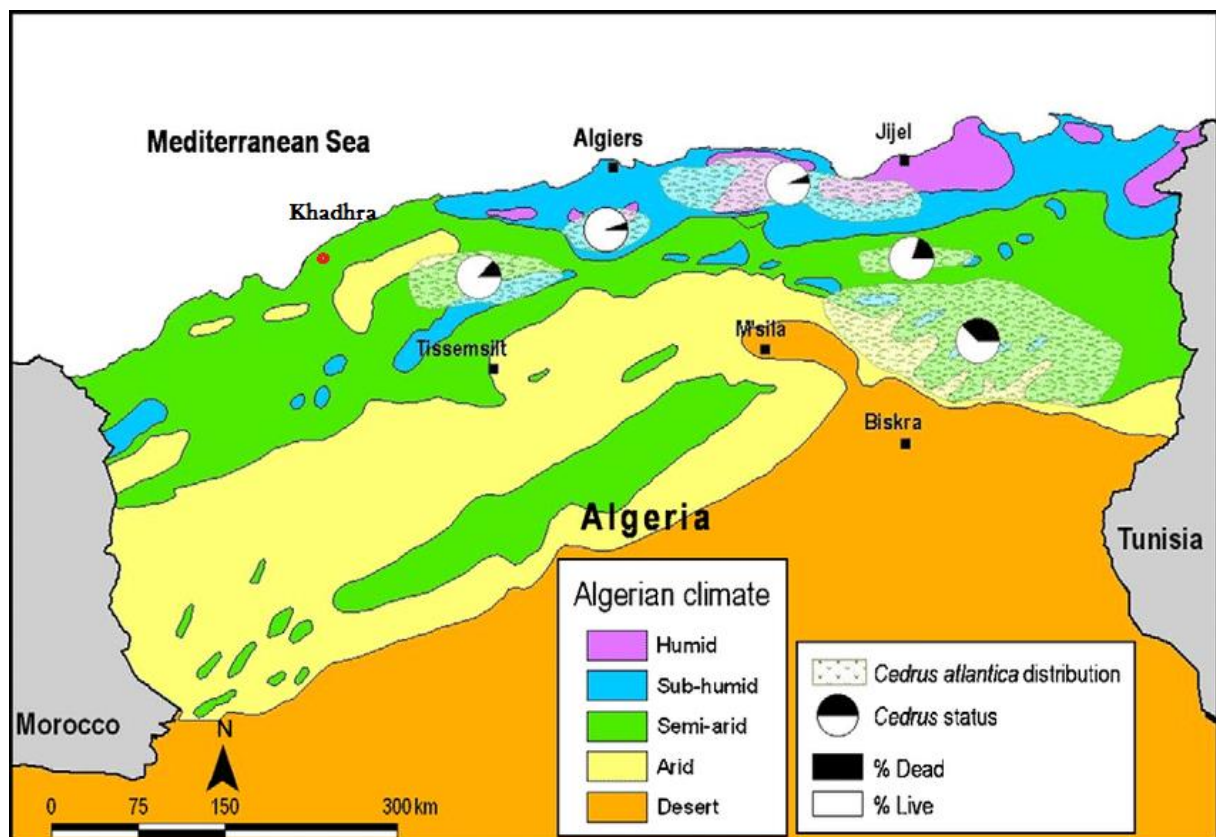


Figure 21 : Carte météorologique du Nord d'Algérie.

La forêt « Zerrifa- khadrha » de wilaya Mostaganem possède un climat tempéré méditerranéen chaud et sec selon la classification de **Köppen-Geiger**. Au cours de l'année, la température moyenne de Mostaganem est de 18.1°C et les précipitations totales sont de 382mm par an.

2.6 Caractéristiques physico-chimiques du sol dans la zone d'étude

Par l'utilisation des données satellitaires de **SoilGrids250m 2.0** nous avons obtenu des informations nécessaires pour comprendre l'aspect physico-chimique du sol dans la forêt de « Zerrifa » et faire une relation entre les facteurs édaphiques et la progression du ravageur *Glycaspis brimblecombei* dans la zone d'étude.

2.6.1 Définition de SoilGrids250m 2.0

SoilGridsTM (ci-après SoilGrids) est un système de cartographie numérique mondiale des sols qui utilise des méthodes d'apprentissage automatique de pointe pour cartographier la distribution spatiale des propriétés des sols à travers le monde (**SoilGrids**).

2.6.2 Propriété physique du sol

2.6.2.1 Densité apparente du sol

La densité apparente est un indicateur de compactage du sol. Dans la forêt « zerrifa-Khadra » le sol (d'après l'échelle de Densité apparente du sol) a une densité favorable pour la croissance des racines qui varie entre 146 cg/cm³ jusqu'à 160 cg/Cm³.



Figure 22 : la densité apparente du sol dans la zone d'étude forêt « zerrifa –khadra » Mostaganem.

Tableau 5 : Echelle de mesure de la densité apparente du sol :

Soil Texture	Ideal bulk densities for plant growth (g/cm ³)	Bulk densities that restrict root growth (g/cm ³)
Sandy	< 1.60	> 1.80
Silty	< 1.40	> 1.65
Clayey	< 1.10	> 1.47

2.6.2.2 Le teneur en argile (clay content) dans sol

La quantité d'argile dans le sol est de 309g/Kg -314 g/Kg dans la croute superficielle du sol (0-15 Cm), elle diminue dans la profondeur (140 Cm) avec un taux de 293 g/Kg.

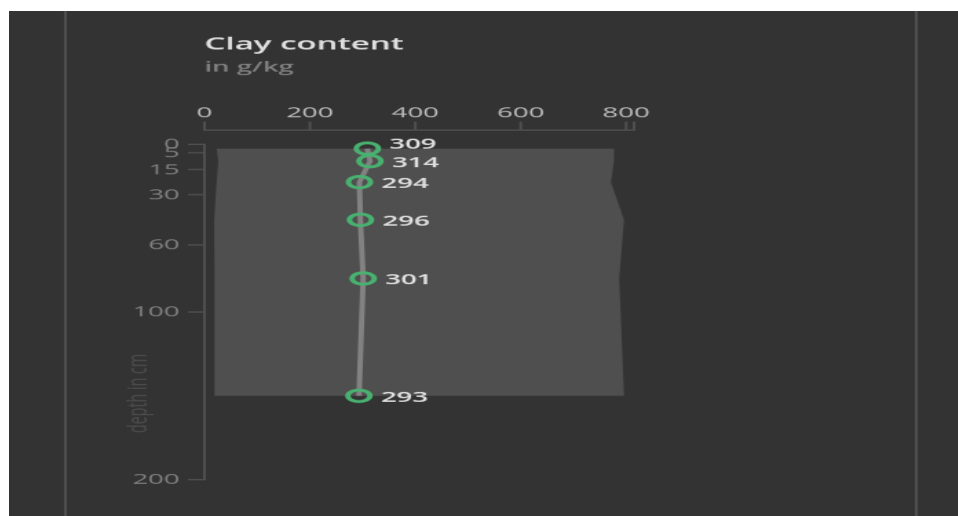


Figure 23 : Quantité d'argile dans la forêt « zerrifa khadra » Mostaganem.

2.6.2.3 La quantité de sable (sand content)

La quantité de sable dans la forêt de « Khadrha » augmente avec la profondeur de la couche du sol, elle commence de 331g/Kg (0-15 cm de profondeur) jusqu'à 351g/Kg (140cm), une quantité inférieure de l'échelle (0-800 g/Kg).

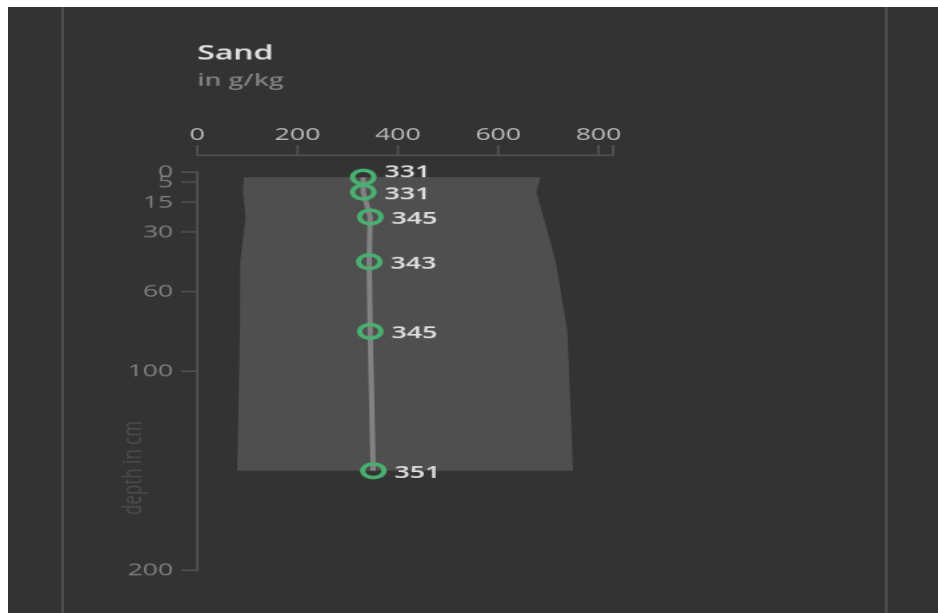


Figure 24 : Quantité du sable dans foret « zerrifa khadra » Mostaganem.

2.6.3 Propriété chimique du sol

2.6.3.1 Capacité d'échange cationique (Cation exchange capacity at ph 7)

La CEC est utilisée comme mesure de la fertilité d'un sol en indiquant la capacité de rétention des éléments nutritifs d'un sol donné. Dans la forêt « Zerrifa- Khadrha » CEC nous avons observé une baisse d'échange cationique par rapport au profondeur du sol qui indique une fertilité faible du sol.

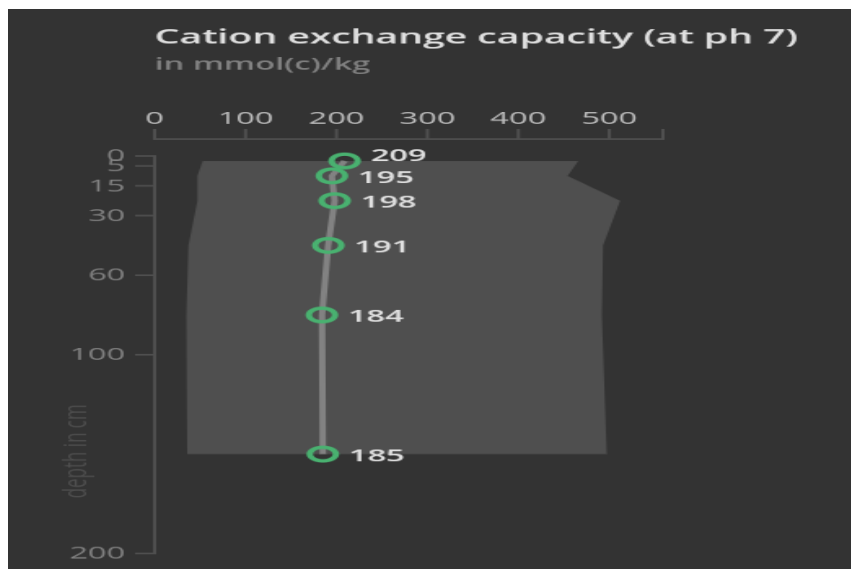


Figure 25 : Capacité d'échange cationique dans foret « zerrifa -khadra » Mostaganem.

2.6.3.2 Quantité d'azote dans sol (Nitrogen quantity in soil)

La quantité d'azote utile dans le sol de la forêt « Zerrifa- Khadrha » est faible dans les couches profondes du sol et augmente dans les couches superficielles.



Figure 26 : Quantité d'azote dans sol de la forêt « Zerrifa -khadra » Mostaganem.

2.6.3.3 Le ph d'eau (ph water)

Le ph d'eau dans la forêt « Zerrifa-Khadhra » varie entre 7,3 et 7.5 (eau alcaline) dans les couches internes du sol.

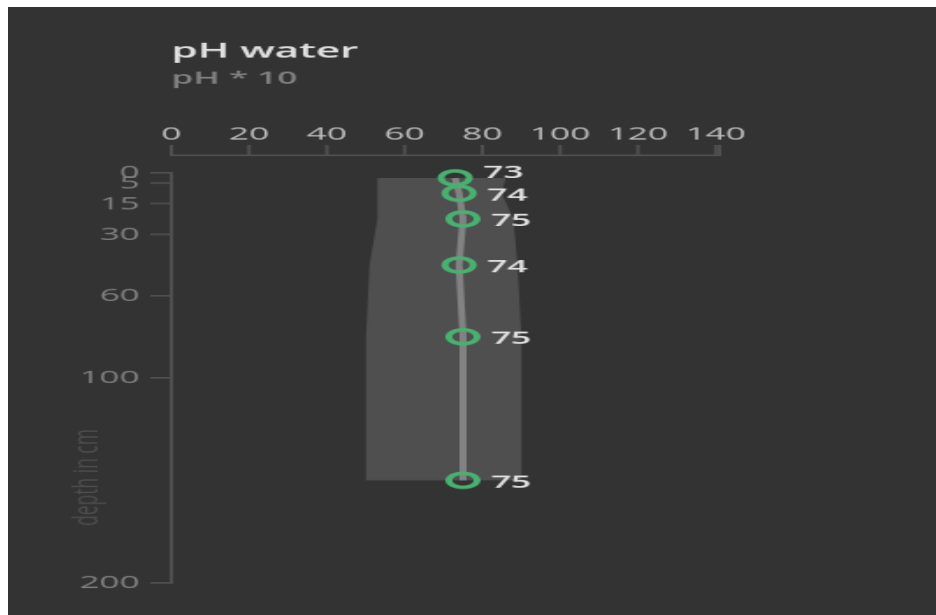


Figure 27 : Le ph d'eau dans la forêt « Zerrifa -Khadhra » Mostaganem.

2.7 Topographie de la forêt « Zerrifa -Khadhra »

La zone d'étude forêt de « Khadhra » est située sur une plaine avec une altitude de 156 m.

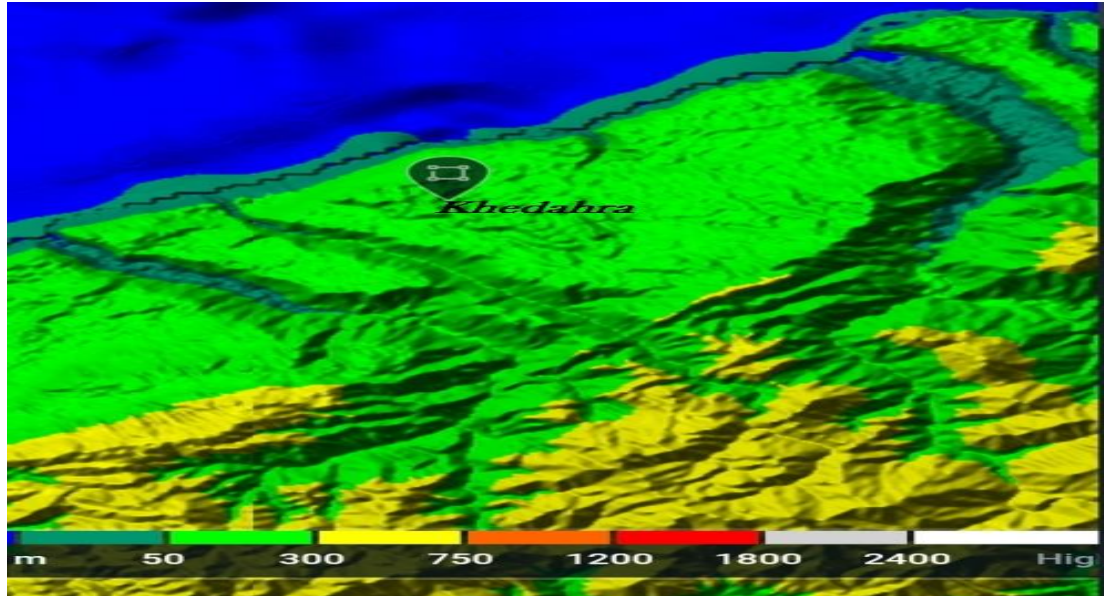


Figure 28: Topographie de la forêt « Zerrifa -Khadhra » Mostaganem.

2.8 Matériels et méthodes

2.8.1 Matériel utilisé

Sur le terrain : la loupe, boîtes en plastique, ciseau, boîtes de Pétri, étiquettes, tubes à essai, l'alcool, marqueur, appareil photo, sacs en plastique, filet en tulle.

Au laboratoire : loupe binoculaire, compteur, alcool éthanol 70°, seringue, boîte de pétris, parafilm.

2.8.2 Méthode d'échantillonnage

La forêt de « Zerrifa – Khadrha » s'étend sur une superficie de 420 ha. Après une prospection dans la zone d'étude nous avons constaté la présence d'une pépinière de l'entreprise régionale de génie rurale (l'E.R.G.R), d'une superficie de 9700 m² de plants d'eucalyptus infestés.

Pour bien étudier le développement du ravageur *Glycaspis brimblecombei*, l'échantillonnage a été réalisé sur l'espèce *E. camaldulensis*, qui s'est montré très sensible aux attaques du ravageur. Le prélèvement des feuilles d'eucalyptus a été effectué sur 5 arbres éloignés l'un de l'autre.

Les sorties des prélèvements ont été effectuées du 26 Mars jusqu'au 25 juin 2023, avec une sortie tous les 7 jours suivant le protocole d'étude. Nous avons respecté l'intervalle de 7 jours pendant toute la période de notre travail.

Pour chaque plant infesté sélectionné, 100 feuilles ont été prélevées à raison de 25 feuilles au niveau de chaque orientation cardinale de l'arbre (est, ouest, nord, sud). Ceci afin de tester le comportement du ravageur vis-à-vis de l'exposition de l'arbre au soleil et au vent. Les échantillons prélevés ont été conservés dans des boîtes référencés en tenant compte la date de prélèvement, la direction cardinale et le stade phénologique de l'arbre. Les 100 feuilles prélevées ont été analysées au laboratoire.

Chaque prélèvement a été accompagné par des données sur la flore de la zone, prise de photos, vidéos.

