

UNIVERSITE BLIDA 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des sciences agronomiques

MEMOIRE DE MAGISTER

En sciences agronomiques

Spécialité : Biodiversité et Bio-protection

CONTRIBUTION A L'ETUDE BIOECOLOGIQUE DU PSYLLE D'EUCALYPTUS *GLYCASPIS BRIMBLECOMBEI* (HEMIPTERA : PSYLLIDAE) DANS LA REGION LITTORALE ALGEROISE

Par

Reguia KHEDDAR

Devant le jury composé de :

A. Boutekrabt	Professeur	Université de Blida 1	PRESIDENT
A. Guendouz-Benrima	Professeur	Université de Blida 1	Promotrice
M. Gachi	Chargé de recherches	I.N.R.F	Co-promoteur
Z.E. Djazouli	Maître de conférences (A)	Université de Blida 1	Examineur
N. Behidj	Maître de conférences (A)	Université de Boumerdess	Examinatrice

Blida, Décembre 2013

RESUME

Contribution à l'Etude bioécologique de psylle d'eucalyptus :*Glycapsis brimblecombei* (Moore)1964 (Homoptéra,Psyllidae)) dans le littoral algérois

L'eucalyptus est un genre d'arbre forestier qui contient plus de 600 espèces dans le monde, il est originaire de l'Australie, c'est un arbre non endémique. En Algérie, les Eucalyptus ont connu, en 2011, une invasion par un insecte ravageur *Glycapsis brimblecombei* (Hemiptéra, Psyllidae), appelé communément le psylle du gommier rouge. Cet insecte est un piqueur suceur qui s'attaque aux feuilles d'Eucalyptus dont l'espèce *Eucalyptus Camaldulensis* est l'espèce préférée.

La présente étude réalisée, durant la période de 2012-2013, a consisté à étudier la dynamique et la biologie de la population de *Glycapsis brimblecombei* dans sa nouvelle aire, la région littorale algéroise. Nous avons effectué notre étude au niveau de la réserve de chasse de Zéralda où nous avons suivi le développement des populations de cet insecte sur l'espèce d'*Eucalyptus camaldulensis*, de Juillet 2012 à Juillet 2013, et le lien de ce développement des populations avec les variations climatiques (la pluviométrie, la température et la photopériode)

L'évolution de cette espèce est caractérisée par des abondances très importantes durant la période printanière et estivale, une préférence de ponte des œufs chez la femelle sur la face inférieure que sur la face supérieure. On observe aussi que *Glycaspis brimblecombei* préfère les jeunes feuilles succulentes pour son développement. L'évolution de cet insecte est très influencée par les différentes conditions climatiques à savoir la pluviométrie, la température et la photopériode.

L'étude de l'évolution du parasitisme nous a permis de détecter l'espèce parasitoïde

Mots clés : *Eucalyptus camaldulensis*, évolution temporelle, *Glycapsis brimblecombei*, parasitisme.

ABSTRACT

Contribution to the study of bio-ecological of eucalyptus psyllid: *Glycaspis brimblecombei* (Moore) 1964 (Homoptera, Psyllidae)) in the Algerian coast

Eucalyptus is a forest tree genus contains over 600 species in the world, he is a native of Australia, is a non-endemic tree. Eucalyptus knew in 2011, in Algeria an invasion by a pest *Glycaspis brimblecombei* (Homoptera , Psyllidae) commonly known as the red gum psyllid . This is a sucking insect that attacks the drill Eucalyptus leaves which *Camaldulensis Eucalyptus* species is the preferred.

This study during the period 2012-2013, was to study the dynamics and population biology of *Glycaspis brimblecombei* in his new area, the Algerian coastal. The study was performed at the reserve Zéralda, where we followed the development of populations from July 2012 to July 2013. And link the development of populations to climate variations (rainfall, temperature and photoperiod).

The evolution of this species is characterized by very high abundances during the spring and summer. The evolution of the species as the leaf surface shows that there is a preference for oviposition by female on the bottom that the top side. *Glycaspis brimblecombei* prefers feeding on young succulent leaves.. The evolution of this insect is very influenced by different climatic conditions, like rainfall, temperature and photoperiod.

The study of the evolution of parasitism has allowed us to detect the parasitoid species

Keywords: *Eucalyptus camaldulensis* , *Glycaspis brimblecombei* , temporal evolution, Parasitism.

ملخص

المساهمة في دراسة البيئة الحيوية لبسبيل الاكلبتوس *Glycaspis brimblecombei* في المنطقة الساحلية للجزائر (*Hemiptera psyllidae*)

الاكلبتوس هو نوع من الاشجار الغابية استرالية الاصل , منتشر في العالم في ستمائة (600) فصيلة , وهي ليست اصلية في الجزائر.

عرفت اشجار الاكلبتوس عام احدى عشر و الفين (2011 م) , غزو من طرف حشرة ضارة الا وهي البسبيل الاكلبتوس الاحمر هذه الحشرة هي من النوع الماص للمصل تهاجم اوراق شجرة الاكلبتوس, حيث تعتبر هذه الاخيرة الشجرة المفضلة لها; ولقد كان انتشارها في غابات الجزائر سريعا حيث سجلنا ما يعادل نسبة المائة من المائة (100%) بغابات زرالدة , باينام و بوشاوي.

هذه الدراسة المجراة في الفترة الممتدة ما بين سنة 2012 – 2013 و التي تهدف اساسا لمعرفة ديناميكية و حيوية عشيرة الحشرة في نطاقها الجديد (الساحل الجزائري) . ومن اجل هذا قمنا بإنجاز بحوث في حضيرة الصيد لزرالدة حيث تمت متابعة تطور العشائر في الفترة الممتدة ما بين جويلية 2012 الى غاية جويلية 2013 و مدى تأثير التغيرات الجوية على هذا التطور .

وفي هذا الصدد تمت عملية اخذ العينات من اوراق شجرة الاكلبتوس على مدار السنة وقمنا بحساب جميع الاشكال الحيوية لهذه الحشرة من بيوض و شرانق و الطور البالغ للحشرة على مدار السنة المذكورة اعلاه.

ولقد تم التوصل الى ان تطور الحشرة يكون مهما في المدة الربيعية و الصيفية . والتطور من حسب الجهة الورقية يبين ان هذه الحشرة تفضل وضع بيوضها على الجهة السفلية للورقة منه على الجهة العلوية; كما ان تطورها يكون اسرع في الاوراق اللينة الجديدة من الاوراق المسنة وكذلك التغيرات الجوية لها تأثير على تطورها كسقوط الامطار, الحرارة والمدة الضوئية.

فيما يخص تطور التطفل على هذه الحشرة فقد تبين ان المدة الخريفية و الصيفية هي المناسبة له حيث سجل اقصى ارتفاع له في بداية شهر جويلية وهي الفترة التي عرفت فيها عشائر الحشرة تطورا مهما .

الكلمات الاساسية : *Glycaspis brimblecombei*, *Eucalyptus camldulensis*, البيئة الحيوية, التطفل

REMERCIEMENTS

Tout s'abord, Je remercie ALLAH qui m'a aidé de mener avec patience, force, amour et abnégation mes travaux de recherche est de finaliser le mémoire

Je présente mes remerciements à :

- Ma promotrice : Mme Guendouz-Benrima Atika, professeur à l'université Saad Dahleb de Blida, d'avoir accepté de m'encadrer et de m'avoir donné toute l'aide, tous les conseils et toutes les orientations nécessaires pour réaliser à bien mes recherches.
- Mon co-promoteur Mr Gachi Mustapha, Chargé de recherches à l'Institut national des recherches forestières (I.N.R.F) de m'avoir accueilli au sein de ses services et d'avoir mis à ma disposition tous les moyens pour mener à bien mes recherches ainsi que pour ses conseils.
- Le président de jury : Mr Boutekrabt, Professeur à l'université Saad Dahlab de Blida d'avoir accepté de présider le jury.

Mes plus vifs remerciements s'adressent également à Mr Djazouli, Maître de conférence à l'université Saad Dahlab de Blida, pour avoir répondu à toutes mes sollicitations et consacré tout le temps nécessaire et pour tous ses conseils précieux, aides et orientation.

Je remercie Mme Behidj Nassima: Maître de conférences à l'université Mohamed Bouguerra de Boumerdes, pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail.

Mon expérimentation a été menée au sein de la réserve de chasse de Zéralda, je saisis cette occasion pour présenter également mes remerciements à :

- Mr le directeur de la réserve « Mr Belazougui » d'avoir accepté de mener mon expérimentation au sein de la réserve.
- Mr Mekhloufi.A, chargé de recherche à l'INRF pour son aide sur terrain
- Tout le personnel de la réserve notamment : Mr Chaabane, Nadir et Abd ellah.
- Je me dois de remercier tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce mémoire, et le souci majeur est de, surtout, *n'oublier personne.*

Dédicaces

Je dédie cette présente thèse à :

Mes chers parents

Mes sœurs : Fatima, Samah et Halima

Mon beau frère : Mohsine

Mes anges : Melissa et Mohamed Amine

Et à tous mes amis

TABLE DES MATIERES

RESUME

ABSTRACT

ملخص

REMERCIEMENTS

DEDICACES

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

INTRODUCTION

1.1	Généralités sur L'Eucalyptus.....	20
1.1.1	Origine et distribution.....	20
1.1.2	Diversité et Taxonomie.....	22
1.1.3	Description.....	23
1.1.4	Ecologie.....	25
	.	
1.1.5	Mode de reproduction.....	25
1.1.6	Importance économique.....	25
1.2	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	27
1.2.1	Origine et répartition.....	27
1.2.2	Description et propriété.....	28
1.2.3	Ecologie.....	31
	.	
1.2.4	Reproduction.....	32
1.2.5	Maladies et ravageurs d'Eucalyptus.....	33
1.2.5.1	Les principaux ravageurs.....	33
1.2.5.2	Les maladies.....	35
	CHAPITRE 2 : GENERALITES SUR LE RAVAGEUR.....	36

2.1	Origine.....	36
2.2	Distribution géographique.....	36
2.3	Taxonomie.....	37
2.4	Description morphologique.....	38
2.4.1	Adulte.....	38
2.4.2	Les nymphes.....	39
2.4.3	Œuf.....	41
2.5	Cycle biologique.....	42
2.6	Plantes hôtes.....	44
2.7	Dégâts et importance.....	46
2.8	Surveillance et contrôle.....	48
2.8.1	Surveillance.....	48
2.8.2	Méthodes de contrôle et de lutte.....	48
2.8.2.1	Lutte chimique.....	48
2.8.2.2	Lutte biologique.....	49
2.8.2.3	Lutte culturale	50
	CHAPITRE 3 : MATERIELS ET METHODES.....	51
3.1	Objectif d'étude	51
3.2	Présentation de la zone d'étude.....	51
3.2.1	Situation géographique.....	51
3.2.2	Caractéristiques édaphiques.....	52
3.2.3	Caractéristiques climatiques.....	53
3.2.3.1	La température.....	53
3.2.3.2	Pluviométrie.....	54

3.2.3.3	Le vent.....	54
3.2.4	La synthèse climatique.....	55
3.2.4.1	Diagramme ombrothémique de Gaussen.....	55
3.2.4.2	Climatogramme d'Emberger.....	56
3.2.5	Présentation et caractéristiques de la station d'étude.....	58
3.2.5.1	Situation géographique.....	58
3.2.5.2	Milieu physique.....	59
3.2.6	La station d'étude.....	61
3.3	Méthodes d'étude.....	62
3.3.1	Sur terrain.....	62
3.3.1.1	Choix de station.....	62
3.3.1.2	Echantillonnage des feuilles.....	62
3.3.1.3	Capture des adultes.....	63
3.3.2	Au laboratoire.....	63
3.4	Analyses statistiques.....	63
3.4.2	Coefficient de corrélation de Pearson (Past Vers : 1,9).....	64
	CHAPITRE : RESULTATS.....	65
4.1	Evolution temporelle de la fluctuation de la population globale de <i>Glycaspis brimblecombei</i> par face foliaire.....	65
4.2	Evolution temporelle de la fluctuation des formes biologiques de <i>Glycaspis brimblecombei</i> par face foliaire.....	66
4.2.1	Influence de la face foliaire sur les abondances des œufs et des nymphes.....	68
	...	
4.2.2	Evolution des cinq stades nymphals sur les deux faces de la feuille....	70
4.3	Evolution temporelle de la fluctuation de la population du <i>Glycaspis brimblecombei</i>	74

4.3.1	Abondance de la population globale.....	74
4.3.2	Evolution temporelle de la fluctuation des formes biologiques de <i>Glycaspis brimblecombei</i>	76
4.4	Evolution de la population de <i>Glycaspis brimblecombei</i> selon l'âge des feuilles	78
4.4.1	Evolution de la fluctuation de la population globale.....	78
4.4.2	Evolution des formes biologiques selon l'âge des feuilles.....	79
4.5	Influence des conditions environnementales sur la fluctuation de la population globale.....	84
4.6	Influence des conditions environnementales sur la fluctuation des différentes formes biologiques.....	85
4.7	Parasitisme du <i>Glycaspis brimblecombei</i>	88
4.7.1	Evolution de la fluctuation du parasitisme	89
4.7.2	Evolution de la fluctuation du parasitisme sur les deux faces foliaires..	89
4.7.3	Evolution de la fluctuation du parasitisme par saison.....	92
4.7.4	Influence des conditions climatiques sur l'évolution du parasitisme...	93
CHAPITRE 5 : DISCUSSION GENERALE.....		98
5.1	Evolution de la fluctuation de la population de <i>G. brimblecombei</i>	96
5.2	Evolution de la population durant les quatre saisons et l'influence des conditions environnementales	99
5.3	Evolution de la population de <i>G.brimblecombei</i> selon l'âge de la feuille.....	104
5.4	Parasitisme des nymphes.....	106
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....		112
APPENDICES		
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES		

LISTE DES ILLUSTRATION, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Figure 1.1	Répartition des surfaces plantées d'eucalyptus dans le monde.	22
Figure 1.2	Peuplement des arbres d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	24
Figure 1.3	Feuilles d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	24
Figure 1.4	Distribution géographique d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i> dans le monde.....	28
Figure 1.5	port de l'arbre, branche en fleurs et branche en fruit.....	30
Figure 1.6	Arbre de 20 ans d' <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	30
Figure 2.1	Distribution mondiale de <i>G.brimblecombei</i>	37
Figure 2.2	Adulte de <i>G. brimblecombei</i>	38
Figure 2.3	Identification de l'adulte.....	39
Figure 2.4	Cocon de protection de la nymphe.....	40
Figure 2.5	stades nymphals des <i>Glycaspis brimblecombei</i>	41
Figure 2.6	Cocons des différentes stade Nymphales de <i>G ;Brimblecombei</i>	41
Figure 2.7	Œufs de <i>G.brimblecombei</i>	42
Figure 2.8	Nymphe néonée.....	43
Figure 2.9	Cocon nouvellement construit par une nymphe néo née.....	43
Figure 2.10	Dégâts sur <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	47
Figure 2.11	Arbre dénudés.....	47
Figure 3.1	Situation géographique du sahel algérois.....	52
Figure 3.2	Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région d'étude, campagne 2002-2012.....	55
Figure 3.3	Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région d'étude, campagne 2012-2013.....	56
Figure 3.4	Localisation de la région d'étude dans le climagramme d'Emberger.....	57

Figure 3.5	Carte de situation géographique de la Réserve de Chasse de Zéralda.....	59
Figure 3.6	Carte d'occupation du sol de la Réserve de Chasse de Zéralda	61
Figure 3.7	La station d'étude à la réserve de chasse de Zéralda.....	61
Figure 3.8	Dispositif d'échantillonnage.....	62
Figure 4.1	Evolution des effectifs de la population globale de <i>G.brimblecombei</i> sur les deux faces de la feuille d' <i>E.camaldulensis</i>	65
Figure 4.2	Evolution de la ponte d'œufs et des nymphes de <i>G.brimblecombei</i> sur les deux faces de la feuille d' <i>E.camaldulensis</i>	67
Figure 4.3	Evolution de la fluctuation de la ponte des œufs et de la population des nymphes par face foliaire.....	69
Figure 4.4	Evolution temporelle des cinq stades nymphals de <i>G.brimblecombei</i> sur les deux faces de la feuille d' <i>E.camaldulensis</i>	71
Figure 4.5	Abondance des nymphes de chaque stade nymphale de <i>G.brimblecombei</i> par surface foliaire.....	73
Figure 4.6	Abondance de la population globale de <i>G.brimblecombei</i> durant les quatre saisons.....	74
Figure 4.7	Abondance des différents stades biologiques de <i>G.brimblecombei</i> par saison.....	77
Figure 4.8	Comparaison des abondances des cinq stades nymphaux de <i>G.brimblecombei</i> par saison.....	78
Figure 4.9	Evolution de la fluctuation de la population globale selon l'âge des feuilles.....	79
Figure 4.10	comparaison de l'Evolution de la fluctuation des différentes formes biologiques sur les jeunes feuilles et les feuilles âgées...	80

Figure 4.11	Influence de l'âge de la feuille sur les abondances de la population des nymphes et les œufs (F.A : Feuille âgée, J.P : Jeunes feuilles).....	81
Figure 4.12	Evolution temporelle de nombre des œufs pondus sur les feuilles et les feuilles âgées.....	82
Figure 4.13	Evolution temporelle de la population des nymphes selon l'âge de la feuille.....	83
Figure 4.14	Evolution de la population globale en fonction des variations climatiques.....	84
Figure 4.15	Evolution du nombre d'œufs pondus en fonction des variations climatiques.....	85
Figure 4.16	Evolution des nymphes en fonction des variations climatiques.....	86
Figure 4.17	Evolution des adultes en fonction des variations climatiques	87
Figure 4.18	<i>Psyllaephagus bliteus</i> riek.....	88
Figure 4.19	Nymphe parasité par <i>Psyllaephagus bliteus</i>	88
Figure 4.20	Evolution de nombre de nymphes parasitées de <i>Glycaspis .brimblecombei</i> durant l'année.....	89
Figure 4.21	Comparaison de l'évolution de parasitisme sur les deux faces de la feuille d' <i>E.camaldulensis</i>	90
Figure 4.22	Evolution du parasitisme en fonction de la surface foliaire.....	91
Figure 4.23	Evolution de taux des nymphes parasitées durant l'année.....	92
Figure 4.24	Abondance des nymphes parasitées par saison.....	92
Figure 4.25	Evolution du parasitisme en fonction des conditions climatiques	93
Figure 5.1	Schéma représentant les différentes catégories de Médiateurs chimiques.....	97

Figure 5.2	Nymphes parasitées par <i>Psyllaephagus bliteus</i>	106
Figure 5.3	Etapas du parasitisme.....	107
Figure 5.4	Présentation des relations tritrophique plantes – insectes et interventions des molécules informatives en tant que médiateurs chimiques.....	109
Tableau 2.1	Sensibilité relative approximative des espèces <i>d'eucalyptus</i> au <i>G.brimblecombei</i>	45
Tableau 3.1	Les températures moyennes mensuelles et annuelles de la station de Staoueli dans la période (2002/2012).....	54
Tableau 3.2	Pluviométrie moyenne mensuelle et annuelle de la station de Staouéli durant la période (2002-2012).	54
Tableau 4.1	Modèle G.L.M. appliquée à l'évolution des nymphes selon les faces foliaires.....	68
Tableau 4.2	Modèle G.L.M. appliquée à l'évolution du nombre des œufs selon la face foliaire.....	68
Tableau 4.3	Modèle G.L.M. appliquée à l'évolution des cinq stades de nymphes selon les faces foliaires.....	72
Tableau 4.4	coefficient de corrélation Pearson relatif à l'influence de conditions environnementales sur l'évolution de la population globale de la population de <i>G. brimblecombei</i>	75
Tableau 4.5	Modèle G.L.M. appliquée à l'influence de l'âge de la feuille sur les abondances des nymphes et les œufs.....	80
Tableau 4.6	Modèle ANOVA appliqué à l'interaction âge de feuille /temps dans l'évolution de la ponte des œufs.....	82
Tableau 4.7	Modèle ANOVA appliqué à l'interaction âge de feuille /temps dans l'évolution de la ponte des nymphes.....	83

Tableau 4.8	coefficient de corrélation Pearson relatif à l'influence de conditions environnementales sur l'évolution du nombre des œufs pondus.....	85
Tableau 4.9	coefficient de corrélation Pearson relatif à l'influence de conditions environnementales sur l'évolution de nombre des adultes.....	87
	..	
Tableau 4.10	Modèle G.L.M. appliquée à l'influence de l'âge de la feuille sur les abondances des nymphes et les œufs.....	90
Tableau 4.11	coefficient de corrélation Pearson relatif à l'influence des conditions climatiques de toute l'année et le nombre de nymphes sur l'évolution du parasitisme.....	94
Tableau 4.12	coefficient de corrélation Pearson relatif à l'influence de conditions environnementales sur l'évolution de la population globale de la population de <i>G. brimblecombei</i>	95

INTRODUCTION

L'introduction de nouvelles espèces exotiques hors de leurs écosystèmes d'origine résulte essentiellement de l'action volontaire ou accidentelle de l'homme à travers les voyages et le commerce [1].

Depuis des siècles, l'Homme a favorisé le déplacement des espèces bien au-delà de leurs capacités de dispersion naturelle. Les plantes de cultures principalement les céréales ont été introduites en Asie du sud ouest et en Europe du sud au Néolithique il ya 6000 ans. Toutefois, ce n'est qu'à partir du 16^{ème} siècle, et plus récemment encore avec l'augmentation des transports à longue distance, que d'importantes modifications sont survenues dans la distribution des espèces [2]. L'essor des colonies européennes de même que le développement des jardins botaniques de l'horticulture, de l'élevage et de la sylviculture ont également largement contribué à ces mouvements d'espèces [3]. Cette extension considérable des aires de distribution est à l'origine de la problématique écologique majeure que constituent les invasions biologiques.

La prise de conscience des menaces du phénomène a connu un véritable essor à partir des années 80 au cours desquelles des études des invasions biologiques ont été menées qui ont permis le développement rapide de l'une des disciplines de l'écologie. Les espèces exotiques envahissantes sont actuellement au centre des préoccupations en raison de la menace qu'elles constituent pour la biodiversité et l'intégrité des écosystèmes [4].

L'accroissement du volume des échanges commerciaux d'un continent à l'autre accélère l'introduction d'insectes. Dépourvus de leurs cortèges d'ennemis naturels dans leurs zones d'introduction, ils provoquent souvent des pullulations brutales et dommageables. L'introduction d'une espèce végétale exotique permet l'installation

de son cortège d'insectes ravageurs d'une façon ou d'une autre, immédiatement ou après une longue période.

Dans le but d'améliorer la productivité des reboisements et pallier au déficit en bois, plusieurs pays ont procédé, depuis plusieurs décennies, à l'introduction et à l'acclimatation d'essences à croissance rapide, capables de s'adapter aux conditions écologiques du pays. Parmi ces essences, le genre *Eucalyptus*, de par sa facilité d'adaptation, sa croissance rapide et ses nombreux usages : bois de sciage, bois d'industrie, bois de service, bois de feu, huiles essentielles ... tient une place des plus importantes en reboisement. [5].

L'*Eucalyptus* est une espèce exotique pour l'Algérie ainsi que pour toute la région méditerranéenne. L'*eucalyptus* est une espèce à croissance rapide originaire d'Australie. Ses bonnes performances et sa plasticité ont contribué à l'introduire massivement dans de nombreux pays [6] Dans son aire d'origine l'*Eucalyptus* héberge et nourrit une faune entomologique fort riche dont de nombreux floricoles [7]. L'extension rapide des *Eucalyptus* à travers le monde a entraîné divers problèmes phytosanitaires, Les plantations d'*Eucalyptus* souffrent de diverses attaques d'insectes invasifs et de maladies qui se manifestent sur les tiges et les feuilles par différents types de symptômes [8]

Jusqu'à il y a une trentaine d'années, les *Eucalyptus* en Algérie étaient menacés par un seul ravageur xylophage, *Phoracanta Semipunctata*. Mais depuis les années 90 les invasions de nouveaux ravageurs des *Eucalyptus* se succèdent, en particulier celles d'insectes qui endommagent surtout les feuillages des jeunes plantations. Des espèces d'Hyménoptère et d'Hémiptère sont connues pour leur implication dans la formation de galles sur *Eucalyptus* en Australie [9]

Dés 1990, au moins cinq espèces invasives se sont établies sur les *Eucalyptus* plantés en région méditerranéenne, parmi elles, *Leptocybe invasa* Fisher (Hyménoptera : Eulophidae : Tetrastichinae) a été découverte pour la première fois en 2000 en Palestine [10]. Depuis, l'espèce s'est rapidement propagé dans

l'ensemble des pays du bassin méditerranéen : Grèce, France, Espagne, Portugal, Maroc, Algérie [11].

Le psylle d'Eucalyptus, *Glycopsis brimblecombei*, (Moore), 1964, (Hemiptera, psyllidae), appelé communément le psylle du gommier rouge, est un insecte originaire d'Australie [12] et ces dernières années il s'est transformé en une espèce envahissante. L'espèce a été détectée pour la première fois, hors de l'Australie, en plantation d'Eucalyptus en Californie. En quelques années *G.brimblecombei* a été enregistré en Floride, au Mexique, en Chili, au Brésil, en Argentine, en Equateur, au Pérou, à Hawaii, en Ile Maurice et au Madagascar [13].

Dans le bassin méditerranéen cette espèce a été découverte, en Septembre 2007, en Espagne et au Portugal où il s'attaque à *Eucalyptus camaldulensis* et *Eucalyptus Erricornis* [14]. Il a été enregistré, par la suite, également le long de la côte méditerranéenne.

En Afrique du nord il a été signalé pour la première fois au Maroc en Juin 2009 [16]. En Algérie *G Brimblecombei* a été signalé dans plusieurs régions en 2011 à Zéralda, Bainem et à Blida [15] et comme cette espèce exotique n'avait jamais existé auparavant en Algérie, les chercheurs de L'Institut national de la recherche forestière (I.N.R.F), ont recouru à un laboratoire Américain pour son identification. Cette espèce de la famille des psyllidae est un suceur de sève, elle est facilement reconnaissable. Elle a connu une forte propagation au niveau des forêts algériennes, les dégâts qu'elle provoque sont considérables et remarquables par une forte chute des feuilles d'Eucalyptus.

L'Algérie est parmi les pays du bassin méditerranéen qui possède une plantation dynamique d'Eucalyptus donc une étude bioécologique doit être menée pour la protection de ses plantations d'eucalyptus des insectes ravageurs exotiques. L'adaptation de *Glycopsis Brimblecombei* à sa nouvelle aire (Algérie) qui possède un climat différent de celui de son aire d'origine nous pousse à étudier sa bioécologie et la dynamique de sa population sur la plantation d'Eucalyptus.

L'objectif de notre étude a pour principal but d'étudier la bio-écologie des populations de *Glycopsis Brimblecombei* dans la région littorale algéroise, durant une année d'étude, afin de connaître les conditions qui l'ont aidé à s'adapter à une aire qui n'est pas la sienne et qui est différente de son aire d'origine, les conditions qui lui sont défavorables dans lesquelles sa population diminue et de connaître aussi ses ennemis naturels : *parasitoides*.

Cette étude va contribuer à déterminer les paramètres écologiques qui aident cet insecte à se développer, les conditions défavorables, les risques de sa propagation dans les peuplements d'Eucalyptus.

Pour cela le travail a consisté :

- dans un premier volet à étudier l'évolution des abondances de la population de ce psylle sur les deux faces foliaires et selon l'âge de la feuille, l'impact des paramètres climatiques sur l'évolution de sa population et sur ses formes biologiques et également l'évolution du parasitisme de cet insecte.
- Dans un second volet nous apportons les explications et hypothèses relatifs à l'évolution de la fluctuation de sa population en relation avec la composition en métabolites secondaires de la feuille et la phénologie de l'arbre.

Notre travail a été scindé en deux parties :

- la première partie bibliographique comprenant deux chapitres concernant un aperçu général sur la plante hôte et le ravageur ;
- La seconde partie traitant de trois chapitres à savoir la méthodologie de l'étude, les résultats et la discussion générale des données

Nous terminons ces parties par une conclusion générale.

CHAPITRE I

GENERALITE SUR LA PLANTE HOTE : LES EUCALYPTUS ET EUCALYPTUS CAMALDULENSIS

1.1 Généralité sur l'Eucalyptus

1.1.1 Origine et distribution

Le nom Eucalyptus provient du Grec, Eu : bien, Kaliptos : Couvert. Il évoque l'opercule recourant étamines et pistils, dont les variations au sein du genre permettent de classer les espèces [16].

Les eucalyptus sont originaires d'Australie où ils composent plus de 90% des forêts naturelles d'Australie [17], et de la Tasmanie. Seules deux espèces ont une aire naturelle hors de l'Australie : *Eucalyptus Deglupta* (Papouaise nouvelle, Guinée, Céram, Philippine) et *Eucalyptus Urophylla* (archipel de la Sonde, Timor, Ile de flore et Wetar) Cette dernière présente des caractères d'adaptation ou conditions climatiques équatoriales. [18].

L'eucalyptus est une essence à croissance rapide. Ses bonnes performances et sa plasticité ont contribué à l'introduire massivement dans de nombreux pays. Des statistiques d'UFRC (1995-1997) permettaient de comptabiliser près de 14 millions d'hectares dans le monde [6]. Bien que le nombre d'espèces d'eucalyptus introduites dans différents pays soit supérieure à 150, moins d'une trentaine sont exploitées de façon significatives en plantation et quatre espèces (*Eucalyptus camaldulensis*, *E.globulus*, *E.tereticornis* et *E.grandis*) occupaient à la fin des années quatre-vingts, plus de la moitié des surfaces plantées [19].

La surface de plantation d'eucalyptus a considérablement augmenté depuis 20 ans en particulier en Asie et en Amérique du sud [16]. En 2000, la superficie totale

de plantation d'Eucalyptus atteignant 18 millions d'hectares principalement en Inde, au Brésil, en Afrique et en Europe [20].

En Algérie le reboisement d'eucalyptus est de 29 355 hectares qui représentent un taux de 2% du total des reboisements forestiers dans différentes wilaya du Nord (El Tarf, Skikda, Jijel, Bejaia, Annaba, Tizi-Ouzou, et les wilayas de Tlemcen, Tissemsilt, Sidi Bel Abbas, Tipaza, Bouira et Guelma [21]. Son introduction en Algérie date de 1863, La plantation massive de ces arbres ne se fera qu'à partir de 1950, grâce à leur facilité d'adaptation [22], l'espèce provenant semble être l'*E.camaldulensis* mais d'autres espèces furent introduites dans des placettes d'essais notamment à Reghaia, Bouchaoui et El Alia, dans la région d'Alger. Cette zone d'introduction était tellement favorable qu'on a assisté à des croisements qui ont donné des hybrides dont « l'*Eucalyptus algerensis* ». Dans les années 40 et 50 les Eucalyptus furent introduits dans 18 arboretums couvrant les étapes bioclimatiques humides et semi-arides. Dans ce cadre, pas moins de 130 espèces ont été plantées sur le territoire national.

Pendant les années 60 à 70, les reboisements à base d'Eucalyptus ont concernés notamment l'Est (El Kala, Annaba, Skikda), le centre (Tiz Ouzou, Bainem) et l'ouest Mostaganem afin de répondre aux besoins nationaux en produits ligneux et papetiers [23]. Les espèces *E.globulus*, *E.Camaldulensis*, *E. gomphocéphala*, sont les plus répandues dans la région méditerranéenne [24].

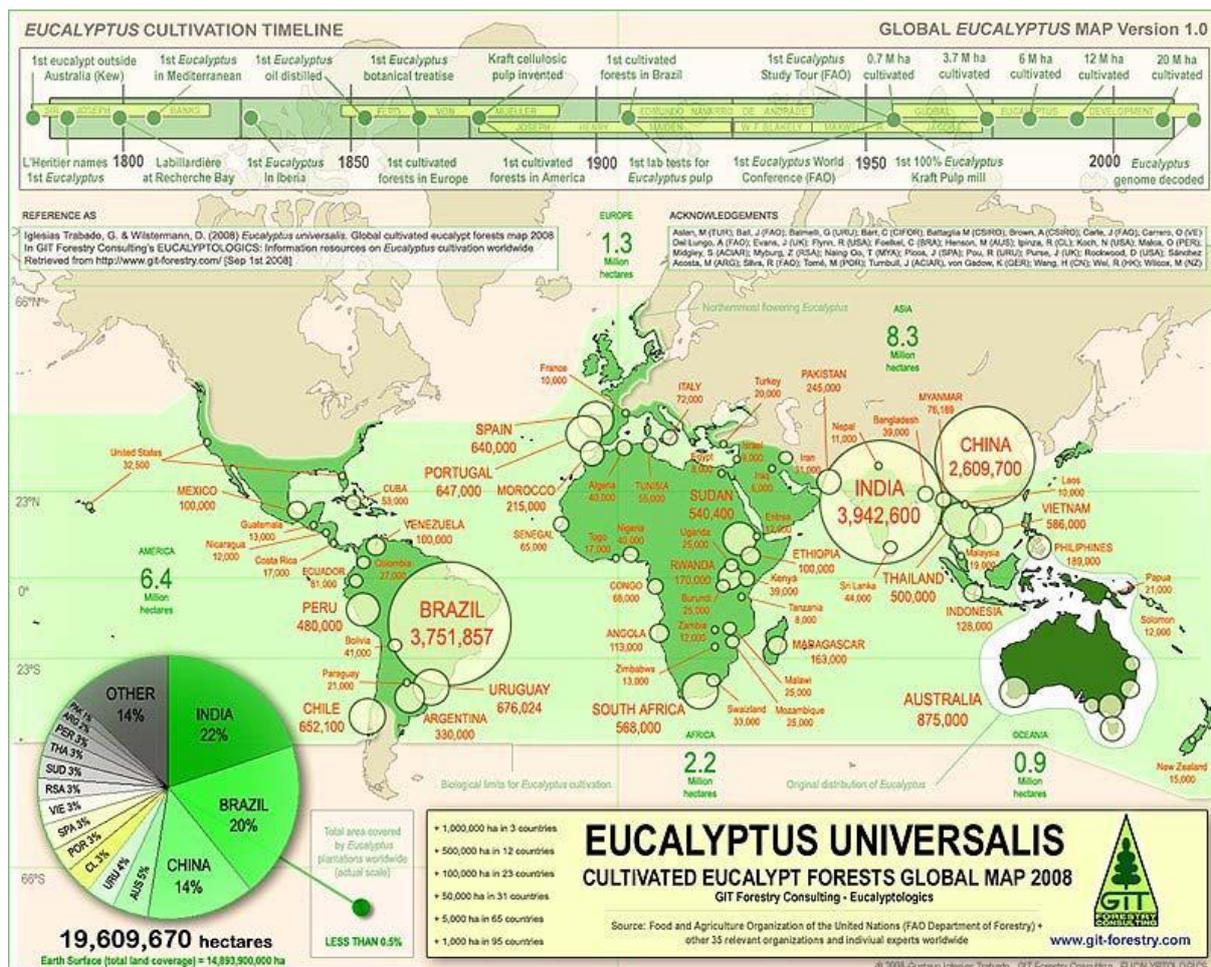


Figure 1.1 : Répartition des surfaces plantées d'eucalyptus dans le monde

1.1.2 Diversité et Taxonomie

Les eucalyptus sont des Angiospermes dicotylédones, ils appartiennent à la famille des *Myrtacées* [24], cette famille caractérisée par avoir des arbres ou des buissons, souvent à écorce se desquamant en plaque [25]. Ce genre comprend plus de 600 espèces (sans compter les hybrides artificiels et naturels) [26]. La principale classification est celle de Pryor et Johnson [27] qui définit sept sous genres (*Corymbia*, *Blakella*, *Eudesmia*, *Gaubea*, *Idiogenes*, *Manocalyptus* et *symphyomyrtus*). Un huitième sous genre (*Telocalyptus*) a été suggéré par Johnson, (1976) [28]. Plus récemment, les sous genres *Corymbia* et *Blakella* ont été formellement séparés du reste des eucalyptus et placés dans un nouveau genre *Corymbia* [29].