2.8.3 Méthode de travail dans le laboratoire

2.8.3.1 Détermination et comptage des différents stades de *Glycaspis brimblecombei* :

La détermination des différents stades de psylle a été réalisée en fonction des critères morphologiques suivants : couleur, taille, présence ou absence des ébauches alaires, nombre d'articles au niveau des antennes et des pattes, présence de l'ovipositeur pour l'identification du sexe. Ces critères morphologiques sont décrits par plusieurs chercheurs (Halbert et al., 2001 ; Soukar et al., 2003 ; Messoudi et al., 2014). Le comptage des différents stades du ravageur a été effectué sous la loupe binoculaire en commençant par les œufs et les cocons (lerps) sur les deux faces de la feuille. Le dénombrement des différents stades larvaires a été réalisé après l'ouverture des cocons (boucliers) qui couvrent les larves. Ces derniers sont ouverts délicatement à l'aide d'une aiguille de seringue sous la loupe binoculaire pour ne pas altérer la larve. Toutes les données concernant le nombre de différents stades du psylle (œufs, larves et adultes), ainsi que leur état (vivant, parasité, momifié) ont été notées.

2.8.3.2 Capture et détermination des ennemis naturels de *Glycaspis brimblecombei* :

La capture des ennemis potentiels de *Glycaspis brimblecombei* sur le terrain a été réalisée manuellement avec un filet d'insectes. Les insectes capturés sont conservés dans des boîtes de Pétri (vivant ou mort) pour une analyse ultérieure au laboratoire. L'identification de la faune auxiliaire a été réalisée après observation sous loupe binoculaire, en fonction des caractères

morphologiques de chaque espèce et en utilisant des références scientifiques (livres, articles, sites internet).

Analyse statistique

Des analyses de variance (ANOVA) au seuil 5% sont effectuées pour la variable directions cardinales en utilisant la procédure GLM (General Linear Model) du logiciel SAS (Statistical Analysis System). Les analyses permettent de déterminer s'il existe un effet significatif des orientations cardinales sur la répartition des différents stades de *Glycaspis brimblecombei*. Les variables pour lesquelles l'analyse de variance montre un effet significatif font l'objet d'une comparaison de moyenne de Student-Newman et Keuls, ce qui fournit un classement pour le caractère étudié.

Résultats et discussions

Chapitre 3

Résultats et discussions

3.1 Description détaillée des différents stades du ravageur *G. brimblecombei*

3.1.1 Le bouclier

Le psylle d'eucalyptus est différent des autres insectes de l'ordre des hémiptères par sa construction d'un bouclier (cocon) de couleur blanche. Les analyses chimiques ont montré que le bouclier est composé de monosaccharides, fructose, glucose et contenant une forte concentration en potassium et un taux faible en azote (T.C.R. White, 1986). Le cocon est insoluble dans l'eau, son diamètre moyen est de 3mm et sa taille varie selon le stade de développement de la larve.

Informations obtenues sur les caractéristiques du bouclier d'après nos observations au laboratoire :

Le bouclier sert comme abri pour protéger les stades larvaires sensibles contre les facteurs biotiques et abiotiques : la couleur blanche pour une protection contre les hautes températures, l'insolubilité du bouclier contre le détachement des larves en cas de précipitations, une structure perforée pour assurer l'aération, le miellat pour garantir l'enlèvement du bouclier de la feuille pendant la phase de métamorphisme final de larve stade 5 vers adulte et l'émergence de l'adulte.

Après des observations continues et précises du comportement de ravageur, nous avons détecté que la construction du bouclier commence après l'éclosion des œufs. Dès l'émergence, la larve du premier stade commence la production d'un miellat sous forme d'un gel collant sécrété par son abdomen pour la construction du cocon suivant les étapes:

- La larve pénètre dans la couche superficielle des feuilles tendre à l'aide de son stylet (pièce buccale des insectes piqueurs suceurs) elle se nourrit de la sève et produit par la suite le miellat.

- Le miellat (substance collante) est secrété par l'abdomen de la larve et suite à un mouvement circulaire, elle trace un cercle gélatineux qui sert pour coller le gel de construction avec la feuille d'eucalyptus.
- La larve plie son abdomen pour construire des demi-cercles de gel collant (la charpente) qui ont une extension de la feuille vers le dessus du thorax.
- Après avoir fait 5-6-7-8 demi cercles de gel collant (miellat) la larve colle les demi cercles par les mêmes mouvements de son abdomen et continue la construction du bouclier en forme spirale.

Les effet positifs et négatifs du bouclier sur l'arbre eucalyptus, insectes et parasitoïde :

Effet positif :

Le bouclier du ravageur constitue une source nutritive pour d'autres insectes en particulier, les fourmis, les abeilles et favorise la croissance des parasitoïdes et assure une protection quand les conditions sont défavorables (facteurs abiotiques et biotiques).

Effet négatif- Les conditions climatiques surtout l'humidité et la chaleur transforment le bouclier en un réservoir (habitat) de maladies fongiques telle que la fumagine qui envahit les feuille, impacte la photosynthèse causant par la suite la mort de l'arbre (infestation secondaire).

- Sous l'influence de la chaleur, le bouclier devient glutineux et empêche l'émergence du parasitoïde adulte ce qui minimise l'efficacité de ce dernier vis-à-vis du ravageur provoquant ainsi une diminution du peuplement d'eucalyptus.
- Le nombre massif des boucliers sur les feuilles diminue la photosynthèse et crée une perturbation de croissance chez l'eucalyptus.



Figure 29 : boucliers du *Glycaspis brimblecombei* sur l'eucalyptus.

3.1.2 Les œufs

Les œufs du psylle d'eucalyptus *Glycaspis brimblecombei* sont de couleur orange pâle et jaunâtre et de forme oblongue mesurant moins d'un millimètre (0.4 mm). Après la maturité sexuelle et l'accouplement avec le male, la femelle de psylle d'eucalyptus pondre ses œufs de manières diverses, soit individuellement dispersés sur la surface de la feuille ou groupés en forme d'un arc (figure N 30). L'observation microscopique de l'ovipositeur de la femelle a révélé que ce dernier possède des dents qui servent à creuser un trou pour bien coller l'œuf avec la surface de la feuille. Ceci, afin de garantir l'attachement fort et prévenir la chute des œufs causée par le mouvement des feuilles, le vent, les fortes pluies, la grêle.). Pendant le développement embryonnaire et sous l'influence des conditions climatiques, les œufs subissent des transformations débutant par l'apparition d'un cercle rouge, après un certain temps, deux points rouges (représentent les yeux) apparaissent et finissent par l'émergence des larves du premier stade. La plupart des œufs sont pondus sur la surface supérieure de la feuille d'eucalyptus.

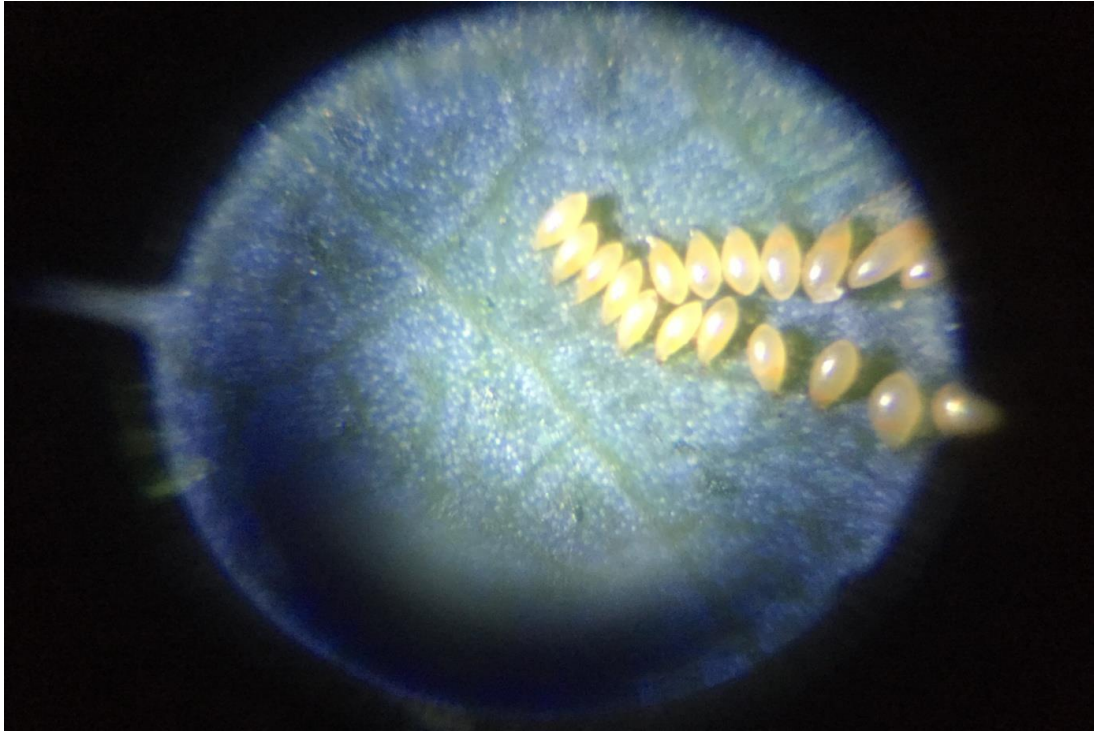


Figure 30 : Les œufs de *Glycaspis brimblecombei*.

3.1.3 Les stades larvaires

Larve stade L1 :

Après l'éclosion des œufs, le premier stade larvaire est mobile. La larve est minuscule et sa taille est de 0,2-0,3 mm. Sa couleur est jaune clair enclin allant au transparent avec deux taches jaunes sur l'abdomen, Les ailes sont absentes et les antennes sont fines et segmentées (03 segments).

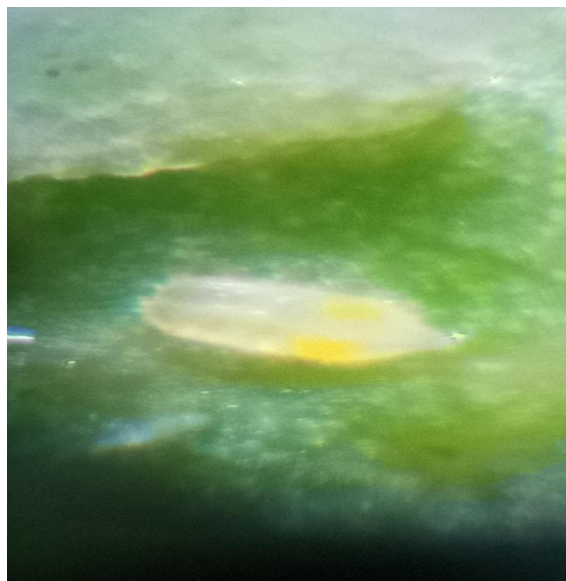


Figure 31 : Larve stade L1 de *Glycaspis brimblecombei*.

Larve stade L2 :

La taille de la larve est de 0,7-1 mm et sa couleur est jaune orange. L'abdomen est segmenté avec absence des ailes, la tête porte deux yeux de couleur rouge et des antennes avec 5 segmentations.



Figure 32 : Larve stade L2 de *Glycaspis brimblecombei*.

Larve stade L3 :

Le troisième stade larvaire se distingue des précédents stades par l'apparition des ébauches alaires blanches moins développées qui émergent du thorax. L'abdomen est plus segmenté que les stades L1 et L2 avec des traits noirs. La larve mesure environ 0,9-1,3 mm avec des antennes plus longues avec 6 segments et des yeux rouges bien visibles.

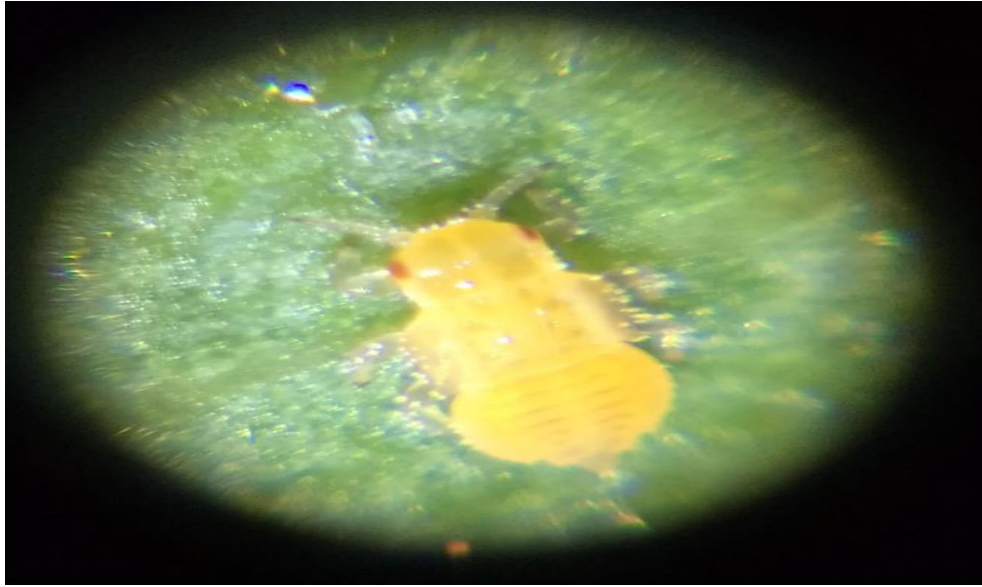


Figure 33 : Larve stade L3 de *Glycaspis brimblecombei*.

Larve stade L4 :

La taille de la larve est de 1,15-1,7 mm, les ailes sont moins développées avec une couleur noire et sont plus longues que celles de la larve du stade L3. L'abdomen est jaune avec des segments noirs bien visibles. Le thorax porte des taches rouges et vertes, des antennes longues avec 7 segmentations et de grands yeux rouges.



Figure 34 : photo stade L4 de *Glycaspis brimblecombei*.

Larve stade L5

Le 5eme stade est le dernier de la métamorphose pour passer au stade adulte. La taille de la larve est de 1,4-1,8 mm, le thorax porte des taches rouges et oranges claires, l'abdomen est vert avec des traits noirs. L'abdomen change sa couleur du vert clair au vert foncé indiquant la fin de la mue. L'antenne porte 9 segments et les ailes sont longues de couleur noir foncé mais moins développées.



Figure 35 : Larve Stade L5 de *Glycaspis brimblecombei*.

3.1 .4 Description d'adulte

Le Mâle et la femelle (*Glycaspis brimblecombei*) se distingues l'un de l'autre par leurs tailles et l'organisation structurelle de leurs organes génitaux. Les femelles se diffèrent des mâles par la taille et la structure de leurs organes génitaux (présence de l'ovipositeur), la femelle a une taille de 1,8-2,4 mm et celle du mâle est de 1,8-2,2 mm) de long.

La tête : La face supérieure de la tête possède deux cônes géniaux dans l'extrémité buccale, les antennes sont fines très longues avec 10 segments, les organes visuels se composent de grands yeux composés de couleur rouge et 3 ocelles (un ocelle entre les antennes et deux autres entre les yeux composés). La tête se caractérise par une couleur verte, la face inférieure porte un stylet dissimulé dans sa tête.

Thorax : La face supérieure est très rigide avec des taches jaunes et rouges, le thorax porte deux paires d'ailes membraneuses inégales (hétérogènes), les ailes antérieures à nervation

simplifiée, les ailes postérieures plus petites avec nervation réduite , la face inférieure porte 3 paires de pattes couvertes de cils pour assurer l'attachement et la mobilité sur la feuille.

L'abdomen : L'abdomen de *Glycaspis brimblecombei* est segmenté et se caractérise par une couleur verte. La femelle possède un abdomen plus long que celui du mâle et se distingue par la présence de l'oviscape. L'abdomen de *Glycaspis brimblecombei* est couvert d'extension des ailes.

Appareil buccal : L'appareil buccal de *Glycaspis brimblecombei* est de type piqueur-suceur pour les cinq stades larvaires et l'adulte. Avec un rostre qui contient le stylet, le ravageur pique les couches fragiles des feuilles d'eucalyptus surtout où se trouve les glandes à huile. Le stylet est très long à son extrémité et possède une aiguille dentée pour pénétrer le tissu végétal de la feuille d'eucalyptus et assurer l'attachement de la larve avec l'arbre et sucer par la suite les nutriments pour une croissance rapide. La larve pour garantir la protection du stylet et pour faciliter sa mobilité, elle plie le stylet et le garde par l'organe de maintenance. La longueur du stylet varie selon la taille de chaque stade larvaire, mais chez l'adulte nous avons remarqué l'existence de rostre sans stylet visible.



Figure 36 : Adulte de *Glycaspis brimblecombei*.

3.1.5 La mue

Psylle d'eucalyptus *Glycaspis brimblecombei* fait sa mue sous et en dehors du bouclier. La mue assure la croissance et le développement du ravageur par le changement de la cuticule pendant les stades larvaires. La mue commence dès le premier stade jusqu'au cinquième stade larvaire.



Figure 37 : La mue externe d'adulte de *Glycaspis brimblecombei*.

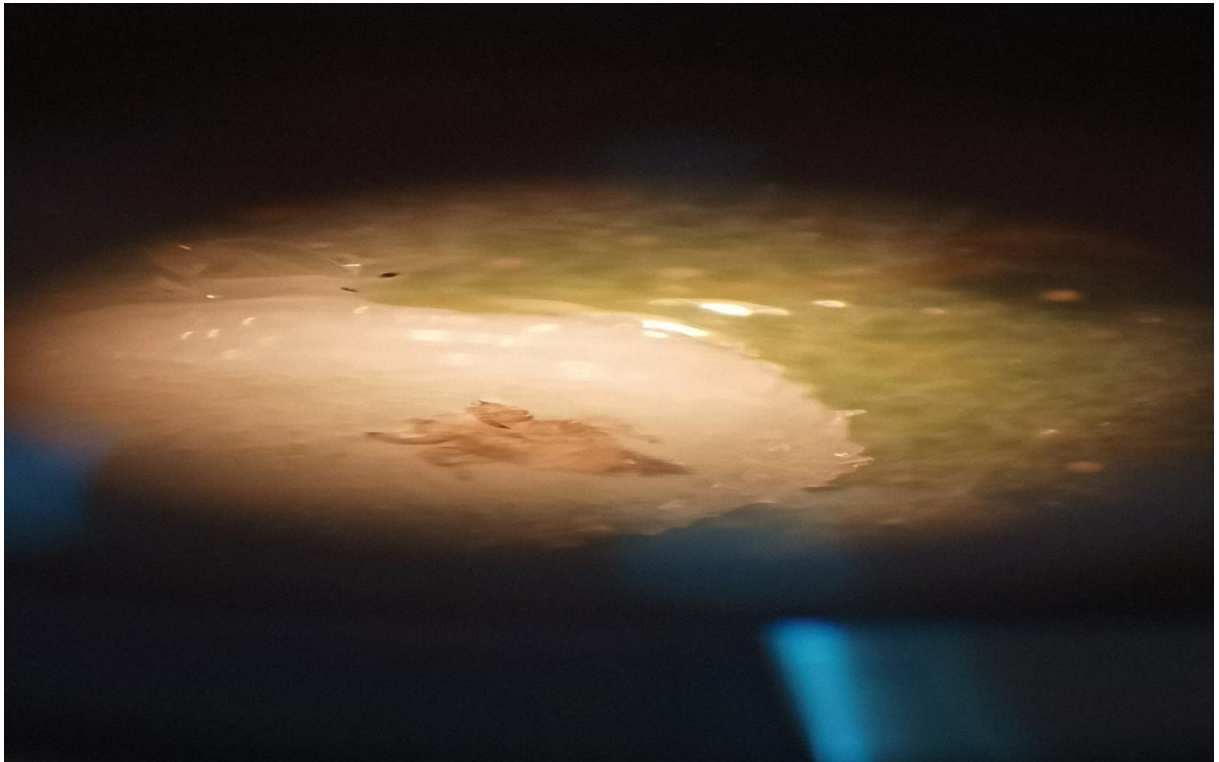


Figure 38 : Mue interne de larve de *Glycaspis brimblecombei*.