1.1.3 Description

- Arbre pouvant atteindre une très grande taille [30]. Le tronc le plus souvent droit et élancé (parfois tortueux) exsude fréquemment une gomme résineuse rouge [30].
- Ecorce : l'aspect de l'écorce très variable (lisse, crevassée, se détachant en lambeaux, en écailles...) est un important caractère de reconnaissance [26].
- Les fleurs sont le plus souvent en bouquet, parfois solitaires. Le bouton est en deux parties, en général bien visible, la base qui donnera le fruit est une sorte de couvercle qui tombe à la floraison libérant de très nombreuses étamines blanches, jaunâtres ou rouges en touffes hérissées très esthétiques [26].
- Bourgeon axillaire à peine visible, bourgeon à fleur en forme de capsule [30]
- Fruit : Capsule ligneuse renfermant de nombreux grains globuleux [30].



Figure 1.2. : Peuplement des arbres d'*Eucalyptus camaldulensis* (Originale, 2012)



Figure 1.3 : Feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* (Originale, 2012)

1.1.4 Ecologie

Les eucalyptus présentent un comportement variable selon les espèces mais rares, sont celles qui tolèrent des températures inférieures à -12°C [26]. La croissance des eucalyptus est continue car ils n'ont pas d'endormance contrairement à la plupart des espèces ligneuses, ils sont opportunistes, c'est-à-dire que leur croissance dépend essentiellement de la température moyenne, elle est maximale en condition favorable mais ralentie voire nulle en condition de stress abiotique tel que le froid ou la sécheresse. Par contre, les eucalyptus sont très réactifs après le stress. L'intérêt porté par les forestiers pour ce genre exotique provient en particulier de la remarquable plasticité des eucalyptus, généralement attribuée à des pressions de sélection qui les ont maintenus dans des milieux à forêts contraintes tout au long de leur évolution, notamment sur des pauvres en éléments nutritifs [31]. Beaucoup d'espèces d'*eucalyptus* ne tolèrent pas le sol calcaire [26]

1.1.5 Mode de reproduction

La majorité des espèces d'*Eucalyptus* présentent un nombre de chromosome de $2n = 22$. Les fleurs sont hermaphrodites, les organes mâles et femelles se trouvent dans la même fleur. L'âge de maturité oscille selon les espèces de 3 à 10 ans, mais un décalage de floraison existe entre les différentes unités génétiques (individus, provenances, espèces). La pollinisation est principalement entomophile ou réalisée par les oiseaux pour les espèces à grandes fleurs [32], ce qui favorise dans ce dernier cas l'hybridation interspécifique. La distance de dispersion du pollen est généralement inférieure à 100 mètres [19]

1.1.6 Importance économique

L'eucalyptus est un important producteur de bois d'œuvre, la quasi-totalité des plantations est destinée à la production de bois [25].

- Le bois de trituration : le bois d'eucalyptus présente des caractéristiques technologiques intéressantes pour la production de pâtes à papier (fibres

courtes) qui constituent le débouché principal de la majorité des reboisements industriels dans le monde [33]. Il est également apprécié pour la production de panneaux de particules (MDF) ou viscoses.

- Bois d'énergie et bois rond de construction dans les zones péri urbaines de nombreux pays en développement, le bois d'eucalyptus est très utilisé pour la production de charbon de bois de feu et de bois ronds pour la construction [34].

- Bois d'œuvre : le bois de la plus part des espèces utilisées en plantation présente des contraintes de croissance très élevées. Ce qui le rend impropre au sciage [35]. Toutefois une proportion croissante des plantations d'*E. grandis* d'Afrique du sud et d'Amérique du sud est destinée au déroulage. En forêt naturelle australienne, certaines espèces sont exploitées pour la fourniture de bois de sciage, de déroulage ou de tranchage [35].

- Ce sont des assainissant majeurs des régions marécageuses : grâce à l'intense évaporation s'opérant au niveau des feuilles et grâce à leurs immenses et fortes racines, ils sont capables d'absorber de grandes quantités d'eau. Ils sont appelés « arbres à la fièvre » dans les régions où ils sont plantés en prévention du paludisme [36].

- Certains eucalyptus contiennent principalement au niveau de leurs feuilles (poches sécrétrices schizogènes) une « huile essentielle », traditionnellement utilisées en pharmacie et cosmétique. Les eucalyptus ne sont pas tous aromatiques. 17 kg de feuilles donnent après 3 heures de distillation environ 11,50 g d'huiles essentielles [35 et 25].

1.2 Eucalyptus Camaldulensis

1.2.1 Origine et répartition

Eucalyptus camaldulensis Dehn, appelé aussi le gommier de rivière relativement rustique, cette espèce calciguge est très répandue dans le monde. Son non latin vient de la ville Camaldule, en Australie, on le trouve dans l'Est de ce continent surtout près de rivières (elle supporte bien les inondations on l'y appelle River gum (gommier de la rivière) [17]. Cette espèce appartient à la famille de Myrtaceae, genre d'Eucalyptus sous genre Symphyomyrtus.

L'aire naturelle d'*Eucalyptus camaldulensis* couvre la majeure partie du continent australien depuis le territoire du Nord tropical jusqu'à la région fraîche et région tempérée du Victoria. Il est planté dans de nombreux, pays tropicaux et sub-tropicaux, étant probablement l'arbre le plus planté dans les zones arides et semi-arides du monde et il est naturalisé dans un grand nombre de régions [37]. Cette espèce a été introduite en Algérie en 1860 lors de la période coloniale [38].

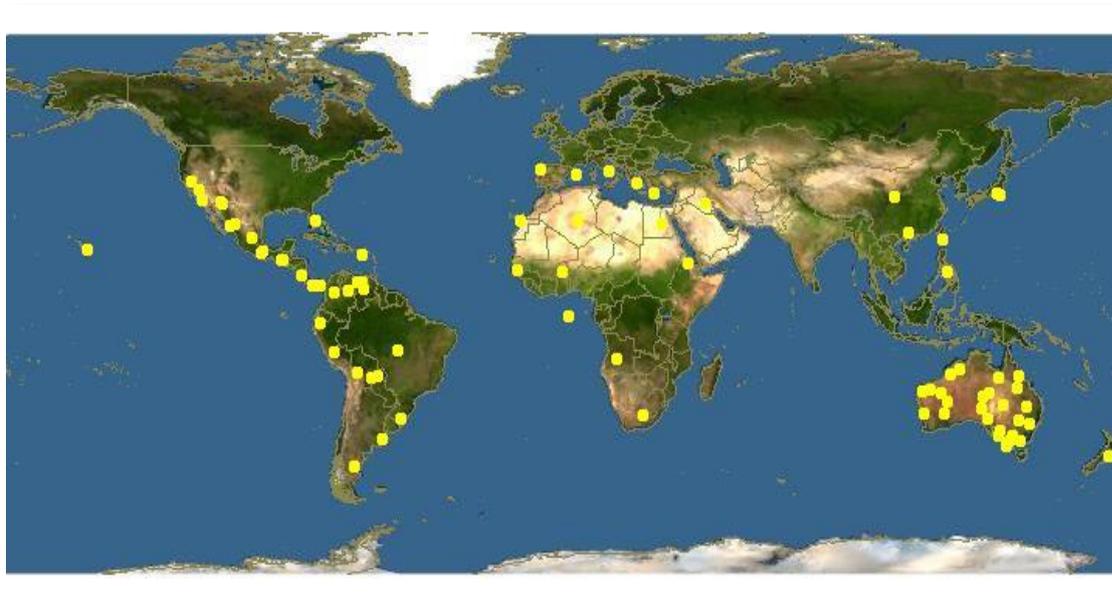


Figure 1. 4: Distribution géographique d'*Eucalyptus camaldulensis* dans le monde

1.2.2 Description et propriété

Eucalyptus camalulensis est un arbre qui peut atteindre les 20m de haut parfois atteignant les 50 m, avec un diamètre du tronc de 1m (max 2 m) [39]. Cette espèce se caractérise par une cime tendant à être peu fournie.

- comme la plus part des espèces d'Eucalyptus, les feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* varient du stade de semis à l'âge adulte. Les feuilles âgées sont minces et pendantes, les jeunes feuilles, quant à elles sont ovales à lancéolés et larges.
- L'écorce à l'âge adulte, est lisse et se détache saisonnièrement en plaque, il contient 8 à 17 pour cent de tannins [40].
- Les fleurs : Pédicelle grêle de 0.1 à 1 cm de long, pas de pétale, très nombreuses étamines, blanc crème de 4 à 6 mm de long.
- Fruit à capsule hémisphérique de 0.8 cm terminé par un bourrelet pointe triangulaire [17].
- Bois rouge aussitôt après la coupe devenant plus foncé à l'aire durable, très résistant à l'humidité de meilleure qualité [17].

Eucalyptus camaldulensi est une plante vivace monocaulé. L'Eucalyptus rouge peut atteindre des âges de 500 à 1000 ans [41]. Le taux de germination de l'eucalyptus rouge est généralement élevé, pouvant atteindre presque 100%. Les taux de croissance varient énormément selon les provenances et dépendent considérablement de la station. Bien que, pour les semis, des taux de croissance annuels jusqu'à 4(-7) m en hauteur et jusqu'à 4(-6) cm en diamètre aient été enregistrés pour des provenances bien adaptées sur des stations favorables dans des régions tropicales, dans des zones sèches du Zimbabwe, de jeunes arbres de

différentes provenances n'ont que légèrement dépassé en moyenne les 6 m de haut, 5 ans après la plantation.

L'arbre développe une forte racine pivotante et les racines latérales peuvent atteindre en longueur 2,5 fois la hauteur de l'individu, ce qui le rend particulièrement efficace dans la lutte contre l'érosion. Dans les régions tropicales, certaines provenances peuvent fleurir presque toute l'année. La pollinisation est principalement assurée par les insectes, mais aussi par les oiseaux et les petits mammifères. Les graines mûrissent environ 6 mois plus tard.

La floraison de l'eucalyptus rouge peut débuter lorsqu'il atteint 1,5–2 ans. Sur des stations favorables dans les régions tropicales, la période comprise entre la plantation et la production de la première récolte de graines peut être de 3 ans seulement. Les eucalyptus ne produisent pas de bourgeons dormants et poussent dès lors que les conditions sont favorables [37]



Figure 1.5 : 1, port de l'arbre; 2, branche en fleurs; 3, branche en fruit
Source: PROSEA



Photo: D. Louppe CIRAD

Figure 1.6 : Arbre de 20 ans d'*Eucalyptus camaldulensis*

1.2.3 Ecologie

En condition naturelle, l'Eucalyptus rouge se rencontre normalement le long des cours d'eau et dans les plaines inondables [37]. *L'Eucalyptus camaldulensis* se trouve dans l'état de Victoria (Extrémité sud de l'Australie) dans la vallée de Murray et il constitue là des forêts inondées une ou plusieurs fois par an. On le trouve cependant en Australie méridionale dans des zones montagneuses où il se rencontre aussi bien sur les collines que dans les ravins. On le rencontre sous forme d'arbres isolés le long des cours d'eau dans les parties Est et Nord Est de l'Australie occidentale, dans les territoires du nord ainsi que dans le Queensland. On ne le trouve pas dans les régions les plus sèche d'Australie ni sur la bordure côtière orientale, sauf le long des vallées de certains fleuve, son altitude est inférieure à 600m [42]. En plantation, il pousse suivant une multitude de conditions climatiques, de tempérées à chaudes et d'humides à arides, la pluviométrie annuelle dans les peuplements naturels oscille entre 250-2500 mm mais les arbres plantés peuvent survivre dans des régions qui ne reçoivent que 150 mm par an [37] Dans son aire, *L'Eucalyptus camaldulensis* peut trouver des températures moyennes annuelles allant de 13° à 28°C et dans son milieu moyen on trouve des températures moyennes annuelles de 16°C [42], il peut supporter des température à 35°C [40]., elle supporte les saisons sèches de 4 à 8 mois ou plus, de gel de 0 à 50 jours [40].

L'Eucalyptus rouge est présent sur une grande variété de sols, habituellement sur des sols alluviaux sableux et limoneux [37] et avec un sous-sol argileux et humide [40]. On la trouve principalement le long des rivières et sur des sites marécageux où elle forme habituellement des peuplements purs ouverts. Ailleurs, *Eucalyptus camaldulensis* peut être associé à des espèces telles que *E. largiflorens*, *E. melliodora* ou *E. microcarpa*. Elle ne pousse rarement que sur des flancs de collines [40].

1.2.4 Reproduction

La majorité des espèces d'Eucalyptus présentent un nombre de chromosomes de $2n = 22$. Les fleurs sont hermaphrodites, les organes mâles et femelles se trouvent dans la même fleur. L'âge de maturité oscille selon les espèces de 3 à 10 ans, mais un décalage de floraison existe entre les différentes unités génétiques (individus, provenances, espèces). La pollinisation est principalement entomophile ou réalisée par les oiseaux pour les espèces à grandes fleurs [32], ce qui favorise dans ce dernier cas l'hybridation interspécifique. La distance de dispersion du pollen est généralement inférieure à 100 mètres [19]

L'allogamie préférentielle est favorisée par différents mécanismes dont la protandrie (maturation décalée du stigmate et du pollen), mais aussi l'incompatibilité du tube pollinique et du stigmate, la stérilité mâle et par un mécanisme génétique de contrôle d'incompatibilité [28]. Cependant, il existe une part non négligeable d'autogamie lors de la fécondation. Dans les conditions naturelles, le taux d'allofécondation moyen est estimé à 75 % avec des variations comprises entre 60 et 90 % [43]. L'autofécondation produit des graines peu viables avec des taux de germination réduits et une croissance plus lente. Les arbres très consanguins sont éliminés simplement par concurrence avec les autres arbres. Des formes anormales plus ou moins létales, appelées « dwarfs » ou naines sont parfois observées, mais sans être obligatoirement reliées à la consanguinité [44].

1.2.5 Maladies et ravageurs d'*Eucalyptus*

1.2.5.1 Les principaux ravageurs

Dans son aire d'origine, l'eucalyptus héberge et nourrit une faune entomologique fort riche, dont de nombreux sont les phylophages, acridiens, phasmes, coleoptères, chrysolmélides et Scarabeides, lépidoptères et des Hyménoptères (Symphytes (Pergidés), Diptères Agromyzides [45].

1.2.5.1.1 Les coléoptères

- *Phoracantha semipunctata*

C'est le plus important ravageur de l'eucalyptus. Extrême ubiquiste, il a suivi à terme, l'exposition des Eucalyptus à travers le monde entier et occupe maintenant la totalité du bassin méditerranéen. Sa dynamique est littéralement explosive et la quasi-totalité des espèces importées dans la région sont attaquées [46]

Phoracantha semipunctata appartient à la famille des Cerambycidae [45]. Appelé communément le longicorne d'eucalyptus. Les femelles pondent de 10 à 40 œufs sur la surface du tronc, l'écorce ou dans les fissures et les crevasses de l'écorce. Les larves nouvellement écloses s'enfoncent dans l'écorce de l'arbre [47]. Cette larve creuse ensuite une galerie sous corticole orienté généralement selon l'axe du tronc. Le développement d'une galerie sous corticoles du point d'accès au point d'enfoncement dans le bois pour la nymphose est de 80 à 115 cm, la largeur au départ est de 1mm, au bout de la galerie elle est de 11 à 20 mm [45].

L'alimentation des larves peut effectivement causer la mort de l'arbre. A la fin de la période de l'alimentation les larves partaient profondément pour se nymphoser [47] Au cours de leur vie sous-corticole, les individus de *P. semipunctata* survivent en fonction, essentiellement, de la quantité et de la qualité du substrat, dépendant l'une et l'autre de l'action de l'insecte, de l'état et de la physiologie de l'arbre [48]. Les dégâts sont très importants au moins localement et la lutte est nécessaire par :

- Lutte chimique : Empoisonner les sujets sensibles avec un insecticide systémique
- La lutte sylvicole en aménageant les eucalypteraies pour qu'elles n'attirent pas les longicornes, le piégeage de masse des imagos
- la lutte biologique en utilisant un organisme antagoniste (*Avetionella longoi* parasite des œufs de longicorne [48].
 - *Gonipterus scutellatus*

Le charonçon de l'eucalyptus, les seules hôtes sont *Eucalyptus spp* dont les plus sensibles sont : *Eucalyptus camaldulensis* *E. globulus*.....

Une femelle pond de 21 à 33 capsules, les larves se nourrissent des feuilles et de brindilles, les feuilles attaquées ont un aspect dentelé, avec un dépérissement

Les défoliations produisent un retard de croissance et par conséquent la mort des arbres s'il ya une forte infestation. Les adultes ont tendance à se nourrir des feuilles et écorces tendres des jeunes pousses mais les dommages des larves restent plus graves sur les feuilles [49]

Une lutte avec utilisation d'un agent biologique à savoir *A. nitens* a pris un succès en Italie et en France [50]. Le traitement chimique n'est pas recommandé en raison du risque qu'il présente aux nombreuses abeilles attirées par la longue période de floraison des Eucalyptus [50].

1.5.2.1.2 Les Hémiptères

- *Ceratonya eucalypti* Mark

C'est le psylle d'Eucalyptus bleu (*E. globulus*), les dommages sont plus spectaculaires que graves.

1.5.2.1.3 Les Hyménoptères

- *Leptocybe invasa*

(Hyménoptéra : Eulophidae) a été découverte pour la première fois en Palestine en 2000. Depuis l'espèce s'est rapidement propagée dans l'ensemble des pays du bassin méditerranéen : Grèce, France, Espagne, Portugal, Maroc Algérie (2006) [51]. *Leptocybe invasa* attaque plusieurs espèces d'eucalyptus plus spécialement : l'*Eucalyptus globulus* suivi par *E. camaldulensis*, *E. saligma* *E. botryoides*, *E. bridgesiana*....

Les dégâts observés sont des galles formés par les larves sur les feuilles au niveau des nervures, les pétioles et les tiges des jeunes arbres d'Eucalyptus. Les arbres gravement attaqués montrent la chute des feuilles, un retard de croissance, dépérissement et finalement la mort de l'arbre [11].

On peut contrôler ce ravageur en pépinière par utilisation des insecticides systémiques [9].

1.2.5.2 Les maladies

Il y a beaucoup de maladies qui affectent les feuilles, les racines et le tronc des espèces d'Eucalyptus :

- La fonte de semis (*Damping off*) est l'une des plus graves maladies des pépinières forestières et fruitières, cette maladie est causée par *Cylindrocladium. Spp.* Elle affecte plusieurs espèces d'eucalyptus en pépinière [9]
- Le chancre d'eucalyptus : *Botrytis cinerea*, maladie fongique, elle attaque les feuilles d'Eucalyptus [53]. *Le crown gall (Agrobacterium sp.)* une bacteria responsable des galles sur les feuilles et la tige des différentes espèces d'Eucalyptus (Belasakri, 2006), il y a aussi des galles fongiques dont l'agent pathogène est *Alternia.sp.*
- La pourriture du tronc *Stereum hirsutum (WILLD)*, est un parasite reconnu comme agent d'une pourriture sèche du centre des eucalyptus [54]. Les tâches foliaires *Sphaerulina eucalypti*, est un parasite qui se manifeste par des taches grises irrégulières, bordées d'une marge étroite [9].

CHAPITRE 2

GENERALITES SUR LE RAVAGEUR

2.1 Origine

L'espèce *Glycaspis brimblecombei* (Moore), (Hemiptera, psyllidae), appelé communément le psylle du gommier rouge (red gum lerp psylla) ; est un insecte originaire d'Australie [55] et ces dernières années il s'est transformé en une espèce envahissante. L'espèce a été détectée pour la première fois hors de l'Australie en plantation d'Eucalyptus, en Californie [56], en quelques années *G.brimblecombei* a été enregistré à partir de la Floride puis au Mexique, au Chili, au Brésil, en Argentine, en Equateur, au Pérou, à Hawaii, en Ile Maurice et au Madagascar [57].

2.2 Distribution géographique

Le premier enregistrement du psylle du gommier rouge en Europe est daté de 2007 au Portugal et en Espagne [58], mais par la suite il a été également enregistré le long de la côte méditerranéenne. Dans la région centrale *G.brimblecombei* est associé à une série d'espèce d'Eucalyptus, mais dans le bassin méditerranéen, il est associé principalement à *Eucalyptus Camaldulensis* [13].

En Afrique du Nord il a été signalé pour la première fois au Maroc en juin 2009 (Bernichi, 2010) En Algérie *G.brimblecombei*, a été signalé en 2011 dans plusieurs régions à savoir : Zéralda, Blida, Bainem, et Batna [15]

Les raisons de la contamination sont vraisemblablement les importations de bois d'Eucalyptus [14].

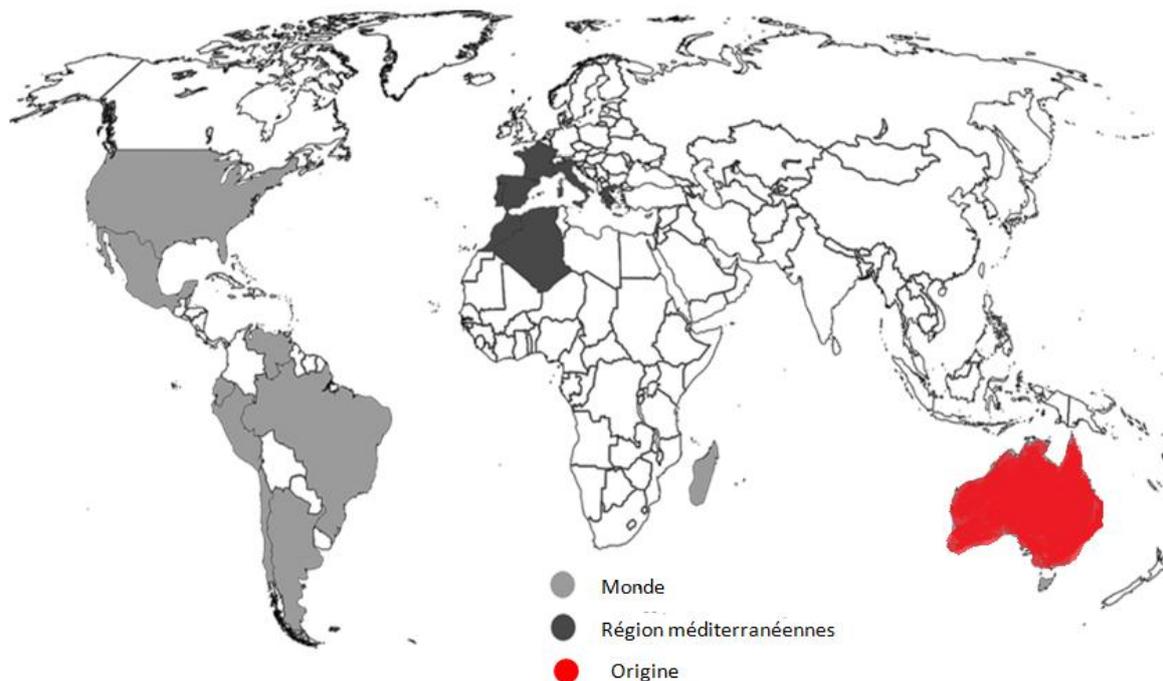


Figure 2.1. : Distribution mondiale de *G.brimblecombei* (Originale, 2013)

2.3 Taxonomie

Glycaspis brimblecombei communément connu sous le nom, le psylle à gommier, the red gum lerp en anglais ou psylle à bouclier ; a été décrit par Moore (1964) à partir des spécimens recueillis dans le Queensland, en Australie, sur *Eucalyptus globulus* (Gommier bleu) [69]. Il est situé taxonomiquement à l'ordre des Hémiptère, sous ordre des Homoptères, famille des Psyllidae, Genre *Glycaspis*, un genre qui comprend plus de 127 espèces, le plus souvent associé à l'*Eucalyptus spp* Le nom latin est *Glycaspis brimblecombei* (Moore,1964) [60].

2.4 Description morphologique

Les insectes appartenant à cette famille (Psyllidae), sont minuscules, avec une longueur comprise entre 1 et 2 mm, ce sont des insectes suceurs, les antennes sont bien développées [61].

2.4.1 Adulte

Les adultes mesurent environ 3,10 mm, ont des tâches brunes à orange et jaune [47]. Les adultes de *G.brimblecobei* diffèrent des autres espèces des psylles par la présence des saillies avant la tête appelée cône ou génea [62]

Les adultes de cette espèce montrent un degré de dimorphisme sexuel reposant essentiellement sur la taille du corps, les femelles sont plus grandes que les mâles [13]. Ils sont ailés et très mobiles [63].La couleur varie dans la lumière du vert au brun, avec des zones orange et jaune [64]



Figure 2.2 : Adulte de *G. brimblecobei* (Original, 2012)

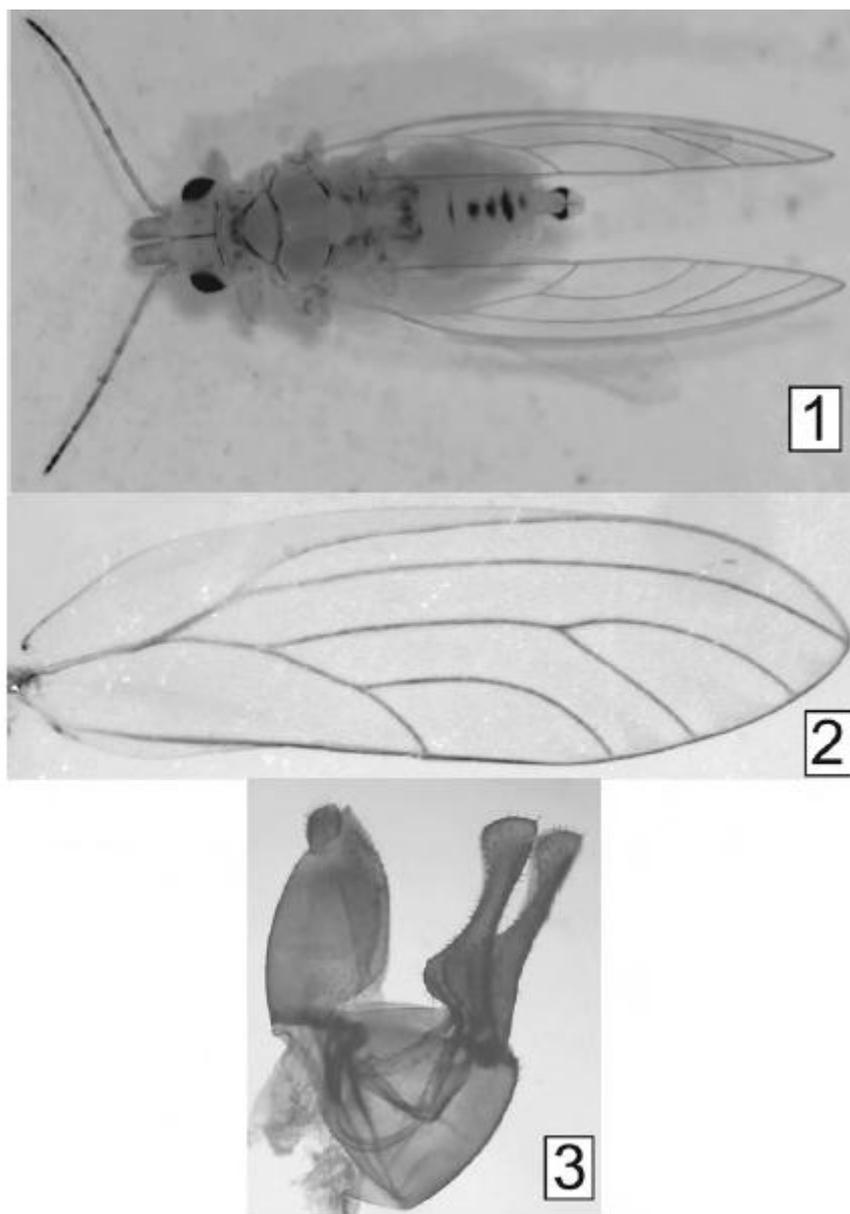


Figure 2.3 : Identification de l'adulte (1 : Adulte: 2 : Aile 3 : Extrémité abdominale chez l'adulte) [65]

2.4.2 Les nymphes

G.brimblecombei, à cinq stades nymphals, les nymphes sont aplaties dorso-ventralement ayant la couleur jaune dans les trois premiers stades [55], les deux derniers stades ont une couleur variant du jaune orange au vert, l'abdomen a une coloration foncée [62].

Favaro,(2006) [66], cite que la couleur jaune pâle caractérise les quatre premiers stades, dans le cinquième stade la couleur varie du jaune pâle au jaune foncé, au vert à brun clair avec des tâches dans les tons de vert, orange et marron. Cet auteur note qu'il y a deux tâches orange visibles sur l'abdomen de la nymphe du premier stade, la seconde apparition de petits bossés qui donnent la naissance à des pousses alaires. Au troisième stade nymphal, les pousses sont plus développées et prennent la couleur brun clair. Dans le cinquième stade nymphale, les pousses deviennent brun clair au brun foncé

Les nymphes forment un couvercle (cocon) de protection appelé «Lerp» [67], ces cocons mesurent jusqu'à 3,17mm de diamètre et de 2,11 mm de hauteur [66].

Les cocons sont composés principalement de miellat cristallisé [67], les nouveaux nées insèrent leurs stylets dans les feuilles et commencent à se nourrir, produisant de grandes quantités de miellat et de la cire, cette sécrétion est utilisée pour construire leurs cocons [64].



Figure 2.4 : Cocon de protection des nymphes (Original, 2012)



Figure 2.5 : stades nymphaux de *Glycaspis brimblecombei* (Original, 2013)

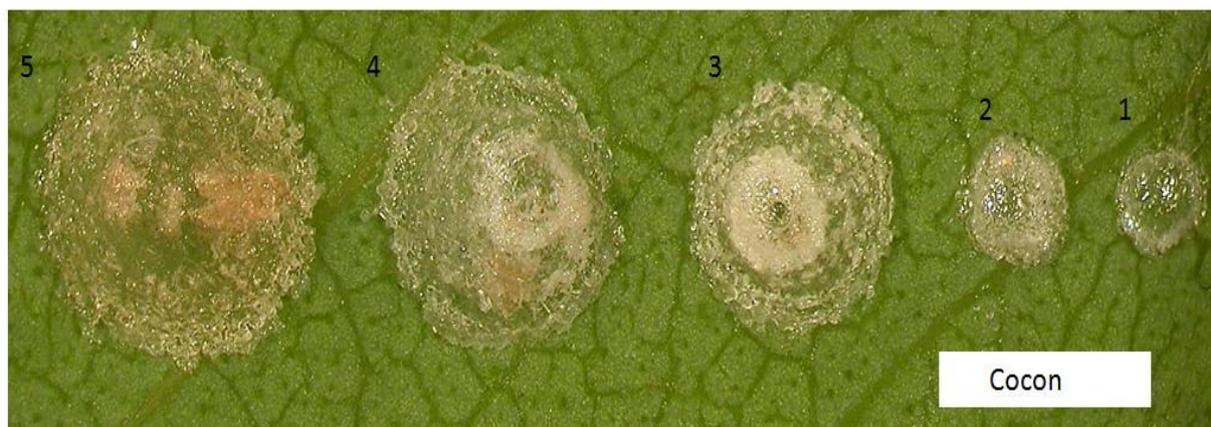


Figure 2.6: Cocons des différents stades nymphaux de *G ;Brimblecombei* (Original, 2013))

2.4.3 Œuf

Les œufs ont une couleur blanche allant du jaune à l'orange, lorsque les embryons sont proches de l'éclosion ils deviennent lumineux, l'œuf est de forme ovoïde [68]. Les femelles pondent leurs œufs sur les feuilles, les œufs sont mis en ligne, groupés ou individuels arrêtés par une tige sur la surface des feuilles [60]



Figure 2.7 : Œufs de *G.brimblecombei* (Original, 2013)

2.5 Cycle biologique

Les femelles *G.brimblecombei* préfèrent pondre leurs œufs sur les feuilles succulentes [47], la forme des œufs est piriforme, la couleur est blanche laiteuse lorsque les œufs sont nouvellement pondus. L'incubation des œufs est de 7 à 11 jours pour des températures de 20°C à 26°C [62] Dans la même étude, il a été constaté que les températures de 20°C à 26°C, offrent des conditions favorables à son développement sur les différentes espèces d'Eucalyptus que les températures de 10°C.

Après l'éclosion, l'insecte passe par cinq stades nymphals. Firmino, (2004) [62] ; a constaté que, dans des températures de 26°C et de 12 heures de photopériode, la durée moyenne de la phase larvaire était de 14,2 jours. Les adultes élevés dans les mêmes conditions ont eu une longévité de 8,4 jours.