3.1.6 Le vol

L'adulte ailé du psylle d'eucalyptus *Glycaspis brimblecombei* a une manière spéciale pour se déplacer; il saute et vole en même temps, ce mouvement brusque ne cause pas de danger à l'insecte parce que son thorax rigide pendant la collision avec les feuilles ou les rameaux. De cette manière rapide de se déplacer, le ravageur évite tout risque de prédation.

3.2 Résultats de l'évolution de nombre des œufs

La figure N 39 présente l'évolution du nombre des œufs de *G. brimblecombei* sur *E.camaldulensi* dans la foret « Zerrifa –Khadrha ». Après nos observations sur le terrain, le comptage au laboratoire, les données expérimentales se sont transformées en données mathématiques. Nous avons constaté que le nombre total des œufs sur 100 feuilles (mélange des feuilles de toutes orientation est-ouest-nord-sud) qui infestent l'arbre, a connu un niveau de ponte discontinue par la femelle de *G. brimblecombei*. Selon le graphe, durant la période du 26 Mars jusqu'au 7 Mai le taux de ponte des œufs est de 28 œufs par semaine, du 14 Mai au 25 Juin le ravageur a une activité accélérée de ponte des œufs, dans cette période le ravageur a pondu ses œufs d'une manière rapide mais intermittente avec un taux moyen de 401 œufs par semaine. Ces valeurs expliquent et démontrent l'existence de deux générations d'évolution de *G. brimblecombei*. L'influence des facteurs abiotiques et biotiques sur la capacité de la ponte des œufs, impacte la longévité de la femelle *Glycaspis brimblecombei* et le sexe des adultes qui émergent de 5eme stade larvaire.

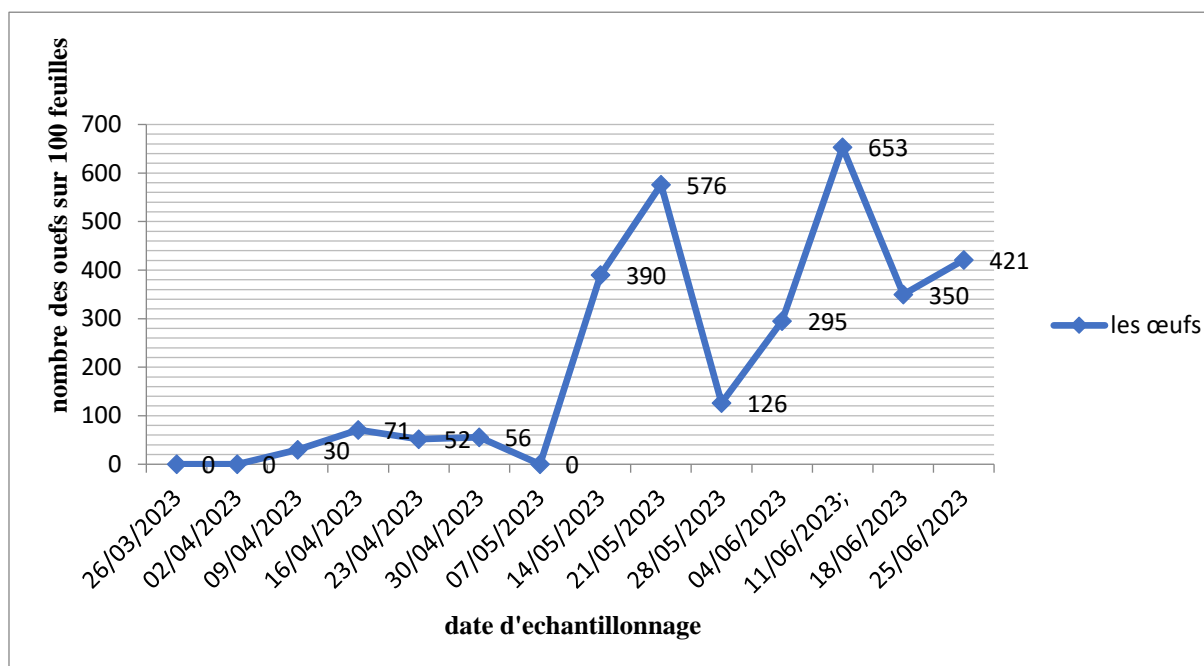


Figure 39: Graphe d'évolution du nombre des œufs pondus par *Glycaspis brimblecombei* sur 100 feuilles d'*Eucalyptus camaldulensi*

3.3 Résultats de l'évolution de nombre des larves

La figure représente le développement du nombre total des larves de tous les stades de ravageur *Glycaspis brimblecombei* sur 100 feuilles d'*Eucalyptus camaldulensi*. Nous avons remarqué

une progression irrégulière du nombre des larves. Selon le graphe il y a 3 phases de changements, les larves durant la période du 26 Mars au 16 Avril ont une croissance de taux moyen de 20 larves par semaine, du 16 Avril jusqu'au 23 Avril le nombre de larves diminue. La deuxième phase débute du 23 Avril jusqu'à 21 Mai avec une augmentation remarquable dans le nombre des larves avec un taux moyen de (54) larves par semaine. La troisième phase débute du 28 Mai jusqu'au 25 juin avec une croissance rapide dans le nombre des larves des différents stades avec une moyenne de 86 larves par semaine.

Ces phases et avec la vitesse moyenne de croissance des larves indiquent que la période du 28 Mai jusqu'au 25 Juin l'arbre devient plus infesté et favorable pour la croissance des larves à cause de différents facteurs qui impactent l'arbre et l'insecte.

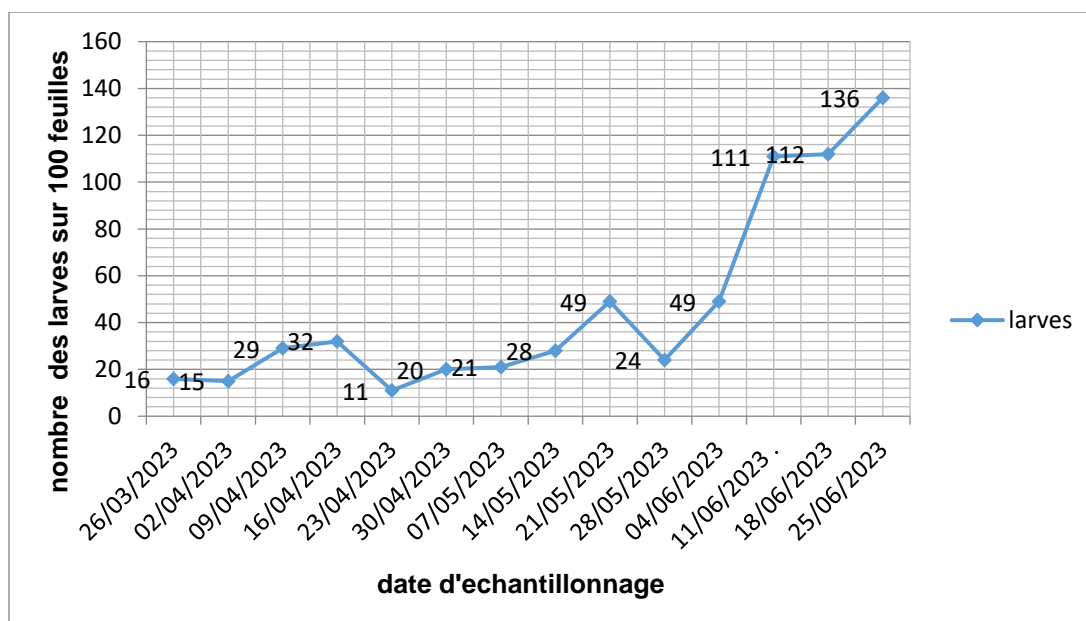


Figure 40 : Graphe d'évolution du nombre des larves *Glycaspis brimblecombei* sur 100 feuilles d'*Eucalyptus camaldulensi*.

3.4 L'évolution des différents stades larvaires par le temps

La figure montre les différents stades larvaires qui infestent l'arbre eucalyptus *camaldulensi* et leur évolution par le temps. Selon les observations effectuées dans la zone d'étude, l'infestation a commencé avant le début de l'étude et il y a même l'existence des traces anciennes du ravageur. Après échantillonnage, analyse des feuilles d'eucalyptus et présentation des données en forme d'un graphe ensuite, nous avons remarqué que l'évolution générale du nombre des larves a deux phases majeures du développement des stades larvaires. A partir du

26 Mars jusqu'au 28 Mai l'évolution et la croissance des 5 stades larvaires du ravageur *Glycaspis brimblecombei* est faible et du 28 Mai jusqu'au 25 Juin, le ravageur a connu un taux remarquable dans le nombre des larves.

L'évolution de stade L1 :

A partir du **26 Mars jusqu'au 28 Mai** : les larves du premier stade ont connu une perturbation dans le nombre des larves avec une vitesse moyenne de croissance de 7 larves par semaine. Du **28 Mai jusqu'au 25 Juin**, l'évolution des larves s'accélérent avec un taux de 61 larves par semaine.

L'évolution de stade L2 :

Du **26 Mars jusqu'au 28 Mai**, les larves ont connu la même perturbation dans l'évolution qui change entre chute et croissance du nombre des larves avec un taux de 6 larves par semaine. Du **28 Mai jusqu'au 25 Juin** le taux a évolué de 13 larves par semaine.

L'évolution de stade L3 :

Du **26 Mars jusqu'au 28 Mai**, le nombre des larves du stade L3 le rythme de croissance a connu une perturbation au même titre que les stades L1 et L2 avec une vitesse de croissance larvaire de 7 larves par semaine et du **28 Mai jusqu'au 25 Juin** avec une vitesse de 6 larves par semaine.

L'évolution de stade L4 :

Du **26 Mars jusqu'au 28 Mai**, la population du ravageur a évolué de la même manière que les autres stades larvaires, une croissance non continue avec un taux de 5 larves par semaine. Du **28 Mai jusqu'au 25 Juin**, la vitesse de croissance est lente par rapport aux autres stades L1, L2, L3 avec un taux de 4 larves par semaine.

L'évolution de stade L5 :

Du **26 Mars jusqu'au 28 Mai**, les larves L5 ont connu une croissance toujours perturbée et le nombre des larves est de 2 larves par semaine. Du **28 Mai jusqu'au 25 juin** nous avons constaté la disparition des larves L5, ceci peut être interprété soit, par leur développement en adulte ou l'activité forte du parasitoïde et des prédateurs.

Tableau 06 : Croissance moyenne des différents stades larvaires du ravageur *Glycaspis brimblecombei*

La date	Stade L1	Stade L2	stadeL3	Stade L4	Stade L5
26 Mars jusqu'à 28 Mai	7 larves par semaine	6 larves par semaine	7 larves par semaine	5 larves par semaine	2 larves par semaine
De 28 Mai jusqu'à 25 juin	61 larves par semaine	13 larves par semaine	6 larves par semaine	4 larves par semaine	0 larves par semaine

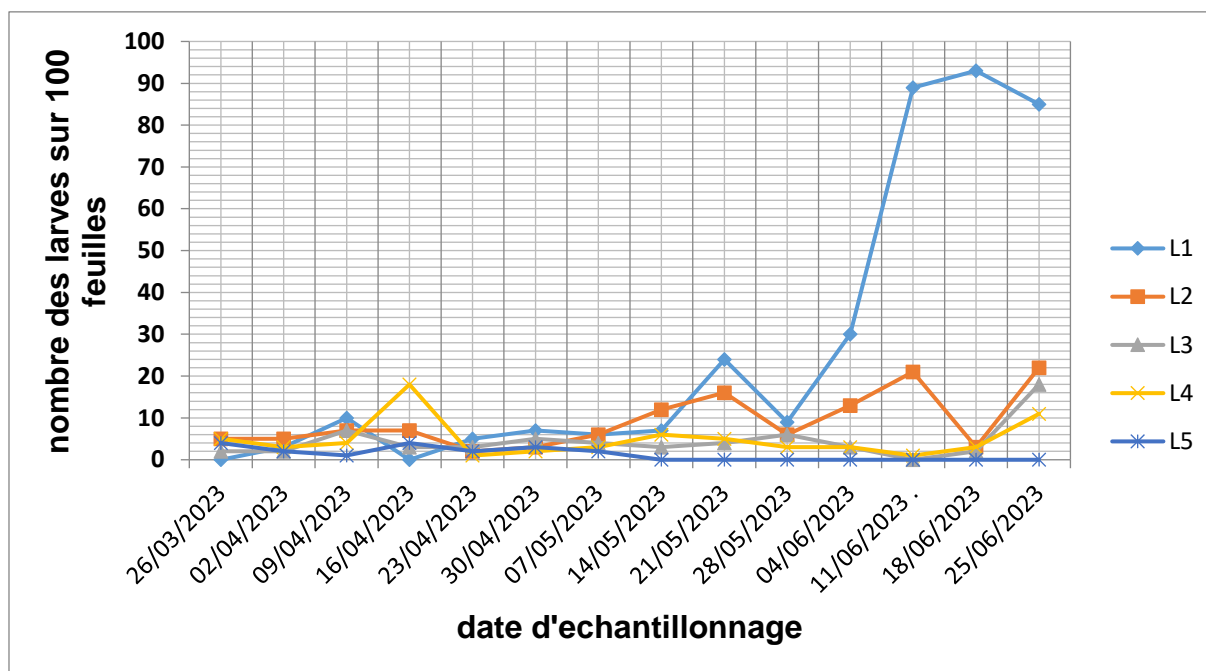


Figure 41 : Graphe d'évolution de nombre des différents stades larvaires de *Glycaspis brimblecombei* sur 100 feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis*.

3.5 L'influence d'orientation (est-ouest-nord-sud) de l'arbre sur la répartition des larves et les œufs de *glycaspis brimblecombei* sur les feuilles d'*Eucalyptus camaldulensi*

Les deux diagrammes en pilier dans les figures représentent le nombre total des larves et des œufs de *Glycaspis brimblecombei* selon les quatre directions (est-ouest-nord-sud) de l'arbre *Eucalyptus camaldulensis* dans 100 feuilles. Selon les observations effectuées sur terrain et les données de comptage des feuilles, nous avons conclu que la direction « Est » des feuilles est plus favorable pour croissance des larves de *Glycaspis brimblecombei* que les autres directions. L'arbre en face « l'est » a un flux d'énergie solaire plus que les autres directions et d'après l'observation de l'arbre, le côté « est » possède des feuilles juvéniles fragiles avec un tissu

végétal sensible de couleur jaune avec une odeur forte d’eucalyptus qui attirent le ravageur, mais la répartition des œufs est hétérogène, elle change avec les semaines d’échantillonnage.

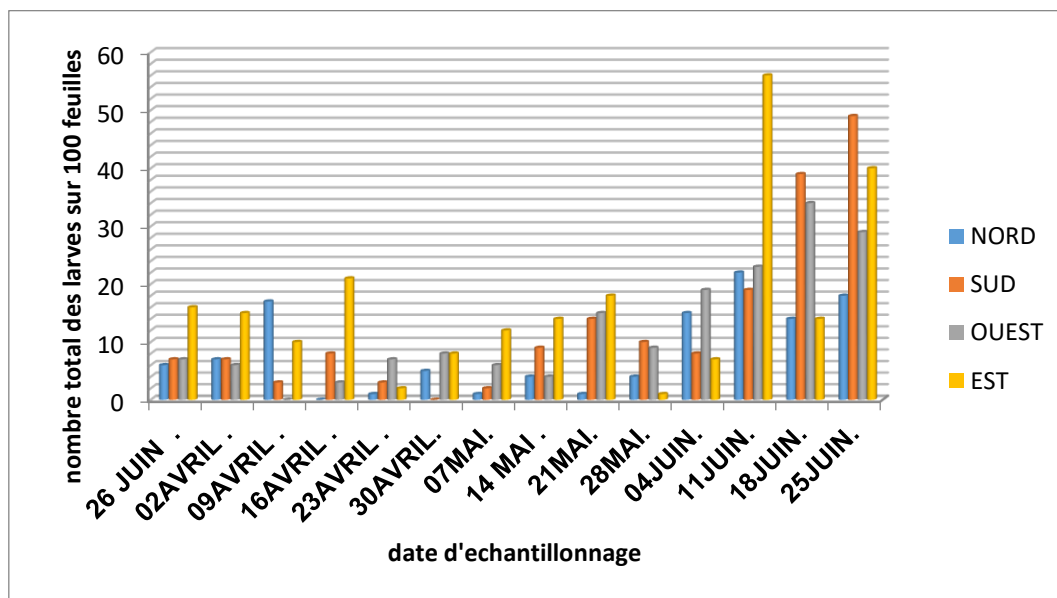


Figure 42: Diagramme en piliers des différents stades larvaires de *Glycaspis brimblecombei* dans les directions (est-ouest-sud-nord).

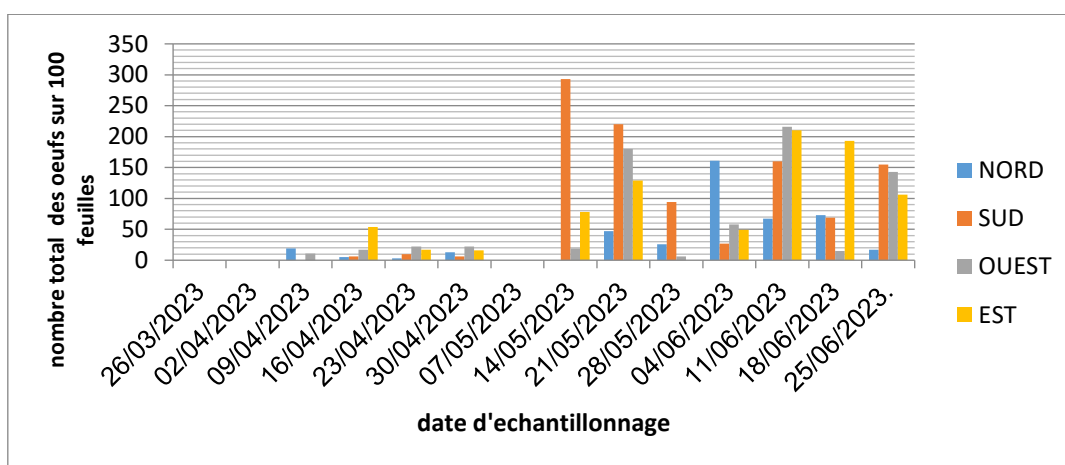


Figure 43 : Diagramme en pilier de la répartition des œufs de *Glycaspis brimblecombei* dans les directions (est-ouest-sud-nord).

3.6 Les prédateurs et les ennemis naturels du ravageur *Glycaspis brimblecombei*

3.6.1 Parasitoïde

Dans le but de trouver une solution biologique pour lutter contre le ravageur d’eucalyptus *Glycaspis brimblecombei* et après prospection nous avons détecté dans la zone d’étude, la présence de l’hyménoptère *Psyllaephagus bliteus* parasitoïde de psylle d’eucalyptus, qui s’attaque au larves de *Glycaspis brimblecombei* en stade final (en particulier le stade L5).

Sur le terrain, nous avons partagé le travail entre l'observation du comportement de parasitoïde vis-à-vis du ravageur et sa capture (en état vivant ou mort) et l'étude au laboratoire pour la caractérisation et l'identification de *Psyllaephagus bliteus*.

3.6.1.1 Description morphologique de *Psyllaephagus bliteus*

3.6.1.2 La tête

Pièce buccale :

Chez le male et la femelle de *Psyllaephagus bliteus*, la face inférieure de la tête, porte un appareil buccal de type broyeur servant à creuser un trou dans la larve momifiée et échapper pour continuer le cycle du parasitisme.

Les yeux :

Psyllaephagus bliteus possède deux types de yeux, un type qui a de grands yeux en forme ronde de couleur marron doré et le second type a de petits yeux « ocelles » sous forme de trois points noirs se trouvant entre les deux grands yeux.

Les antennes :

Psyllaephagus bliteus possède des antennes en forme d'un flagelle segmenté de couleur marron, les antennes du parasitoïde dans leur état normal sont en extension, une fois en état de recherche du ravageur, il plie ses antennes en forme de la lettre « L » pour détecter les larves sous le bouclier du ravageur *Glycaspis brimblecombei*.

3.6.1.3 Le thorax

Le thorax a une couleur verte irisée, il est couvert par des cils minuscules et sa face supérieure est composée d'une paire d'ailes. Sur sa face inférieure il y a 3 paires de pattes en couleur jaune doré.

3.6.1.4 L'abdomen

L'abdomen de *Psyllaephagus bliteus* est de couleur vert foncé avec des segments visibles couvert par les ailes se trouvant sur sa face supérieure. L'abdomen de la femelle est caractérisé par la présence d'un oviscapte visible en forme d'une aiguille servant à injecter les œufs dans les larves pendant le parasitisme.

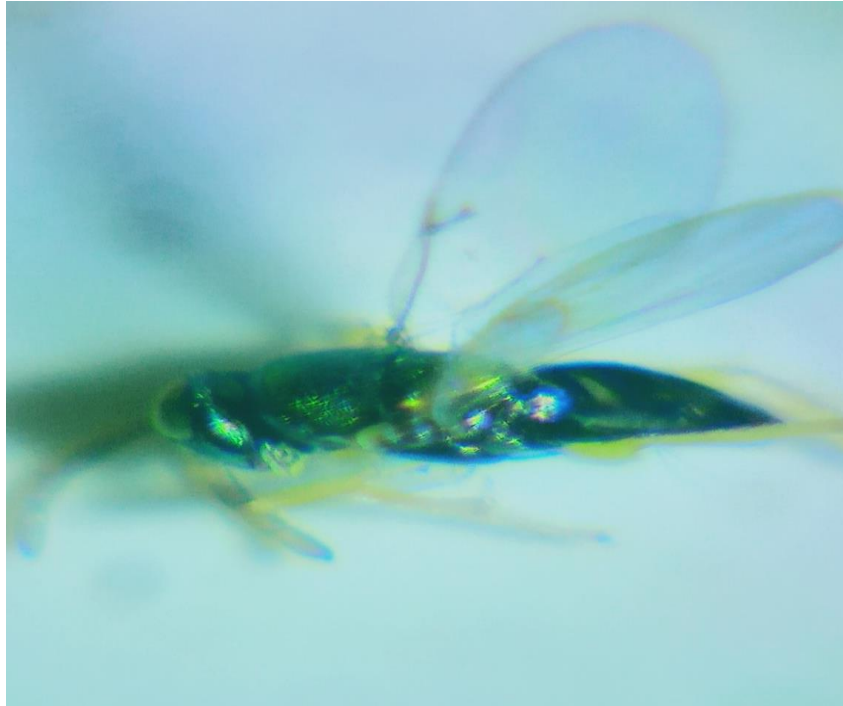


Figure 44 : Adulte parasitoïde de *Psyllaephagus bliteus*.

3.6.1.5 Parasitisme de *Glycaspis brimblecombei* par le parasitoïde *Psyllaephagus bliteus*

Après l'accouplement, la femelle de *Psyllaephagus bliteus* parasite les larves de *Glycaspis brimblecombe*. Elle cherche en premier lieu les larves qui se trouvent sous les boucliers de *Glycaspis brimblecombe* en utilisant ses organes sensoriels (les yeux et les antennes) pour détecter la présence des larves. D'après nos observations sur le comportement du parasitoïde vis-à-vis du ravageur, la femelle de *Psyllaephagus bliteus* utilise surtout ses antennes, elle s'approche du bouclier et tape avec ses antennes dans différentes point sur la surface du bouclier si elle détecte la présence d'une larve adaptée pour la croissance de ses œufs, elle tourne son corps puis entre les trous du bouclier avec une manière d'endoparasitisme elle injecte à l'aide d'oviscapte l'œuf dans le corps de la larve. D'après nos observations dans le laboratoire, nous avons conclu que le parasitoïde, femelle de *Psyllaephagus bliteus* préfère le dernier stade larvaire du ravageur L5 pour la croissance de ses œufs. Le parasitoïde *Psyllaephagus bliteus* dont le corps de la larve est parasité subi une transformation de type holométabole finira par une chrysalide noire qui donne selon différents facteurs un adulte *Psyllaephagus bliteus* male ou femelle. La taille du futur parasitoïde *Psyllaephagus bliteus* est influencé par la taille de la larve L5 parasitée. La larve L5 dans le stades de momification subira un

changement de couleur du blanc au marron doré indiquant l'approche de l'émergence de *Psyllaephagus bliteus*.

3.6.1.6 L'évolution du nombre total de parasitoïde *Psyllaephagus bliteus* en rapport avec le nombre total de stade L5 de *G. brimblecombei*

La figure 45 illustre deux graphes qui représentent la relation entre le nombre de parasitoïdes *Psyllaephagus bliteus* et les larves du stade final L5 de *Glycaspis brimblecombei*. Selon les informations obtenues des deux graphes, on a constaté qu'à partir du 26 Mars jusqu'au 21 Mai y a une présence d'activité synchronisée entre le ravageur et le parasitoïde qui indique un rythme lent du parasitisme. Du 21 Mai jusqu'au 25 Juin on remarque la disparition des larves L5 et l'augmentation du nombre des parasitoïdes *Psyllaephagus bliteus* qui montre un rythme de parasitisme rapide.

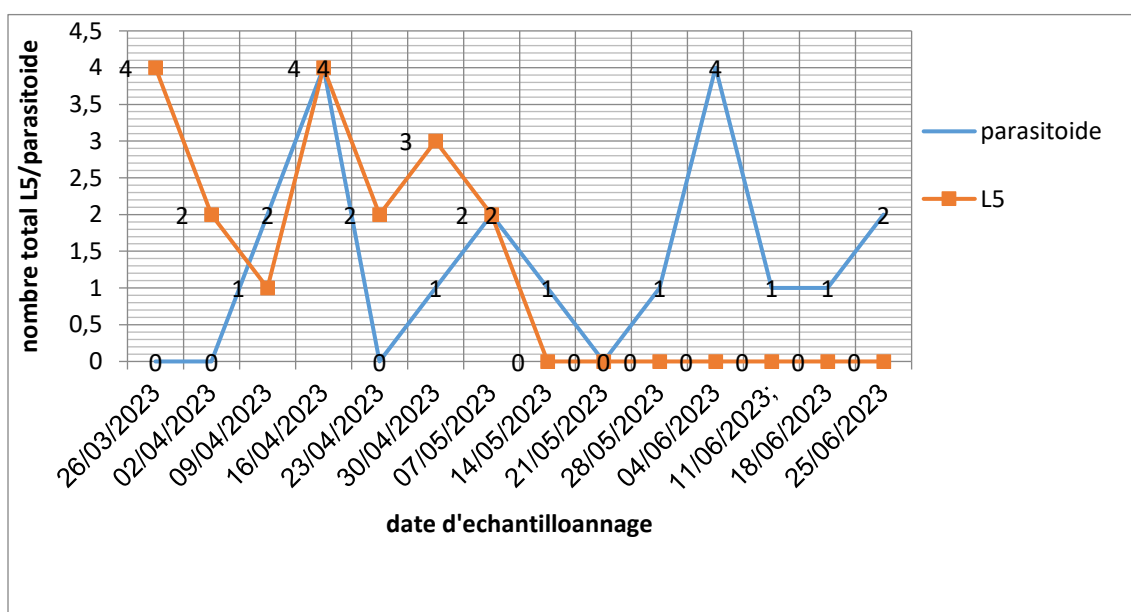


Figure 45 : Graphes de l'évolution du nombre total de parasitoïde *Psyllaephagus bliteus* par rapport au nombre total des larves de stade L5 de *G. brimblecombei* sur *E. camaldulensis*

3.7 L'influence des différents facteurs biotique et abiotique sur la dynamique de population de ravageur *Glycaspis brimblecombei*

3.7.1 Effet de température sur l'évolution larvaire de ravageur *glycaspis brimblecombei*

La température est un facteur considérable dans la croissance des insectes et leur comportement en général. Le ravageur psylle d'eucalyptus *glycaspis brimblecombei* est de type sang-froid

« poïkilothermes » qui est influencé par la température. Dans la figure 46 on remarque la relation entre le développement larvaire et les températures moyennes enregistrées dans la zone d'étude forêt « Zerrifa –Khadra ». D'après les graphes il y a une relation de corrélation directe entre le nombre des larves suivant la variation des températures (la haute température augmente l'infestation- la température basse favorise la diminution en taux d'infestation par le ravageur *Glycaspis brimblecombei*).

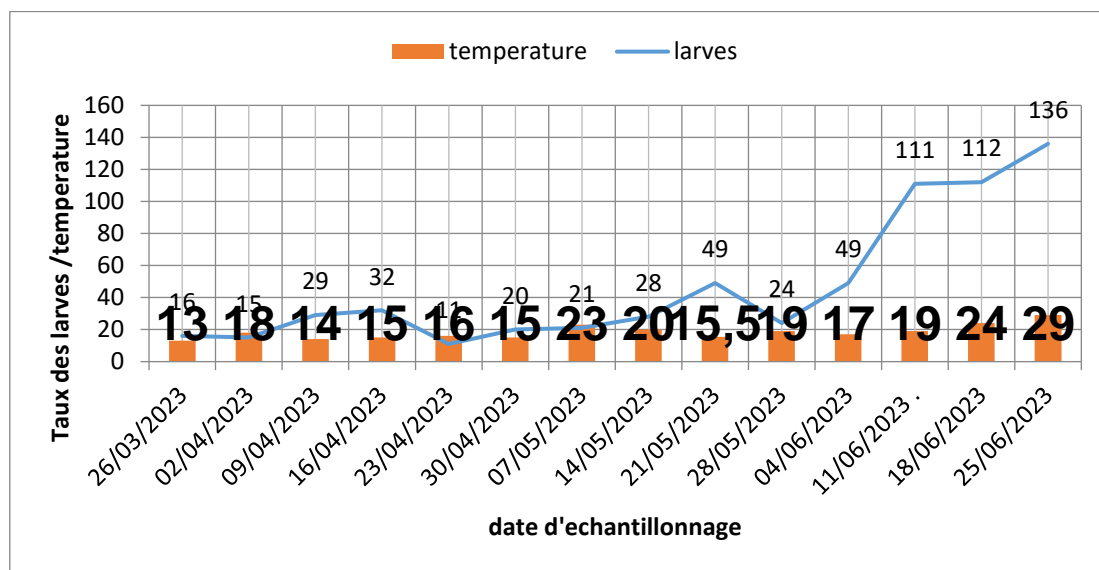


Figure 46 : Effet de la température sur l'évolution du nombre total des larves de *Glycaspis brimblecombei*.

La figure 46 représente l'évolution des différents stades larvaires du ravageur *Glycaspis brimblecombei* et la relation avec la température, l'influence de la température sur le nombre des différents stades larvaires est dans la période des échantillonnages (une semaine) selon les graphes le nombre des larves L1, L2, L3, L4 de période du **26 Mars jusqu'au 28 Mai** augmente en relation avec la moyenne de température et chute quand il y a une perturbation dans la température, du **28 Mai jusqu'au 25 juin** on a une moyenne de température stable et croissante qui a un impact positif sur le nombre des larves (L1, L2) et augmentation perturbée pour L3 et L4 **du 26 mars jusqu'au 7 Mai** le nombre des larves du dernier stade L5 est perturbé en relation avec l'instabilité moyenne des températures, du 14 Mai jusqu'au 25 Juin il y a une disparition de nombre des larves sa cause de l'augmentation de la température qu'influence sur la vitesse de métamorphisme larvaire en adulte et sur l'activité du parasitisme (*psyllaephagus bliteus*).

Tableau 07 : Les températures favorables et défavorables pour le développement larvaire du ravageur *glycaspis brimblecombei* selon les graphes.

	L1	L2	L3	L4	L5
Température favorable pour la croissance	19-24 C°	29 C°	24C°	15C°	18 C°
Température défavorable pour la croissance	13-14 C°	15C°	13C°	13C°	13C°

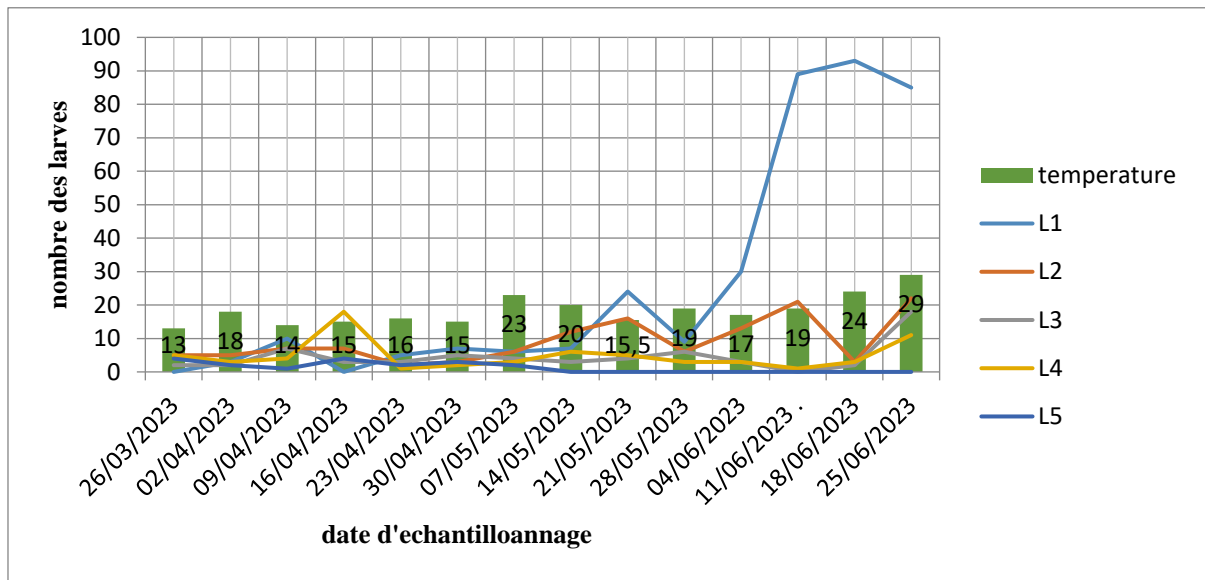


Figure 47 : Effet de la température sur l'évolution des différents stades larvaires de *Glycaspis brimblecombei*.

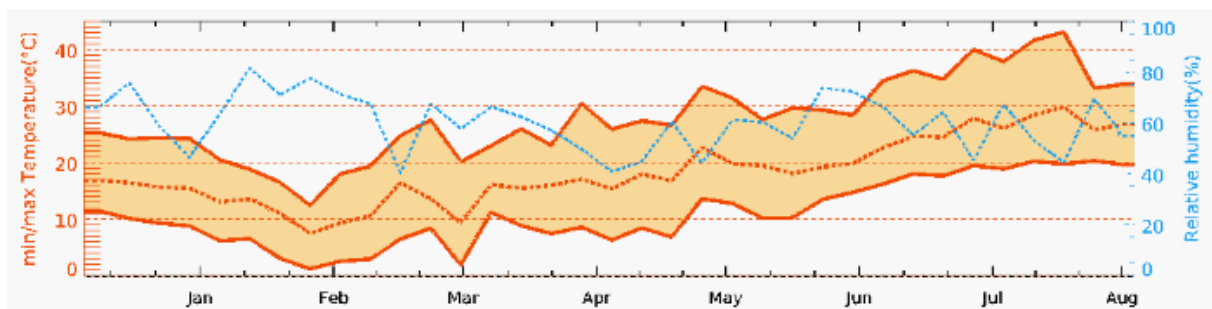


Figure 48 : Les températures dans la zone d'étude « foret Zerrifa-Khadrha » Mostaganem.

3.7.2 Effet de la pluie sur l'évolution larvaire de ravageur *glycaspis brimblecombei*



Figure 49 : Taux de pluie dans la zone d'étude « foret Zerrifa-Khadrha » Mostaganem

La pluie comme étant un facteur climatique a une influence directe et indirecte sur la population du ravageur *G. brimblecombei*, l'effet direct par les fortes gouttelettes de la pluie causent le détachement des boucliers et exposent les larves aux facteurs biotiques (prédateurs) et abiotiques et chez l'adulte une inhibition des activités d'accouplement, le vol, et le changement d'endroit sur la feuille ou l'arbre, effet indirect de l'arbre d'eucalyptus sur l'activité du ravageur. D'après les données de quantité de la pluie dans la zone d'étude, le démarrage lent du nombre total des larves *G. brimblecombei* à cause des précipitations marqués en mois de Janvier, Février et Mars , de la fin de mois d'Avril jusqu'au le 21 Mai on a une augmentation faible constante à cause de faible quantité de la pluie , en 28 Mai une chute du nombre des larves provoquée par deux jours pluvieux enregistrés le 23 et 27 Mai avec un taux de 4 mm, le 2 Juin une grande quantité de pluie 40 mm a amélioré le nombre des larves surtout pour les stades L1 et L2 et chute du nombre des larves L3, L4. Les données météorologiques indiquent que la pluie a un effet positif sur la croissance des larves sensibles L1, L2 et montre une relation entre la quantité d'eau dans l'arbre et le taux des larves. Une pluviométrie de 40 mm a causé le détachement des boucliers des larves L3 et L4.