Figure 2.8 : Nymphé néo née
(originale 2013)



Figure 2.9 : Cocon nouvellement construit par une nymphé néo née (Original, 2013)

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

Les néo- nées insèrent leurs stylets dans les feuilles et commencent à se nourrir et produisent de grandes quantités de sécrétion de miellat et de la cire, cette sécrétion est utilisée pour construire leurs boucliers appelés aussi couvercles ou cocons, [64]. Ce couvercle de protection est construit par la nymphé du premier stade jusqu'au stade adulte [13], les nymphes les plus âgées (du quatrième et cinquième stade), généralement ne se déplacent pas [67].

Les juvéniles se nourrissent et croissent sous ce bouclier, les adultes ailés quittent le cocon de protection et volent sur de longues distances et cherchent des nouvelles plantes hôtes pour s'accoupler, s'alimenter et pondre leurs œufs. La durée de vie de l'adulte varie entre 3 et 10 jours [19]

Cette espèce est polivoltine, elle effectue 2 à 4 générations par an en fonction de l'environnement [57], [64]

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

2.6 Plante hôtes

L'espèce exotique *Glycaspis brimblecombei* Moore appartient au genre *Glycaspis* Taylor, 137 espèces australiennes de ce genre, associées à toutes les espèces du genre *Eucalyptus* [68]

G.brimblecombei est un fléau qui est caractérisé par son alimentation des feuilles d'*Eucalyptus*. Paine et al. (2006) [47], ont constaté que même en présence de plusieurs espèces d'*Eucalyptus* ; *G.brimblecombei* préfère coloniser les espèces de sous genre *Symphgmyrtus*, en particulier *E.camaldulensis*.

Brennan et Gill (1999) [56] donnent la liste ci-dessous des espèces hôtes d'*Eucalyptus* de *G. brimblecombei* par ordre alphabétique:

E. blakelyi Maiden

E. brassiana Blake

E. bridgesiana Baker

E. camaldulensis Dehnh.

E. camphora Baker

E. dealbata Cunn. Ex Schauer

E. mannifera ssp. *Maculosa* Baker

E. nitens Deane & Maiden

E. teriticornis Smith.

In California, *G. brimblecombei* also has been found

on: *E. diversicolor* F. Muell

E. globulus Labill

E. sideroxylon Cunn

Tableau 2.1 : Sensibilité relative approximative des espèces *d'eucalyptus* au
G.brimblecombei [69]

Espèces d'Eucalyptus	<i>Glycaspis brimblecombei</i>
<i>E.Polyanthemos</i>	moins sensible
<i>E.Globulus</i>	sensible
<i>E.Cinerea</i>	moins sensible
<i>E.Rudis</i>	Haute sensibilité
<i>E.tereticornis</i>	Haute sensibilité
<i>E.grandis</i>	sensibilité intermédiaire
<i>E.paniculata</i>	moins sensible
<i>E.trabutii</i>	information non disponible
<i>E.diversicolor</i>	sensibilité intermédiaire
<i>E.citriodora</i>	sensible
<i>E.macandra</i>	sensibilité intermédiaire
<i>E.viminalis</i>	sensibilité intermédiaire
<i>E.dalrympleana</i>	information non disponible
<i>E.spathulata</i>	moins sensible
<i>E.nicholii</i>	sensibilité intermédiaire
<i>E.ficifolia</i>	moins sensible
<i>E.sideroxylon</i>	sensible
<i>E.camaldulensis</i>	haute sensibilité
<i>E.ornithorynque / nutans</i>	sensible
<i>E.nitens</i>	sensible
<i>E.crenulata</i>	information non disponible
<i>E.pulverulenta</i>	Moins sensible
<i>E.maculata</i>	Information non disponible
<i>E.cladocalyx</i>	moins sensible
<i>E.robusta</i>	moins sensible
<i>E.saligna</i>	moins sensible
<i>E.leucoxylon</i>	sensibilité intermédiaire

2.7 Dégât et importances

Les dommages causés par les espèces les plus communes de psylles connus dans les cultures agricoles sont en général : la malformation foliaires, la formation des galles, le ballet de sorcière, de séchage de mains induisant l'apparition de la fumagine (Champignon saprophyte, de couleur noire qui se développe sur les excréments sucrés de l'insecte) et la transmission d'agents pathogènes (Bactérie, virus et Mycoplasme) [62]

La présence de *G.brimblecombei* peut être facilement détectée en observant la présence des cônes blancs (produits par des nymphes) [58]

Les psylles se nourrissent aux dépens de la sève du phloème, produisent de grandes quantités de miellat dans toutes les étapes nymphales [13].

De fortes populations de psylles sécrètent des quantités copieuses de miellat, le champignon Fumagine noirâtre se développe sur la surface recouverte de miellat et par conséquent, le champignon et la population du psylle peuvent causer la chute sévère des feuilles [67].

Les principaux dégâts de ce ravageur sont l'affaiblissement des arbres par aspiration de la sève, la mort des pousses et des branches et dans les cas extrêmes ; la mort des arbres [70].

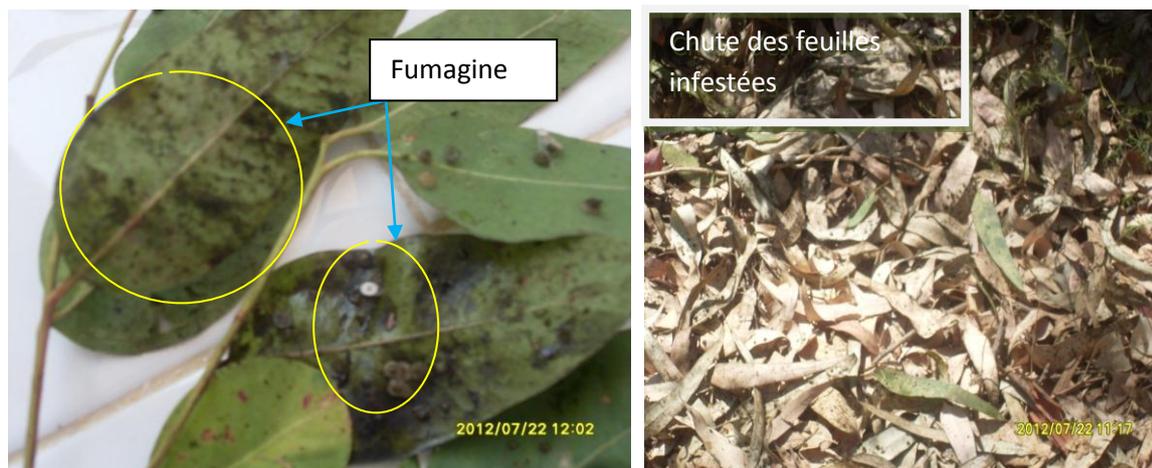


Figure.2.10 : Dégâts sur *Eucalyptus camaldulensis* (Origéna, 2012)



Figure.2.11. Arbres dénués [15]

2.8 Surveillance et contrôle

2.8.1 Surveillance

G. brimblecombei, est un ravageur envahissant qui menace le reboisement d'eucalyptus dans le monde. Au Mexique, à l'US A et en Australie, la surveillance de ce ravageur, était par la Coloration des pièges collant jaune, cette méthode est utilisée pour suivre la variation temporelle de l'évolution de la population et l'impact du ravageur sur les arbres. Au Brésil, ils utilisent les cartes autocollantes de contrôle jaunes comme un test pour vérifier l'efficacité de ce type de piège [62].

La surveillance et les enquêtes sont également faites par comptage des coquilles sur les feuilles des branches de l'échantillon et par comptage du nombre moyen de nymphes par arbre pour estimer le taux d'attaque [62]

2.8.2 Méthodes de contrôle et de lutte

2.8.2.1 La lutte chimique :

L'utilisation d'insecticides pour lutter contre le psylle-à-coquille est légèrement étudiée. Les insecticides systémiques sont les plus appropriés, les insecticides à contact ont une efficacité faible, car les nymphes sont peu mobiles et sont protégées par le cocon. Toutefois, l'utilisation des insecticides systémiques a des impacts sur l'environnement et l'homme.

En Australie, il est recommandé d'appliquer des insecticides systémiques, diméthoate étant considéré comme le moyen le plus efficace pour lutter contre cet insecte suceur, mais cette recommandation ne concerne que les nouvelles plantations et pour les petites surfaces. La lutte chimique est utilisé au Mexique quand ils détectent les infestations actives du psylle et elle se fait grâce à l'utilisation de l'imidaclopride 30% (suspension concentré), l'acéphate abamectine 50% (poudre soluble) et 1,8% (concentré émulsifiable) [71]

Les insecticides : L'imidaclopride et oxidemeton de méthyle ont été testés aux États-Unis par micro-injection dans le tronc des arbres. Le méthyl et oxidemeton

l'imidaclopride ont contrôlé dans une période de 2 à 8 mois avec 73,2% de mortalité de la population de *G. brimblecombei* [62]. Ce formulaire de demande est appliqué à l'eucalyptus dans les zones urbaines et de brise-vent, elle est coûteuse et impossible dans les vastes plantations d'eucalyptus [72]

2.8.2.2 La lutte biologique

Le danger que pose le psylle, c'est que sa lutte butte actuellement sur l'inexistence de produits spécifiques de neutralisation du parasite. Les produits chimiques, pesticides, pourraient donner des résultats probants sauf que leur impact sur l'environnement pourrait avoir des conséquences irréversibles. Les efforts sont, aujourd'hui, orientés vers l'adoption d'un programme de lutte biologique.

Les prédateurs généralistes jouent un rôle important dans la lutte biologique contre ce psylle de coquille comme les larves de mouches sirfidae (Diptera: Syrphidae) les larves du chrysope (Neuroptera: Chrysopidae) et les coccinelles (Coleoptera: Coccinellidae).

Les États-Unis importait de l'Australie pour la Californie huit espèces de parasitoïdes, une seule espèce *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) elle-même mise en place a contrôlé le ravageur dans le domaine, avec des résultats satisfaisants en Californie et au Mexique [47]

Au Brésil, il a été confirmé la présence d'ennemis naturels des nymphes des psylles, une espèce de champignon entomopathogène et des larves coccinelles (*Cyclopeda sanguinea*), les chrysopes et les syrphes. On a aussi détecté la présence du parasitoïde *P bliteus* [73], qui est considéré comme leur ennemi naturel spécifique et a une relation de dépendance avec la population de psylle à cocon, ce qui constitue en fait la meilleure option pour la lutte biologique.

La lutte biologique avec des champignons entomopathogènes peut être une méthode intéressante, mais n'est viable que dans des conditions d'humidité relative au-dessus de 60% [72]

2.8.2.3 Lutte culturale

Conformément à la recommandation officielle citée au Mexique qui utilise le contrôle cultural lorsqu'il ya un risque d'infestation et aussi comme une mesure visant à diminuer le stress sur les arbres, qui consiste à l'élagage des branches, l'abattage d'arbres a haut risque, de prévenir les dommages mécaniques sur les arbres et aussi de ne pas utiliser les engrais azotés [71].

CHAPITRE:3

MATERIELS ET METHODES

3.1 Objectif d'étude

L'objectif de notre travail est de faire une étude bioécologique de la nouvelle espèce ravageuse d'Eucalyptus à savoir *Glycapsis brimblecombei* (Moore, 1964), en Algérie et plus précisément dans la région littorale algéroise où on a observé une forte propagation. *G ;brimblecombei* est mal connue en Algérie, donc, notre étude consiste a connaitre la fluctuation des populations de cet insecte au cours d'une année d'étude allant de juillet 2012 à juillet 2013, la biologie de l'insecte dans sa nouvelle aire (Littorale algérois), Le taux du parasitisme et les conditions influençant le développement de l'espèce voir les conditions climatiques

3.2 Présentation de la zone d'étude

3.2.1 Situation géographique

Le littoral Algérois région de faible altitude située autour d'Alger et limitée au nord par la Mer Méditerranée, à l'ouest par le Mont Chénoua, au sud par la plaine de la Mitidja et à l'est par l'Oued Hamiz. Elle s'inscrit parmi les grandes structures géographiques de la région d'Alger (36° 36' à 36° 46' N., 2° 24' à 3° 20' E.). [74]

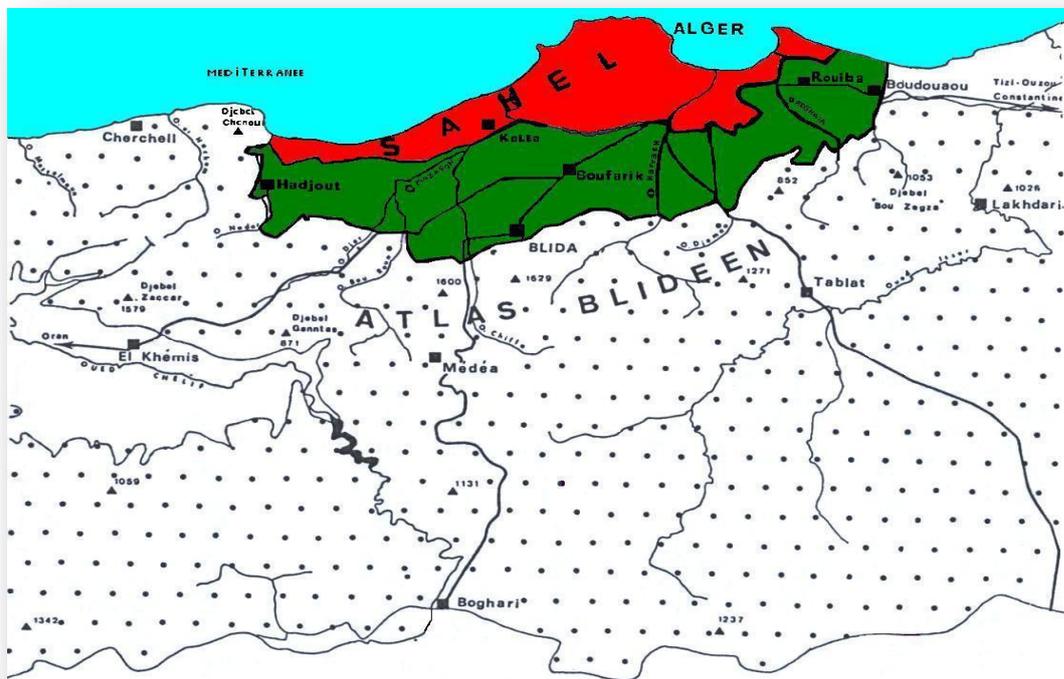


Figure 3.1 : Situation géographique du sahel algérois [62]

3.2.2 Caractéristiques édaphiques

Les sols du littoral algérois sont, dans leur ensemble, des sols sableux, convenables aux cultures maraîchères. La nature des sols du littoral est variable d'une région à l'autre, à l'ouest d'Alger, le littoral est recouvert par des sols sableux, du centre jusqu'à Ain Taya; la texture est sablo-argileuse et sableuse humifère jusqu'à Delles [74]. Le seul inconvénient de ces sols est que leur teneur en colloïde (argile et humus) est très faible, donc leur capacité de rétention en eau est faible, d'où la nécessité d'amendement organiques [74].

3.2.3 Caractéristiques climatiques

Le climat est un élément important pour la vie, il est connu que les être vivant ne peuvent se maintenir en vie que sur des limites bien précises de température et d'humidité. Le développement des insectes et leur nuisibilité pour les cultures sont très dépendants de l'environnement. Le climat joue un rôle prépondérant. Ainsi au-dessous d'un certain seuil de température, variable avec les espèces, les insectes n'ont pas d'activité. Ceux-là se répandent quand ce seuil est franchi. Ils passent par un maximum, puis s'arrêtent quand le seuil supérieur est dépassé [75].

3.2.3.1 La température

La température est l'un des principaux facteurs qui influencent le développement des insectes [76] c'est pour cette raison l'étude de ce paramètre dans la région de travail est nécessaire.

Afin de définir le climat de la région on s'est intéressé aux variations climatiques de 10 ans reprise dans le tableau ci-dessous (3.1), dans notre région les températures annuelles connaissent une variation mensuelle de 12 à 27 °C.

- On remarque que les températures moyennes des maxima sont élevées respectivement au mois de Juillet, Aout Septembre et Juin et les plus faibles sont au mois de Janvier, Février et Décembre.
- En ce qui concerne celles des minima, les températures les plus élevés sont respectivement au mois de juillet, Aout et Septembre et les plus basses sont au mois de Janvier Février et Décembre.
- Pour les températures mensuelles moyennes, les températures les plus élevées sont au mois de Juillet et d'Août et les plus faibles sont au mois de Janvier et de Février

Tableau 3.1 : Les températures moyennes mensuelles et annuelles de la station de Staoueli pour la période (2002/2012).

MOIS	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T max	16	16	19	20,3	23,4	27,8	31,5	30,1	27,9	25,5	20,5	17,8
T min	5,9	6,4	7	9	12	15,6	19,1	17,1	13,7	9,6	7	7,1
TM	12,95	12,52	15,05	17,85	19,6	23,65	27	26,2	24,05	21,6	16,95	12,75

3.2.3.2 La pluviométrie

C'est un paramètre climatique très essentiel pour définir les périodes les plus sèches et les périodes les plus humides dans l'année. Le tableau ci-dessous nous informe sur la quantité des pluies tombée de chaque mois durant la période de 2002 à 2012.

Ce tableau montre l'irrégularité de la pluviométrie de la région de Zéralda , on remarque que les mois les plus secs sont : Juillet avec 2,3 mm ensuite Juin et Aout (5,8 et 18,2 mm), alors que les mois les plus humides dont les précipitations remarquables sont enregistrées :en Novembre (130, 1mm), Décembre et Janvier avec 117 et 74 mm.

Tableau 3.2. : Pluviométrie moyenne mensuelle et annuelle de la station de Zéralda durant la période (2002-2012).

MOIS	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
P (mm)	74,7	86,8	57	48,8	45,6	5,8	2,3	18,2	39,9	52,1	130,1	117

3.2.3.3 Le vent :

Le vent peut être caractérisé par sa direction et sa vitesse. Il peut être un facteur de dispersion des insectes. La région de Staoueli et Zéralda caractérisée par une vitesse moyenne des vents de 3 m/s, et une direction ouest en hiver et en automne et nord - nord - est au printemps et en été.

3.2.4. La synthèse climatique :

3.2.4.1 Diagramme ombrothermique de Gausсен

Gausсен a considéré que la sécheresse s'établit lorsque la pluviométrie mensuelle P exprimée en millimètres est inférieure au double de la température moyenne mensuelle T de ce mois en degrés Celsius ($P < 2T$) [76].

D'après le diagramme ci-dessous qui est établi pour la région d'étude pour la période de 10 ans (2002-2012), on remarque qu'il y a 2 périodes distinctes, la première est sèche avec une température bien élevée ; cette période est du mois de Juin jusqu'à Septembre ; la deuxième est humide avec une haute pluviométrie et des Températures basses, cette période est de la mi-novembre à Janvier.

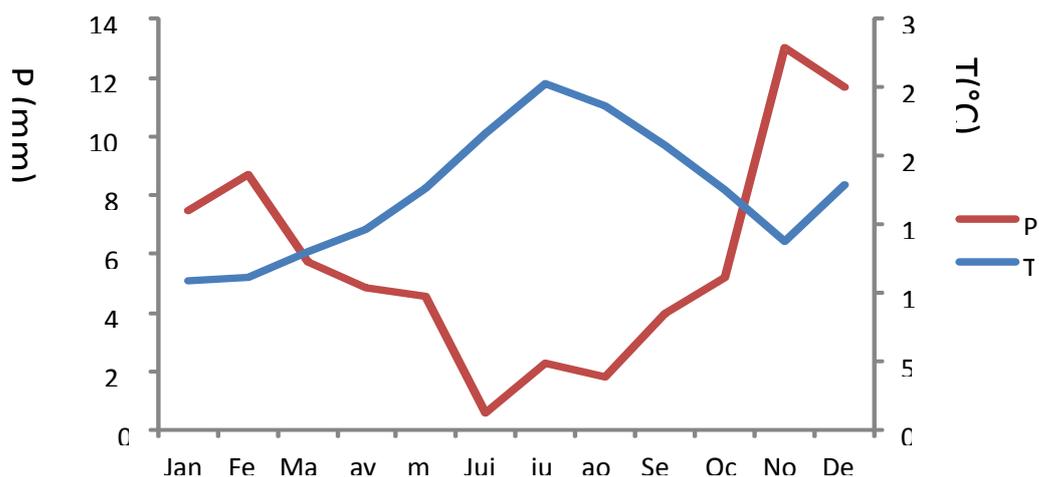


Figure 3.2 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région d'étude, campagne 2002-2012.

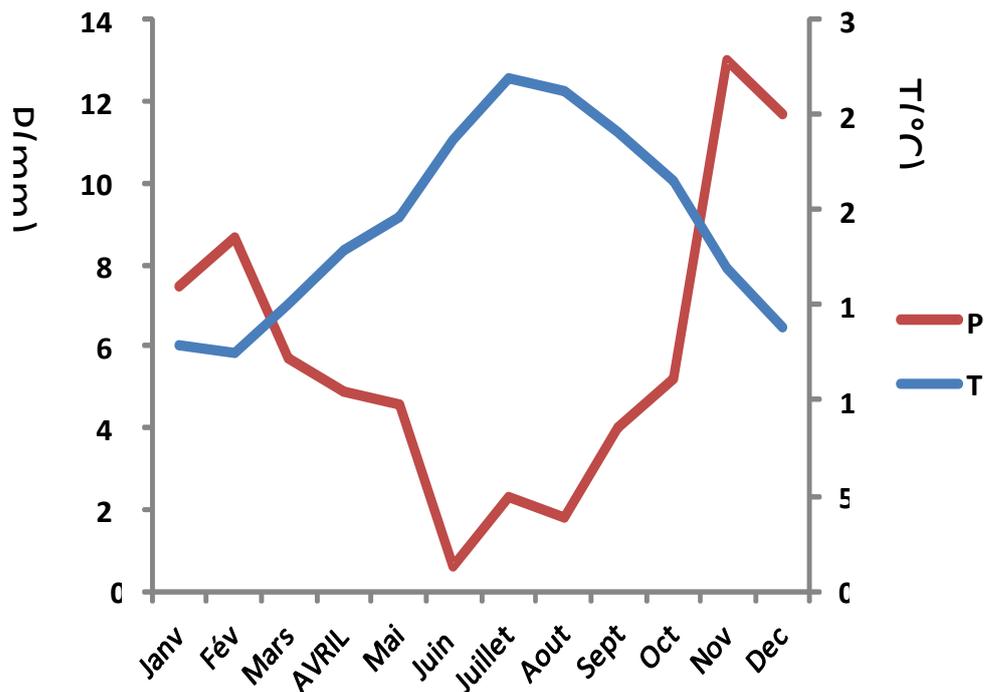


Figure 3.3 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région d'étude, campagne 2012-2013.

3.2.4.2 Climatogramme d'Emberger

L'indice d'Emberger, permet la caractérisation des climats et leurs classifications dans l'étage bioclimatique. Ce climagramme est divisé de haut en bas en zone d'aridité croissante, la température moyenne minimale du mois le plus froid placé en abscisse et la valeur du coefficient pluviométrique (Q2) placé en ordonné, donne la localisation de la station météorologique choisie dans le climagramme.

Le quotient pluviométrique Q d'Emberger. Cette formule la plus élaborée, qui a été créée pour les climats méditerranéens, en tenant compte de la variation annuelle de la température dont est fonction l'évaporation [76].

Le quotient Q se calcule selon la formule :

$$Q2 = 3,43. (P / (M - m))$$

M : Etant la moyenne des maximums du mois le plus chaud.

m : La moyenne des minimums du mois les plus froids.

P : La pluviométrie annuelle exprimée en mm.

Le quotient pluviométrique est d'autant plus élevé que le climat est plus humide [76].

$$Q^2 = 3,43 \quad (699 / (31,5 - 5,9))$$

$$Q^2 = 93,35$$

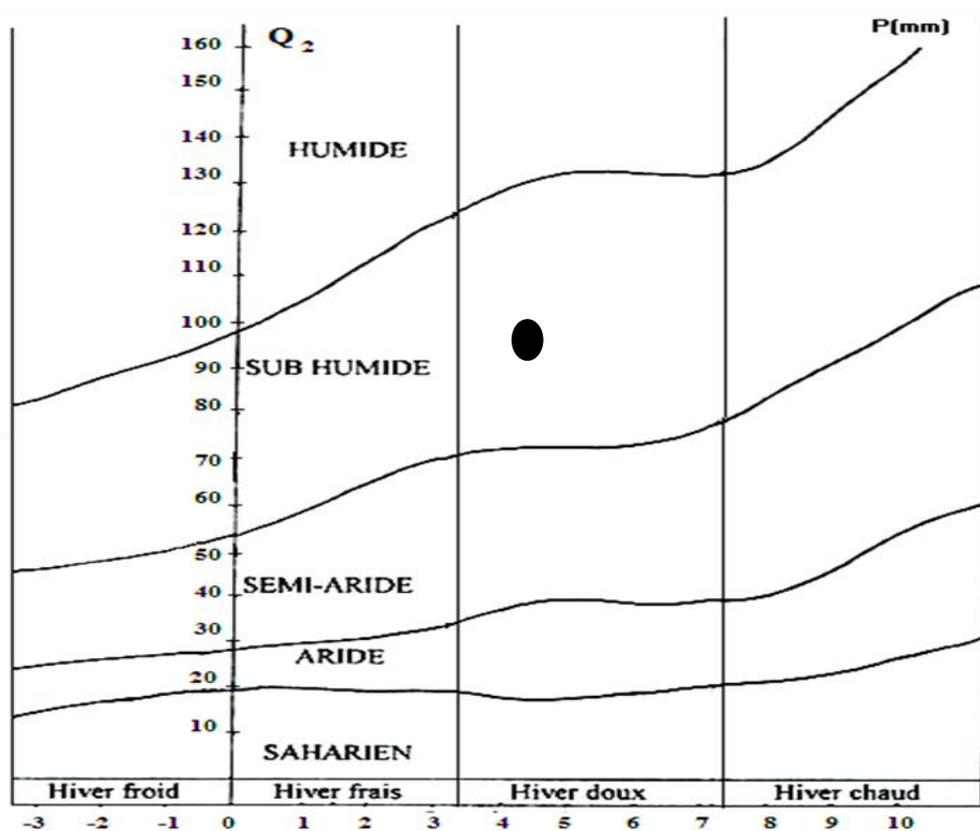


Figure.3.3 : Localisation de la région d'étude dans le climagramme d'Emberger.

3.2.5 Présentation et caractéristique de la station d'étude

Notre étude a été réalisée dans la région de Zéralda, située au niveau du littoral algérois 40 km ouest d'Alger, dans la réserve de chasse de Zéralda, La forêt domaniale d'oued El-Haggar., dénommée jadis forêt de Saint-Ferdinand fait partie du domaine forestier en vertu des dispositions de la loi du 16 juin 1851, corroborée par l'arrêté ministériel de soumission au régime forestier du 20 avril 1852. Sa superficie est de 460ha 82 ares, composée essentiellement de Pin d'Alep, de caroubier, d'olivier et d'arbousier. [77]

En Algérie, les réserves de chasse, contrairement à leur nom sont des sites où la chasse est strictement interdite. Les réserves de chasse selon la réglementation algérienne ont pour objet :

- de protéger et de développer le gibier local ;
- d'aménager les habitats des espèces qui y vivent ;
- de servir de lieu d'observation et d'expérimentation sur la biologie, l'écologie et l'éthologie des espèces existantes.
- d'établir et de tenir l'inventaire du patrimoine cynégétique de la réserve de chasse.

La réserve (de Zéralda) est considérée comme site présidentiel ; elle n'est pas ouverte au public. Elle se situe à environ 4 km de la ville de Zéralda. Créée en 1984.

3.2.5.1 Situation géographique

Elle est comprise entre les coordonnées Lambert suivent : 36°42'15.92" Nord ; 2°52'50.01" Est. La réserve de chasse s'étend sur une superficie de 1034 ha, située à 30 km à l'Ouest d'Alger, 50 km à l'Est du chef lieu de la Wilaya de Tipaza et à 2 km de la mer. Elle est limitée au Nord par Staouéli, au Nord-Ouest par Zéralda, au Nord-Est par Soudania et au Sud-Est par Rahmania.

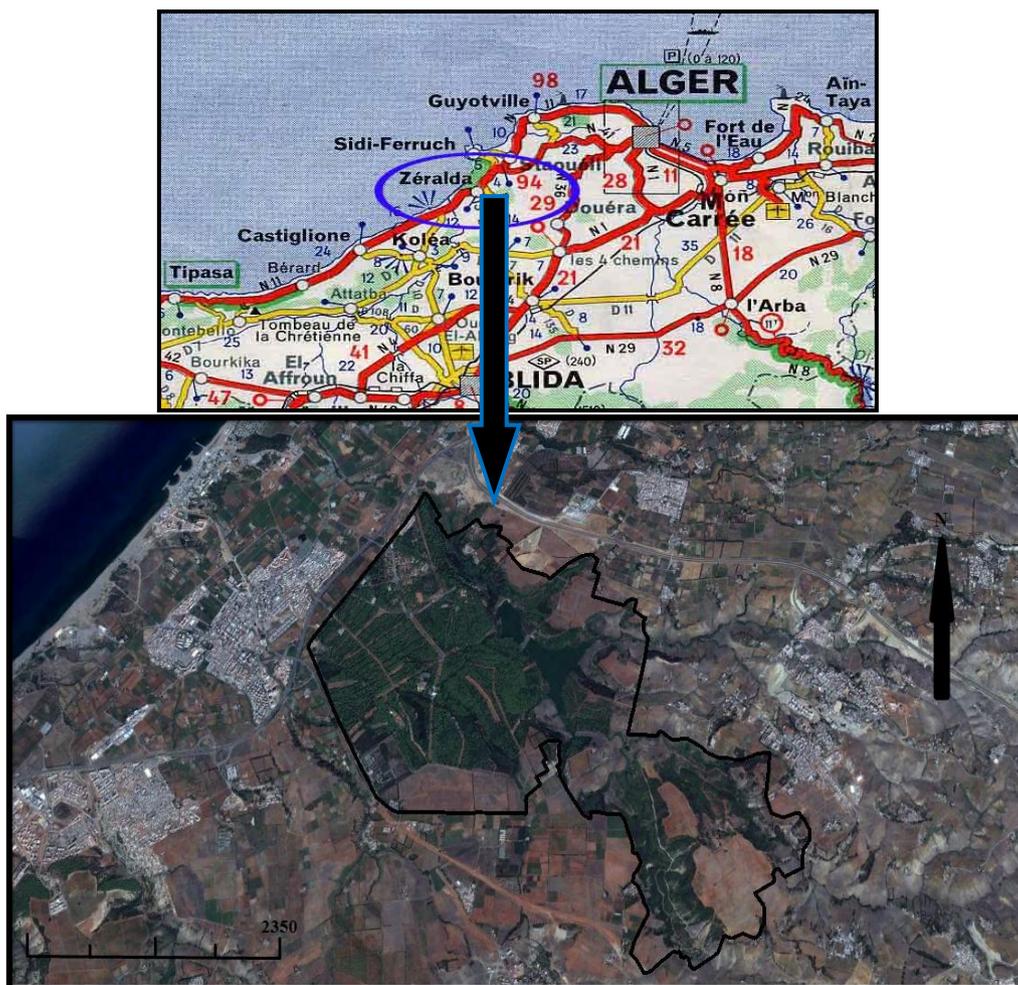


Figure 3.4. Carte de situation géographique de la Réserve de Chasse de Zéralda

3.2.5.2 Milieu physique

➤ Topographie

Le territoire de la réserve est formé d'un relief relativement accidenté (mamelonné), plaines, collines et de vallons, la plaine constitue la caractéristique topographique de la forêt d'Oued El-Haggar.

L'altitude culminant est de 190 m et la plus basse est de 10 m au dessus du niveau de la mer, généralement, il est constituée de plusieurs versants, à exposition multiple (Sud, Nord, Est, Nord-est, etc.) entre lesquelles se dessinent des vallons collectant les eaux de réception dévalant des pentes environnantes ; ces dernières vont de zéro jusqu'à 25%.

➤ Géologie

La zone d'étude se développe sur une roche mère hétérogène qui a donné naissance à des grès, sables, poudings du quaternaire, dépôts caillouteux du pliocène, argiles et marnes du miocènes. Cet ensemble est constitué actuellement par :

- Des dépôts actuels : ils sont de faible extension et proviennent des formations pliocènes. Ces dépôts sont constitués d'alluvions actuelles.
- Des dépôts quaternaires : les formations quaternaires sont formées essentiellement des dépôts suivants :
 - Un substratum marneux ;
 - Grès et sables.
- Des dépôts pliocènes : ils occupent la moyenne partie de la zone formée par une forte couche alluviale dont l'épaisseur peut varier de 10 à 250 mètres. Ces dépôts sont formés par des marnes grises et des argiles. [77]

➤ Pédologie

Les principaux types de sols rencontrés sont les sols bruns forestiers sous les peuplements de Pin d'Alep et des sols rouges méditerranéens sur des grès et les sables qui sont des sols du groupement du chêne liège, ce sont en générale des sols profonds caractérisés par trois (03) horizons (A.B.C). [77]

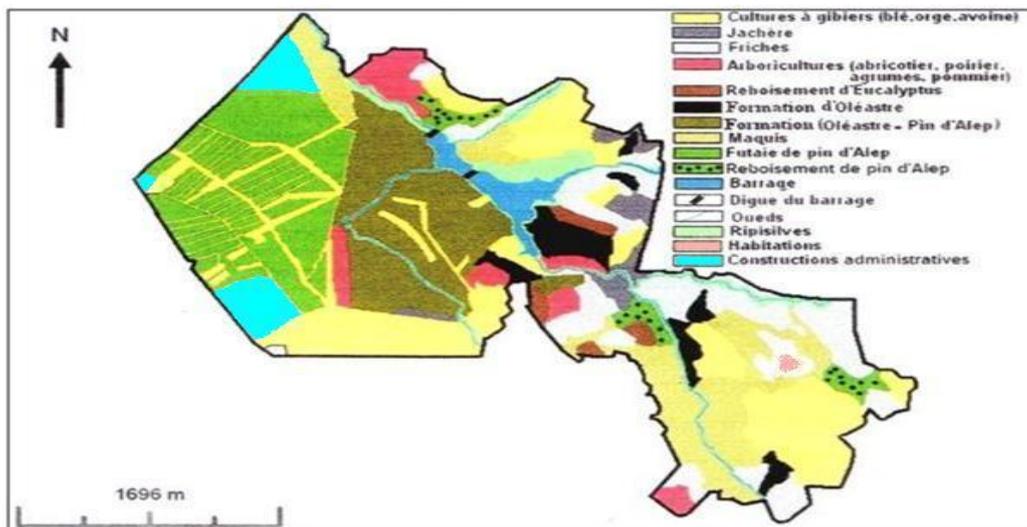


Figure 3.5 Carte d'occupation du sol de la Réserve de Chasse de Zéralda, [69].