3.7.3 Effet du vent

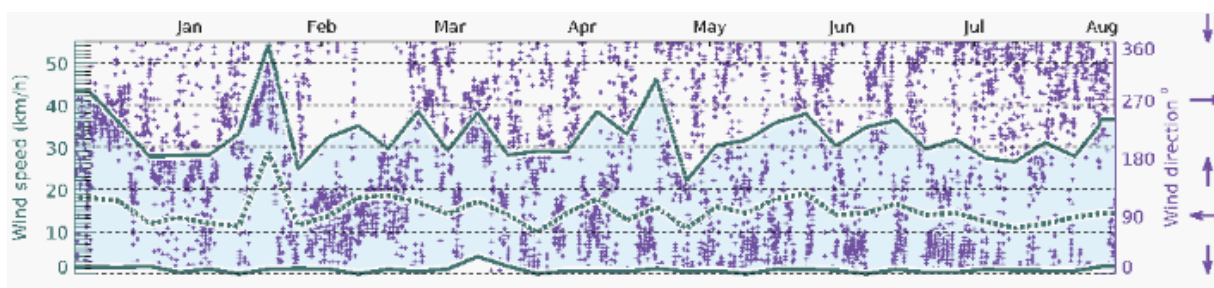


Figure 50 : vitesse du vent dans la zone d'étude « foret Zerrifa-Khadrha » Mostaganem.

Le souffle des vents dans la zone d'étude a une vitesse moyenne de 20 Km/h pendant toutes les période d'échantillonnage, le vent favorise la dissémination du ravageur adulte *Glycaspis brimblecombei* sur d'autres arbres d'eucalyptus et le vent n'a pas un effet directe sur les différents stades larvaires suite à l'attachement du bouclier avec les feuilles mais en cas de vent fort le frauttement des feuilles et les rameaux entre eux peut détacher les boucliers fragiles. On a remarqué que durant les mois, Mai et Juin le taux d'infestation augmente sur les arbres d'eucalyptus suite a la relation entre métamorphisme rapide des larves L5 en adultes et la dissémination par le vent. Comme un mécanisme de défense contre les vent forts, l'adulte de *Glycaspis brimblecombei* se dissimule sous la feuille.

A la fin d'Avril, Mai et Juin on a enregistré des vents chauds qui ont provoqué le dessèchement de quelques feuilles, les larves de ces feuilles quittent les boucliers pour s'installer sur des feuilles vertes et reconstruire le bouclier pour finir les stades larvaires jusqu'aux stades adultes.

NB : le site « **Meteoblue** » est notre source des données métrologiques.

3.7.4 Effet d'exposition au soleil

le ravageur *Glycaspis brimblecombei* d'après l'observation des arbres d'eucalyptus *camaldulensi* sur le terrain, les feuilles exposées directement au soleil ont un grand taux d'infestation par les boucliers et la femelle pond les œufs sur les feuilles ou il y a eu une intensité lumineuse par le soleil par contre les côtés sombres de l'arbre on a un taux faible d'infestation et une ponte baisse des œufs, l'adulte *Glycaspis brimblecombei* choisit le coté ou il y a eu un flux d'énergie solaire pour garantir la rigidité du bouclier et développer rapidement des œufs et les différents stades larvaires.

3.7.5 Effet des stades phénologiques

selon notre observation sur le terrain l'espèce *Eucalyptus camaldulensi* sensible a l'infestation du ravageur *Glycaspis brimblecombei* ce qui conclut qu' il ya une relation entre le taux d'infestation et la phénologie d'arbre, on a remarqué que l'adulte femelle *Glycaspis brimblecombei* pond les œufs sur les feuilles juvéniles plus que sur les vieilles feuilles , les larves des différents stades existent plus dans les feuilles juvéniles par rapport aux feuilles adultes, pendant la floraison d' *Eucalyptus camaldulensis* on a constaté une augmentation d'infestation dans les arbres surtout en de mois Mai et Juin.

3.7.6 L'effet d'hauteur d'arbre d'*Eucalyptus camaldulensis* sur le ravageur *Glycaspis brimblecombei*

au début de la période d'étude qui a indiqué que la hauteur de l'arbre a un effet positif sur l'infestation, les symptômes du ravageur sur les rameaux près du sol sont moins infestés que dans les hautes feuilles d'arbres, ce comportement de l'adulte *glycaspis brimblecombei* est une manière de défense contre les ennemis possibles et garantir une bonne qualité des feuilles saintes qui facilite à la femelle la ponte des œufs et créer une nouvelle génération, les arbres infestés à grande hauteur donnent des indices de pouvoir au ravageur *glycaspis brimblecombei* de voler en plusieurs mètres, cette manière a une grande efficacité d'infester une grande superficie de la forêt et selon la propagation massive sur l'extrémité des arbres elle peut donner une idée que les arbres d'eucalyptus à grandes hauteurs empêchent l'activité de parasitisme par *Psyllaephagus bliteus*.



Figure51 : Des infestations de *Glycaspis brimblecombei* sur des feuilles d'*Eucalyptus camaldulensi* (altitude 3 mètres)

3.7.7 L'effet du ravageur *Glycaspis brimblecombei* dans la zone d'étude forêt Zerrifa - Khadra » Mostaganem :

L'étude du ravageur *Glycaspis brimblecombei* sur différents peuplements d'eucalyptus dans la forêt « forêt Zerrifa -Khadra Mostaganem » a prouvé que l'espèce *Eucalyptus camaldulensis* est plus sensible et plus infesté par le ravageur que les autres espèces. Dans les autres zones forestière on a constaté l'absence de ravageur sur l'espèce *Eucalyptus gomphocephala* , les arbres *Eucalyptus camaldulensis* avec grande densité de feuillage et très proches les uns des autres ont un taux d'infestation plus élevé que les arbres solitaires. les arbres *eucalyptus camaldulensis* que se situent sur les bords de la route fréquentée par activité automobile ont une grande infestation que les arbres se trouvant loin des routes , les feuilles d' *Eucalyptus camaldulensis* infectés par le ravageur *Leptocybe invasa* (les galles d'eucalyptus) ont un degré faible d'infestation par *Glycaspis brimblecombei* et l'absence du ravageur sur les feuilles malades (feuilles sèches et infectés par maladies cryptogamiques) .



Figure 52 : Feuilles d'*Eucalyptus gomphocephala* non infestées par le ravageur *Glycaspis brimblecombei*.

3.8 Utilisation des données satellitaire pour détecter l'effet de ravageur *Glycaspis brimblecombei* dans la foret « Zerrifa –Khadrha » Mostaganem et la relation entre quantité d'eau dans les feuilles et le ravageur :

3.8.1 Information sur le site EOSDA Landviewer

EOSDA LandViewer est un outil numérique par satellite créé par EOS Data Analytics (EOSDA), un fournisseur mondial de confiance d'analyse d'images satellite. En utilisant plus de 10 indices disponibles sur la plate-forme et en extrayant des informations à partir de données satellitaires pour relever les défis commerciaux, le service fournit peut gérer la recherche, la visualisation et le traitement de données à la volée. Les utilisateurs peuvent télécharger

gratuitement des photographies de résolution moyenne à l'aide du logiciel (10 images gratuites par jour) et, ainsi, sert de catalogue d'images satellite obtenues à partir de plusieurs sources de données telles que Sentinel-2 L2A, Landsat 8 OLI + TIRS, Landsat 7 ETM+, Landsat 4-5 MSS, Landsat 4-5 TM, CBERS-4 MUX, CBERS-4 WFI, CBERS-4 PAN5, CBERS-4 PAN 10 et CBERS-4 NAIP. Les visiteurs peuvent également acheter des images à haute et très haute résolution (jusqu'à 0,4 m par pixel) provenant de divers satellites, notamment KOMPSAT-2, KOMPSAT-3A, KOMPSAT-3, SuperView, Gaofen 1, Gaofen 2, Ziyuan-3, et TripleSat (LandViewer, 2023).

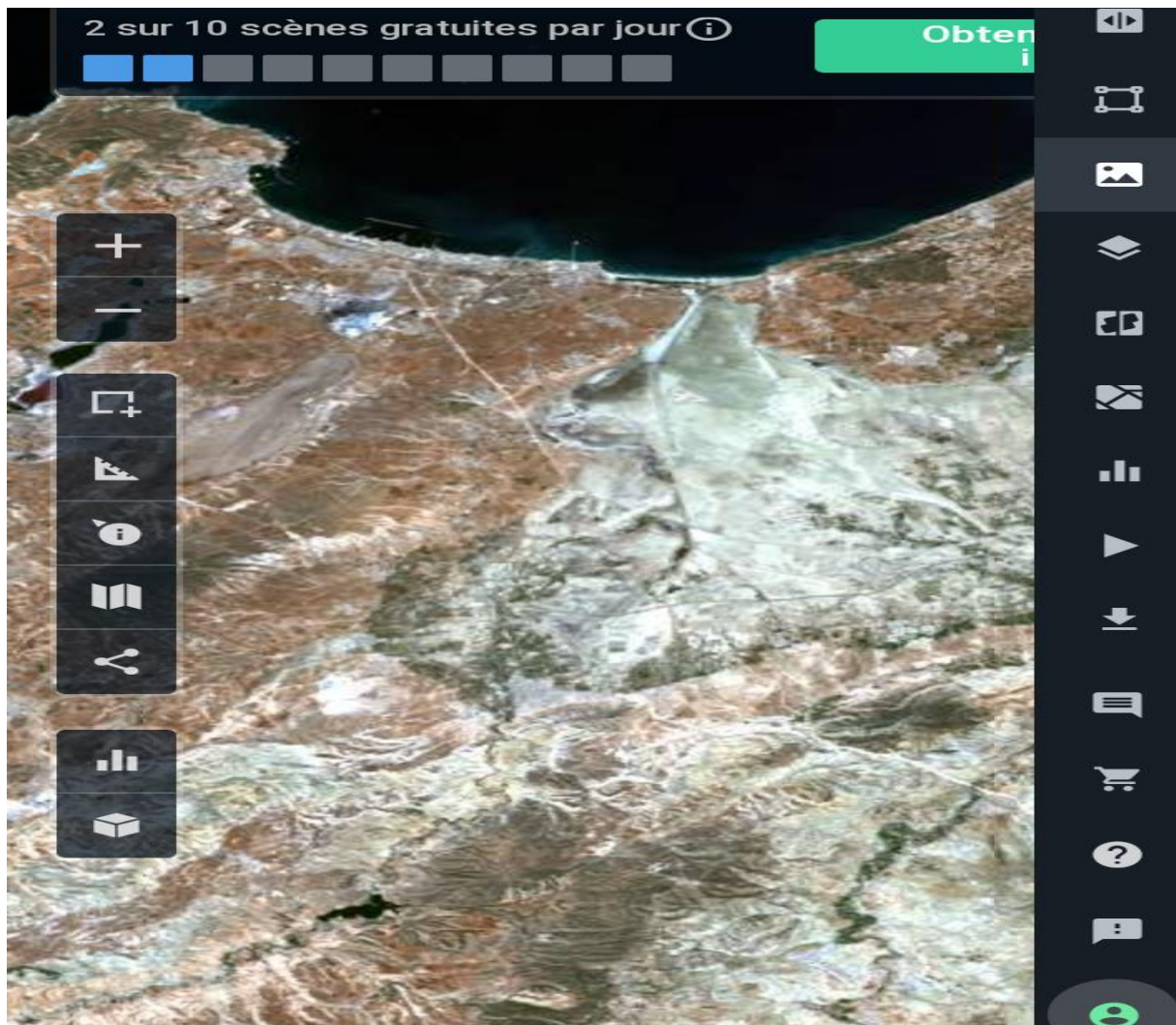


Figure 53 : image représentative sur le site « Landvierwer ».

3.8.2 Détecter l'effet du ravageur *Glycaspis brimblecombei* dans la forêt « Zerrifa – Khadrha » Mostaganem et le relation entre la quantité d'eau dans les feuilles et l'évolutions larvaires par les indices NDVI et NDWI

Avec l'utilisation de **EOSDA LandViewer** on a obtenu des données satellitaires du 26 Mars jusqu'au 25 Juin concernant la zone d'étude forêt « Zerrifa – Khadrha » de Mostaganem pour réaliser une relation entre l'effet du ravageur *Glycaspis brimblecombei* sur l'eucalyptus et entre le facteur hydrique dans les feuilles qui influence le développement du ravageur avec l'aide des indices **NDVI** -**NDWI** de différents satellites (Landsat8-Sentinel2).

3.8.2.1 L'indice NDVI :

L'indice **NDVI** ou **Normalized Difference Vegetative Index** permet de déterminer la santé de la végétation en mesurant la teneur en chlorophylle des plantes via des capteurs embarqués sur des satellites. Le NDVI est caractérisé par une grandeur physique, la réflectance, qui détermine la capacité des cultures à réfléchir la lumière. En agriculture, cet indice de végétation permet de mesurer le taux de couverture végétale et la vigueur de la culture présente sur une parcelle agricole.

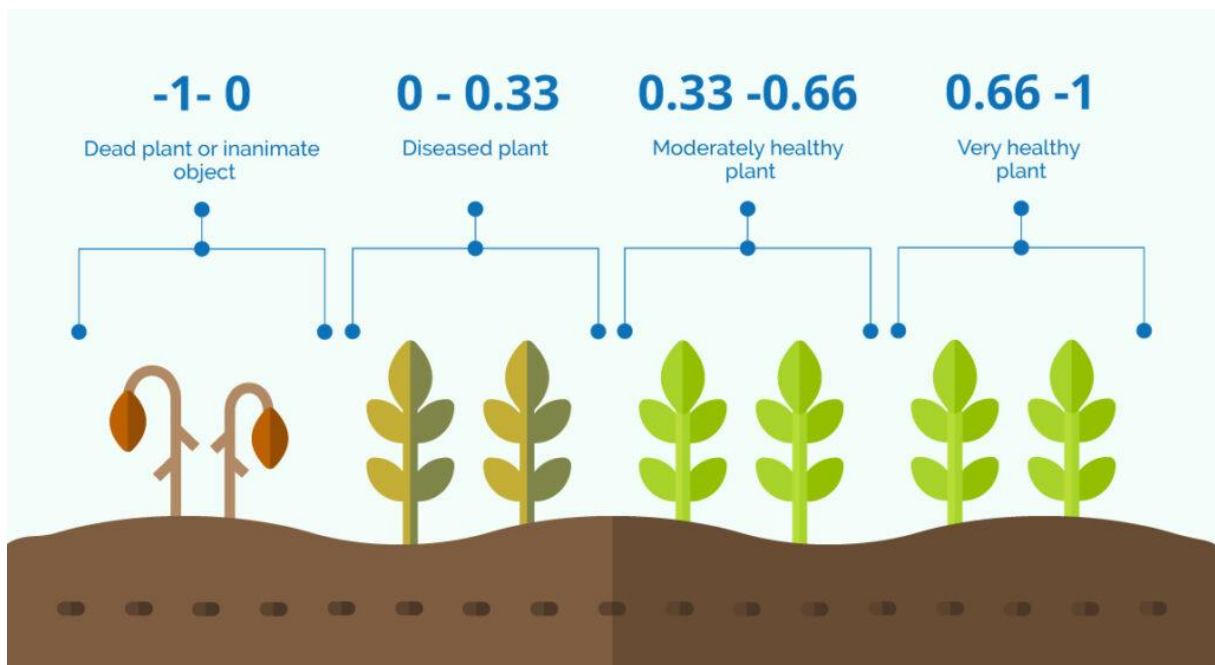


Figure 54 : les valeurs d'échelle d'indice NDVI.

3.8.2.2 L'indice NDWI

L'indice de teneur en eau par différence normalisée (NDWI) utilise le rayonnement proche infrarouge réfléchi et la lumière verte visible pour améliorer la présence de telles caractéristiques tout en éliminant la présence de caractéristiques du sol et de la végétation terrestre. Il est suggéré que le NDWI puisse également fournir aux chercheurs des estimations pour surveiller les changements dans la teneur en eau des feuilles. Les données extraites d'une image satellite à l'aide de l'indice NDWI sont visualisées sous forme de cartes à l'aide d'une palette de couleurs et de graphiques pour montrer comment les valeurs changent au fil du temps sous forme de courbe.

Sur une carte, les valeurs les plus élevées approchant +1 apparaissent généralement en bleu et correspondent soit à une teneur élevée en eau, soit à une surface d'eau, tandis que les valeurs inférieures jusqu'à -1 sont les signes révélateurs de conditions de sécheresse, sauf si la zone d'intérêt est une surface non aqueuse.

3.8.3 Protocole de travail

Les données satellitaire sous forme des images et graphes de **EOSDA LandViewer** sont obtenues par deux différents satellites (Landset8 – Sentienl 2) , pour analyser l'effet de ravageur *glycaspis brimblecombei* sur le peuplement d'*eucalyptus camaldulensis* grace a l'indice **NDVI** et la relation entre teneur d'eau dans les feuilles et l'évolution larvaire du ravageur *glycaspis brimblecombei* par l'indice **NDWI** . et ayant pris une photo satellitaire de chaque mois des mois suivants (Mars-Avril-Mai-Juin) et effectuant les analyse des graphes afin de détecter le changement des couleurs qui déterminer l'effet positif ou négatif de teneur d'eau dans les feuilles pour le ravageur *glycaspis brimblecombei* et l'effet phytosanitaire du ravageur direct et indirect sur l'arbre dominant *eucalyptus camaldulensis* dans la zone d'étude forêt « Zerrifa –Khadrha ».