3.2.6 La station d'étude

Pour réaliser notre étude on a choisit une station plantée par des arbres d'*Eucalyptus Camaldulensis*, il existe aussi quelques essences d'*Eucalyptus globulus*. Cette station s'étend sur une superficie de 4ha



Figure 3.6 : La station d'étude à la réserve de chasse de Zéralda (Originale, 2012)

3.3 Méthodes d'étude

3.3.1 Sur le terrain

3.3.1.1. Choix de station

On a choisi une station de plantation d'Eucalyptus dans la réserve qui contient plus de 100 sujets d'*eucalyptus camaldulensis* et quelques sujets d'*Eucalypts globulus*, s'étendant sur une superficie de 4ha. On a sélectionné 30 arbres d'*E.camaldulensis* sur trois transects répartis au long de la station, en évitant les arbres des bordures. Les trente arbres sont énumérés de 1 à 30

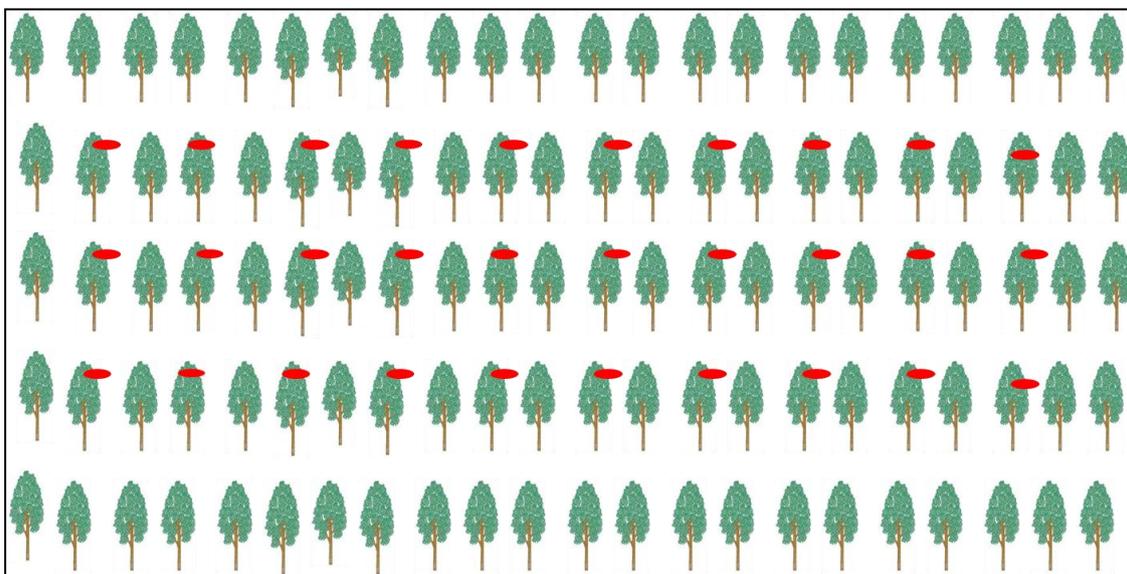


Figure 3.7 : Dispositif d'échantillonnage

3.3.1.2. Echantillonnage des feuilles

La période d'échantillonnage s'est étendue de mi juillet 2012 au mois de juillet 2013. Nous avons réalisé une sortie tous les 10 jours, Soit au total 36 sorties. Avant de faire l'échantillonnage, on a choisi trois lignes d'arbres d'*Eucalyptus Camaldulensis*. On a sélectionné 30 arbres pour faire l'échantillonnage, les arbres sont marqués et énumérés de 1 à 30.

A chaque sortie on prend 30 feuilles de chaque arbre déjà sélectionnés, soit le total des feuilles d'Eucalyptus prises est de 900 feuilles. Chaque 30 feuille de chaque arbre sont mises dans un sachet en plastique énuméré du même numéro de l'arbre.

3.3.1.3 Capture des adultes

Les adultes de l'insecte ont été capturés par la méthode de frappe à l'aide d'un petit parapluie japonais.

3.3.2 Au laboratoire

L'essentiel de notre travail a consisté de compter le nombre de nymphes, d'œufs et des nymphes parasités de *Glycopsis brimblecombei* après chaque sortie d'échantillonnage, pour cela on a utilisé une loupe binoculaire. On vérifie chaque feuille sous la loupe et on dénombre tous les stades nymphals de *G.brimblecombe*, du premier stade au cinquième stade, les œufs pondus, les adultes, les individus parasités sur les deux faces de la feuille : la face supérieur et la face inférieur ainsi que sur les jeunes feuilles et les feuilles âgées

Quant aux nymphes parasitées, on les garde dans des tubes epindorphe jusqu'à l'émergence du parasitoïde. Les adultes du parasitoïde émergés sont mis dans des tubes contenant de l'alcool à 60%. L'identification du parasitoïde a été faite par Mr Francisco Javier Filippo au laboratoire d'entomologie, université de Valence, Espagne

3.4 Analyse statistique des données

3.4.1 Analyse des variances

Lorsque on veut savoir si une variable quantitative varie significativement selon des conditions qui l'entoure, il est préconisé de réaliser une analyse de la variance. Dans les conditions paramétriques (ANOVA pour Analysis of Variance). La distribution de la variable quantitative doit être normale. Nous avons utilisé le modèle GLM de l'analyse de la variance quand il s'agissait d'étudier l'effet des facteurs séparément

sur la variable dépendante. Les différentes analyses de variance ont été réalisées à l'aide du logiciel SYSTAT

3.4.2 Coefficient de corrélation de Pearson (Past Vers : 1,9)

Le coefficient de corrélation on l'utilise lorsqu'on veut mesurer la corrélation entre deux variables.

Pour notre étude les variables sont représentées par le temps, la surface foliaire, l'âge de la feuille, le nombre d'individus parasités, le stade biologique, la température la pluviométrie et la photopériode.

CHAPITRE 4

RESULTATS

4.1. Evolution temporelle de la fluctuation globale de *Glycaspis brimblecombei* par surface foliaire

Les fluctuations temporelles globales de *Glycaspis brimblecombei* sur les deux faces des feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* sont marquées par l'évolution d'effectifs importants caractérisée par un pic au moi de Juin (Figure 4.1). d'après ce graphe, on remarque que l'évolution de la population augmente depuis le mois d'Avril jusqu'à la fin du mois de Juin, où elle atteint le stade le plus élevé pour toute la période d'étude, audela, la population commence à diminuer jusqu'au début du mois d'Août où elle atteint le nombre le plus bas, puis une reprise de l'évolution est observée au moi de septembre et une autre regression qui continue du mois d'Octobre jusqu'au mois d'Avril.

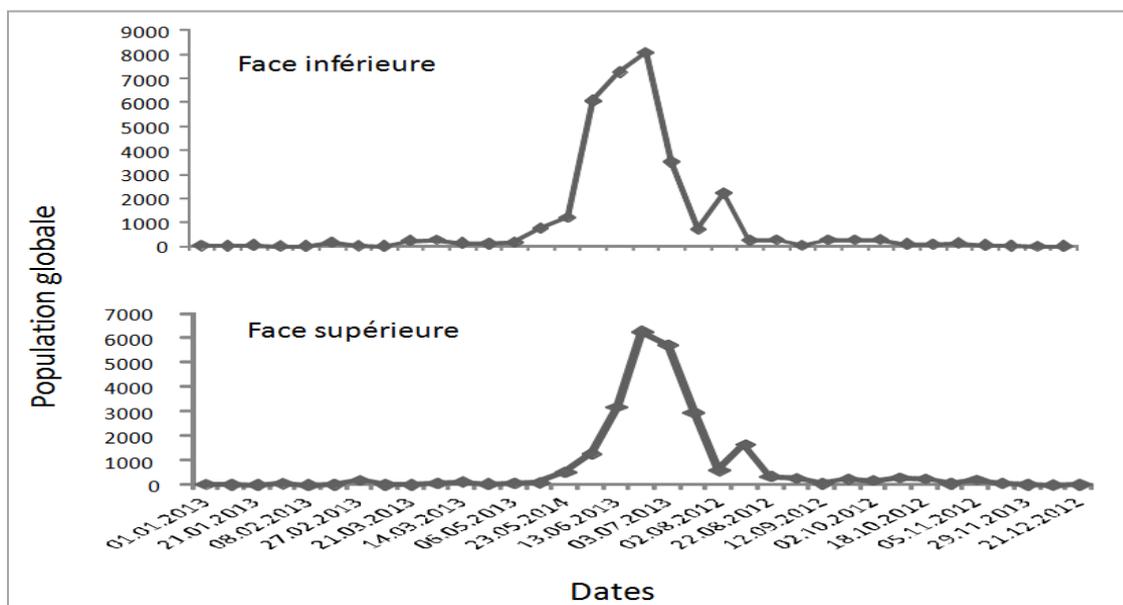


Figure 4.1 : Evolution des effectifs de la population globale de *G .brimblecombei* sur les deux faces de la feuille d'*E.camaldulensis*

4.2 Evolution temporelle de la fluctuation des formes biologiques de *Glycaspis brimblecombei* par face foliaire

La ponte des œufs de *G.brimblecombei* évolue parallèlement sur les deux faces de la feuille d'*E.camaldulensis*, le nombre des œufs augmente et régresse dans les mêmes périodes (Figure 4.2). Toutefois, le nombre des œufs pondus sur la face inférieure est toujours plus élevé que celui de la face supérieure. En effet, à mi-mai, là où le nombre des œufs pondus est le plus élevé sur les deux faces, sur la face supérieure il atteint 4500 œufs alors que sur la face inférieure il dépasse les 6000 œufs

La figure (4.2) montre que l'évolution de la fluctuation temporelle des nymphes de *G.brimblecombei* est similaire, c'est-à-dire que le nombre de nymphes sur les deux faces de la feuille d'*E.camaldulensis* évolue parallèlement sur les deux faces, en notant que le nombre de nymphes sur la face supérieure est plus élevé que sur la face inférieure. En effet, à mi-juin le nombre de nymphes sur la face supérieure dépasse les 1800, alors que celui de la face inférieure ne dépasse pas le nombre des 1600.

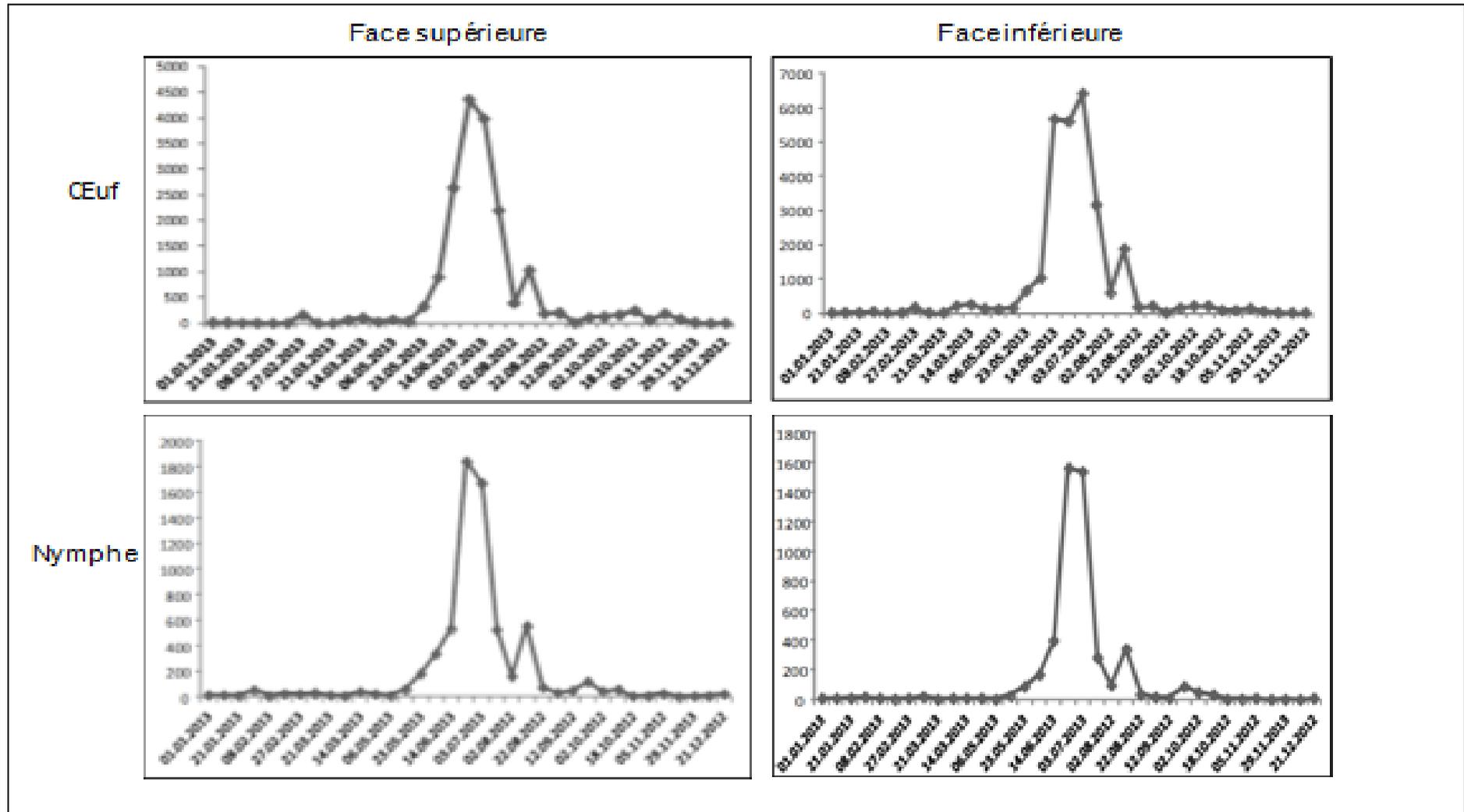


Figure 4.2 : Evolution de la ponte d'œufs et des nymphes de *G. brimblecombei* sur les deux faces de la feuille d'*E.camaldulensis*

4.2.1 Influence de la face foliaire sur les abondance des œufs et des nymphes

Nous avons utilisé *l'analyse de la variance du type modèle général linéaire (G.L.M.)*, pour étudier d'une manière stricte l'évolution temporelle des populations nymphes et la ponte des œufs selon la face foliaire (face inférieure et face supérieure de la feuille).

Les résultats d'analyse touchant à la variabilité temporelle des populations des nymphes et le nombre des œufs pondus, sous l'effet du temps et la face foliaire, sont consignés dans le tableau 4.1 et la figure 4.3

Tableau 4.1 : Modèle G.L.M. appliqué à l'évolution des nymphes selon les faces foliaires

Source	Somme des carrés	DDL	Moyen des écarts	F-ratio	P
temps	1,30258.10 ⁷	34	383111.397	84,777	0,00
Face	12730.514	1	12730.514	2,817	0,102
Erreure	153647,486	34	4519,044	-	

L'évolution de la population des nymphes dans le temps est hautement significative ($P=0,00 < 0,1\%$, $F\text{-ratio}=84,77$), les populations nymphales sur la face supérieure ont des abondances non significatives (Figure ($P=0,102 > 0,05$)) (Tableau 4.1)

Tableau4.2 : Modèle G.L.M. appliquée à l'évolution du nombre des œufs selon la face foliaire

Source	Somme des carrés	DDL	Moyen des écarts	F-ratio	P
temps	1.31221E+08	34	3859438.876	16.578	0,00
Face	1314926.229	1	1314926.229	5.648	0,023
Erreure	7915345.771	34	232804.287	-	

L'évolution de la ponte des œufs dans le temps est hautement significative ($P=0,00 < 0,1\%$, $F\text{-ratio}= 16,57$) (Tableau 4.2) et (Figure 4.3) le nombre d'œufs pondus sur la face inférieure a des abondances significatives ($P=0,023 < 0,05$, $F\text{-ratio}=5,648$). (Figure 4.3 Tableau 4.2).

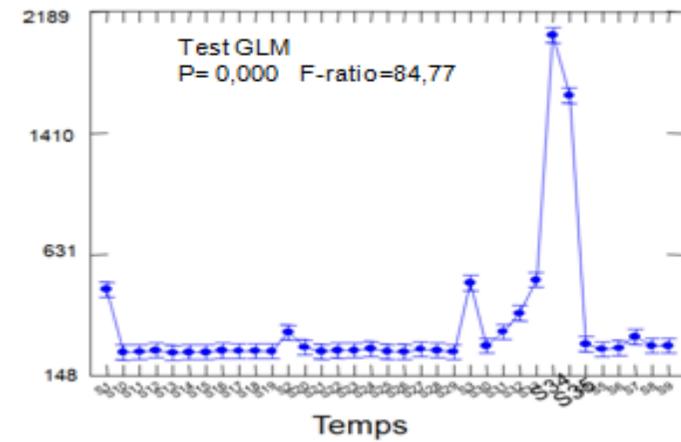
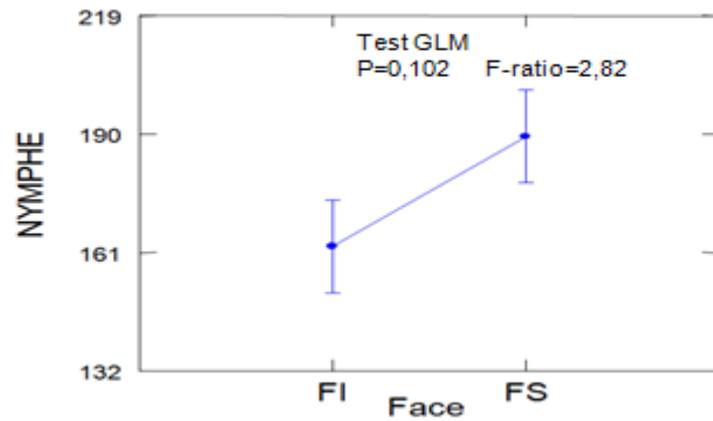
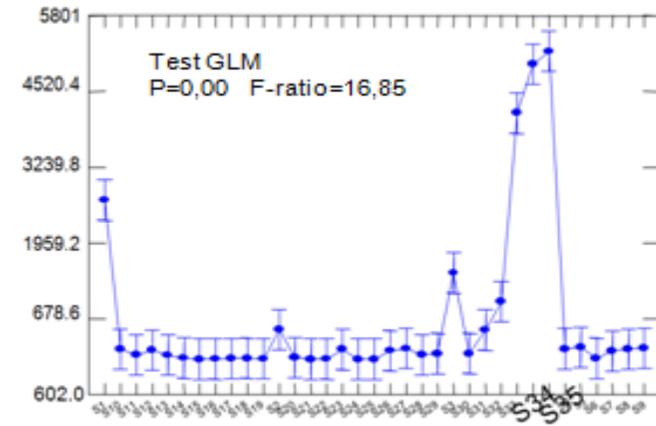
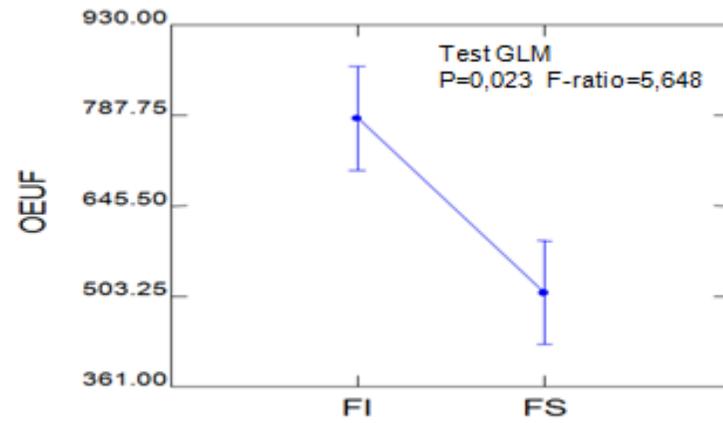


Figure 4.3 : Evolution temporelle de la fluctuation de la ponte des œufs et de la population des nymphes par face foliaire (FS : Face supérieure de la feuille, FI : face inférieure de la feuille)

4.2.2 Evolution des cinq stades larvaires sur les deux faces de la feuille

Les nymphes du premier stade (N1) évoluent parallèlement sur les deux faces de la feuille c'est-à-dire que la fluctuation des effectifs des N1 sur les deux faces de la feuille, présente la même fluctuation temporelle, la population des N1 augmente et diminue sur la face supérieure autant que sur la face inférieure (Figure 4.4).

Dans la période où l'activité de *G.brimblecombei* est très élevée, les nymphes du deuxième stade (N2) évoluent différemment sur les deux faces de la feuille. Le nombre des N2 sur la face supérieure est légèrement plus élevé que celui sur la face inférieure (Figure 4.4).

L'évolution des nymphes du troisième stade (N3) sur la face supérieure, est caractérisée par une fluctuation temporelle marquée par plusieurs pics au mois de Juillet et Juin et en moindre mesure à la fin du moi de Mai. Par contre, l'évolution des N3 sur la face inférieure est caractérisée par une augmentation continue depuis le début du mois de mai jusqu' au début du mois de juillet. Toutefois, cette évolution sur la face inférieure est marquée par deux pics moins importants au mois d'aût et Septembre (Figure 4.4).

L'évolution des nymphes du quatrième stade et cinquième stade (N4 et N5) présente la même fluctuation temporelle sur les deux faces de la feuille , le nombre des N4 et N5 sur la face supérieure est plus élevé que celui des N4 et N5 sur la face inférieur durant toute la période d'étude (Figure 4.4).

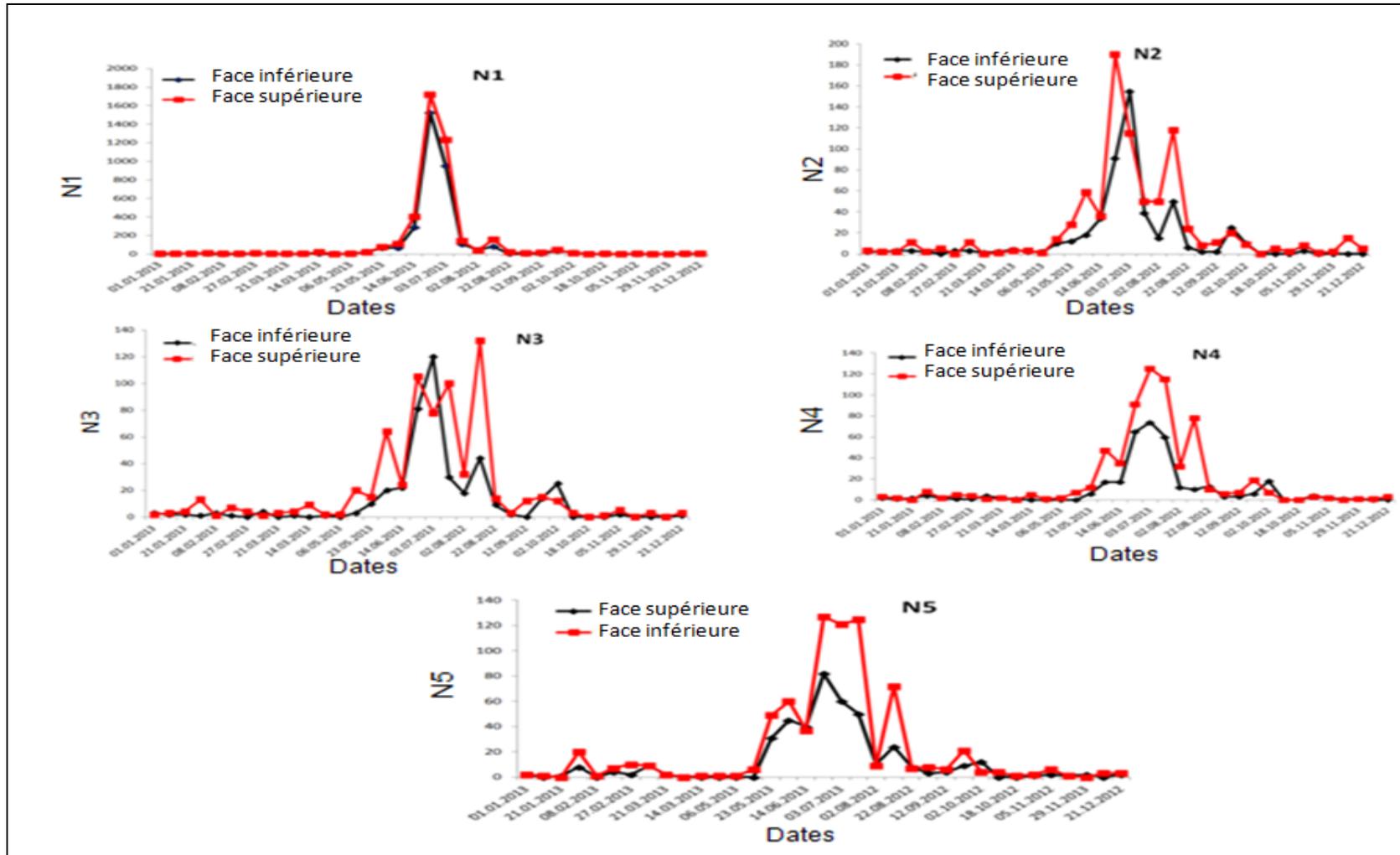


Figure 4.4 : Evolution temporelle des cinq stades nymphaux de *G. brimblecombei* sur les deux faces de la feuille d'*E. camaldulensis* (N1 : premier stade, N2 : deuxième stade, N3 : troisième stade, N4 : Quatrième stade, N5 : cinquième stade)

Tableau 4.3 : Modèle G.L.M. appliquée à l'évolution des cinq stades de nymphes selon les faces foliaires

	Source	Somme des carrés	DDL	Moyen des écarts	F-ratio	P
N1	Face	3937.500	1	3937.500	1.767	0.193
	Erreure	75754.000	34	2228.059		
N2	Face	1593.657	1	1593.657	6.057	0.019
	Erreure	8946.343	34	263.128		
N3	Face	1435.557	1	1435.557	5.698	0.023
	Erreure	8565.943	34	251.939		
N4	Face	1426.514	1	1426.514	8.998	0,005
	Erreure	5390.486	34	158.544		
N5	Face	1426.514	1	1426.514	7.696	0.009
	Erreure	6302.48	34	185.367		

N1 : stade nymphal 1, N2 stade nymphal 2 N2 : Stade nymphal 3, N4 : Stade nymphale4, N5 stade nymphale 5

L'évolution de la population des nymphes du premier stade (N1) a des abondances selon la face foliaire non significatives ($P=0,193>0,05$ F-ratio=1,767) les nymphes du deuxième stade (N2) évoluent significativement sur la face supérieure de la feuille ($P=0,019<0,05$, F-ratio=6,057), selon la figure 4.5 et le tableau (4.3) la face foliaire a un effet significatif sur l'abondance des nymphes du troisième stade, les N3 évoluent significativement sur la face supérieur ($P=0,023<0,05$, F-ratio=5,698).

La face foliaire a un effet significatif sur les abondances des deux derniers stades nymphals , l'évolution des N4 et des N5 est hautement significative sur la face supérieure ($P=0,005<0,05$ F-ratio=8,998) et ($P=0,009<0,01$, F-ratio=7,696)

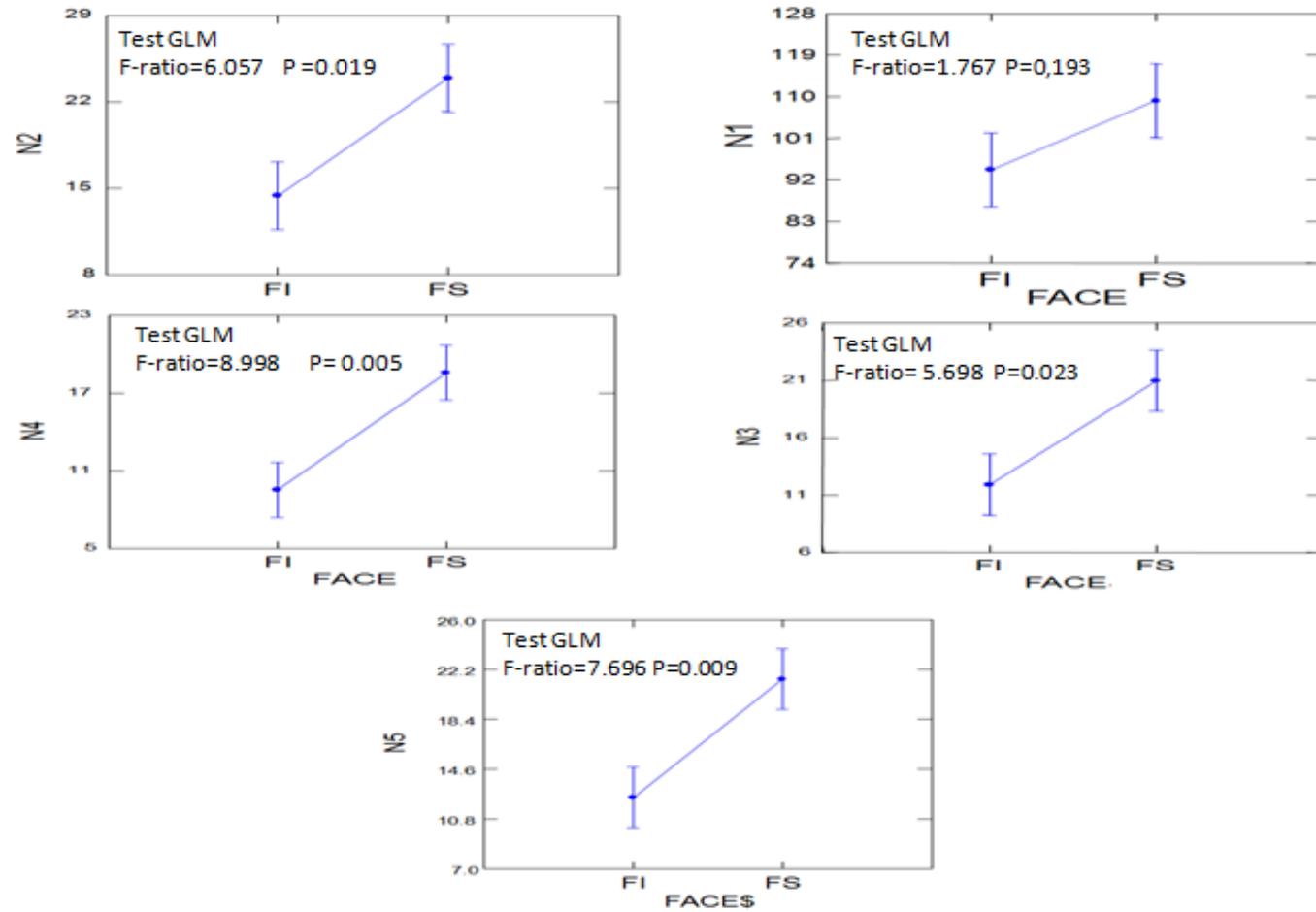


Figure 4.5 : Abondance des nymphes de chaque stade nymphale de *G.brimblecombei* par surface foliaire (FI : Face inférieure, FS : face supérieure)

4.3. Evolution temporelle de la fluctuation de la population du *Glycaspis brimblecombei* par saison

4.3.1. Abondance de la population globale par saison

La population globale de l'insecte, est beaucoup plus élevée durant la saison estivale que les trois autres saisons, suivie par la saison printanière qui présente une abondance importante. On remarque qu'en automne la population globale a hautement diminué, la saison hivernale présente des abondances très faibles (Figure 4.22)

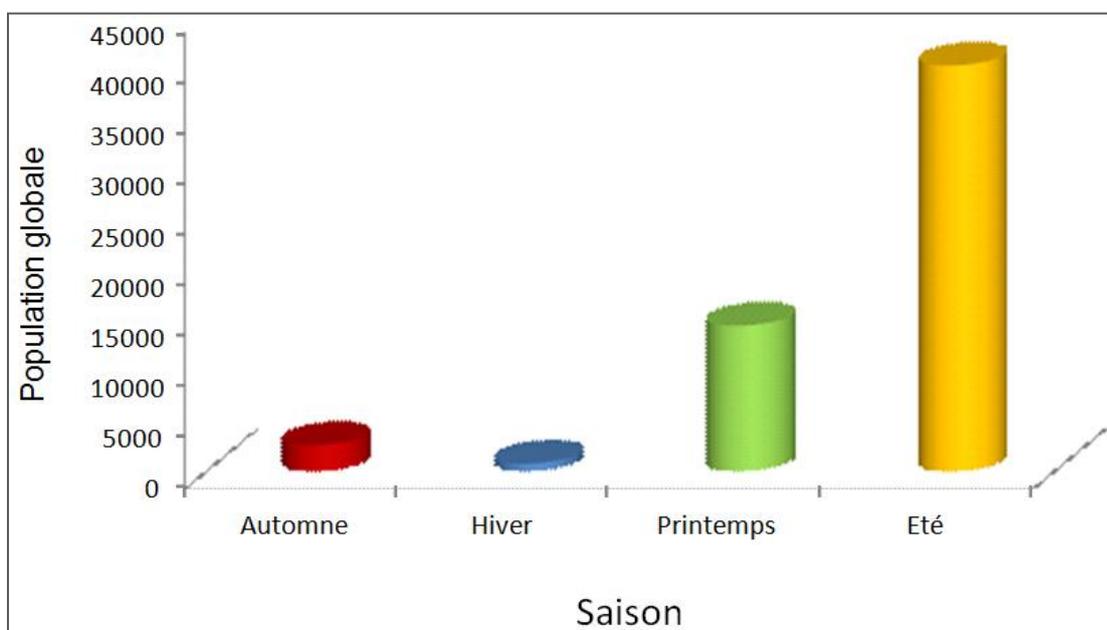


Figure 4.6 : Abondance de la population globale de *G.brimblecombei* durant les quatre saisons

Tableau 4.4: coefficient de corrélation Pearson relatif à l'influence de conditions environnementales sur l'évolution de la population globale de la population de *G. brimblecombei*

	P-glob-été	T-été	P-été	ph-été	P-glob-hiver	T-hiver	P-hiver	ph-hiver	P-glob-Aut	T-Aut	P-Aut	ph-Aut	P-glob-Print	T-print	P-Print	ph-Print
P-glob-été	-	0,469	0,488	0,008	0,452	0,726	0,489	0,009	4,6. 10 ⁻⁵	0,007	0,210	0,002	0,306	0,100	0,919	0,001
T-été	-0,278	-	0,527	0,692	0,986	0,209	0,309	0,683	0,682	0,805	0,079	0,943	0,313	0,996	0,418	0,922
P-été	-0,266	-0,244	-	0,072	0,572	0,452	0,831	0,076	0,369	0,290	0,463	0,19865	2,86.10 ⁻⁵	0,069	0,343	0,221
ph-été	0,811	0,154	-0,625	-	0,665	0,571	0,913	0,000	0,001	0,000	0,512	8,9.10 ⁻⁶	0,015	0,013	0,656	6,27.10 ⁻⁵
P-glob-hiver	-0,288	-0,007	-0,218	-0,169	-	0,083	0,04	0,673	0,425	0,407	0,830	0,53007	0,727	0,743	0,183	0,562
T-hiver	0,137	-0,463	0,288	-0,219	-0,607	-	0,091	0,575	0,913	0,553	0,784	0,83602	0,320	0,757	0,383	0,920
P-hiver	-0,266	0,383	-0,083	0,043	0,030	-0,595	-	0,917	0,967	0,747	0,341	0,85798	0,712	0,290	0,233	0,789
ph-hiver	-0,804	-0,159	0,618	-0,999	0,164	0,217	-0,041	-	0,002	0,000	0,488	6,3.10 ⁻⁶	0,016	0,012	0,664	5,29.10 ⁻⁵
P-glob-Aut	0,958	-0,159	-0,341	0,887	-0,305	-0,043	-0,016	-0,879	-	0,000	0,297	0,000	0,188	0,115	0,982	0,000
T-Aut	0,821	0,097	-0,397	0,945	-0,316	-0,229	0,126	-0,942	0,922	-	0,369	0,000	0,101	0,059	0,935	0,000
P-Aut	-0,462	0,613	-0,282	-0,252	-0,084	-0,107	0,361	0,266	-0,392	-0,341	-	0,278	0,543	0,235	0,931	0,251
ph-Aut	0,885	0,028	-0,473	0,974	-0,242	-0,081	-0,070	-0,977	0,920	0,946	-0,406	-	0,069	0,016	0,820	6,52.10 ⁻⁵
P-glob-Print	-0,385	-0,380	0,964	-0,773	-0,136	0,375	-0,144	0,767	-0,482	-0,580	-0,235	-0,630	-	0,041	0,323	0,088
T-print	-0,583	-0,002	0,629	-0,778	-0,128	0,121	0,397	0,785	-0,562	-0,648	0,441	-0,767	0,687	-	0,153	0,021
P-Print	0,040	0,309	-0,359	0,173	0,488	-0,332	-0,442	-0,169	-0,009	0,032	0,034	0,089	-0,373	-0,518	-	0,890
ph-Print	-0,916	0,038	0,453	-0,955	0,224	0,039	0,105	0,957	-0,929	-0,921	0,427	-0,994	0,600	0,744	-0,054	-

P-glob-été : population globale d'été, P-glob-hiver : population globale hiver, P-glob-Aut : Population globale automne, P-Glob-print : Population globale printemps, T-été : Température moyenne été, T-Hiver : température, température moyenne d'Hiver, T-Aut : température moyenne d'Aytomme, T-print : Température moyenne du printemps, P-été : pluviométrie d'été, P-hiver : pluviométrie d'hiver, P-Aut : pluviométrie d'automne, P-print : pluviométrie du printemps, Ph-été : photopériodisme d'été, Ph-hiver : Photopériodisme d'hiver, Ph-Aut : Photopériodisme d'automne, Ph-print : Photopériodisme printemps

Le tableau 4.4, montre qu'il ya une corrélation positive entre l'évolution de la population globale d'été et la température d'automne et d'été ; entre la population globale d'hiver et la pluviométrie d'hiver, entre la population globale d'Automne et la température et la photopériode d'automne et entre la population globale du printemps et la température du printemps

4.3.2. Evolution temporelle de la fluctuation des formes biologiques de *Glycaspis brimblecombei* par saison

Le nombre des œufs pondus durant la période printanière sur les feuilles d'*E.camaldulensis* est important, puis il augmente durant la saison d'été où le nombre d'œuf pondus atteint son maximum, suivi par une diminution remarquable durant la saison automnale et la saison hivernale où le nombre d'œuf atteint son minimum (Figure 4.7).

Concernant les nymphes, on observe que le nombre total de tous les stades de nymphe (N1, N2, N3, N4, N5 confondus) est beaucoup plus élevé en été qu'au printemps, suivis par une forte diminution en Automne qui continue durant la saison hivernale pour atteindre le minimum d'effectif.

Durant l'année d'étude, le nombre d'adultes est plus élevé en période printanière et estivale (avec une légère augmentation en été), alors qu'il diminue en Automne autant qu'en hiver (Figure 4.7).

D'une manière globale, nous avons trois constatations :

- L'activité biologique de cet insecte commence au printemps elle s'accroît en été.
- En Automne l'activité est toujours présente bien qu'elle connait une forte diminution.
- L'hiver constitue la saison non favorable pour l'activité de la population de *G. brimblecombei* où le nombre total des effectifs présente les nombres les plus faibles où rares.

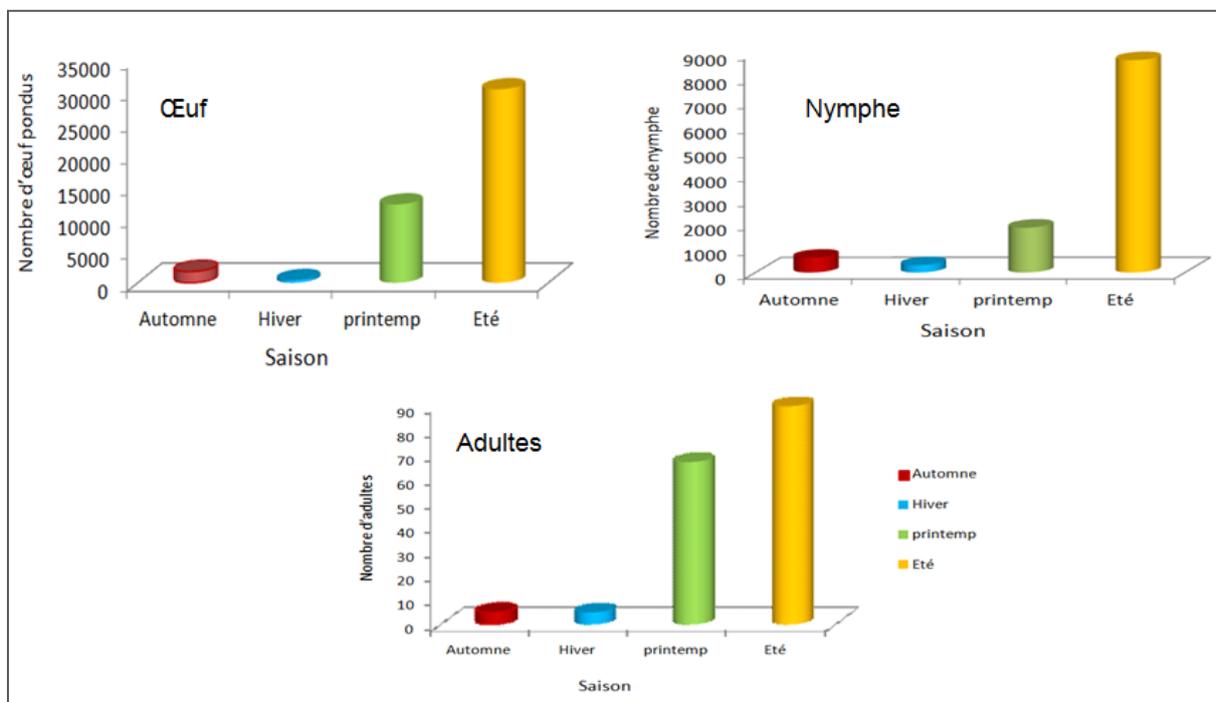


Figure 4.7 : Abondance des différents stades biologiques de *G.brimblecombei* par saison

La figure suivante (4.8) montre une comparaison des abondances des cinq stades nymphals durant les quatre périodes saisonnières à savoir (L'été, L'hiver, l'automne, printemps).

En été autant qu'en printemps, où la population de *G.brimblecombei* connaît une forte infestation, les nymphes du premier stade (N1) sont fort et bien plus abondantes que les nymphes des autres stades (N2, N3, N4, N5) qui présentent des abondances rapprochées.

En Automne les nymphes du premier stade sont légèrement plus abondantes que les quatre autres stades nymphals (N2, N3, N4 et N5), suivis par les nymphes du deuxième stade et du troisième stade (N2, N3).

En hiver où la population globale est la plus faible, on observe que les nymphes du cinquième et du premier stade sont légèrement plus abondants que les nymphes des autres stades. Les N2, N3, N4, présentent les mêmes abondances.

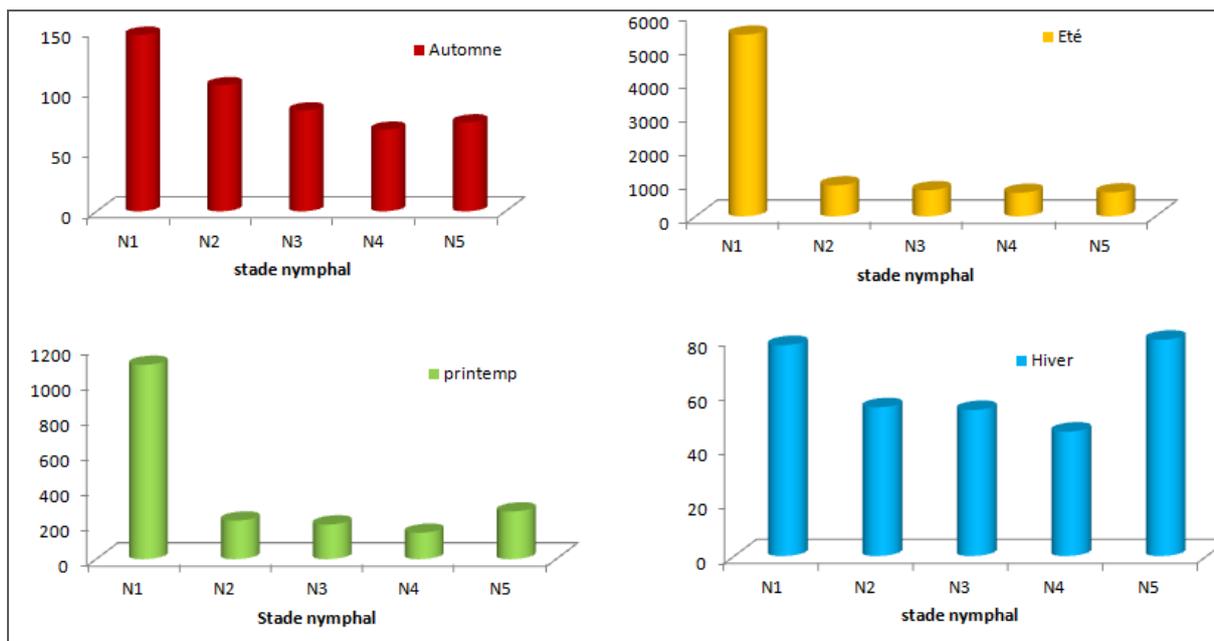


Figure 4.8 : Comparaison des abondances des cinq stades nymphaux de *G.brimblecombei* par saison

4.4. Evolution de la fluctuation de la population selon l'âge des feuilles

4.4.1 Evolution de la fluctuation de la population globale

La figure 4.9, représente l'évolution de la population de *Glycaspis brimblecombei* que nous avons échantillonné sur les jeunes feuilles et les feuilles âgées d'*E.camaldulensis* durant les cinq sorties effectuées de la fin du mois de mai jusqu' au début du mois de Juillet.

Les résultats obtenus et représentés par la figure 4.9, montrent que la population de cet insecte est très abondante sur les jeunes feuilles que sur les feuilles âgées d'*E.camaldulensis*, notamment à la quatrième sortie (la fin du mois de Juin) de la période d'échantillonnage où l'évolution de l'insecte atteint le niveau maximal sur les jeunes feuilles. Alors qu'on remarque des légères augmentations de l'évolution de la population sur les feuilles âgées.

|

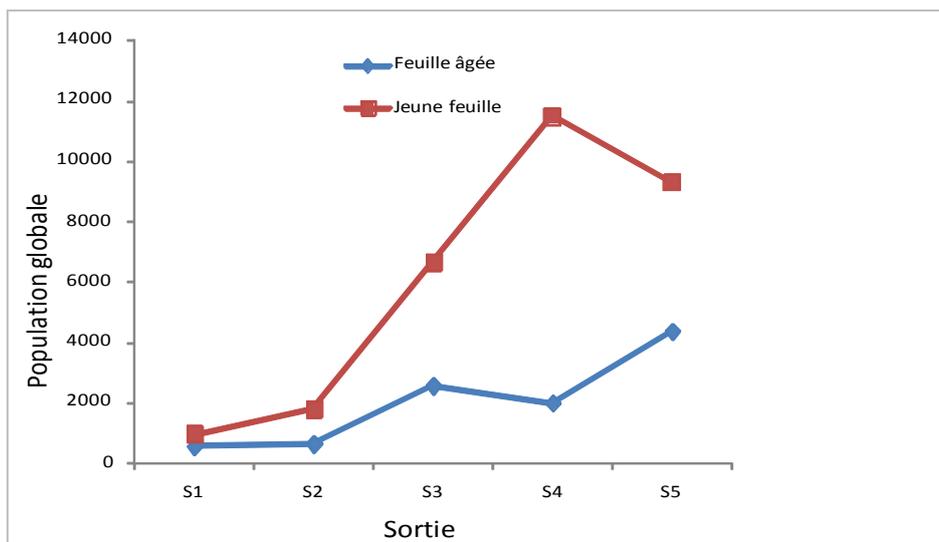


Figure 4.9. Evolution de la fluctuation de la population globale selon l'âge des feuilles

4.4.2. Evolution des formes biologiques selon l'âge des feuilles

D'après les résultats représentés par la figure 4.10, qui illustre l'évolution de chaque stade biologique de *G.brimblecombei* sur les feuilles jeunes et les feuilles âgées, on remarque que le nombre d'œufs pondus sur les jeunes feuilles constaté à la première sortie effectuée à fin mai, est au même niveau que celui des œufs pondus sur les feuilles âgées. L'évolution du nombre d'œufs observée connaît une augmentation de plus en plus importante à partir de la deuxième sortie (début juin) sur les jeunes feuilles que sur les feuilles âgées.

Concernant l'évolution de la population de nymphes de *G.brimblecombei*, on remarque qu'elle est faible durant les trois premières sorties (de fin mai jusqu'à mi-Juin) aussi bien sur les jeunes feuilles que sur les feuilles âgées, bien qu'elle soit un peu plus importante sur les jeunes feuilles. Mais à la quatrième sortie (La fin juin) on assiste à une forte augmentation suivie par une diminution de la population sur les jeunes feuilles, tandis que sur les feuilles âgées l'augmentation de la population de nymphes durant cette période est beaucoup moins importante.

l'évolution de la fluctuation des adultes n'est devenue plus importante sur les jeunes feuilles que sur les feuilles adultes qu'à partir de la troisième sortie (la mi-juin) pour s'amplifier et atteindre son maximum à la quatrième sortie

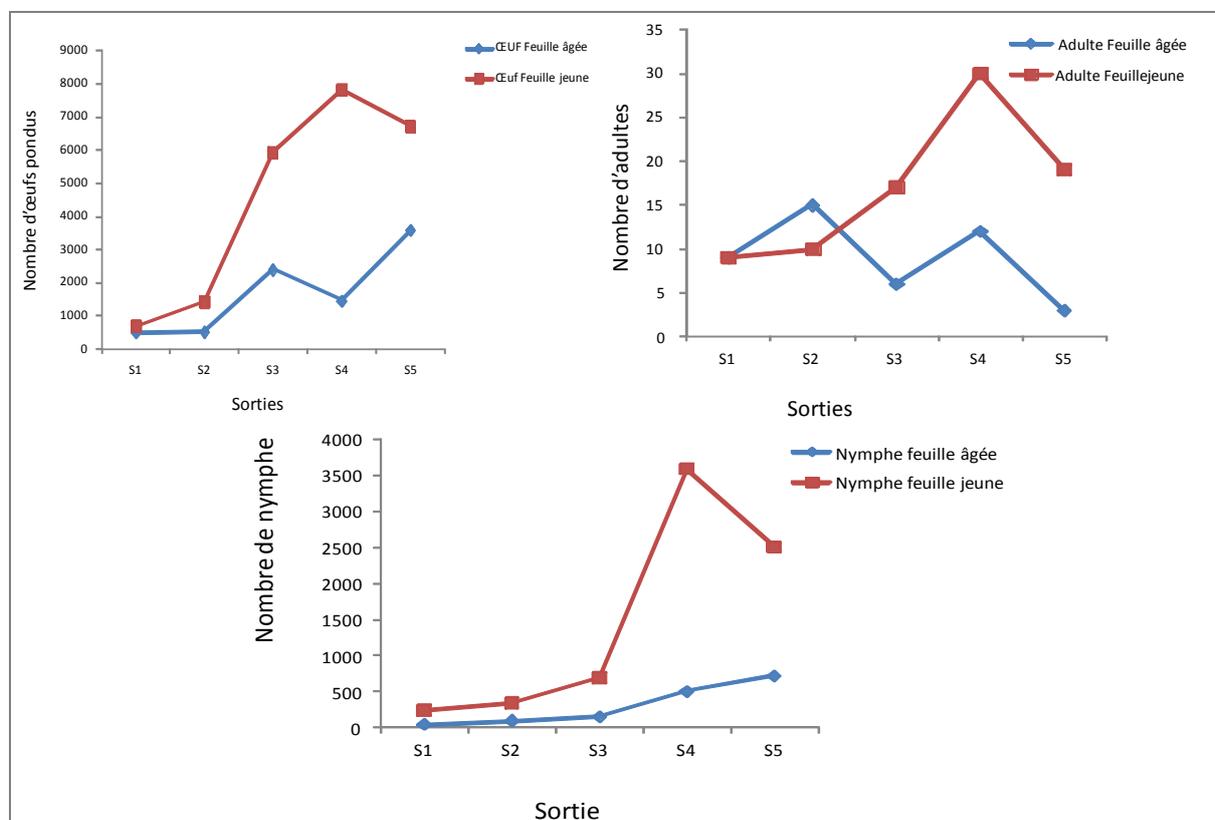


Figure 4.10 : comparaison de l'Evolution de la fluctuation des différentes formes biologiques sur les jeunes feuilles et les feuilles âgées

Tableau 4.5 : Modèle G.L.M. appliquée à l'influence de l'âge de la feuille sur les abondances des nymphes et des œufs

	Source	Somme des carrés	DDL	Moyen des écarts	F-ratio	P
Nymphe	temps	2288078,800	4	572019,700	6,678	0,004
	âge	1158729,200	1	1158729,200	13,709	0,003
	Erreur	1098765	13	84520,385	-	-
Œuf	Temps	.9126.10 ⁰⁷	4	4781736.425	5.691	0.006
	Age	1.11094E+07	1	1.11094.10 ⁰⁷	13.222	0.003
	Erreur	1.17631.10 ⁰⁷	14	840218.621		

Le tableau ci-dessus indique que l'abondance des œufs pondus sur les feuilles jeunes a une différence hautement significative avec une probabilité associée (F-ratio=13,709, $P=0,003$ $p<5\%$) (Tableau 4.5), l'abondance des œufs est variable à travers le temps (figure.4.11). L'évolution temporelle sur les feuilles jeunes et les feuilles âgées a montré une différence significative avec une probabilité associée (F-ratio =5,691, $p=0,006$ $p<5\%$) (Tableau 4.5) (figure.4.11).

Le même tableau indique que l'abondance de la population des nymphes sur les jeunes feuilles a une différence significative avec une probabilité associée (F-ratio=13,709, $P=0,003$ $p<5\%$), l'abondance de la population est variable à travers le temps aussi bien sur les jeune feuilles que les jeunes âgée avec une probabilité associée (F-ratio=6,768, $P=0,004$ $P<5\%$) (Figure 4.11).

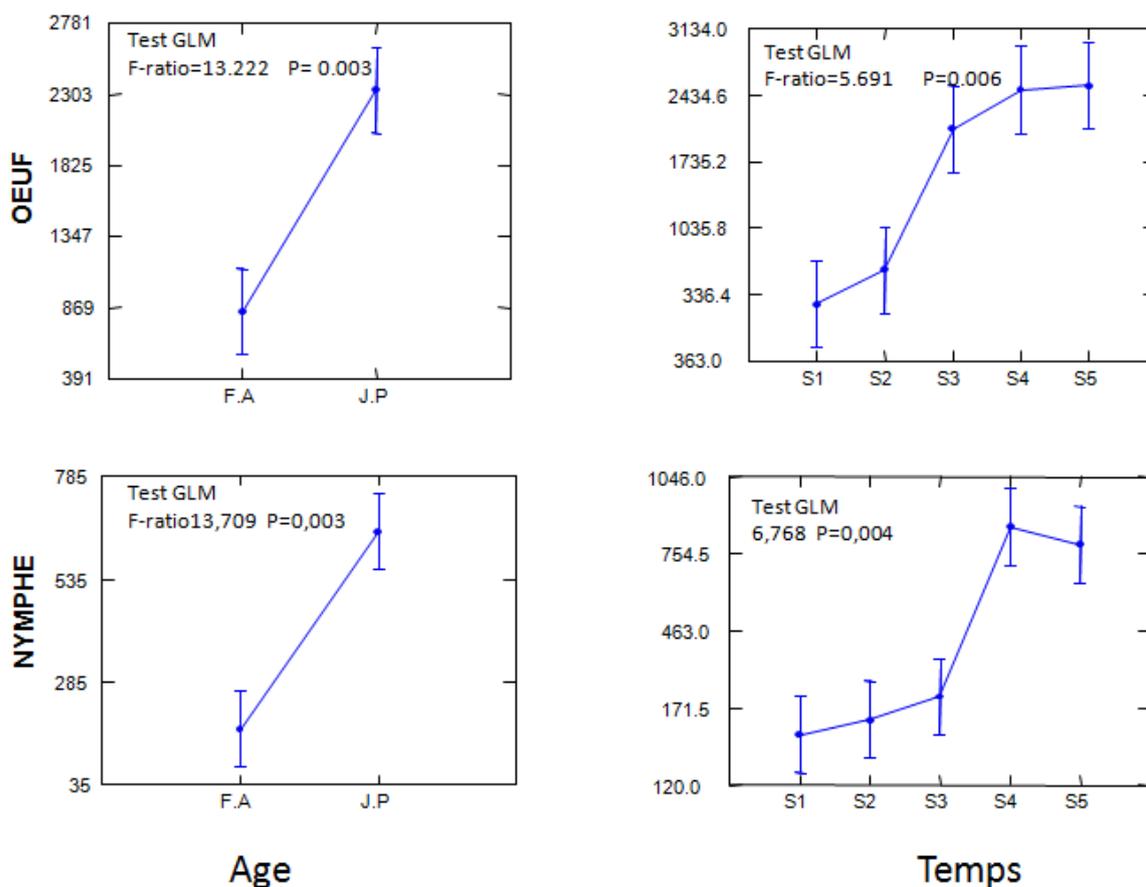


Figure 4.11 : Influence de l'âge de la feuille sur les abondances de la population des nymphes et les œufs (F.A : Feuille âgée, J.P : Jeunes feuilles)

Dans le but d'appréhender l'influence de l'âge de la feuille en fonction du temps, nous avons eu recours à *l'analyse de la variance type ANOVA*. La relation entre l'âge de la feuille et le temps est statistiquement significative avec la présence d'une différence très hautement significative (F-ratio=4,11, $p=0,032$, $p<0,1\%$). (Tableau 4.6)

Tableau 4.6 : Modèle ANOVA appliqué à l'interaction âge de feuille /temps dans l'évolution de la ponte des oeufs

Source	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F-ration	P
Temps	$1,9127 \cdot 10^7$	4	4781736,42	10,756	0,001
Feuille	$1,11 \cdot 10^7$	1	$1,11 \cdot 10^7$	25	0,001
Temps*âge	7317586,700	4	1829396,67	4,11	0,032
Erreur	4445474	10	444547,4		

La lecture de l'évolution temporelle des densités des œufs pondus en fonction de l'âge de la feuille montre que sur les jeunes feuilles le nombre d'œufs augmente fortement dès la deuxième sortie pour atteindre le maximum à la quatrième sortie, suivis par une diminution à la cinquième sortie (Figure 4.12). Sur les feuilles âgées, l'augmentation du nombre des œufs pondus n'est pas assez élevée

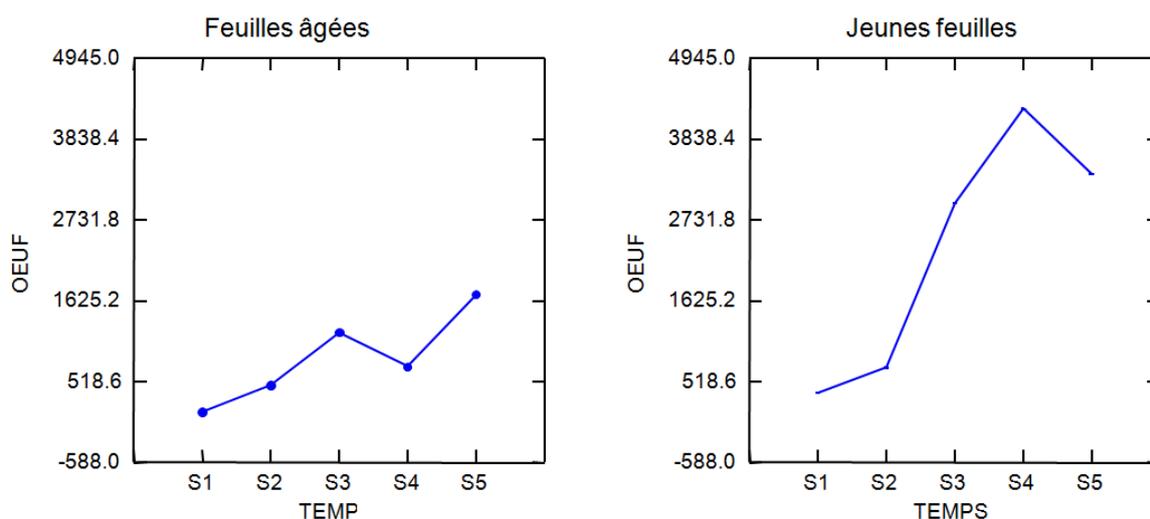


Figure 4.12 : Evolution temporelle de nombre des œufs pondus sur les feuilles et les feuilles âgées

Tableau 4.7 : Modèle ANOVA appliqué à l'interaction âge de feuille /temps dans l'évolution des nymphes

Source	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F-ration	P
Temps	2288078,8	4	572019,7	142,264	0,000
Feuille	1158729,800	1	1158729,800	288,177	0,000
Temps*feuille	1079551,200	4	269887,800	67,121	0,000
Erreur	40209.000	10	40209,000		

L'analyse de la variance type ANOVA. La relation entre l'âge de la feuille et le temps pendant l'évolution des nymphes est statistiquement significative avec la présence d'une différence hautement significative (F-ratio=67,121, $p=0,000$, $p<0,1\%$). (Tableau 4.6).

La lecture de l'évolution temporelle des nymphes en fonction de l'âge de la feuille montre que sur les jeunes feuilles le nombre de nymphes augmente fortement dès la deuxième sortie pour atteindre le maximum à la quatrième sortie, suivis par une diminution à la cinquième sortie (Figure 4.13). Sur les feuilles âgées, le nombre a connu de plus en plus de légères augmentations de la première sortie à la cinquième sortie

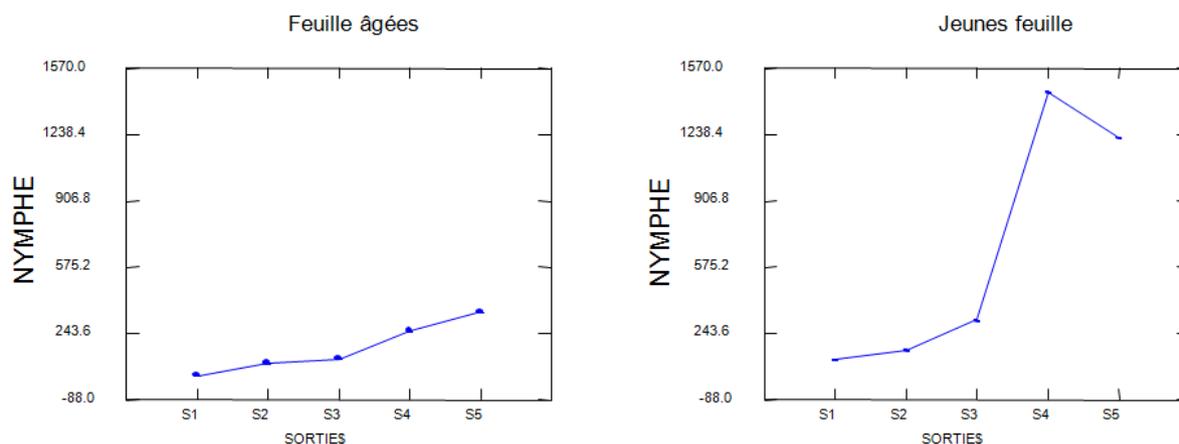


Figure 4.13 : Evolution temporelle de la population des nymphes selon l'âge de la feuille

4.5 Influence des conditions environnementales sur la fluctuation de la population globale

La présente figure (4.14) présente l'évolution de la fluctuation de la population globale de *G.brimblecombei* au cours de l'année d'étude en parallèle avec les différentes conditions environnementales notamment la température, la pluviométrie et le photopériodisme.

En effet, l'évolution de la population globale est caractérisée par un pic d'abondance important de mi mai au début juillet ce qui se synchronise avec des températures moyennes qui varient de 20 à 25°C, avec une période sèche (Pluviométrie= 0,00mm) et avec la photopériode la plus longue (Ph=16h) La période où la l'évolution de la population est la plus faible durant l'année d'étude se synchronise avec des températures moyennes variant de 10 à 15°C et avec les périodes les plus humides de l'année. (Pluviométrie varie de 40 à 120 mm) et une photopériode.de 8 à 10 h

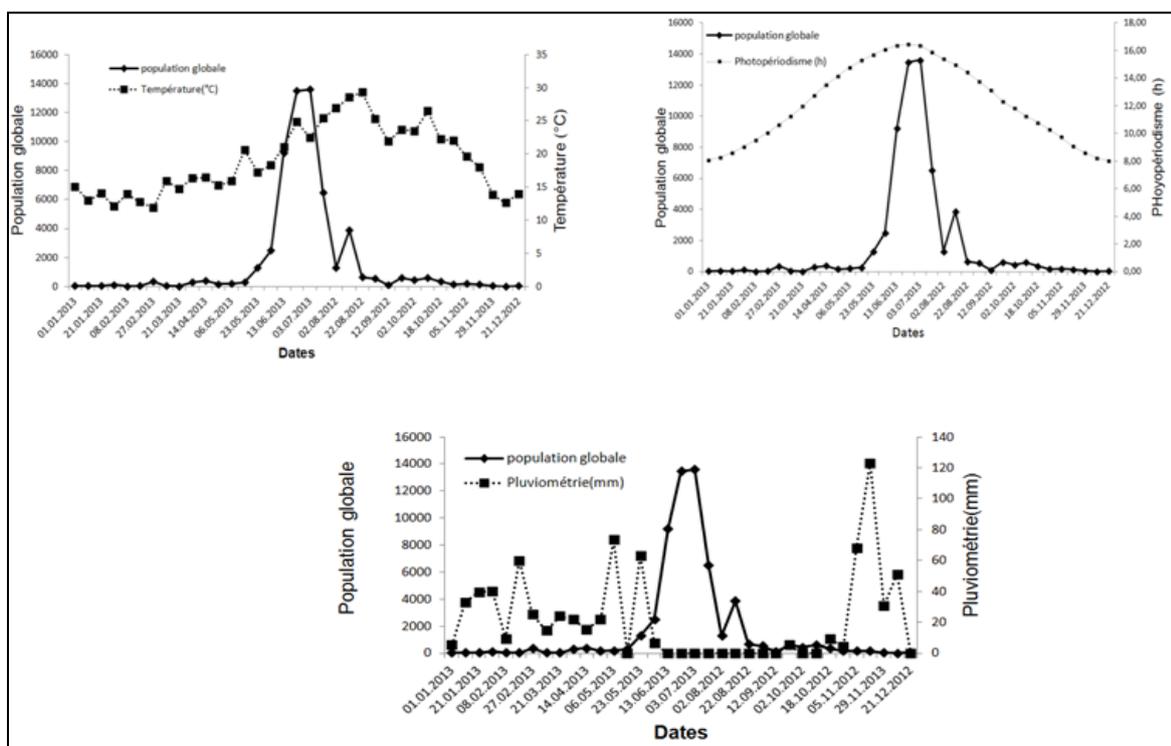


Figure 4.14 : Evolution de la population globale en fonction des variations climatiques

4.6. Influence des conditions environnementales sur la fluctuation des différentes formes biologiques

D'après les figures ci-dessous on remarque que l'évolution du nombre d'œuf pondus sur les feuilles d'*E.camaldulensis* (Figure 4.15) et l'évolution de la population des nymphes (Figure 4.16) augmentent au fur et à mesure de l'augmentation de la température, l'augmentation débute de la fin mai jusqu'au début de Juillet avec des températures moyennes variant de 20 à 25°C et une précipitation variant de 40 à 0 mm, avec une photopériode de 15 à 16 h.