3.8.3.1 Résultat des indices NDWI et NDVI par différents satellites (Landset8 – Sentinel 2) :

Photos satellitaires d'indice NDVI du satellite Sentinel 2 :

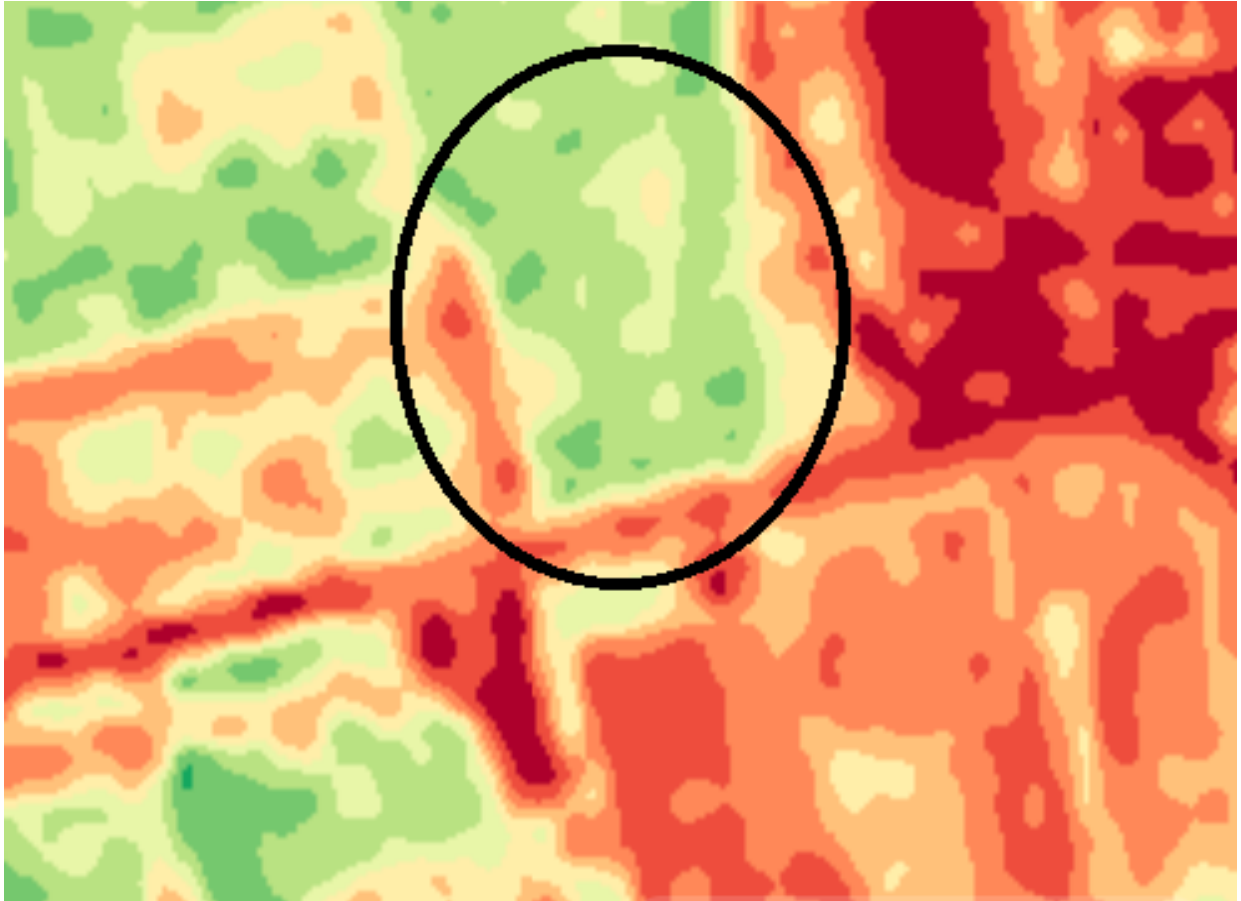


Figure 55 : Le changement des couleurs d'indice NDVI dans la zone d'étude jour 28 Mars

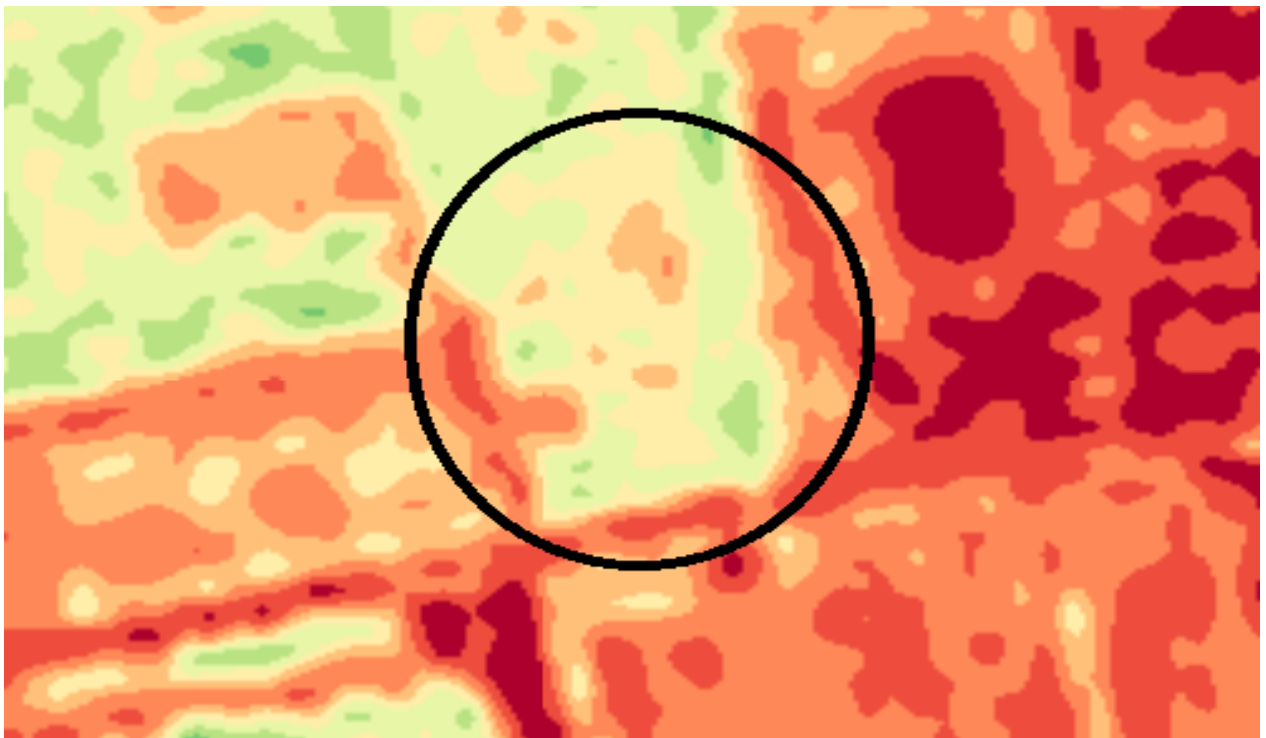


Figure 56 : Le changement des couleurs d'indice NDVI dans la zone d'étude jour 27 Avril.

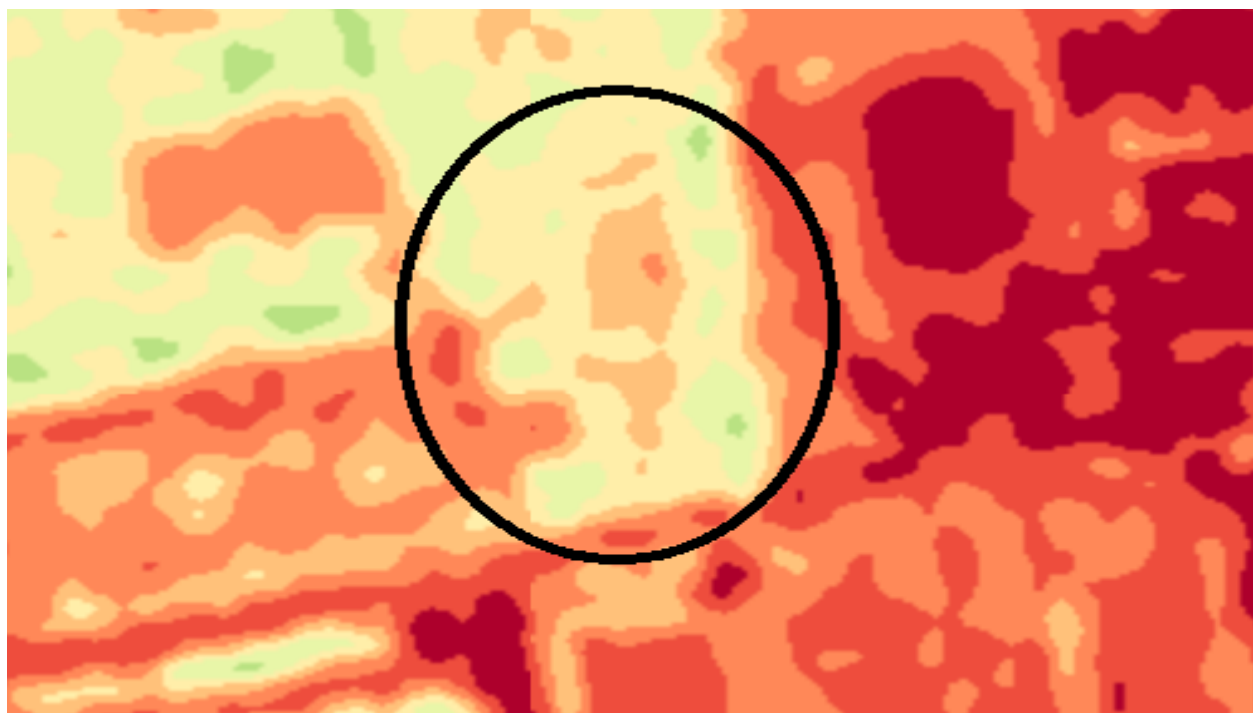


Figure 57 : Le changement des couleurs d'indice NDVI dans la zone d'étude jour **22 Mai**.

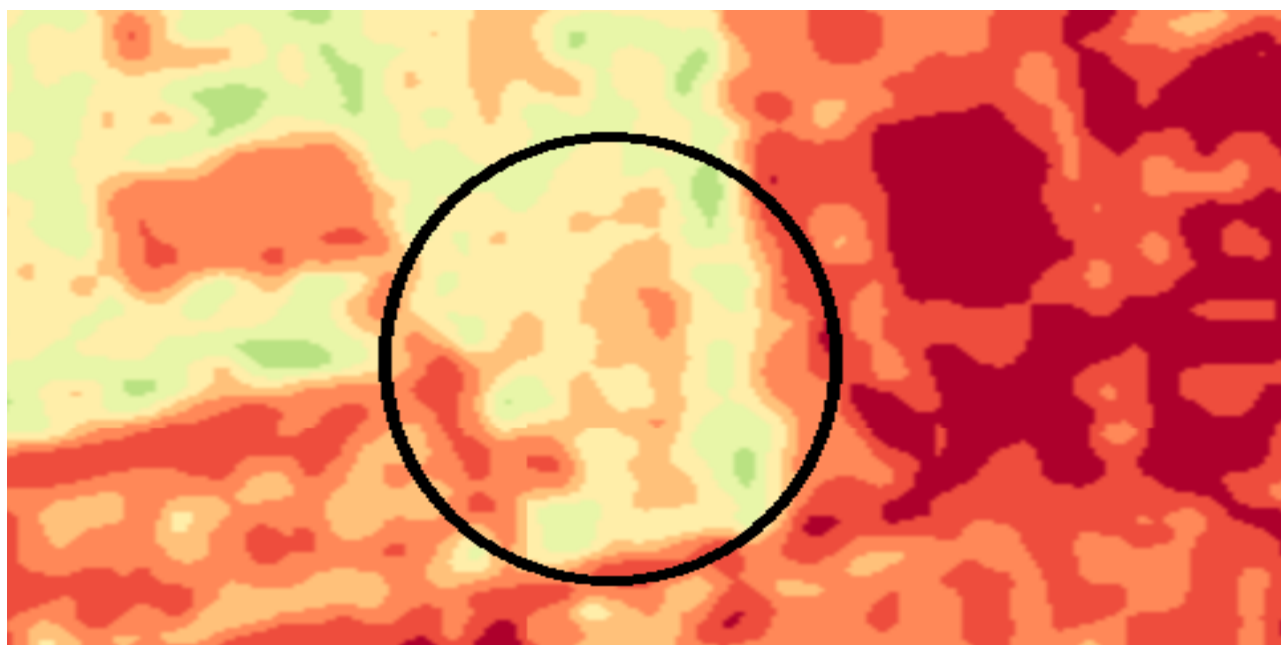


Figure 58 : Le changement des couleurs d'indice NDVI dans la zone d'étude jour **26 Juin**.

Photos satellitaires indice NDWI :



FIGURE 59 : Le changement de couleur d'indice NDWI dans la zone d'étude jour 28 Mars.



FIGURE 60 : Le changement des couleurs d'indice NDWI dans la zone d'étude jour 27 Avril.



FIGURE 61 : Le changement des couleurs d'indice NDWI dans la zone d'étude jour **22Mai**.



Figure 62 : Le changement des couleurs d'indice NDWI dans la zone d'étude jour **25 Juin**.

Graphe NDVI et NDWI du satellite Landsat8 :

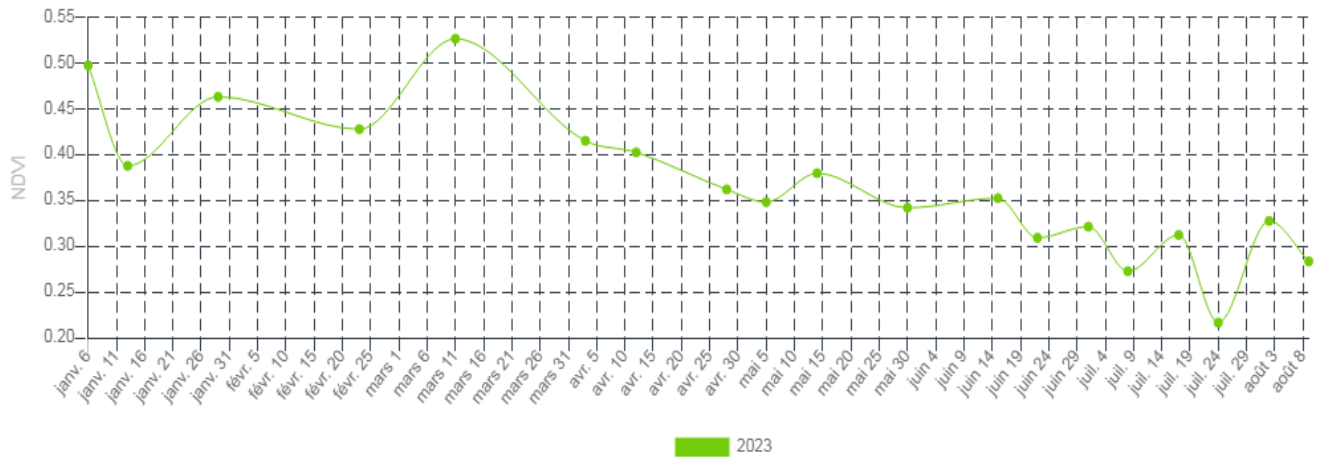


Figure 63 : graphe d'indice NDVI du satellite Landsat8.

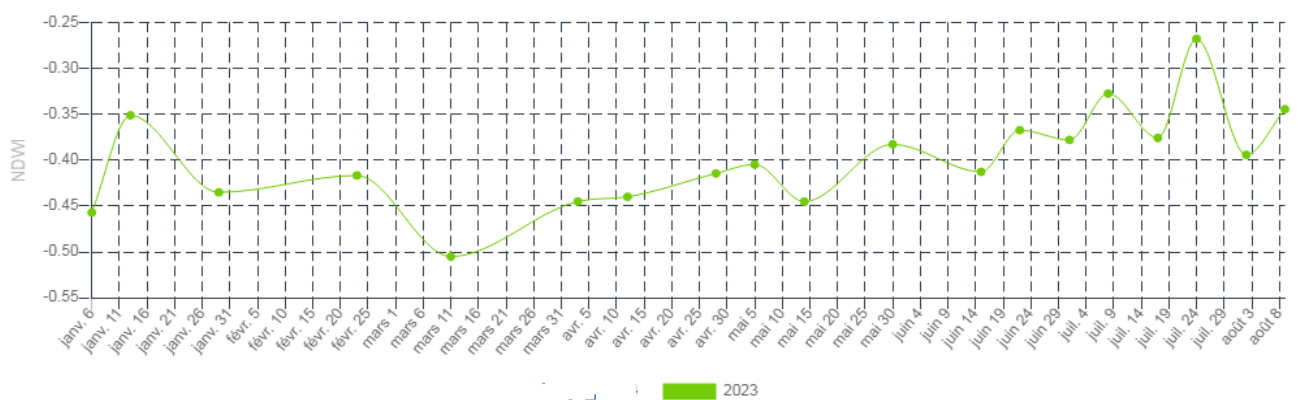


Figure 64 : graphe d'indice NDWI du satellite Landsat8.