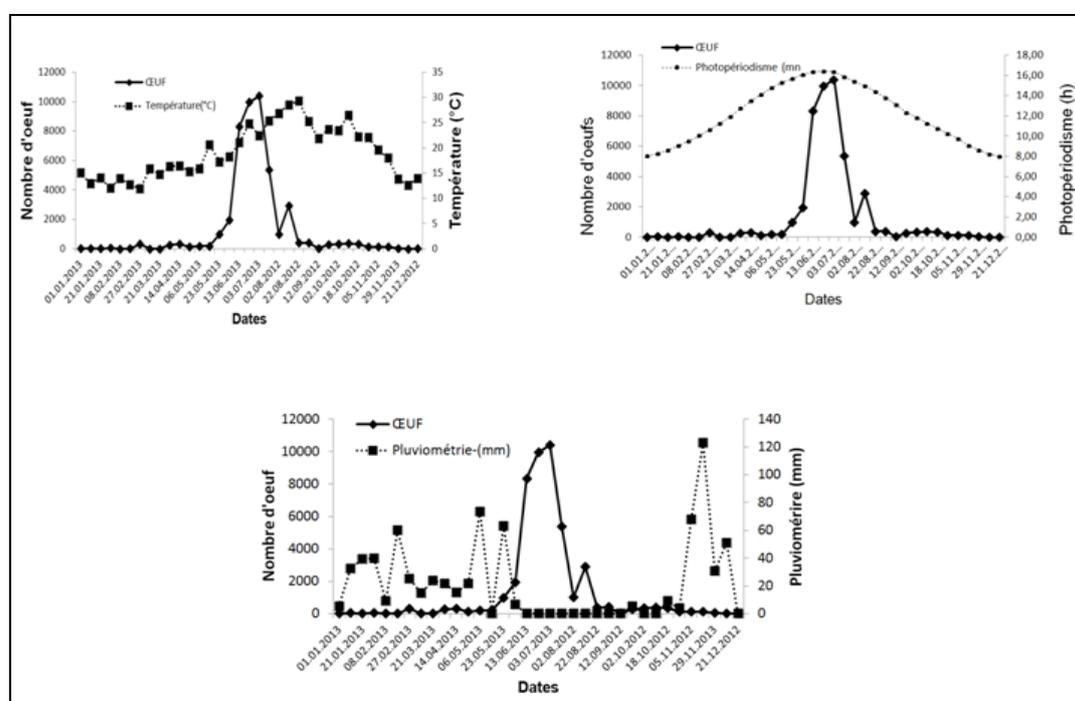


Figure 4.15 : Evolution du nombre des œufs en fonction des conditions climatiques

Tableau 4.8 : coefficient de corrélation Pearson relatif à l'influence de conditions environnementales sur l'évolution du nombre des œufs pondus

	CEUF	T(°C)	P-(mm)	PH-(mn)
CEUF	-	0,025	0,079	$13,6 \cdot 10^{-5}$
T(°C)	0,378	-	0,003	$15,3 \cdot 10^{-5}$
P-(mm)	-0,301	-0,487	-	0,035
PH-(mn)	0,601	0,597	-0,358	-

Le tableau 4.8, montre qu'il ya une corrélation positive entre l'évolution du nombre d'œufs pondus et les différents paramètres climatiques : température, Pluviométrie et photopériode.

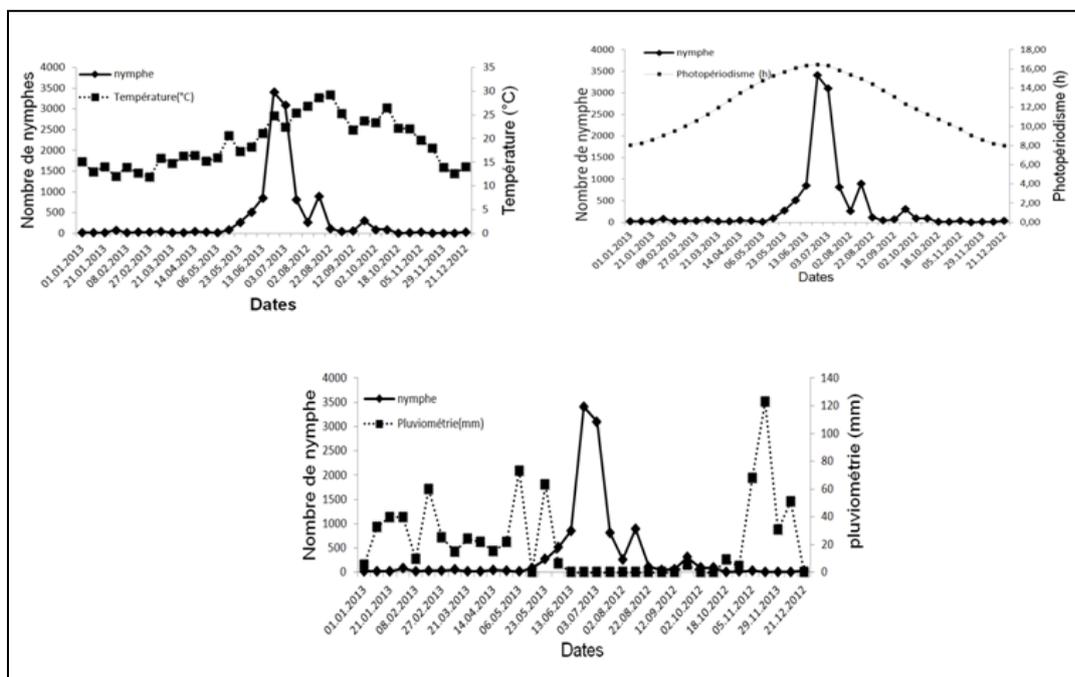


Figure 4.16: Evolution de la population des nymphes en fonction des conditions climatiques

La fluctuation temporelle des adultes de *G. brimblecombei* est marquée par l'évolution d'effectif important dans la période caractérisée par un pic d'abondance allant de mi Avril au début de juillet, cette période est caractérisée par des températures variant de 20 à 30°C, cela se synchronise avec des jours peu pluvieux à sec (40 mm à 0 mm) et des jours secs, la population des adultes est active dans les jours les plus ensoleillés (Photopériode =16h) (Figure 4.17)

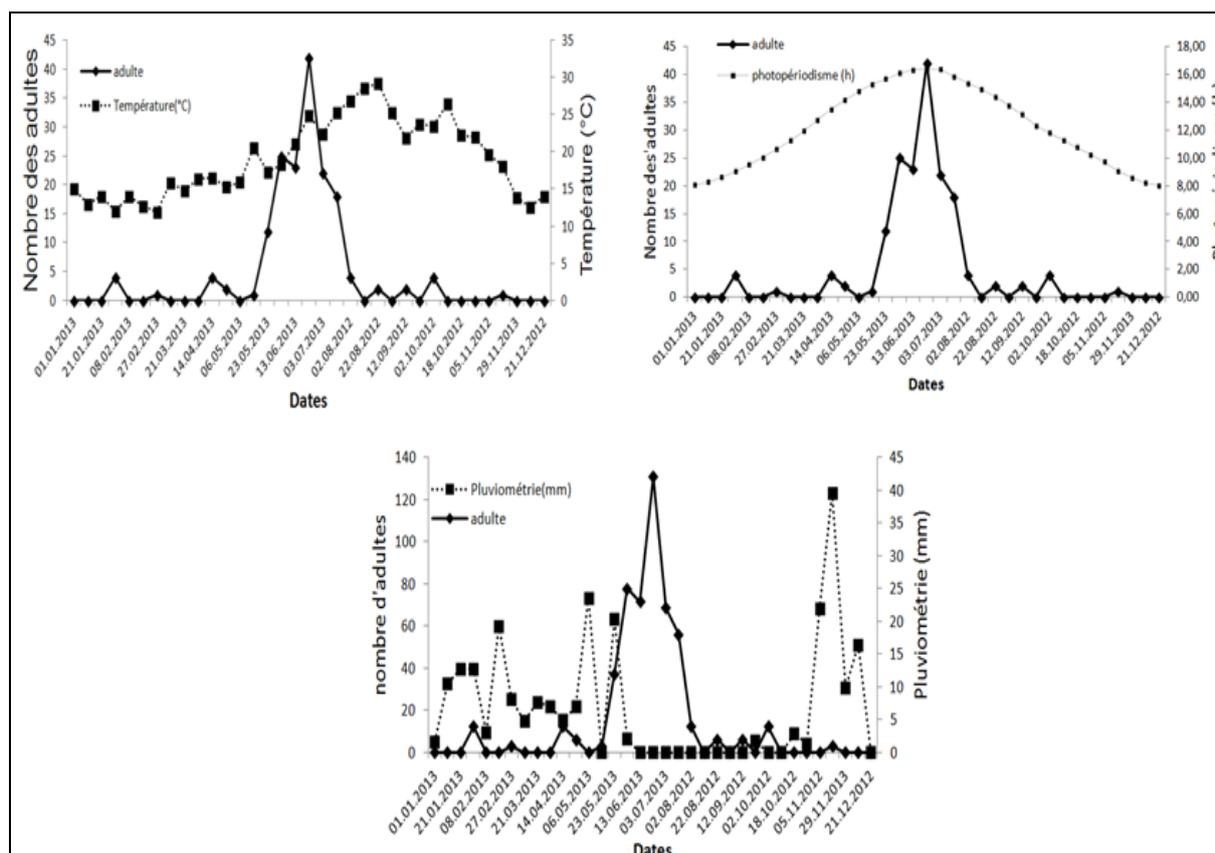


Figure 4.17 : Evolution temporelle de nombre des adultes en fonction des conditions climatiques

Tableau 4.9 : coefficient de corrélation Pearson relatif à l'influence de conditions environnementales sur l'évolution de nombre des adultes

	adulte	T(°C)	P-(mm)	PH-(mn)
adulte	-	0,110	0,169	$6,5 \cdot 10^{-5}$
T(°C)	0,275	-	0,003	$1,5 \cdot 10^{-4}$
P-(mm)	-0,238	-0,487	-	0,035
PH-(mn)	0,622	0,597	-0,358	-

Le tableau 4.10 montre qu'il n'y a pas de corrélation entre la température, la pluviométrie et le vol des adultes alors que il ya une corrélation positive entre le vol des adultes et la photopériode

4.7. Parasitisme de *Glycaspis brimblecombei*

Le parasitoïde responsable du parasitisme a été capturé durant toute l'année d'étude il a été identifié par Mr Francisco Javier Filippo (Laboratoire d'entomologie et contrôle de ravageur, Institut Cavanille de la biodiversité et de l'évolution biologique Valence, Espagne).

Ce parasitoïde appartient à l'ordre des Hyménoptère famille des Encyrtidae de Genre *Psyllaephagus* espèce *Psyllaephagus bliteus* RIEK

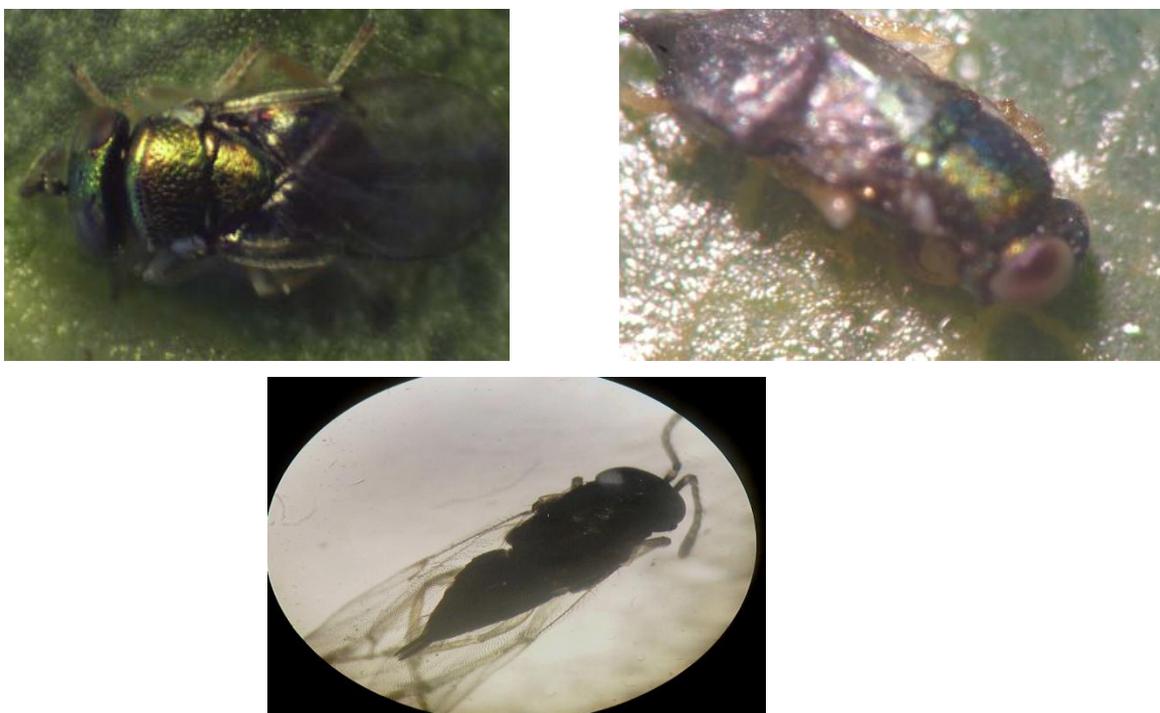


Figure 4.18: *Psyllaephagus bliteus* riek (Original, 2013)



Figure 4.19 : nymphe parasité par *Psyllaephagus bliteus* (Original, 2013)

4.7.1. Evolution de la fluctuation du parasitisme

Au cours de l'année d'étude, le suivi du parasitisme de *G. brimblecombei* illustré par la figure (4.20) où on remarque que l'évolution du parasitisme se synchronise avec l'évolution de la population de *G.brimblecombei*.

L'évolution du parasitisme des nymphes de *G.brimblecombei* est importante durant la période s'étalant de fin mai à mi-octobre. Cette évolution de la fluctuation est caractérisée par trois pics d'abondance survenus respectivement à fin juillet, fin août et mi-octobre et dont le plus important est celui de fin juillet, Suivi par une régression qui dure jusqu'à la fin mai (Figure 4.20)

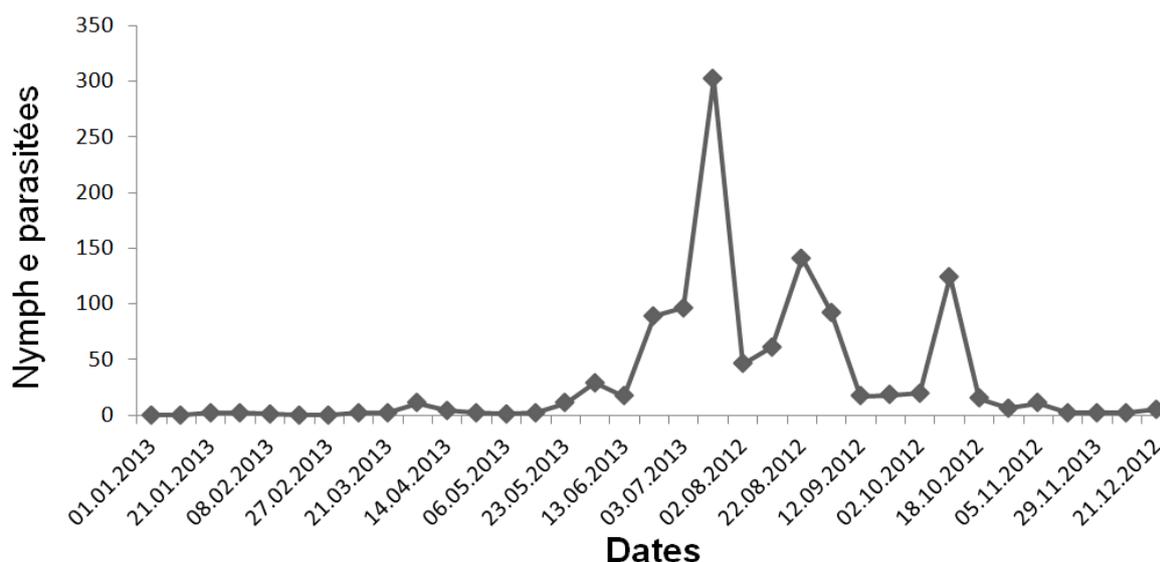


Figure 4.20 Evolution de nombre de nymphes parasitées de *G.brimblecombei* durant l'année

4.7.2. Evolution de la fluctuation du parasitisme sur les deux faces foliaires

D'après la figure ci-dessous qui représente l'évolution du parasitisme sur les deux faces de la feuille d'*E.camaldulensis* on observe la même tendance de variation des abondances sur les deux faces. La fluctuation temporelle du parasitisme est marquée par une évolution importante durant la période allant de mi-juin à mi-octobre, elle est caractérisée par trois pics d'abondance sur les deux faces de la

feuille. Cependant, ces pics d'abondance sont plus importants sur la face supérieure que la face inférieure. En effet, l'abondance maximale des nymphes parasitées sur la face supérieure est de 250 nymphes parasitées (atteint à fin juillet) tandis que sur la face inférieure l'abondance maximale ne dépasse pas 90 (Figure 4.21)

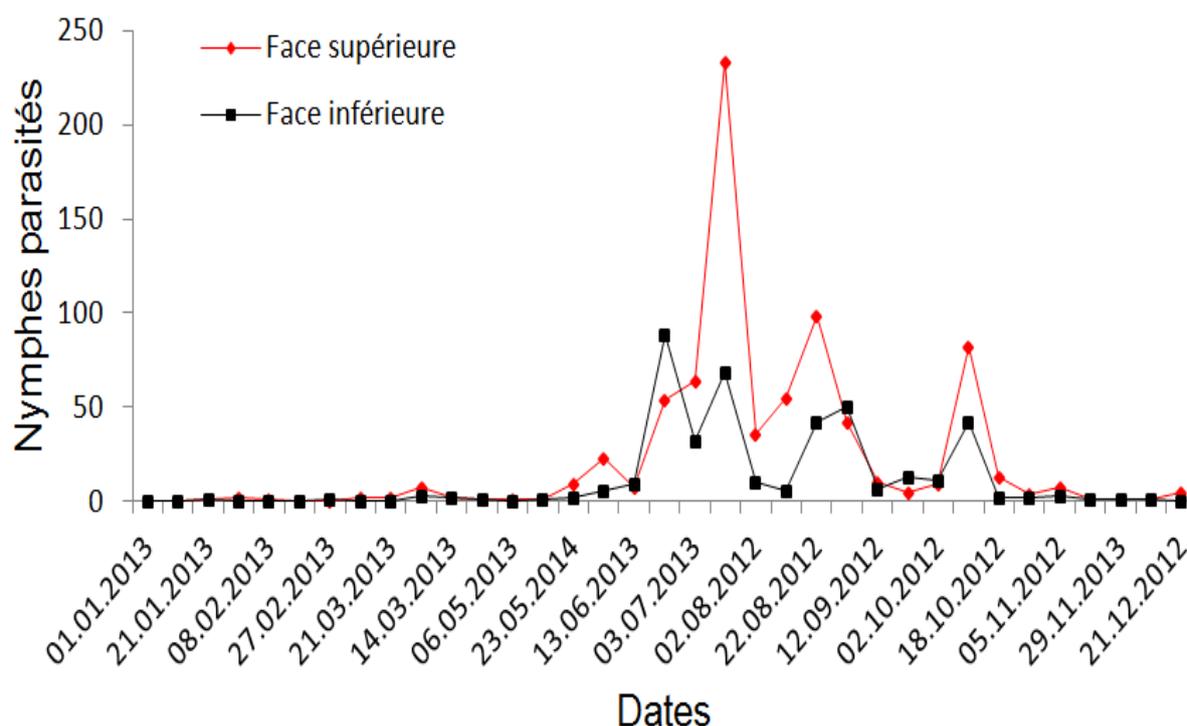


Figure 4.21 : Comparaison de l'évolution de la fluctuation temporelle du parasitisme sur les deux foliaires d'*E.camaldulensis*

Tableau4.10 : Modèle G.L.M. appliquée à l'influence de l'âge de la feuille sur les abondances des nymphes et les œufs

Source	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F-ration	P
Temps	66407.000	34	1953.147	3.938	0.000
Face	2019.657	1	2019.657	5.680	0,023
Erreur	16863.343	34	495.981	-	-

Le tableau ci-dessus indique que l'abondance des nymphes parasitées sur la face supérieure a une différence significative avec une probabilité associée F-ratio=5,680 P=0,023 $p < 5\%$ (tableau 4.10) et elle est variable à travers le temps (figure.4.21). L'évolution temporelle sur la face supérieure a montré la récurrence d'une

différence significative avec une probabilité associée (F-ratio =3,915) $p=0,00$ à $p<5\%$) (Tableau 4.10) (figure.4.21).

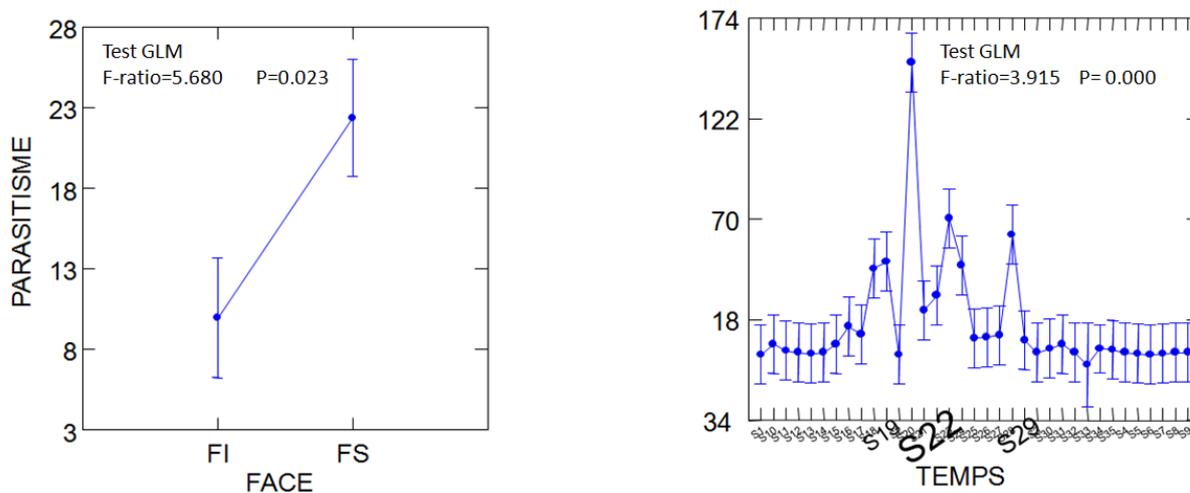


Figure 4.22. Evolution du parasitisme en fonction de la surface foliaire

Pour donner une idée sur l'évolution du parasitisme en fonction du nombre de nymphes, on a fait une comparaison entre le taux des nymphes parasitées et le taux des nymphes non parasitées au cours des 12 mois de l'année. Les résultats obtenus et représentés par la figure 4.23, montrent que le taux du parasitisme est élevé en Octobre (45%), en Septembre (23,18%) et en Novembre (23,08). Cependant durant les mois où l'abondance de la population de *G.brimblecombei* est importante (Mai, Juin et Juillet) le taux de parasitisme est faible, 3% en Mai 2% en Juin il augmente en juillet pour atteindre 9%.(Figure 4.23)

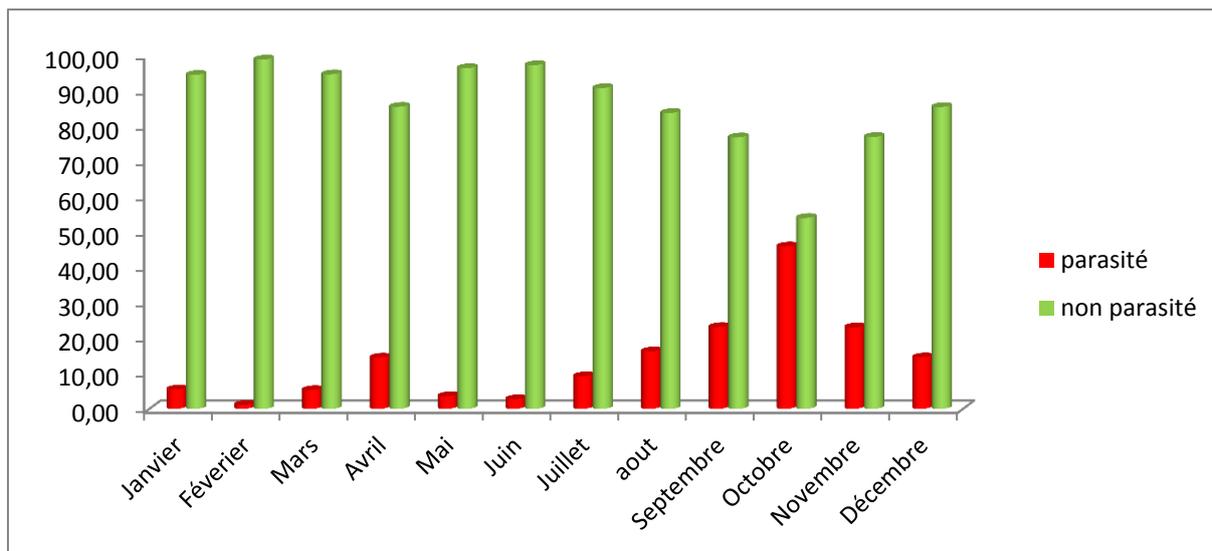


Figure 4.23 : Evolution de taux des nymphes parasités durant l'année

4.7.3. Evolution de la fluctuation du parasitisme par saison

Le nombre de nymphes parasitées est beaucoup plus élevé durant la saison estivale que les trois autres saisons, suivi par la saison automnale qui présente une abondance de nymphes parasitées non négligeable. On remarque qu'en hiver le nombre de nymphes parasitées est très faible puis il augmente au Printemps (Figure 4.24)

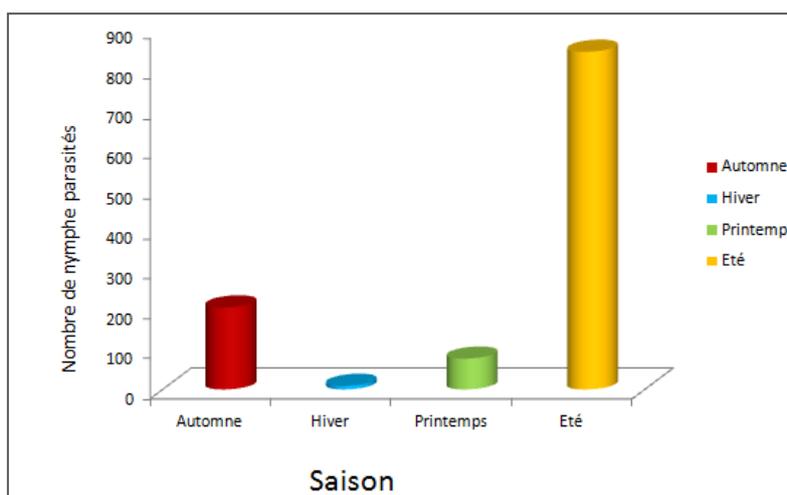


Figure 4.24 : Abondance des nymphes parasitées par saison

4.7.4. Influences des conditions climatiques sur l'évolution du parasitisme

Pour donner une idée sur l'influence des conditions climatiques sur l'évolution du parasitisme au sein de la population des nymphes de *G.brimblecombei* on a étudié l'évolution, durant toute l'année, du parasitisme avec les variations de trois paramètres climatiques à savoir la température, le photopériodisme, et la pluviométrie. La figure (4.25), montre que durant la période allant de fin juin à mi-octobre où l'évolution du parasitisme est importante, la température moyenne varie entre 14-30°. A fin-Juillet l'abondance des nymphes parasitées est maximale et la température moyenne est de 25°C, lorsque la température moyenne atteint 30°C l'évolution du parasitisme diminue. Elle a augmenté à fin-aout avec une diminution de la température moyenne (25°C). On observe aussi que durant toute cette période de la fin juin à la mi-octobre la pluviométrie est toujours très faible ou nul et La photopériode est entre 10 et 16h (Figure

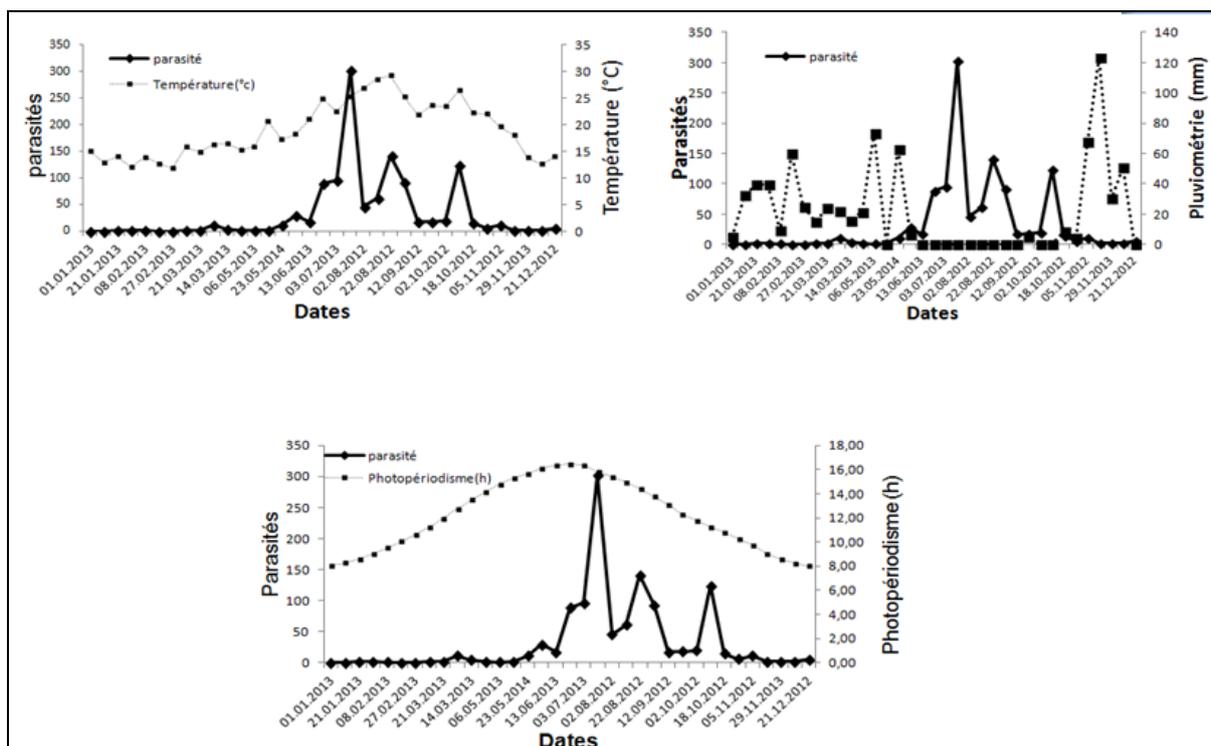


Figure 4.25 : Evolution du parasitisme en fonction des conditions climatiques

Tableau 4.11 : coefficient de corrélation Pearson relatif à l'influence des conditions climatiques de toute l'année et le nombre de nymphes sur l'évolution du parasitisme

	parasité	T(°C)	P-(mm)	PH-(mn)	nymphes
parasité	-	3.63E-05	0.032702	0.0058351	0.020722
T(°C)	0.63882	-	0.0029952	0.0001539	0.032154
P-(mm)	-0.36181	-0.48719	-	0.034554	0.040957
PH-(mn)	0.45657	0.59686	-0.35831	-	0.0010281
nymphes	0.38953	0.36288	-0.27521	0.53111	-

Le tableau 4.11 montre et explique statistiquement le lien entre les différentes conditions climatiques, le nombre de nymphes de *G.brimblecombei* et l'évolution du parasitoïde, en effet ce tableau montre qu'il y a une corrélation entre l'évolution de la fluctuation du parasitisme et la température, la pluviométrie, la photopériode et le nombre de nymphes.

Tableau 4.1: coefficient de corrélation Pearson relatif à l'influence de conditions environnementales saisonnières sur l'évolution de la population globale de la population de *G. brimblecombei*

	PR-été	T-été	P-été	ph-été	P-hiver	T-hiver	P-hiver	ph-hiver	P-Aut	T-Aut	P-Aut	ph-Aut	P-glob-Print	T-print	P-Print	ph-Print
PR-été	-	0,56	0,38	0,19	0,90	0,67	0,22	0,18	0,86	0,30	0,95	0,26	0,24	0,71	0,85	0,30
T-été	0,22	-	0,53	0,69	0,61	0,21	0,31	0,68	0,26	0,80	0,08	0,94	0,01	1,00	0,42	0,92
P-été	-0,34	-0,24	0,00	0,07	0,32	0,45	0,83	0,08	0,70	0,29	0,46	0,20	0,39	0,07	0,34	0,22
ph-été	0,48	0,15	-0,62	0,00	0,33	0,57	0,91	1,7.10 ⁻¹¹	0,14	0,00	0,51	8,9.10 ⁻⁵	0,05	0,01	0,66	0,00
P-hiver	0,05	-0,20	0,38	-0,37	-	0,33	0,93	0,35	0,31	0,46	0,49	0,41	0,36	0,75	0,41	0,34
T-hiver	-0,17	-0,46	0,29	-0,22	0,37	-	0,09	0,57	0,70	0,55	0,78	0,84	0,18	0,76	0,38	0,92
P-hiver	0,45	0,38	-0,08	0,04	-0,04	-0,60	0,00	0,92	0,92	0,75	0,34	0,86	0,48	0,29	0,23	0,79
ph-hiver	-0,49	-0,16	0,62	-1,00	0,36	0,22	-0,04	0,00	0,16	0,00	0,49	0,00	0,05	0,01	0,66	5,29.10 ⁻⁵
PR-Aut	0,07	-0,42	-0,15	0,53	-0,38	-0,15	0,04	-0,51	-	0,05	0,36	0,13	0,99	0,48	0,95	0,12
T-Aut	0,39	0,10	-0,40	0,94	-0,28	-0,23	0,13	-0,94	0,67	-	0,37	1,1.10 ⁻⁵	0,07	0,06	0,93	0,00
P-Aut	0,02	0,61	-0,28	-0,25	-0,26	-0,11	0,36	0,27	-0,35	-0,34	0,00	0,28	0,79	0,23	0,93	0,25
ph-Aut	0,42	0,03	-0,47	0,97	-0,31	-0,08	-0,07	-0,98	0,54	0,95	-0,41	0,00	0,09	0,02	0,82	6,52.10 ⁻⁸
P-print	-0,44	-0,78	0,33	-0,66	0,35	0,49	-0,27	0,67	0,00	-0,63	-0,10	-0,60	0,00	0,25	0,40	0,13
T-print	-0,14	0,00	0,63	-0,78	0,12	0,12	0,40	0,78	-0,27	-0,65	0,44	-0,77	0,43	-	0,15	0,02
P-Print	-0,07	0,31	-0,36	0,17	-0,31	-0,33	-0,44	-0,17	-0,02	0,03	0,03	0,09	-0,32	-0,52	-	0,89
ph-Print	-0,39	0,04	0,45	-0,95	0,36	0,04	0,10	0,96	-0,56	-0,92	0,43	-0,99	0,55	0,74	-0,05	-

P-ete : Parasitisme d'été, P : Parasitisme hiver, P-Aut : Parasitisme automne, P: Parasitisme printemps, T-ete : Temperature moyenne été, T-Hiver : temperature, température moyenne d'Hiver, T-Aut : température moyenne d'Automne, T-print : Température moyenne du printemps, P-été : pluviométrie d'été, P-hiver : pluviométrie d'hiver, P-Aut : pluviométrie d'automne, P-print : pluviométrie du printemps, Ph-été : photopériodisme d'été, Ph-hiver : Photopériodisme d'hiver, Ph-Aut : Photopériodisme d'automne, Ph-print : Photopériodisme printemps

D'après le tableau 4.9 : le parasitisme d'automne est marginalement corrélé avec la température d'automne, la population d'hiver est négativement corrélée avec celle de l'été.

CHAPITRE 5

DISCUSSION GENERALE

Le psylle d'Eucalyptus *Glycaspis brimblecombei* est originaire de l'Australie s'est propagé dernièrement dans plusieurs pays Américains, Européens et Africains, a été signalé en Algérie pour la première fois en 2011 dans la région littorale algéroise suite à des chutes intensives des feuilles des sujets d'Eucalyptus dans plusieurs zones forestières (Zéralda, Bouchaoui, Bainem). Cette espèce considérée comme espèce envahissante, peut constituer un facteur principal de la modification de la biodiversité entomofaune au sein des plantations d'Eucalyptus. Pour cela, ce présent travail effectué à la région de zéralda a consisté à étudier quelques paramètres bioécologiques de cet insecte. Les résultats obtenus traitent et renseignent sur l'évolution de la population de *Glycaspis brimblecombei* durant toute l'année en fonction de la face foliaire d'*Eucalyptus camaldulensis*, de l'âge de la feuille et en fonction des différents paramètres climatiques et par ailleurs, traitent et renseignent sur l'évolution du parasitisme des nymphes de *Glycaspis brimblecombei*.

L'*Eucalyptus camaldulensis* ou le gommier rouge est parmi les espèces les plus vulnérables aux attaques de *Glycaspis brimblecombei* [, Dans une étude menée sur 22 espèces d'Eucalyptus à Sao Paulo (Brésil) Brennan et al [56] l'ont classé comme le plus sensible [72], ils ont classé aussi *E. camaldulensis* , au même titre que *E. tereticornis* et *E. urophylla* , comme des espèces très sensibles aux attaques de *G. brimblecombei* .

5.1 Evolution de la fluctuation de la population de *G.brimblecombei* selon la face foliaire

Les résultats relatifs à l'évolution de la population globale sur les deux faces de la feuille d'*E.camaldulensis* (face supérieure et inférieure) ont montré la même tendance de fluctuation des abondances. Cependant, l'évolution de la ponte des œufs sur la face inférieure est plus importante que sur la face supérieure de la feuille, ce qui a été confirmé par les travaux de Oresté et al (2011) w<[64], et ceux de

Pereira et al (2013) [78], qui affirment que les femelles de *Glycaspis brimblecombei* préfèrent pondre leurs œufs sur la face inférieure. Cela nous incite de discuter sur l'attraction et la préférence de ponte chez l'insecte et de suggérer plusieurs hypothèses fondées sur les étapes de la reconnaissance de l'insecte et la plante hôte ou un organe de la plante hôte lors de l'oviposition. En effet, Lorsque les insectes sont spécifiques à une ou plusieurs plantes ou à un organe de la plante hôte ils doivent mettre au point un système leur permettant de trouver rapidement leur site d'alimentation ou de reproduction. Lors de la localisation de leur plante hôte [79], Les Stimulus chimiques jouent un rôle majeur dans la médiation de leur comportement durant les étapes menant à la ponte (fig.5 1). L'orientation pour une plante et l'atterrissage peuvent dépendre de la présence d'attractifs ou l'absence de répulsifs émanant de la plante. Après la descente, l'évaluation de la surface de la plante consiste généralement à contacter la chimioréception de stimulants moins volatils et de dissuasion. Une interaction entre les stimulus positifs et négatifs est susceptible d'affecter la «décision» finale d'accepter ou non ou de rejeter une plante particulière. Ces stimuli chimiques (métabolites secondaires PMS) sont des composés secondaires contenus dans les plantes. Ils ne sont pas nécessaires pour la croissance de la plante, mais ils lui confèrent une protection biochimique contre certains insectes phytophages [80].

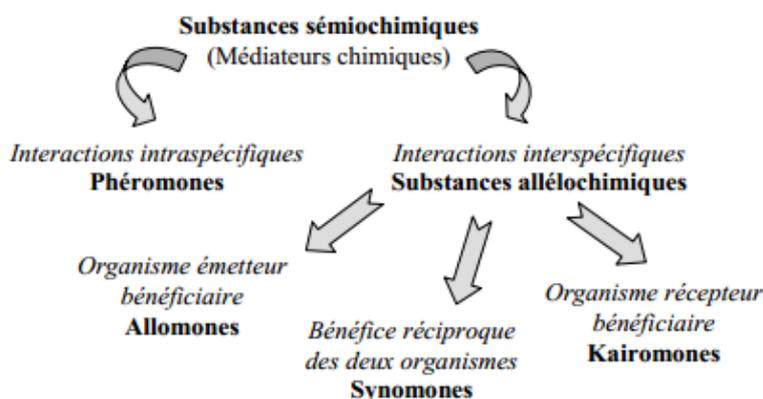


Figure 5.1 : Schéma représentant les différentes catégories de Médiateurs chimiques

Parmi ces PSM contenus dans les feuilles d'eucalyptus, plusieurs ont été désignés comme étant des éléments antinutritionnels ou toxiques pour les phytophages [81], les Tanins, les Terpène, Les composés formyles du phloroglucinol. Toutes les espèces d'*Eucalyptus* présentent majoritairement des mélanges de mono-terpènes, constitués principalement d'1,8-cinéole [82], qui joue un rôle dans la protection contre les ravageurs notamment les insectes.

Selon les écrits de Fiala et al, (1993) [83], Le phylloplan (surface de la feuille) est le siège d'interactions entre la plante et son environnement. Il est l'interface entre les tissus foliaires et les milieux abiotiques et biotiques. Les substances peuvent provenir des tissus foliaires par diffusion à travers l'épiderme et la cuticule et/ou par d'autres mécanismes de passage comme l'exsudation, la sécrétion et la gustation. Elles peuvent être à l'origine de l'installation des microorganismes et de stimulus dans le comportement d'insectes phytophages. La répartition de ces substances ou métabolites sur le phylloplan n'est pas homogène et peut varier selon la face foliaire (supérieure et inférieure) et la partie du limbe [84]. On peut alors supposer que la préférence de ponte chez la femelle de *Glycaspis brimblecombei* à la face inférieure de la feuille s'explique par la répartition de ces métabolites sur les deux faces foliaires de l'*Eucalyptus camaldulensis*.

En ce qui concerne les résultats relatifs à l'évolution des cinq stades nymphals sur les deux faces foliaires, les résultats montrent que l'évolution des populations des nymphes du premier stade ont la même tendance sur les deux faces de la feuille, alors que les nymphes des quatre autres stades (N2, N3, N4, N5), sont plus abondants sur la face supérieure que la face inférieure, les analyses de la variance du modèle GLM montre une significativité de la face supérieure sur l'abondances des stades, N2,N3,N4 et N5. Selon Huerta et al (2010) [70], plusieurs auteurs ont trouvé que les nymphes de *G.brimblecombei* préfèrent la face inférieures d'autre affirment qu'elles préfèrent la face supérieure(s) de la feuille. Cela peut être expliqué par le déplacement des nymphes pour la recherche d'autres sites sur la feuille pour s'en nourrir. En effet, les jeunes nymphes ou les néo-nées se déplacent sur les feuilles et recherchent un endroit pour s'installer, le plus souvent l'installation s'effectue dans les 48 heures suivant l'éclosion. Une fois installées elles insèrent leurs stylets dans la feuille et commencent à se nourrir et excréter le miellat qui durcit au contact de l'air

pour former un cocon. Les Nymphes passent par quatre stades avant de devenir adultes ailées. A chaque mue de l'insecte, celui-là retire ses stylets de la feuille et sélectionne un nouveau site d'alimentation. Le nouveau site se situe généralement sous le cocon existant, mais parfois les insectes se déplacent vers un nouveau site et construisent un nouvel cocon [85] Les nymphes les plus âgées (du quatrième et cinquième stade), généralement ne se déplacent pas [67].

5.2. Evolution de la population durant les quatre saisons et l'influence des conditions environnementales

Les résultats relatifs au développement de la population de *Glycaspis brimblecombei* durant toute l'année d'étude ont montré que les abondances de cet insecte sont de plus en plus importantes dans la période de fin mai- début Juillet où elles atteignent son maximum avec des températures moyennes variant de 20 à 25°C Ce qui a été confirmé par les résultats de l'évolution de la population de *G. brimblecombei* par saison, où on a remarqué que la population de *G.brimblecombei* est de plus en plus importante durant la saison printanière et la saison estivale alors qu'en automne elle est moins importante ou très faible et rare en hivers. Les études effectuées au Brésil par Morte et Raga (2004) [85] et Filho et *al.* (2008) [86] sur la dynamique de la population de *G.brimblecombei*, ont démontré que l'activité de la population de cet insecte est très importante à la période allant du 27 février au 3 mars; sachant que le climat du Brésil est subtropicale humide, les températures moyennes des mois de Février et Mars se situent respectivement entre 22,4 et 21,7°C, ils représentent les mois les plus chauds de l'année. Alors que, aux Etats-Unis durant la période allant de Juin à Aout où les températures moyennes se situent entre 18,7°C et 15,3°C, il a été observé que l'abondance des populations du psylle (*G.Brimblecombei*) est plus élevée dans les mois les plus chauds correspondant à Mai, Juin et Juillet [87]. Les résultats liés à l'évolution de l'abondance des populations du psylle d'Eucalyptus par saison nous conduisent à discuter des paramètres climatiques de l'année qui changent d'une saison à l'autre et de la phénologie de la plante hôte *Eucalyptus camaldulensis* qui est liée aux différentes conditions climatiques. En effet, Le tableau de corrélation relatif à l'influence des conditions climatiques sur l'évolution de la population de *G. brimblecombei* a montré que l'évolution de la population du psylle d'eucalyptus rouge

est corrélée avec toutes les températures moyennes, les précipitations et le photopériodisme des quatre saisons ainsi qu'aux stades biologiques de l'insecte. Cela nous emmène à suggérer deux hypothèses : la première est sur la dépendance du psylle d'eucalyptus aux conditions environnementales, et la deuxième est sur la synchronisation de la phénologie de la plante hôte et de l'insecte.

5.2.1 Effet des conditions climatiques

Les résultats obtenus relatifs à l'influence des conditions climatiques sur l'évolution de l'insecte ont montré que la fluctuation des abondances de la population ainsi que toutes les formes biologiques de l'insecte sont corrélés aux différents paramètres climatiques à savoir (la température, la pluviométrie et la photopériode). Des études menées sur une espèce voisine, *Glycaspis baileyi* en Australie par Moore (1961) ont indiqué que l'effet du climat peut être assez important sur cette espèce que d'autres espèces de psylles [88].

5.2.1.1. La Température :

Selon Andrewartha et Briche (1954) [89], la température a un effet indéniable sur le développement des insectes. Ces organismes Poïkilotherme dépendent directement des conditions climatiques extérieures qui règlent la vitesse de leurs métabolismes. L'impact de la température est plus prononcé sur les insectes foliaires que les insectes au sol puisque les variations de la température y sont plus grandes [90]. Ce qui a été confirmé dans l'écrit de Cachan (1961) [91] qui stipule que la température interne du corps des insectes varie avec la température ambiante, comme chez les autres animaux poïkilothermes leur métabolisme lui est étroitement lié et croît en même temps qu'elle. Cependant, la vie des insectes n'est possible qu'entre certaines valeurs limites de la température. Caractéristique: de l'espèce et même du stade auquel elle est étudiée; tout caractère biologique varie en fonction de la température de manière à passer par un optimum pour un degré déterminé; il en est ainsi, par exemple, de la rapidité du développement, de la croissance, de la survie, de la longévité, de la fécondité, etc.

5.2.1.2. La pluviométrie

La figure relative à l'influence de la pluviométrie sur la fluctuation de *G. brimblecombei* montre que l'activité des populations de cet insecte est importante dans les périodes sèches où peu pluvieux. Oliévera (2012) [92], a démontré dans ses études l'effet des précipitations sur la dynamique de population de ce psylle. En effet, elle a testé l'effet de la pluviométrie sur la réduction de la population du *G.brimblecombei*. Elle a effectué son travail au laboratoire avec des conditions contrôlées (Température égale à 22 ± 3 ° C, Humidité de l'air égale à 60% et photopériodisme 12 :12h) par un arrosage des plants d'*Eucalyptus camaldulensis* infestés, à raison de 250 ml/jour sur chaque plant.

Les résultats ont montré que la pluie a un effet régulateur de 96%. Ces résultats corroborent ceux obtenus par Ramirez, (2003) [93], qui a observé que les pluies fréquentes ont contribué à la chute des cocons de protection, provoquant un déclin populationnel du psylle d'*Eucalyptus camaldulensis*.

Selon ces résultats on peut supposer que la précipitation a deux effets synergétique, le premier est l'effet de l'humidification de la feuille, qui peut conduire à la solubilisation des sucres des cocons de protection et, par conséquent, à leur destruction, en exposant les nymphes aux conditions environnementales défavorables tels que le vent ou les attaques des prédateurs. En outre, l'augmentation de l'humidité peut avoir des effets indirects sur les nymphes, car elle peut faciliter l'apparition de champignons entomopathogènes, en fait, Favaro (2006) [94] a montré qu'une grande partie de la réduction de cette population d'insectes pendant la saison des pluies est due à l'action des micro-organismes.

Le second est l'effet de la pluie par l'élimination mécanique des cocons c'est un impact direct des gouttelettes d'eau sur la réduction des abondances de psylle d'*Eucalyptus*.

5.2.1.3. La photopériode

Les résultats relatifs à l'influence de la photopériode sur la fluctuation de la population et toutes les formes biologiques de *G.brimblecombei* montrent qu'il y a une forte corrélation entre la durée d'ensoleillement et le vol des adultes, ainsi que la fécondité de la femelle. En effet, on a observé que la forte abondance de la population de l'insecte était dans les jours les plus longs (entre 15 et 16h d'ensoleillement) peu d'études ont expliqué l'effet de la photopériode sur le psylle d'Eucalyptus. Pour cela on suppose que la photopériode ou la durée d'insolation peut influencer directement et/ou indirectement le développement de la population de l'insecte.

La durée d'insolation a un effet sur la croissance de la plante *d'Eucalyptus camaldulensis* [95] et sur les variations dans la composition chimique du feuillage [96], et par conséquent, cela peut influencer l'évolution de l'insecte

Gouturier, (1973) [97], a confirmé que l'intensité des vols peut être fortement perturbée s'il y a un abaissement de la durée de l'ensoleillement. En effet dans ses études de capture des adultes de psylle, la série de piégeage des 24 et 25 durant le mois de mai a permis la capture de deux insectes pour une heure d'ensoleillement au total, en pleine période de pullulation et la série suivante (29-30 mai) comporte plus de 140 insectes pour un total de près de 16 heures d'ensoleillement ce qui montre une bonne corrélation entre les deux valeurs : l'intensité de capture et l'énergie solaire. Cet auteur a déduit que les psylles sont des insectes hautement conditionnées par l'importance de l'ensoleillement.

Horton et al, (1998) [98], ont étudié les effets de la photopériode du moment de l'année, de la température et d'un régulateur de croissance (le fénoxycarbe) sur le développement ovarien chez le psylle de poirier d'hiver *Cacopsylla pyricola*, Des psylles d'hiver ont été capturées à intervalles en nature, entre octobre et février, gardées à 20 °C et soumises à l'un des trois traitements suivants : photopériode de jour court, photopériode de jour long ou photopériode de jour court + fénoxycarbe.

Les insectes ont été par la suite disséqués à intervalles pour y examiner le développement ovarien. Le développement de base (développement ovarien en nature le jour de la capture) a augmenté très lentement entre octobre et février. Au milieu de février, seulement environ 20% des insectes avaient atteint la phase de post-diapause d'après l'importance de leur développement ovarien. En laboratoire, le temps requis pour atteindre le stade de post-diapause a diminué entre octobre et février. Le nombre de jours nécessaires pour que 50% des insectes soumis à une photopériode de jour long atteignent la phase de post-diapause a été estimée à 2 semaines en octobre, 6 jours en décembre et moins de 2 jours en février. Les insectes soumis à une photopériode de jour court ont atteint la phase de post-diapause en moins de 2 jours en février, mais ont nécessité plus de 2 semaines en octobre et en décembre.

5.2.2 Phénologie de la plante hôte

La deuxième hypothèse, qu'on a suggérée auparavant, relative à l'abondance de la population du psylle par saison où on a observé une abondance importante au printemps et intense en été, est celle de la synchronisation du cycle biologique de l'insecte avec la phénologie de la plante hôte. En effet, on a observé que les abondances du psylle du gommier rouge (*G.brimblecombei*) sont plus importantes sur les feuilles jeunes que les feuilles âgées pour cela on constate que l'intensification de l'abondance de la population est avec l'apparition des nouvelles pousses. L'*eucalyptus camaldulensis* est un arbre qui a une phénologie très liée au climat de la région. Il pousse quand les conditions climatiques lui sont favorables. La température maximale moyenne du mois le plus chaud où elle pousse bien, est 29 ° C. (Avril à juillet). [95], cette période correspond à la saison printanière et estivale. En plus de la première théorie supposée (Effet des conditions climatiques) le synchronisme de la phénologie de la plante hôte et le cycle biologique de l'insecte, peut expliquer aussi l'importance de l'évolution du psylle durant les deux saisons citées.

En général les insectes phytophages sont fortement liés à la phénologie de la plante hôte. Ceux qui se nourrissent à partir des fleurs apparaissent durant le stade de floraison, ceux qui se nourrissent du fruit apparaissent au stade de la fructification,

les insectes phyllophages apparaissent au stade de feuillaison ainsi de suite. La synchronisation des insectes phytophages avec le développement de l'hôte a fait l'objet de plusieurs études. Cette synchronisation joue un rôle clé dans la survie et la dynamique de certaines populations d'insectes [99]. On assiste, avec certaines espèces, à d'importantes fluctuations de population d'une année à l'autre, selon le degré de synchronisme de l'hôte et de l'insecte. Le degré de synchronisation de l'insecte avec la plante va donc au-delà de la simple disponibilité de la nourriture, sa qualité est aussi un facteur clé.

La phénologie de la plante hôte peut aussi influencer le choix. Chez *Chrysophtharta bimaculata* Olivier, les adultes choisissent leur hôte, l'eucalyptus, *Eucalyptus regnans*, selon la taille de l'arbre et le pourcentage de feuilles rouges qu'il contient (les feuilles rouges étant plus tendres pour cette espèce). Les arbres significativement plus petits sont plus attaqués par *C. bimaculata* de même que les arbres contenant le plus de feuilles rouges. L'abeille domestique, *Apis mellifera* L., est capable de discriminer morphologiquement les inflorescences de la lavande française, *Lavandula stoechas* [100].

Clark et Dallwitz, (1974) [101], ont publié des informations sur l'abondance saisonnière sur *Glycaspis spp.* Les Informations sur plusieurs espèces de *Glycaspis* ont été rassemblées, ces auteurs ont montré que le cycle biologique des *Eucalyptus* a grandement influencé les abondances des espèces *Glycaspis spp.*

Hodkinson, (2009)[102] a analysé les caractéristiques du cycle de vie de 342 espèces de psylles de partout le monde et a conclu que les températures de l'environnement et de la disponibilité de l'eau agissant sur les psylles, directement ou par l'intermédiaire de la plante hôte, sont les principaux déterminants des cycles de vie de psylles et que la phénologie des psylles est bien synchronisée avec celui de leurs hôtes.

5.3. Evolution de la population de *G.brimblecombei* selon l'âge de la feuille

Les résultats relatifs à l'évolution de la fluctuation de la population du psylle ont démontré une forte abondance des différentes formes biologiques de l'insecte sur les

jeunes feuilles que les feuilles âgées de l'Eucalyptus, ainsi les analyses de la variance GLM ont démontré aussi que l'espèce évolue significativement sur les jeunes feuilles dans le temps. Plusieurs auteurs ont confirmé nos résultats et stipulent que cet insecte préfère les feuilles jeunes pour son développement [87] [88] [47].

Ce sont les adultes et plus précisément les femelles qui sélectionnent le type de feuille pour y pondre leurs œufs, afin d'assurer un bon développement à leurs progénitures. De plus, lorsque les insectes sont spécifiques à une plante, ils doivent y retrouver certaines caractéristiques nutritionnelles essentielles. Certains modèles d'optimisation démontrent que la diète optimale pour un insecte doit lui permettre de réaliser correctement son cycle vital, le plus rapidement possible. Elle doit aussi lui permettre de conserver un bon fitness et assurer la survie de sa progéniture [103]. Une question se pose donc, sur quelle base les insectes de *Glycaspis brimblecombei* choisissent les jeunes feuilles pour y pondre leurs œufs ?

Pour répondre à cette question on suppose trois facteurs qui peuvent influencer ce choix à savoir : l'aspect de la feuille, le contenu nutritif pour sa propre survie et celle de sa progéniture, et la concentration des feuilles en métabolites secondaires.

Concernant l'aspect de la feuille, les jeunes feuilles d'Eucalyptus sont moins lignifiées, ainsi elles ont la cuticule la plus fine, elles ne peuvent pas être sclérifiées avant d'avoir atteint leur taille adulte, éventuellement il facilite la prise de la nourriture par l'insecte [104].

Quant à la richesse en nourriture Nichols-orians et Schultz (1990) [105] ont affirmé que les jeunes feuilles contiennent généralement plus de nutriments et d'eau Elles ont également la concentration la plus forte en azote (106).

Le troisième facteur répondant à la question est bien expliqué par la théorie de défense des plantes qui suggère que les parties les plus vulnérables de la plante, ou ayant le plus de valeur, sont les plus défendues [103] et qu'une des raisons majeures du grand succès évolutif des insectes est leur capacité de détoxiquer les divers produits chimiques contenus dans les plantes ou un organe de la plante. Ces mêmes produits chimiques sont impliqués dans la spécificité des insectes à leur(s) plante(s)

hôte(s), [103] Ce qui explique éventuellement l'importance de l'abondance sur les jeunes feuilles bien que ces dernières renferment des concentrations plus importantes en PSM, notamment en sidéroxylonal et en cinéole, et ont également de plus fortes concentrations en phénol [81].

5.4. Parasitisme des nymphes

Le suivi de l'évolution du parasitisme a été effectué parallèlement et tout au long à celui de l'évolution des nymphes de *Glycaspsis brimblecombei*. Ce suivi a permis de détecter et identifier l'espèce responsables du parasitisme, il s'agit d'un parasitoïde *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera:Encyrtidae), c'est un insecte parasitoïde spécifique des nymphes de *G.brimblecombei*.



Figure 5.2 : Nymphes parasitées par *Psyllaephagus bliteus* [107]



Figure 5.3 Etapes du parasitisme

Le parasitoïde spécifique de *G. brimblecombei* est originaire de l'Australie, il a suivi le même parcours que celui de son hôte [108], il est signalé après chaque introduction ou invasion de *G.brimblecombei*.

Avant de discuter des résultats relatifs à l'évolution du parasitisme on doit d'abord définir que ce que c'est un parasitoïde :

Les insectes parasitoïdes sont des espèces dont les femelles pondent à l'intérieur ou à la surface de l'hôte (en général, un autre insecte). La larve se développe en se nourrissant des tissus de son hôte, et l'interaction prolongée conduit à la mort de ce dernier. Le cycle des parasitoïdes est donc caractérisé par l'alternance d'une phase libre adulte de recherche et de sélection de l'hôte, et d'une phase de parasitisme obligatoire des stades immatures [109].

5.4.1. Evolution de la fluctuation du parasitisme

Les résultats relatifs à l'évolution du parasitisme ont montré qu'il y avait une importante évolution durant la période de fin mai à mi-octobre, durant cette période, l'abondance des nymphes parasitées la plus élevée était en début juillet qui coïncide avec le moment où l'évolution des nymphes était très importante. De plus le test de corrélation a prouvé que l'évolution du parasitisme est corrélée avec l'abondance des nymphes. Donc on peut expliquer ou estimer que le parasitoïde apparait après l'apparition des nymphes de *Glycaspis brimblecombei*. L'élévation de ses abondances suit l'élévation de celles des nymphes. Cet état nous amène à suggérer

une hypothèse relative à l'interaction tritrophique entre la plante, le phytophage et l'auxiliaire.

Les relations tritrophiques entre plantes, insectes phytophages et auxiliaires reposent essentiellement sur la présence de stimulus chimiques présents dans l'environnement [110]

Les sémiochimiques permettent aux auxiliaires de localiser une source de nourriture des hôtes ou des proies [111]. Au niveau des relations tritrophiques, ces odeurs induisent différentes réponses comme l'attraction, la répulsion, l'arrêt ou la stimulation de certains comportements chez les auxiliaires. Il est d'ailleurs bien connu que les prédateurs et les parasitoïdes réagissent aux sémiochimiques émis par les plantes attaquées mais aussi à ceux libérés par les ravageurs. Par exemple, le puceron noir de la fève, *Aphis fabae* (Scopoli) (Homoptera : Aphididae), produit une kairomone (le tricosane) qui attire *Metasyrphus corollae* (Fabricus) (Diptera : Syrphidae), un syrphé aphidiphage. La coccinelle *Hippodamia convergens* (Guerin-Meneville) (Coleoptera : Coccinellidae) est, quant à elle, attirée par les molécules chimiques libérées par le végétal lorsque le puceron *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera : Aphididae) s'en nourrit [112].

Non seulement les molécules chimiques interviennent dans les relations tritrophiques, mais aussi d'autres composants peuvent attirer l'auxiliaire comme le miellat sécrété par le ravageur [113].

Glycaspis brimblecombei comme autres espèce homoptère secrète de grande quantité du miellat. Quand il ya une forte population la quantité du miellat sécrétée augmente ainsi, les insectes auxiliaires comme les parasitoïdes, peuvent détecter leur hôte. Dans les études Barga et al., (1998) [113], sur l'impact du miellat des pucerons au niveau des relations tritrophiques entre les plantes-hôtes et les insectes ravageurs et les ennemis naturels, il a démontré que le miellat naturel agit en tant que kairomone, qui stimule l'oviposition de divers prédateurs et parasitoïdes aphidiphages et qu'il en induit certains comportements (recherches actives, attaques fréquentes des proies/hôtes, etc.) propices à une lutte biologique efficace.

Afin de valoriser efficacement les propriétés de cette substance, plusieurs chercheurs ont envisagé l'emploi de miellat artificiel pour attirer les prédateurs et les parasitoïdes tout en induisant des comportements renforçant l'efficacité de la lutte biologique (recherches, localisations, etc) [114].

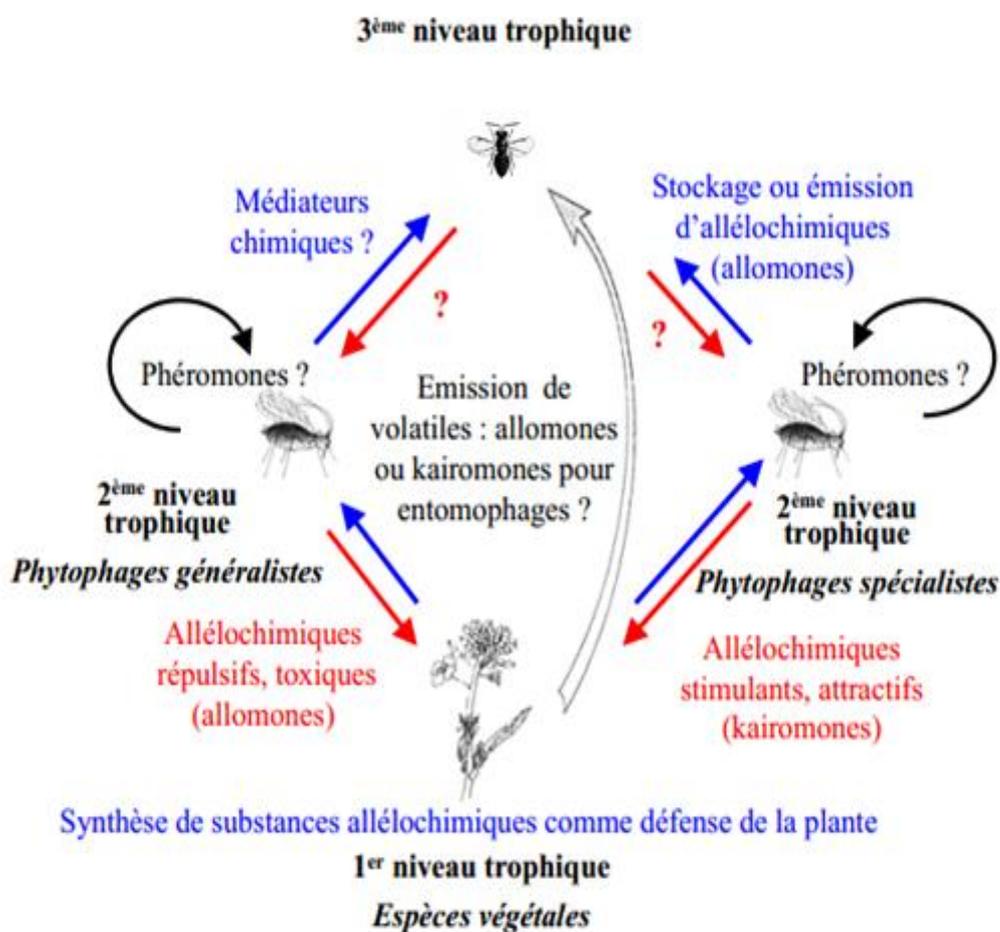


Figure 5.4 : Présentation des relations tritrophique plantes – insectes et interventions des molécules informatives en tant que médiateurs chimiques [115].

5.4.2. Evolution du parasitisme sur les deux faces

Les résultats obtenus relatifs à l'évolution de la fluctuation du parasitisme sur les deux faces de la feuille ont démontré que les abondances des nymphes parasitées sont plus élevées sur la face supérieure que sur la face inférieure durant toute l'année d'étude, les résultats des analyses de la variance appliquées par le modèle ont confirmé que l'évolution de la fluctuation du parasitisme est significative sur la face supérieure. Si on relie ces résultats avec ceux relatifs à l'évolution de chaque stade nymphale de *G.brimblecombei*, qui démontrent que l'évolution des nymphes du premier stade a la même tendance sur la face inférieure que sur la face supérieure tandis que l'évolution des quatre autres stades (deuxième, troisième quatrième et cinquième stade) est significative sur la face supérieure, on constate que le parasitoïde affecte les nymphes des quatre derniers stades que celles du premier stade. Dans les études de Daane et al (2012) [108], sur la biologie du parasitoïde (*Psyllaephagus bliteus* Riek), les auteurs ont démontré et conclu que ce parasitoïde dépose préférentiellement leurs oeufs dans le troisième et quatrième stade, même s'il va attaquer tout les autres stades nymphales et que les nymphes du premier stade sont les moins préférées pour lui.

5.4.3. Evolution de la fluctuation du parasitisme des nymphes par saison et effet des conditions climatiques

L'abondance des nymphes parasitées est très élevée en été, suivi par l'automne, faible au printemps et moins faible ou rare en hiver. Le taux de parasitisme était plus élevé au mois d'octobre, de Septembre et d'Aout. On peut donc expliquer ces résultats par l'effet des conditions climatiques notamment La température, la précipitation et la photopériode. Le tableau relatif aux résultats de l'influence des conditions environnementales a montré qu'il ya une corrélation positive entre l'évolution du parasitisme et la température de la saison automnale et estivale, donc on estime que la température influence l'évolution du parasitoïde au sein de la population des nymphes. D'après les résultats, l'évolution du parasitisme est importante dans la période où les températures moyennes varient entre 14 et 28°C. A la fin-Juillet les abondances des nymphes parasitées sont maximales avec une

température qui correspond à 25°C, dès que la température moyenne augmente et atteint les 30°C, l'évolution du parasitisme diminue.

En effet plusieurs études se sont intéressées à l'influence de la température sur l'évolution du parasitoïde de *G.brimblecombei* (*Psyllaephagus bliteus* Riek), [Fereira,] [Filho et al] [116], [Kent et al, 2012] [108] ont étudié l'effet de la température sur le taux du parasitisme des nymphes de *G.brimblecombei* dans des conditions contrôlées, ils ont démontré que la performance du parasitoïde diminue lorsque les températures dépassent 31°C. Ils ont suggéré que les hautes températures peuvent arrêter la reproduction des adultes, quand les températures dépassent la température seuil les adultes meurent. Cela est corroboré par l'hypothèse qui dit que, la vie des Insectes n'est possible qu'entre certaines valeurs limites de la température Caractéristique: de l'espèce et même du stade auquel elle est étudiée; tout caractère biologique varie en fonction de la température de manière à passer par un optimum pour un degré déterminé; il en est ainsi, par exemple, de la rapidité du développement, de la croissance, de la survie, de la longévité, de la fécondité etc.. [91], Ainsi au-dessous d'un certain seuil de température, variable avec les espèces, les insectes n'ont pas d'activité. Ceux-là se répandent quand ce seuil est franchi. ils passent par un maximum, puis s'arrêtent quand le seuil supérieur est dépassé [75].

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'eucalyptus est un arbre originaire de l'Australie, il a été introduit dans plusieurs pays du monde pour des raisons économiques à savoir la satisfaction de leurs besoins en bois et d'autres intérêts écologiques. Il recueille de plus en plus de ravageurs provenant de son aire d'origine qui influent sur la diversité d'entomofaunes autochtones des plantations d'Eucalyptus. Depuis son introduction en Algérie, le ravageur *phoracantha semipunctata* a constitué le ravageur principal des Eucalyptus.

Après les résultats de notre étude, il s'est avéré qu'actuellement l'insecte invasif (*glycaspis brimblecombei*) a surclassé *phoracantha semipunctata* et constitue un ravageur plus redoutable.

A cet effet il est indispensable de mettre en place un programme de lutte intégré visant : la prévention, le contrôle et l'intervention.