Graphe NDVI et NDWI du satellite Sentinel 2 :

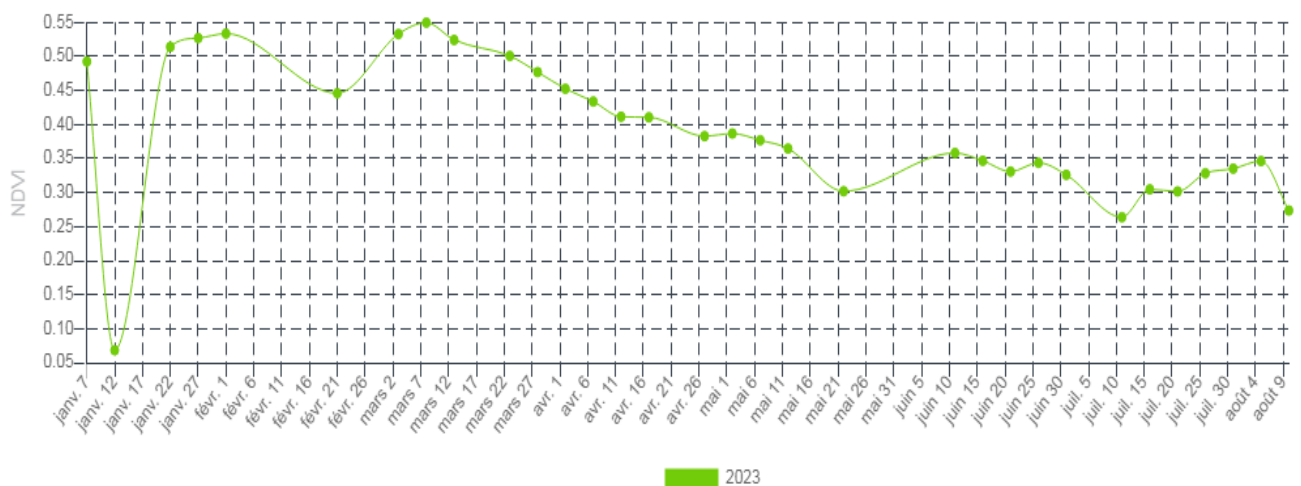


Figure 65 : graphe d'indice NDVI du satellite Sentinel 2

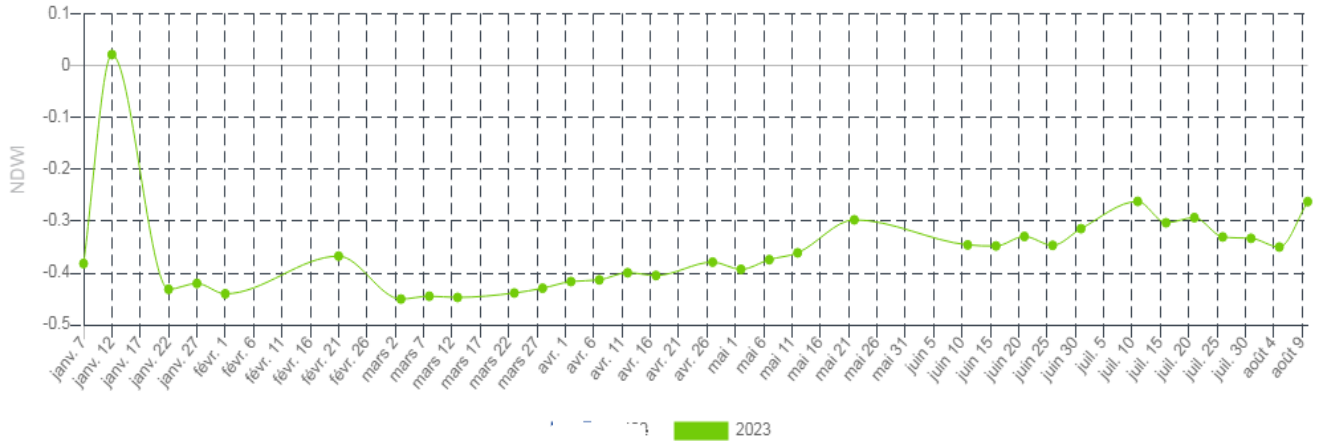


Figure 66 : graphe d'indice NDWI du satellite Sentienl2

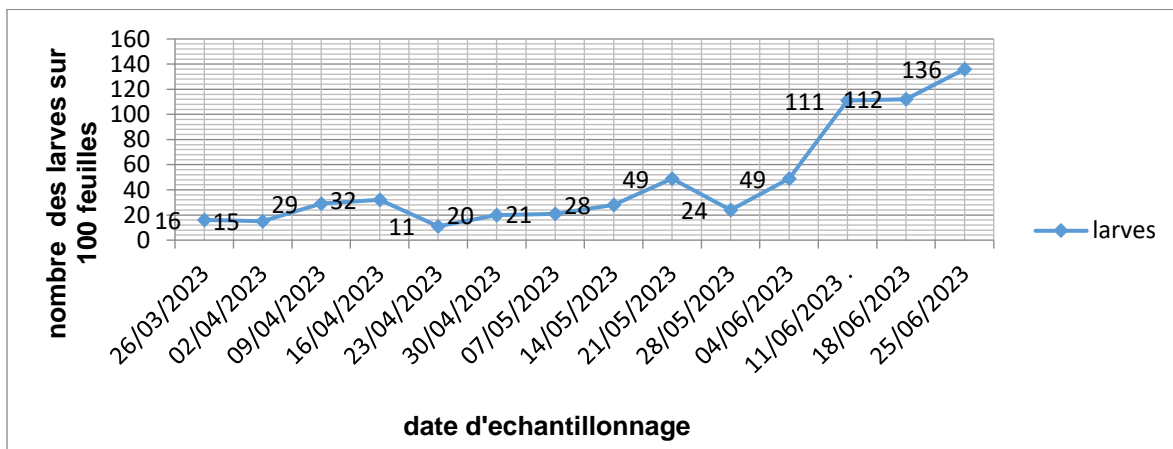


Figure 67: graphe d'évolution du nombre des larves *glycaspis brimblecombei* sur 100 feuilles *d'eucalyptus camaldulensi*.

Tableau N° 08 : l'évolution des indices NDVI –NDWI satellite Sentinel 2 dans la durée d'étude :

La date	NDWI	NDVI
28 Mars	-0,43	0,48
27 Avril	-0,38	0,38
22 Mai	-0,30	0,30
26 Juin	-0,35	0,34

3.8.3.3 Les remarques

- **L'indice NDVI** : Les photos d'indice NDVI du satellite Sentinel2 montrent que le changement des couleurs de vert à orange explique par le temps la dégradation de santé d'arbre eucalyptus et une chute des valeurs mensuelles d'indice NDVI.
- **L'indice NDWI** : Il y a un changement de couleur des images du blanc au vert et une augmentation de valeur de l'indice NDWI au cours des mois d'étude qui résulte l'augmentation de teneur d'eau dans les feuilles.
- Augmentation synchronisée entre l'indice NDWI et NDVI en jour du 26 juin.

3.8.3.4 Conclusion

D'après les données satellitaires obtenues des deux différents satellites (Landsat8- Sentinel 2) et grâce aux deux indices (**NDVI – NDWI**) et nos données statistiques on a conclu que :

- Il ya un effet négatif du ravageur **Glycaspis brimblecombei Moore, 1964** sur le peuplement d'eucalyptus *camaldulensi* dans la zone d'étude « foret Zerrifa-Khadrha » du début de notre étude qui a duré du du 26 Mars jusqu'au 25 juin soit direct (perturbation de croissance végétatif de l'arbre) soit indirect par la propagation des maladies cryptogamiques.
- L'élévation d'infestation par le ravageur *Glycaspis brimblecombei Moore, 1964* dans la zone étudiée a une relation directe avec l'augmentation de teneur d'eau dans les feuilles (relation de corrélation directe).

3.9 Essai d'élevage de *glycaspis brimblecombei* dans un milieu artificiel et sur l'arbre *eucalyptus globulus*

Pour une bonne étude de l'évolution temporelle du ravageur *glycaspis brimblecombei* et ses différents stades on a fait un essai d'élevage dans deux milieux différents et sur deux espèces différentes, on a conclu des données nécessaires qui résume le cycle de développement du ravageur *glycaspis brimblecombei* vis-à-vis des facteurs et les conditions climatiques.

3.9.1 Protocole d'essai d'élevage

3.9.1.1 Matériels utilisés

- ✓ cage d'élevage
- ✓ rameaux vert d'eucalyptus sains sans infestations
- ✓ eau minérale
- ✓ bécher
- ✓ parafilm
- ✓ plants d'eucalyptus espèce : *E. globulus* et *E. camaldulensis*
- ✓ filet d'insectes en tulle
- ✓ boîte de Pétri
- ✓ loupe binoculaire
- ✓ seringue
- ✓ thermo-hygromètre

3.9.1.2 Méthode d'essai d'élevage

Nous avons utilisé des adultes de *Glycaspis brimblecombei* collectés de la zone d'étude, la forêt « Zerrifa –Khadrha ». Les adultes sont mis dans des boîtes de Pétri, après la sélection des femelles et des mâles (selon les caractéristiques morphologiques et la présence ou l'absence d'ovipositeur), quatre adultes femelles et quatre adultes mâles du ravageur *Glycaspis brimblecombei* sont lâchés dans les filets d'élevage qui couvrent chacun un plant des deux espèces d'eucalyptus utilisées. D'autres adultes sont lâchés dans une cage d'élevage portant des rameaux d'eucalyptus mis dans des béchers contenant de l'eau. Des observations et des notations de la température et de l'humidité ont été effectuées quotidiennement pour évaluer le développement du ravageur.

- Essai numéro 1 en cage d'élevage dans le laboratoire : l'essai a été réalisé sur des rameaux verts d'eucalyptus dans le laboratoire de l'université.
- Essai numéro 2 en plein air : l'essai a été effectué sur jeune plant d'eucalyptus planté dans un pot au niveau de la pépinière de l'Université.

3.9.3 Résultats de l'essai d'élevage dans laboratoire sur *eucalyptus*

La date	Température	Humidité	Remarque
04/06/2023	24 C°	56	Addition de 4 femelles (abdomen gonflé) avec 4 males de psylle d'eucalyptus dans la cage d'élevage qui contient 4 vases avec des rameaux fraîche d'eucalyptus
05/06/2023	24,7 C°	58	Mort de 4 adulte male Manque de ponte des œufs
06/06/2023	24C°	60	Mort de 2 femelles adultes et ponte de 15 œufs sur la partie supérieure des feuilles juvéniles (partie exposée au soleil)
07/06/2023	24C°	57	Ponte 53 œufs
08/06/2023	25 C°	60	Initiation de métamorphisme des œufs
09/06/2023	24C	58	Continuation de métamorphisme des œufs
10/06/2023	24C°	49	Formation des yeux sans éclosion
11/06/2023	24 ,5 C°	50	Formation des yeux sur les œufs et éclosion des certains œufs
12/06/2023	25 C°	51	2 boucliers stade L1 sur la face ventrale
13/06/2023	25,2 C°	52	Eclosion des œufs et formation de 5 larves L1 libre mobile 7 boucliers stade L1 5 sur la face ventrale 2 sur la face dorsale
14/06/2023	24,6 C°	55	Perte des feuilles contient quelque bouclier Formation des 4 boucliers stade L1 sur la face ventrale avec une sans bouclier Un bouclier stade L1 sur la face dorsale
15/06/2023	26.2	51	3 boucliers stade L2 1 stade L1
16/06/2023	27 C°	50	3Boucliers stade L2 1 Bouclier stadeL1
17/06/2023	26C°	55	3Bouclier stade L2 1 stade L1
18/06/2023	27,5 C°	55	3 boucliers stade L 3 1 bouclier stade L2
19/06/2023	26 C°	51	3 boucliers stade L 3 1 bouclier stade L2
20/06/2023	27 C°	54	3 boucliers stade L 3 1 bouclier stade L2
21/06 /2023	27C°	50	2boucliers stade L4

21/06 /2023			1 bouclier L5 1L2
22 /06/2023	26 ,5	51	1 bouclier stade L3
23/06/2023		52	3 boucliers stade L4 1 bouclier stade L5 1bouclier stade L3
24/06/2023	26	53	3 boucliers stade L4

			1 bouclier stade L5 1 bouclier stade L3
25/06 /2023	27 C°	54	Emergence d'adulte femelle <i>glycaspis brimblecombei</i>

3.9.4 Résultats d'essai d'élevage hors laboratoire sur *Eucalyptus globulus*

La date	température	Humidité	Remarque
11/06/2023	27,3 C°	49	Addition de 4 femelles (abdomen gonflé) avec 4 males de psylle d' eucalyptus <i>globulus</i> dans le filet d'insecte
12/06/2023	28 ,2C°	51	La mort des 4 males et 3 femelles
13/06/2023	29 C°	52	La ponte de 46 œufs
14/06/2023	30.1 C°	45	Eclosion des œufs 21 boucliers L1
15/06/2023	28,3 C°	47	15 boucliers L1 5 boucliers L2
17/06/2023	29 C°	51	12 boucliers L1 5 boucliers L2 3 boucliers L3
18/06/2023	30 C°	50	11 boucliers L1 4 boucliers L2 3 boucliers L3 1 Bouclier L4
19/06/2023	31 C°	55	11 boucliers L1 4 boucliers L2 3 boucliers L3 1 Bouclier L4
20/06/2023	29 C°	47	11 boucliers L1 4 boucliers L2 3 boucliers L3 1 Bouclier L5
21/06/2023	28,2 C°	54	9boucliers L1 6 boucliers L2 2 boucliers L3 1 Bouclier L4 1 Bouclier L5
22/06/2023	29C°	53	7 boucliers L1 4 boucliers L2 3 boucliers L3 1 Bouclier L4 1 Bouclier L5
23/06/2023	30 ,2 C°	50	Emergence d'adulte femelle <i>glycaspis brimblecombei</i>

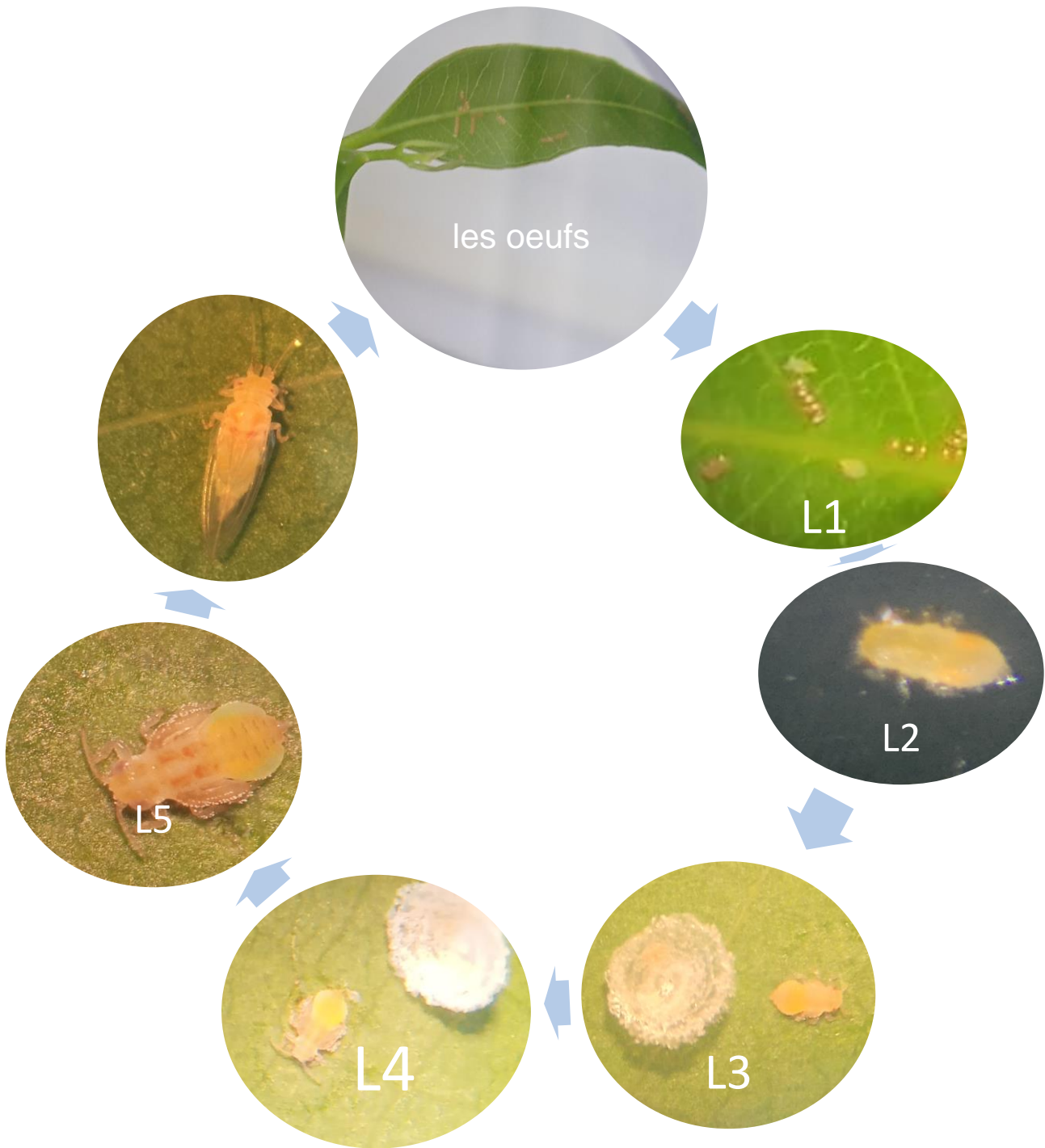


Figure 68 : Résultats d'élevage dans le laboratoire de l'Université sur les rameaux d'eucalyptus

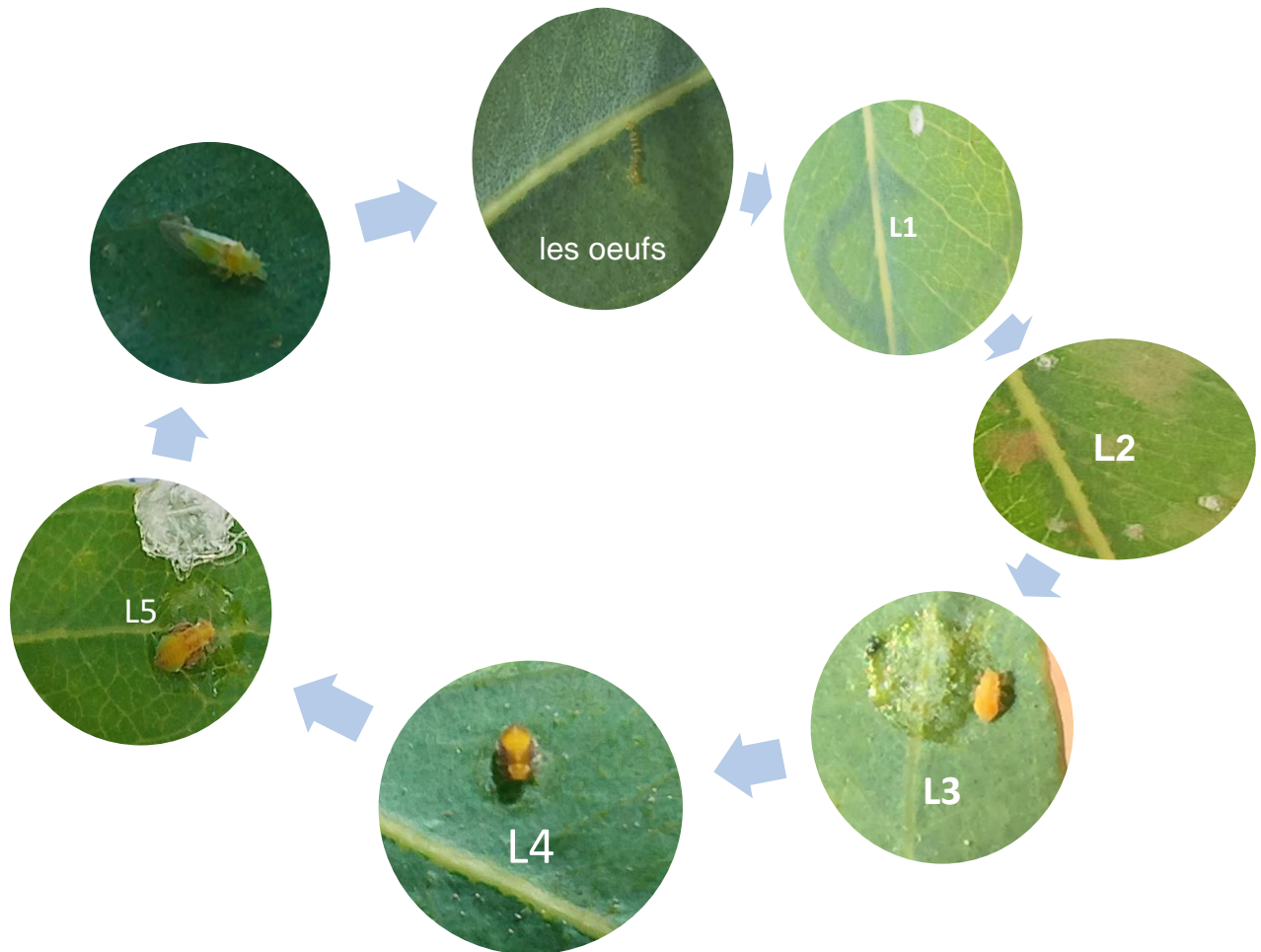


Figure69 : résultat d'élevage sur *Eucalyptus globulus*

3.9.5 Les remarques

- ❖ Hors du laboratoire le taux de mortalité des adultes *Glycaspis brimblecombei* est plus élevé que les adultes élevés dans le laboratoire.
- ❖ Le ravageur *Glycaspis brimblecombei* dans les deux d'expérience pond des œufs sur les feuilles juvéniles qui se situent en face du soleil.
- ❖ Développement de larves de différents stades de *Glycaspis brimblecombei*.