Les résultats obtenus à l'issue de l'étude intitulée « contribution à l'étude bioécologique de *glycaspis brimblecombei* » peuvent constituer des éléments de base pour l'élaboration d'un programme efficace de lutte intégré contre l'insecte. En effet, les résultats ont démontré que la population de l'insecte est très active durant la période printanière et estivale influencée par les conditions climatiques (la température, la pluviométrie et la photopériode) et la phénologie de la plante donc il est important de surveiller les plantations durant ces périodes pour contribuer à l'élaboration des avertissements de lutte.

Parmi, les résultats obtenus à l'issue de l'étude nous citons :

- L'effet de la pluviométrie : la pluviométrie influe directement sur les diminutions des nymphes par effet mécanique. Les gouttelettes d'eau détruisent les cocons des protections des nymphes et les écrasent ;
- L'effet de l'humidification des feuilles qui conduit à la solubilité des cocons composés par principalement le miellat et par conséquent elle favorise

l'affectation des nymphes par des micro-organismes entomopathogènes et les expose aux attaques des différents insectes prédateurs et parasitoïdes entomophages.

Compte tenu de ces résultats, la pulvérisation mécanique des plantations d'eucalyptus peut avoir les mêmes effets de diminution de la population de l'insecte que la précipitation de pluie et l'humidification des feuilles d'eucalyptus infestés. Par conséquent la pulvérisation mécanique de la plantation d'eucalyptus durant la période d'infestation peut constituer un des éléments du programme efficace de lutte intégré contre l'insecte.

Toutefois, pour que la pulvérisation mécanique ait les effets escomptés il est recommandé de mener des études approfondies pour déterminer les débits et la pression de la pulvérisation nécessaire à la destruction des cocons sans nuire à la plantation.

- L'effet d'un agent biologique : l'agent biologique détecté est doté d'un taux de parasitisme des nymphes non négligeable donc il peut instituer un moyen de lutte biologique très intéressant dans la perspective d'une lutte biologique. Des études approfondies seront nécessaires également, dans ce cas, pour déterminer les conditions d'élevage et de lâché de ce parasitoïde en vue de l'utiliser efficacement dans le programme de lutte intégré contre l'insecte.

Par ailleurs d'autres études ont révélé que certaines espèces d'eucalyptus résistent à l'insecte *Glycaspis brimblecombei*, par conséquent, il est également nécessaire de mener des études sur ces espèces pour déterminer les composants chimiques de leurs feuilles qui leur permettent de résister à l'insecte en question.

L'eucalyptus depuis son introduction en Algérie a connu plusieurs invasions d'insectes ravageurs provenant du pays d'origine de l'arbre à titre d'exemple *Lebtocyb invasa*, *Phoracantha semipunctata* et dernièrement l'insecte *Glycaspis.brimblecombei*

La question qui doit être évidemment posée est de savoir si d'autres insectes ravageurs dont la présence déjà signalée dans certains pays, peuvent s'introduire dans les plantations d'eucalyptus en Algérie et par conséquent l'impact de l'introduction de nouvelles espèces de ravageur sur la biodiversité autochtone est posée.

APPENDICES A

	Face inférieur			
Dates	n° d'œuf	n°d nymphe	Adulte	Parasités
01.01.2013	0	9	0	0
11.01.2013	16	10	0	0
21.01.2013	10	12	0	1
30.01.2013	33	19	0	0
08.02.2013	0	8	0	0
17.02.2013	6	6	0	0
27.02.2013	160	10	0	1
09.03.2013	0	22	0	0
21.03.2013	0	5	0	0
03.04.2013	219	7	0	3
14.03.2013	254	10	0	2
24.04.2013	127	10	2	1
06.05.2013	111	5	0	0
13.05.2013	148	30	0	1
23.05.2013	659	89	0	2
03.06.2013	1030	168	0	6
14.06.2013	5671	401	0	9
26.06.2013	5602	2235	0	89
03.07.2013	6411	1630	0	32
24.07.2012	3163	285	0	69
02.08.2012	600	99	0	10
10.08.2012	1874	342	0	6
22.08.2012	166	39	0	42
01.09.2012	200	15	0	50
12.09.2012	20	13	0	7
23.09.2012	156	89	0	13
02.10.2012	200	50	0	11
10.10.2012	202	34	0	42
18.10.2012	88	4	0	2
27.10.2012	80	5	0	2
05.11.2012	129	8	0	3
18.11.2012	52	2	0	1
29.11.2013	18	5	0	1
10.12.2012	0	1	0	1
21.12.2012	0	8	0	0

APPENDICES B

Dates	n° d'œuf	Face supérieur	Adulte	Parasités
		n°d nymphe		
01.01.2013	20	15	0	0
11.01.2013	15	13	0	0
21.01.2013	3	10	0	1
30.01.2013	13	55	4	2
08.02.2013	0	10	0	1
17.02.2013	2	27	0	0
27.02.2013	166	25	1	0
09.03.2013	0	30	0	2
21.03.2013	0	14	0	2
03.04.2013	67	9	0	8
14.03.2013	104	39	4	2
24.04.2013	25	25	2	1
06.05.2013	75	10		1
13.05.2013	42	61	1	1
23.05.2014	327	181	11	9
03.06.2013	910	343	24	23
13.06.2013	2644	536	23	8
26.06.2013	4362	1842	30	54
03.07.2013	3988	1672	20	64
24.07.2012	2207	529	18	233
02.08.2012	397	165	4	36
10.08.2012	1035	556	6	55
22.08.2012	183	75	2	99
01.09.2012	202	34	0	42
12.09.2012	10	50	2	10
23.09.2012	120	120	0	5
02.10.2012	132	43	4	9
10.10.2012	167	59	0	82
18.10.2012	244	4	0	13
27.10.2012	60	10	0	4
05.11.2012	181	27	0	8
18.11.2012	86	2	1	1
29.11.2013	20	6	0	1
10.12.2012	0	10	0	1
21.12.2012	4	22	0	5

APPENDICES C

JEUNE POUSSE

	CEUF	N1	N2	N3	N4	N5	N
S1	689	147	28	14	6	52	247
S2	1426	120	48	60	41	80	349
S3	5923	537	26	42	37	51	693
S4	7819	2846	203	182	164	184	3579
S5	6722	1782	289	234	88	114	2507

Feuille ancienne

	CEUF	N1	N2	N3	N4	N5	N
S1	500	11	6	7	3	18	45
S2	514	41	7	5	24	19	96
S3	2392	114	8	2	3	23	150
S4	1452	403	34	24	17	26	504
S5	3586	428	119	54	63	54	718

APPENDICE D

Dates	Température (°C)	Pluviométrie (mm)	photopériodisme (h)
01.01.2013	15.08	5.2	8.06
11.01.2013	12.94	32.7	8.27
21.01.2013	14.02	39.6	8.61
30.01.2013	12.07	39.79	9.05
08.02.2013	13.96	9.4	9.52
17.02.2013	12.74	60.01	10.04
27.02.2013	11.88	25.2	10.62
09.03.2013	15.87	14.7	11.25
21.03.2013	14.77	24	11.95
03.04.2013	16.31	21.8	12.74
14.04.2013	16.48	15.4	13.50
24.04.2013	15.28	21.7	14.14
06.05.2013	15.91	73.3	14.78
13.05.2013	20.59	0	15.29
23.05.2013	17.26	63.24	15.69
03.06.2013	18.27	6.5	16.09
13.06.2013	21.09	0	16.35
26.06.2013	24.85	0	16.44
03.07.2013	22.43	0	16.36
24.07.2012	25.35	0	15.86
02.08.2012	26.88	0	15.38
10.08.2012	28.58	0	14.97
22.08.2012	29.29	0	14.41
01.09.2012	25.28	0	13.76
12.09.2012	21.87	0	13.12
23.09.2012	23.7	5.4	12.32
02.10.2012	23.41	0	11.80
10.10.2012	26.51	0	11.27
18.10.2012	22.21	9	10.77
27.10.2012	22.05	4.2	10.26
05.11.2012	19.64	68	9.73
18.11.2012	18.03	123.1	9.05
29.11.2013	13.88	30.6	8.59
10.12.2012	12.62	51.1	8.22
21.12.2012	14.01	0	8.02

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 **Forsa .R ., 2008-** espèce invasive in viticulture . 8^{ème} conférence internationale sur les voyageurs en Agriculture *Monpellier. France .pp: 535 – 680.*
- 2 **Weber .E .F., 1997 –** The alian flora of europe : a taxonomic and biogeographic , *Journal of végétation science 8, pp : 556 -572 .*
- 3 **Reichard SH et ESS I.F, 2006 -** Biological invasion in Australia parttezus and case studies , *Jour. biological invasion vol (8),pp : 295 – 308 .In: Vender hoeven. S., Brancart .E , grégoire .J.C , Maly .G. 2006, – les espèces exotique envahissante e sur . Dossier scientifique réalisé dans le cadre de l'élaboration du rapport analytique 2006- 2007 sur l'état de l'environnement Wallon -42 P.*
- 4 **Pysek. P., Jarosik.V., Mandar B. ,2002-**catalogue of alien plant of the Czech republic , *preslia, vol (74), pp : 97 -186.*
- 5 **Belghazi . B . Ezzahiri . M . Oubrahim M . H , Elyousfi .S.M . , Tarok .M, 2003-**Comportement des provenances australiennes d'*Eucalyptus camaldulensis* dans la forêt de la Mâamora, cas de dispositif de machrâa Elkattane et Bouirat Cherrat (Maroc) . *Revue .forêt méditerranéenne. E .XXIV,n° (2), pp :131 – 140 .*
- 6 **Bassou. D., 2003 –** Impact des plantations of eucalyptus sur la diversité floristique ,*34p.*
- 7 **Faval . A., 2005 –** Le longicorne de l'eucalyptus - insecte, *France, n° (139) .P 3-7.*
- 8 **Lanier. L., 1986 –**Maladies de l'eucalyptus. *bultt .OGPP\ EPPOB vol (16), pp : 255-263*
- 9 **Old .K.M. Winghield .N.,Ziqing .Y., 2003 –**A manual of diseases of eucalyptus in south east Asia, *Ed.center of international forestry research, Australia, 230p*

- 10 **La salle J. 2005** – Biology of gall inducer and evolution of gall induction in chalcidoidea (Chymenoptera : Eulophidae ,Eurytomidae), pp .507-503 in: Maatouf .N., et Lumaret .J-P ., 2012 – Eco – Ethologie des nouveaux ravageurs invasifs des eucalyptus au Maroc. *Annal . soc .entomol. .fr (n.s) . vol 48 (3-4) PP : 289 – 297.*
- 11 **Mendel .Z., Protasov. A., Ficher . N.,Lasalle.J., 2004**-biology of *Leptocybe invasa* gum and sp. n (Hymenoptera : Eulophidae) and invasive gall inducer on eucalyptus . *Australian journal of entomology vol (43), pp : 51- 63 .*
- 12 **Valente.C., Hodkinson I., 2009** -First record of the red gum lerp psyllid *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hym : Psyllidae) in Europe .*Journal of applied entomology 133 vol (4) pp : 315 -315 in: Maatouf .N., et Lumaret .J-P ., 2012 – Eco – Ethologie des nouveaux ravageurs invasifs des eucalyptus au Maroc. Annal . soc .entomol. .fr (n.s) . vol 48 (3-4) PP : 289 – 297*
- 13 **Filippo. F.J., Mancusi.G., Turris.G.F., 2011** – New corological and biological data of the Red gum lerppsyllid, *Glycaspis brimblecombei* Moore, 1964 in Italy (Hemiptera : psyllidae). *Journal of biodiversity vol (2), pp : 13-17*
- 14 **Bermichi.L., 2010**- Forêt marocaine : Il faut sauver l'Eucalyptus. *Journal société, Maroc, pp :45-46 .*
- 15 **I N R F, 2011.**, Rapport sur l'Eucalyptus, 6p
- 16 **Laclau J.P ., 2001**-*Dynamique du fonctionnement Minerale d'une plantation d'eucalyptus*, thèse. Doct .Inst .national d'agronomie Pari. p193.
- 17 **Brosse J , 2000** – la rousse des arbres ,*Ed. La rousse, Paris, P591*
- 18 **Bouvet J.M., 1995** – évaluation de la variabilité avec l'âge et corrélation juvénile-adulte dans la population d'eucalyptus – 236P
- 19 **Eldridj K., Davidson J., Harwood.C., Vanwyk.G., 1993**-Eucalyptus domestication and breeding clarendon press, *Oxford, 288p*

- 20 **F.A.O., 2000-** Global forest , ressource main report In : Gille.M., 2006-*Isolement et caractérisation chez l'Eucalyptus de gènes codant les facteurs de transcription CBF impliqués dans la réponse au froid*, thès.Doc.Univ.Toulouse, France, 285p.
- 21 **Meddouar.S.,et Elderriji, 2012-** Bilan des feux de forêts en Algérie : Analyse spatio-temporelle et cartographe de risque (Periode 1985-2010), *Article de recherche, rev. Sécheresse, Algérie, vol.23, pp : 133-141.*
- 22 **Métro.A, 1970-** Les Eucalyptus dans le monde méditerranéen, *Ed. Masson, Paris, 513p.*
- 23 **Anonyme 1990 –** Forêt Algérienne .INRF, P10.
- 24 **Russell.T et Culter.C, 2008-** L'Encyclopédie des arbres mondiaux, *Ed. Hachette livre. Paris, P 255.*
- 25 **Judd. W.S, Cmabell.G.S., Kellogg.P.S., 2002-** Botanique systématique une perspective phylogénétique, *Ed.Boeck. Paris, P429*
- 26 **Beker.M., Picard J-F., Timber J., 1983-** Les arbre, *Ed. Masson, Paris, 141p.*
- 27 **Johnson L.A.S., 1976-** Problems of species and genera in Eucalyptus (Myrtraceae),plant systematics and evolution, vol (125), pp : 155-167
- 28 **Pryor L.D et Johnson L.A.S., 1971-** Classification of Eucalyptus, *Université nationale australienne, Camberra, p221.*
- 29 **Hill K.D et Johnson L.A.S., 1995-** Systémic studies in the Eucalyptus, a revision of the blood wood, genus Corynubia (Myrtracea). *Tolopea (6) pp :185-504.*
- 30 **Rameau J-C., Monsion D.,Dumé.O., Ganbberville G., 1989-** Flore floristique française, Guide écologique illustré, *Institut pour le développement forestier, Paris, 2408p.*
- 31 **Cossalter C., Vignerón P ., Brooker M.I.H ., 1999 –** Eucalyptus d'Australie . Habitats naturels et dynamique d'évolution. *Le flamboyants, 49, pp :15-20.*

- 32 **Hopper S.D et Moran G.F., 1981-** Bird pollination and their mating system of *Eucalyptus stoatei*, *Australian journal of Botany* vol (29), pp : 625-638
- 33 **Camphino .E., 1999** – Sustainable plantation of height –yield Eucalyptus trees for productions of fiber. The Aracruz case: rev. New forests,vol .pp : 129-143.
- 34 **Bouvet J.M., 1999.** Les plantations d'Eucalyptus .*revue le flamboyant, France, vol (49) pp :4-14.*
- 35 **Gérard. J. 1994** – contraintes de croissances, variations internes de densités et de module d'élasticité longitudinal et de formation de sciage chez les Eucalyptus de plantation .160 p.
- 36 **Warot. S., 2006-** *Les eucalyptus en Aromathérapie*, Mem. de fin formation, 31p.
- 37 **Loupe .D , Oteng .A. A. Oteng- Amoako , Brink. M., 2008-** bois d'œuvre .*Ed. Rota , 783p .*
- 38 **Poupon. H., 1972-**Description des appareils aériens et souterrains d'*Eucalyptus camaldulensis* Dehn introduites en Tunisie du Nord .*ORSTOM. Sér . Biot ., n (17), pp: 47-59.*
- 39 **Orwa.N ., 2009** –*Eucalyptus camaldulensis* , *Agro forestry database 45 P*
- 40 **Burren. C., 1995** –les Eucalyptus au Rwanda analyse de 6 ans d'expérience avec référence particulière à l'arboretum de RUH, 454 p.
- 41 **Jacob ,M .R .1995-** Growth habits of the Eucalyptus .Forestry and timber bureau, Canberra in Anonyme ,2004 – water for healthy country, *Eucalyptus camaldulensis* .river red gum, *CSIRO, 20 P.*
- 42 **Anonyme ,1963** – *Eucalyptus camaldulensis* dehn et *eucalyptus tereticornis* []
- 43 **Moran .G.F. Bell .j .C . et griffin. A.R., 1989** – reduction in levels in inbreeding in a seed orchard of *Eucalyptus regans* .FA well compared with natural population .*rev. silvae geneteca vol(38), pp : 32 -36.*

- 44 **Arbez. M et Lacaze. JF., 1999** - les ressources génétiques forestières en France tome 2 : Ed .I.N.R.A., 408p.
- 45 **Faval.A., 2005** – le longicorne de l'Eucalyptus. bull .Insecte n° (139), pp : 3-7.
- 46 **SCHGVSTER. D., S.D-** Protection phytosanitaire de la forêt méditerranéenne les insectes, . *bulletin INRA* , pp : 248 – 256
- 47 **Paine .T.D., Millan .G . j , Hodlle .M., 2006-** UC scientist apply IPM techniques to new eucalyptus pest, *Rev.California Agriculture* 54 (6), pp : 8-13 .
- 48 **Faval.A. ,2006** – Le longicorne de l'eucalyptus, 2^{ème} partie, bull., *les insectes n° 140 (1)*, pp : 33 – 36.
- 49 **Cadahia ,D., 1986-** The importance of insect pest in the mediterranean région, . *Bulletin OE PP\ EPPoo* , *Bulletin (16)*, pp :265 –283.
- 50 **OEPP\EPPO, 2005** – *gonipterus gibberus* and *gonipterus scutellatus*, *Bulletin (35)*, pp :368 – 370 .
- 51 **Maatouf .N., et Lumaret .J-P ., 2012** – Eco – Ethologie des nouveaux ravageurs invasifs des eucalyptus au Maroc. *Annal . soc .entomol. .fr (n.s) . vol 48 (3-4) PP : 289 – 297.*
- 52 **F.A.O ,2012** :Leptocybe invasa blue gum CHALCID hymenoptera :Eupholidea [www.fao: org \foresry \](http://www.fao.org/foresry).
- 53 **Natras, R.M., 1949** –Abotrytis disease of eucalyptus in Kenya .EMP.for ,Rez., 28 : 60 -61 .In : Belasakri.A., 2006- *Incidence de la maladie crown gall de l'Eucalyptus dans les pépinières forestière de l'ouest algérien*, thès. Magister, univ. De Tlemcen, Algérie, 88p
- 54 **Bottomley ,A.M.,1937** – Some of the more important deseases affecting timber plantations in transval .S. Afr .I .sci., vol (33) pp: 373 -376.).
- 55 **Deolevira .P.C. 2011** – *Efeito de subdoses de glyphosate sobre opsilideo – de CONCHA Glycaspis bimblecombei moore (Hemiptera .psyllidae)* ,EM Mudas

- eucalipto*, thes .doct. univ. Estadual paulista “julio de mesquita filho . Portugal.74 p
- 56 **Bernan et Gill.M., 1999-** Scientific notice: First record of *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae) in north America, incial observation and predator associations of potentiality serious, new pest of *Eucalyptus* in California, *journ. Pacific entomologist* 79 (1),pp:55-57
- 57 **Burckhardt . D ., Lozada .P.W., Diaz., W.B., 2008 –** First record of the red gum lerp psyllid *glycaspis brimblecombei* (hemiptera :psylloidea) from peru – *bull . soc . entomol. Suisse ,vol (81) pp :83 -85*
- 58 **Calcea .v ., Loverde .G. Maltese .M., 2011 –**First reccord in italy of psyllaephagus blitueus riek (Hymenptera :Eucyrtidae) parasitoid of *glycaspis brimble combei moore* (hemiptera psyllidae)- *naturalisation sicil . Italy, S.IV,XXXV (3- 4) , 2071 ,pp : 435-444 .*
- 59 **Diodato. L., Venturini .M ., 2007 –** presencia del« psilido del escudo » (*Glycaspis brimblecombei* , hemiptera ,psyllidea) , plaga del eucalyptus , en santiago del estero ,Argentina .*rev.quebracha, n°04, pp :84-89.*
- 60 **Dahlstem D .H . , Dreistadt.S.H., Garrisony.G., Gill .R. J., 2003 -** Eucalyptus, red gum lerp psyllid. pet Notes, publication 7460. univ of California at davis agriculture and natural ressource. ([http : \ \ WWW . Lpm . uc davis.edu](http://WWW.Lpm.ucdavis.edu)) PM G\ pet notes (pn 7460 hotml) .
- 61 **Gallo, D.et al, 2002-** .manual de entomologia agricola . Piracicada : feala 920p in **Deolevira .P.C. 2011 –** *Efeito de subdoses de glyphosate sobre opsilideo – de CONCHA Glycaspis bimblecombei moore (Hemiptera .psyllidae) ,EM Mudas eucalipto*, thes .doct. univ. Estadual paulista “julio de mesquita filho . Portugal.74 p .
- 62 **FIRMINO.D.C. , 2004-** *biologia do psilideo de concha Glycaspis brimblecombei moore (Himeptera : psyllidae) Em diferentes espèces d’eucalyptus em eucalyptus camadulensis sob différents températures ,univ.estadual paulista .thès .200. “Julio de mes quita filho” , Botucata , Portugal 57P.*

- 63 **Halbert S.G, Gill .R. Nisson .J.N, 2011** – Eucalyptus psyllid , Blastopsylla occidentale taylor and Red gum lerp psyllid ,*glycaspis brimblecombei* moore (insecta : Hemiptera.psyllidea) EEmy -306 ,univ of florida .4P.
- 64 **Oreste.M., Convertini.S., Porcelli F, Eustachio.T., 2011**-*Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera Psyllidae) in Apulia (Italy) and recovery of its parasitoids
- 65 **Burckhardt.D., Pedro, W.L., Diaz., W., 2008**- First record of *Glycaspis brimblecombei* (Hémiptera: psyllidae) from Peru, *bull. De la société entomologique Suisse, vol (81), pp: 83-85*
- 66 **Favaro. R .M., 2006** – Aspedos bionômicos de *Glycaspis bimblecombei* (Moore , 1964) (hemiftera : Psyllidae) esen contôle com fungus entomofatogêmico,43P.
- 67 **SooKar P. , Seenooruthum.S .I ., ramkhelamon .D., 2003** - the red gum lerp psyllid ,*glycaspis brimblecombei* a new pest of eucalyptus . S. P. in *Mauritius.AMAS, pp :327-332.*
- 68 **Laudonia .S .Garonna .A .P ., 2010** - the red gum lerp psyllid ,*glycaspis brimblecombei* a new exotic pest of *Eucalyptus camaldulensis* in Italy , *Bull of insectology 62 (2) : 233 -236.*
- 69 **Paine T.D., Dreistadt. S.A., Garrinson R.W., et Gill.R.J., 2001**- comment lutter contre les ravageurs parasites dans les jardins et paysage : Eucalyptus Red gum psyllid, U.S.A, bult.IPM
- 70 **Hureta .A. , Faundez .M . Araya. J. E., 2010** - susceptibility of eucalyptus spp. toam induced infestation of red gum lerp psyllid *gbicaspys brimblecombei* moore (hemiptera psyllidae) in santiago , Chili .rev .cienciae investigations
- 71 **Journal of Forest Research 12: 337–344** in: Tovar, D. C.; Padilla. A, V. J. A. La conchuela del eucalipto y su parasitóide. Chapingo: Universidad Autónoma. División de Ciencias Forestales, Brésil, s.d. 72 p.

- 72 **Wilcken, C.F.; E. B. Couto; C. Orlato; Ferreira-filho P.J.,Firmino. D.C.,. 2003**-Ocorrência do psilídeo-de-concha (*Glycaspis brimblecombei*) (Hemiptera: Psyllidae) em florestas de eucalipto no Brasil. Circular Técnica – *IPEF 201*, pp:1–11.
- 73 **Ferreira Filho. P.J.,Wilken C.E., Oliveira. N.C., et al, 2008**- Population dynamics of red gum lerp psyllid, *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) (*Hemiptera: Psyllidae*) and its parasitoid, *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae),in *Eucalyptus camaldulensis* plantation, Ciencia Rural, Santa Maria, vol (32) n (08), pp:2109-2114
- 1
- 74 **Milla .A , Marmiche ,F, Makhloufi Daoudi – Hacini .s, voisin J.F et Doumandji .S ; 2012**- Aperçu de l'avifaune du sahel algérois – *journal of environnement vol. (2) n°1*, pp :3-15
- 75 **Bloesch et de siebenthal , 1988**-. The air temperature as forecast and warning means for the control of insects. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture vol (20)*,pp: 121-126
- 76 **Dajoz. R., 1996**- Précis d'écologie, Ed. *Dunod, Paris, 551p*
- 77 **La réserve de chasse zéralda, 2012**-, rapport faune et falore
- 78 **Preira.P.J.M., Baldin E.C.L., Soliman.E.P.W., 2013**- Attractiveness and oviposition preference of *Glycaspis brimblecombei* Moore in *Eucalyptus* spp, rev. phytoparasitica, vol (41), pp: 1176124.
- 79 **Nicol M-C., 2002** – Les relations des insectes phytophage avec leurs plantes hôtes , *Bullt. Anennae .vol. 9 n° 1. 59p.*
- 80 **Speight M. R , Hauter M .D et Walt D .D., 1999** – Chapitre 3 :insects herbivore in ecology of insect coorsepts and applications, blackwell science, London -350P .

- 81 **Lemarchand. M-L., 2008-** les marsupiaux arboricoles folivores et l'eucalyptus un exemple d'adaptation aux défenses anti herbivores des plantes, *Thés. Doc . univ Paul –Sabatia de Toulouse. France -76 p.*
- 82 **Lawher I .R., Foley W .J . Wodrow.I.E., 1997-** the effects of elevated CO2 atmosphère on the nutritional quality of eucalyptus foliage and its interactions with soil nutrient and leight availability *oecologia , vol (109), pp :59 – 68 .*
- 83 **Fiala .V . Boutin .J . P .Barry . P et derridji , S., 1993 –** Les métabolites de surface foliaire présence et rôle dans les relations plantes –insectes.
- 84 **Derridj S., Gregoire. Y., Boutin. J.P et Fiala.V., 1989-**Piant growth stages in the interspecific oviposition preference of the european corn borer and relations with chemicals present on the leaf surfaces.*Entomol. exp. Appl vol(53),pp: 267-276*
- 85 **FAO ., 2012 –** Glycaspis brimble combei .(www. Fao org/forestry) .
- 85 **Montes .M.N ., Morte. M et Raga, 2008-** Dinamica estacional do psilideo de concho *Glycaspis brimblecombei* Moor (homoptera : psyllidae) .
- 86 **Filho .P-J, Wilkers L. F et de Olivera N- C et al., 2008 –** Dinamica populacional do psilideo de concha *gbycaspis brimblecombei* (Moore 1964) Hemiptera : psyllidae e de sen parasitoide *psyllaephagus bliteus* Hymenoptera :Eucyrtidae) en floresta de *Eucalyptus camaldulensis* ciencia rural , Santa Maria , V (38) N° 8 , Pp : 2109 – 2114.
- 87 **Dahlsten , D . L. et al, 2003 -** Pest notes : Eucalyptus red gum lerp psyllid .Oakland . univ . Carlifornia – Agricultural natural ressource publication, pp : 1-4 .
- 88 **Morgan F .D ., 1984-** Psyllidae of south Australia , Hand book of the flora and fauna of south Australia . In Pereira .J.M et Baldin . E.L.L. et soliman E.P et

- 89 **Anderwartha , H.G et Brich.L.E., 1954-** The distribution and abundance of animals – university of chicago press . Chicago in Ggnon .A.E , Roy M., Roy.A., 2012 - Impact des changements climatique sur les ennemis des cultures – Document de synthèse , Québec . 80 P.
- 90 **Bale J., Masters ,G.J., Hodkinson ,I . D., Ammak , et al .,2002-**Herbory in global climate change research : direct effect of rissing température on insect herbivores globales changes biologie vol (8), pp : 1- 16 .
- 91 **Cachan.P., 1961** – Etudes de l'action simultanée de la température et de l'humidité sur le développement des insectes en climat artificiel , O.R.S.TOM. Rev .vie et milieu, tome xii face, pp : 11 – 35.
- 92 **Olivera N.K. Rejessus . F.M . Silva .J.O et al., 2012-** an expiremental test of rainfall as control agert of *glycaspis brimblecombei* moore (hemiptera ,psyllidea)on seedling of *eucalyptus camaldulensis* dehm (myrtaceae) ; rev . Brailleira de entomologia ,56 (1) :pp :101 -105.
- 93 **Ramirez , A. L. G ., Mancera . G.M et guerra.S., 2003** –Analilisis del efecto de las condiciones ambientales en la fluctuation poblacionnal del psilido del eucalipto en et estado de mascico, [http : \ \ www. Met .inf. cu \ Memorices \pagines Articulos \ Extraneros](http://www.Met.inf.cu/Memorices/pagines/Articulos/Extraneros).
- 94 **Favaro , M.R . 2006-** Aspectos biomômicos *glycaspis brimble combei*(moore 1964) (hemiptera ,psyllidea) e sen controle come fungos entomopatogénicos . dissertato , Curritibia , Univ ; Federal de panama , 43 p .
- 95 **Poupon. H., 1972** - Rythme saisonier de la croissance en hauteur en épaisseur chez *eucalyptus camaldulensis* dehm , coh .Orostom , Biol, n° 17 ,pp : 61 -75.
- 96 **McArthur S. 1997.** Veterinary Management of Tortoises and turtles. Blackwell Sciences Oxford, 176 p.
- 97 **Gouturier .G. 1973** – Etude éthologique et biocénotiques du peuplement de l'insecte dans un verger naturel, *Ed . orstom P 89*.

- 98 **Harton D. R , Broers .D.A ,Hinojosa. Tamora lewis . T-M., 1998** – Ovarian psylla ,cacopsylla .Pyricola (homoptera : psyllidae) seasonality and effect of photo period . *journal : the canadien entomologie vol (130) Essue (06) . pp: 859 – 867.*
- 99 **Hunter .M .D ; 1992** - a variable insect plant interaction : the relationship between trees bud burst phénology and population level of insect herbivores ong trees, *Ecol . Entomol.vol (16) pp : 91 – 95.*
- 100 **Duffield G.E., Gibson R.C., Gilhooly P.M., Hesse A.J., Inley C.R., Gilbert F.S. et Barnard C.J.1993-** Choice of flowers by foraging honey bees (*Apis mellifera*): possible morphological cues. *Ecological entomology. Vol (18), pp: 191-197.*
- 101 **Clark L.R et Dalwing ., 1974-** On the relative abundance of some Australian psyllidae that coexis on eucalyptus blakly . *Australian journal of zoologie, vol (22), pp: 387- 415*
- 102 **Hodkinsson -2009** – Life cycle variation and adptation in jamping plant lice (insect homoptera : psyllidae) a global synthèsis . *journal .Natural History, vol (43) n°1-2, pp : 65 -179.*
- 103 **Janike J., 1990-** Host spécialization in phytophagous insects . *rev.Ann. ecological systèms . vol (221), pp : 243 -275.*
- 104 **CHOONG M.F., 1999–** what makes a leaf hongh and how this affects the pattern of castanopsis fiss leaf consumption by caterpillar .*Funct. Ecol , G . Vol (10), pp : 668 -674 .*
- 105 **Nicholas –Orians C.M et Schultz .J.C., 1990** – Interraction among leaf tonglness chemistry and harvesting by attire ants .*Ecol .Entomol., vol (15), pp : 311- 320.*
- 106 **Loney P.E., Macarthur .C., Sanson G.D et al, 2006** – How do soil nutriment affect within plant patrerus of herbivory in seedlings of eucalyptus nitens ,*Ecological systems . vol (221), pp : 221 – 273.*

- 107 **Dequeiroz S., junior .A.M. Dasilvea .H.D et al , 2003** – O psilideo de concha *Glycaspis brimblecombei* en eucalyptus ,Embrapa, pp :1-3 .
- 108 **Daane .K.M , Sime K.R et Paine D.T., 2012-** climate and effectiveness of *psyllaephagus bliteus* as parasitoid of the red gum lerp psyllid, *Rev. Biocontrol Science and Technology*, U.S.A, Vol (22), No. 11, pp: 1305-1320
- 109 **Dion .E., 2011-** *Effet de l'écologies d'une hôte sur l'évolution de son principal parasitoïde* , Thés .doc , mst . supérieur de science agronomique agro – alimentaire, horticolle et du paysage Bretagne . univ. Renne , France, 162p.
- 110 **Leroy.P. 2008-** impact du miella du puceron au niveau des relations tri trophiques entre les plantes hôtes et les insectes ravageurs et les ennemis naturels.
- 111 **Nordlund D.A. et Lewis W.J., 1976-** Terminology of chemical releasing stimuli in intraspecific and interspecific interactions. *J. Chem. Ecol.*, **2**, 211-220.
- 112 **Shonouda M.L., Bombosch S., Shalaby A.M. et Osman S.I., 1998-** Biological and chemical characterization of a kairomone excreted by the bean aphids *Aphis fabae* Scop., and its effect on the predator *Metasyrphus corollae* Fabr. I. Isolation, identification and bioassay of aphid-kairomone. *J. Appl. Entomol.*, vol (122), pp : 15-23
- 113 **Bargen H., Saudhof K. et Poelhing H.M., 1998.** Prey finding by larvae and adult females of *Episyrphus balteatus*. *Entomol. Exp. Appl.*, vol (87), 245-254.
- 114 **McEwen P.K., Jarvis M.A. & Kidd N.A.C., 1993.** Influence of artificial honeydew on larval development and survival in *Chrysoperla carnea* (Neur.,Chrysopidae). *Entomophaga*, (vol) 38, n 02, pp: 241-244

- 115 **Fredric. F., 2003** –*interaction tritrophique : Etudes du modèle brassicaceae-puceron – coccinelle prédatrice*, thès. Doct. Univ. Gembloux ,France 255P
- 116 **Filhoo - P .J. F, Wilkers L. F et de Olivera – N- C et al – 2008** – Dinamica populational do psilideo de concha gbycaspis brimble combei (Moore 1964) Hemiptera psyllidae e de sen parasitoïde psyllaephagus blitheus (hgmeno ptera : Encyrtedeia) en flaesta de eucalyptus camaldulensis ciencia pural , *Santa Maria , Vol (38), n 8 , pp :2109 – 2114.*