3.9.6 Conclusion d'essai d'élevage

D'après notre expérience on a conclu que l'espèce *E. globulus* est aussi sensible aux ravageurs *Glycaspis brimblecombei*. L'humidité dans les deux cas assure la rigidité du bouclier et on a confirmé que le facteur thermique agit sur la durée de cycle du ravageur *Glycaspis brimblecombei* (résultat sur le tableau) d'une manière positive directe et confirme les résultats

obtenus dans la zone d'étude forêt « Zerrifa –Khadrha » vis-à-vis du comportement général du ravageur *Glycaspis brimblecombei* avec différents facteurs biotiques et abiotiques.

Tableau 09 : la relation entre la température moyenne et la durée de cycle du ravageur *Glycaspis brimblecombei*

Nom d'espèce et température moyenne	Durée de cycle
Eucalyptus 24,8 C°	21 jours
<i>E .globulus</i> 29 C°	12 jours

3.10 Discussion générale

Dans ce travail qui porte sur l'étude de la dynamique de population de psylle à gomme d'eucalyptus, *Glycaspis brimblecombei* dans la forêt de Khadrha de la wilaya de Mostaganem durant la période du 26 Mars jusqu'au 25 Juin 2023, nous avons constaté l'existence de deux phases importantes de ponte des œufs par la femelle de *G. brimblecombei* avec un rythme d'évolution différent. La première phase débute le 26 Mars jusqu'au 7 Mai 2023 avec une activité faible de ponte et la deuxième phase intermittente commence du 7 Mai jusqu'au 25 Juin 2023 avec un rythme rapide qui a abouti à un taux élevé de ponte des œufs.

Aussi, nous avons constaté la coexistence des différents stades larvaires au début de notre travail et durant toute la période de l'étude mais avec des taux variables ce qui signifie peut-être l'activité continue du ravageur *G. brimblecombei* durant toute l'année. La survie du ravageur malgré les conditions biotiques et abiotiques défavorables en particulier la sécheresse qu'a connue la région dernièrement reflète la résistance de cette espèce qui se caractérise par une anatomie et un comportement spécifiques pour bien s'adapter.

Les résultats du suivi de l'évolution du nombre total des différents stades larvaires, obtenus durant notre étude montre la présence de 3 générations avec un taux qui change selon les facteurs internes et externes. La première génération du 26 Mars au 16 Avril 2023 a une croissance faible pour les cinq stades larvaires, dans la deuxième génération du 23Avril jusqu'au 21 Mai 2023 on a observé une augmentation remarquable dans le nombre des larves avec un rythme perturbé de croissance larvaire. Dans la troisième génération du 28 Mai jusqu'au 25 juin 2023 on a observé une croissance importante et rapide dans l'effectif total des larves et une augmentation massive du nombre de stade larvaire L1 avec une disparition du stade larvaire L5 qui donne deux hypothèses soit une grande activité de parasitisme ou métamorphisme rapide des larves L5 en adultes.

La température a des actions multiples sur la physiologie et sur le comportement des insectes. (Dajoz,1998). Selon notre travail on a constaté qu'il y a une relation entre la température et les différents cycles de vie du ravageur *Glycaspis brimblecombei*.

Les larves et les œufs du ravageur *Glycaspis brimblecombei* ont une relation de corrélation directe avec la variation des températures; si la température est élevée, l'infestation augmente et si la température baisse on aura une diminution du taux d'infestation du ravageur *Glycaspis brimblecombei*.

Nous avons aussi remarqué que chaque stade larvaire a une température favorable et défavorable pour son développement. Les températures favorables pour tous les stades larvaires varient entre 15 C° et 24 C° et les températures défavorables entre 13C° et 15 C°.

La température a un effet négatif plus que positif sur le parasitoïde *Psyllaephagus bliteus*, on a conclu que le bouclier devient collant sous l'influence de la chaleur ce qui empêche l'émergence du parasitoïde adulte qui provoque une diminution vis-à-vis du ravageur d'eucalyptus.

Nous avons remarqué qu'il y a un taux très faible de parasitoïde *Psyllaephagus bliteus* dans la zone d'étude par rapport au nombre des différents stades du ravageur *Glycaspis brimblecombei* et aussi l'existence d'une relation entre la présence de la fumagine sur le bouclier et la mort du parasitoïde *Psyllaephagus bliteus* .

D'après les observations qui ont été faites, la majorité des boucliers et les œufs se situent dans la direction « EST » de l'arbre d'*eucalyptus camaldulensis*.

Le vent est un facteur principal qui aide la dissémination du ravageur *Glycaspis brimblecombei* vers d'autres arbres non infestés avec de longues distances sur une grande superficie de la forêt (Messoudi et al., 2014).

Selon l'étude de Oliveira (2012) et Kheddar (2013), la pluie a un effet positif sur le control du ravageur *Glycaspis brimblecombei* . Les pluies sont les meilleurs régulateurs de population du psylle causant la chute des boucliers et les larves sensibles exposés aux facteurs défavorables ainsi que les prédateurs., D'après les données satellitaires des deux satellites LANDSAT 8 et SENTINEL-2, la pluie a un effet positif sur l'activité d'infestation par le ravageur *Glycaspis brimblecombei* dans la zone étudiée et l'existence d'une relation directe entre l'augmentation de la teneur en eau dans les feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* et l'augmentation de la vitesse de métamorphisme des larves .

D'après les données satellitaires des deux satellites LANDSAT 8 et SENTINEL-2 il y a un effet négatif du ravageur *Glycaspis brimblecombei* sur le peuplement d'*Eucalyptus camaldulensis* dans la zone d'étude « foret Zerrifa- Khadrha » du début de notre étude qui se prolonge du 26 Mars 2023 jusqu'au 25 juin 2023. L'effet négatif peut être soit direct (perturbation de croissance végétative de l'arbre) ou indirect par la propagation des maladies cryptogamiques sur les feuilles qui finissent par la mort partielle ou totale d'*Eucalyptus camaldulensis*

On a confirmé par l'essai d'élevage que le ravageur *Glycaspis brimblecombei* est capable d'attaquer aussi d'autres espèces d'eucalyptus comme *Eucalyptus globulus* mais la plus sensible reste toujours *Eucalyptus camaldulensis*.

Conclusion générale

Notre étude sur le ravageur, psylle du gommier rouge *Glycaspis brimblecombei* dans la forêt « Zerrifa-Khdrha » de la wilaya de Mostaganem a démontré qu' il y a une propagation du ravageur dans le nord-ouest du pays, les résultats obtenus ont montré l'influence des facteurs biotiques et abiotiques sur l'activité du ravageur. Notre travail avec l'aide des données satellitaires, a démontré l'effet négatif du ravageur *G. brimblecombei* sur le peuplement d'eucalyptus dans la forêt « Zerrifa-Khdrha » et la relation entre la teneur en eau dans les feuilles et l'activité du ravageur.

La détection de la présence du parasitoïde *Psyllaephagus bliteus* dans la forêt Zerrifa-Khdrha » avec un taux faible par rapport à son hôte *Glycaspis brimblecombei* nous pousse à formuler des hypothèses sur l'influence de plusieurs facteurs à propos de ce phénomène.

Le ravageur psylle d'eucalyptus *Glycaspis brimblecombei* crée des dégâts directs et indirects sur la richesse forestière en Algérie et dans le monde ceci nous oblige à :

- renforcer le control phytosanitaire dans les frontières terrestres et maritimes au niveau national
- élargir la superficie de prospection du ravageur *Glycaspis brimblecombei* dans la wilaya du Mostaganem et dans les wilayas d'ouest d'Algérie en coordination avec les centres de recherche forestières et les universités.
- sensibiliser la communauté Algérienne sur le ravageur *G. brimblecombei* à travers les différents médias pour lutter contre sa propagation.
- tenter l'élevage du parasitoïde *Psyllaephagus bliteus* dans des laboratoires spécialisés afin d'encourager la lutte biologique surtout dans les surfaces les plus infectés.
- utiliser des produits phytosanitaires à base biologique pour lutter contre le ravageur *Glycaspis brimblecombei*.

Références bibliographies

Andrew.Thornhill ,(2019) A detailed eucalypt family tree helps us see how they came to dominate Australia

Arnold, RJ et Luo, J. ,(2018). *Eucalyptus camaldulensis*. In Thomson Lex.; John Doran and Bronwyn Clarke.(eds) 2018.Trees for life in Oceania : conservation utilization of genetic diversity. ACIAR. Monograph No.201. Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra. 94-99.

Ait M'barek L., Ait Mouse H., Tilaoui M., Jaâfari A., Aboufatima R., Chait A et al., ,(2007). Antitumor properties of black seed (*Nigella sativa* L.) extracts. Braz J of Med and Biol, 40(11): 839-847.

Benmansour. B,(1990) ,contribution a l'étude des caractéristiques papetières d'eucalyptus *sideroxylon*. TH.ing.For.INST .FOR.TLEMCEN .

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. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 53:343-34

Bourbouts. J,(1936) Uma molestia de (Eucalyptus) de (Populus), na Bahia, causada por (*Corticium salmonicolor*), B et Br. Rodriguésia, It, 301-305p

Bouvet J.P.R., Harrand L. & Burckhardt D.,(2005) Primeracita de *Blastopsylla occidentalis* y *Glycaspisbrimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) para la Argentina. *Revista Sociedad EntomológicaArgentina*, 64: 99-102.

Brennan Eric B., Gill Raymond J., Hrusa G.Fred & Weinbaum Steven A ,(1999). First record of *Glycaspis brimblecombei* (Moore)(Homoptera: Psyllidae) in North America: initial observations and predator associations of a potentially serious new pest of *Eucalyptus* in California. *Pan- Pacific Entomologist*, 75: 55-57.

Caleca, Virgilio. (2010).- First record in Algeria of two eulophid wasps: *Closterocerus chamaeleon* (Girault) and its host, the Eucalyptus Gall Wasp *Ophelimus maskelli* (Ashmead). *Naturalista siciliano*, 34, 201-206

Castillo J.V., (2003). Condición de insectos forestales en México. In: Proceedings of the 1st Joint Meeting of the 12th National Symposium on Forest Parasites and the 54th Eastern Forest Insect Work Conference, Guadalajara, Mexico, p. 61

Chevalier, A. ,(1952) Travaux français sur le genre Eucalyptus. *Revue Internationale Botanique Appliquée et d'agriculture tropicale*, 353-354: 105-112.

COOLING, E.N. & JONES,(1970) B.E. The importance of boron and NPK fertilizers to Eucalyptus in the southern province, Zambia. *East African Agricultural and Forestry Journal*, 36(2).

Cocquemot C., Malausa J.C., Thaon M. & Brancaccio L,(2012) The Red Gum Lerp Psyllid (*Glycaspis brimblecombei* Moore) introduced don French eucalyptus trees (Hemiptera, Psyllidae). Bulletin de la Société Entomologique de France, 117,363–370

Daane K. M., Sime K. R., Dahlsten D. L., Andrews J. W., Zuparko R. L. 2005. The biology of *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae), a parasitoid of the red gum lerp psyllid (Hemiptera: Psylloidea). Biological Control 32: 228-235.

Dajoz R .,(1998). *Les Insectes et la forêt*. Technique et documentation Lavoisier, Paris, 1998

Douak Zyed, (2019) Contribution à l'étude bio-écologique du psylle à gomme de l'Eucalyptus, *Glycaspis brimblecombei*, Moore (Hemiptera, Psyllidae) et de ses ennemis naturels dans la wilaya de Mostaganem .

FAO,.(1979) eucalyptus for planting P :37,47.

FAO,(2012) *Leptocybe invasa*. FAO Forest Pest Species Profiles. August 2012

Girola D.C,(1922) Ganoderma sessil. Minis. Agric. Nacion (Buenos Aires). 236-239p
Osservazioni

Goetz, P & Ghedira, K,(2012). Phytotherapie infectieuse, Springer Verlag, France, P 272

HODGES, C.S ,(1976) ., REIS, M.S., FERREIRA, F.A. & HENFLING, J.D.M. O cancro do eucalipto1976 no Brasil, causado por *Diaporthe cubensis* Bruner. Fitopatología Brasileira,1: 129-170

Hollis David ,(2004) Australian Psylloidea: Jumping plant liceand lerps insects. Australia Biological Resources Study,Canberra, Australia, XVI + 216 pp.

Irénée Modeste Bidima,(2016) « Cameroun: l'eucalyptus, trésor controversé des grassfields », InfoCongo.org, 11 février 2016

Jolivet Pierre Hippolyte Auguste,.(1971)Rectifications de nomenclature chez les Chrysomelidae (Col.)

KARSCHON, R,(1970). The effect of crude oil fumes on *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. 1970 Bet-Dagan, Volcani Institute of Agricultural Research. Leaflet No. 38.

Krishna Ramanujan ,(2011) , oldest known *Eucalyptus* fossils found in south America , july .CORNELL UNIVERSITY 2011.

Kheddar, R. &Peris-Felipo, F.J.P,(2013). *Glycaspis brimblecombei* Moore 1964 (Hemiptera: Psyllidae) invasion and new records in the Mediterranean area. *Biodiversity Journal*, 4(4): 501-506.

Letreuch-belarouci Noureddine .,(1991) les reboisement en Algérie leur perceptives d'avenir, p 614 .

MAATOUF, N. & LUMARET, J.P. (2012).- Eco-ethology of new invasive pest species on eucalyptus plantation of Morocco. Ann. Soc. entomol. Fr., 48 (3), 289-297.

M .Vigneau-Hermelin,(2000), science et vie hors série

Melun F et Nguyen N,(2012) L'*eucalyptus* en France : une espèce remarquable pour laproduction de biomasse Revue Forestière Française (soumis), 20 p.

Mekkelleche,Hassiba,(2015). Contribution à l'étude morpho métrique d'*Eucalyptus globulus* Labill (myrtacées) dans la région de Tlemcen. Thèse d'obtention du diplôme de Master, Université Aboubaker Belkaid, Tlemcen.

Meziane,H,(1996). L'Eucalyptus en Algérie un arbre controversé en forêt algérienne N° 1.Edité par I.N.R.F. Bainem, 5-1 .

Messoudi Laila , Latifa ROHI1 & Yamna OUGUAS .,(2014) Résultats préliminaires sur le psylle de l'Eucalyptus *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera, Psyllidae) dans la région de Marrakech (Maroc) .

MPAWENIMANA Alexis ,(2014) Récentes invasions des insectes ravageurs sur l'Eucalyptus, Maïs et Oignon.

Nicolle, Dean,(2013) *Native Eucalypts of South Australia*. 2013.

Nagamine W. T. & Heu R. A,(2001). Red gum lerp psyllid *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homoptera:Psyllidae). New Pest Advisory, 01-02. (http://hawaii.gov/hdoa/pi/ppc/npa-1/npa01-02_rpsyllid.pdf).

Onore G. & Gara R.L,(2007). First record of *Glycaspisbrimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) in Ecuador,biological notes and associated fauna, pp. 41-42.Extended Abstracts of the 4thEuropean HemipteraCongress Ivrea, Turin, Italy.

Oliveira et al,(2012) Oliveira KN, Jesus FM, Silva JO, Espírito-Santo MM, Faria ML. An experimental test of rainfall as a control agent of *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera, Psyllidae) on seedlings of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn (Myrtaceae) *Revista Brasileira de Entomologia*. 2012;56:101–105 .

Pauline.Erau,(2019) L'eucalyptus botanique, composition chimique ,utilisation thérapeutique et conseil à l'officine p :21-30-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41 .

Paula S., Naulin P.I., Arce C., Galaz C. et Pausas J.G,(2016) « Lignotubers in Mediterranean basin plants », *Plant Ecology*, vol. 217

Penfold A. R, Willis J. L ,(1961) The Eucalyptus. Botany, cultivation, chemistry and utilization. London Leonard Hill (Books) limited.

Rile Maurice,(1946) L.A. Notes sur l'introduction à Maurice de l'insecte *Anaphoidea nitens* 1946 Gir., le parasite du charançon de l'eucalyptus: *Gonipterus scutellatus* Gyll. Revue agricole .

Rosales C.J., Lobosque O., Carvalho P., Bermúdez L. & Acosta C., (2008). *Glycaspisbrimblecombei* Moore(Hemiptera: Psyllidae). "Red Gum Lerp". Nueva plagaforestal en Venezuela. *Entomotropica*, 23: 103-104.

Sandoval A. & Rothmann S.,(2003) Detección del psílido de los eucaliptos rojos, *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae) en Chile. In: 24 Congreso Nacional de Entomología, Resúmenes.

Santana D.L.Q., Mendezes A.O., Silva H.D., Bellote A.F.J. & Favaro R.M., (2003) O Psilídeo de concha (*Glycaspis brimblecombei*) em eucalipto. Comunicação Técnica 105.

Sookar P., Seewooruthun S.I. & Ramkhelawon D., (2003) The red gum lerp psyllid, *Glycaspis brimblecombei*, a new pest of *Eucalyptus* sp. in Mauritius. AMAS, Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius.

SPETTER, E.,(1963) Protection of green eucalypt logs against *Phoracantha semipunctata* 1963 Fabr. Dans Contributions on Eucalyptus .

W.H.O. Ernst , M.B.M. Sekhwela,(1986) The chemical composition of lerps from the mopane psyllid *Arytaina mopane* (Homoptera, Psyllidae).