

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA
FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

Projet de fin d'Etudes en vue d'obtention
du diplôme de MASTER II en Sciences Agronomiques
Spécialité: Phytopharmacie Appliquée

EFFET COMPARÉ D'EXTRAITS AQUEUX D'*ERCHFILDIA*
VISCOSA ET D'UNE GAMME DE PESTICIDES DE SYNTHÈSE
SUR LA DENSITÉ ET LES RÉSERVES ÉNERGÉTIQUES DE
CHAITOPHORUS LEUCOMELAS (*HOMOPTERA: APHIDIDAE*)

Par

BOURAHLA Nadhira

Devant le jury composé de :

M ^{me} GUENDOUIZ - BENRIMA A	Professeur, U.S.D. Blida	Président
M ^r DJAZOULI Z.E.	M.C.A., U.S.D. Blida	Promoteur
M ^{lle} TCHAKER F.Z.	Doctorante U.S.D. Blida	Co-Promotrice
M ^{me} MOUSSAOUI K.	Doctorante U.S.D. Blida	Examinatrice
M ^{me} CHAICHI W.	Doctorante U.S.D. Blida	Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE 2010 /2011

RESUME

EFFET COMPARÉ D'EXTRAITS AQUEUX D'*ERCHFILDIA VISCOSA* ET D'UNE GAMME DE PESTICIDES DE SYNTHÈSE SUR LA DENSITÉ ET LES RÉSERVES ÉNERGÉTIQUES DE *CHAITOPHORUS LEUCOMELAS* (HOMOPTERA: APHIDIDAE)

Les applications de pesticides chimiques sont devenues les formes dominantes du contrôle des ravageurs, créent un déséquilibre entre les populations composantes des agro-écosystèmes. Dans ce contexte, le recours aux bio-pesticides peut minimiser les risques et protéger durablement l'écosystème. La présente étude a porté sur la comparaison de l'effet des extraits aqueux d'*Erchfildia viscosa* (plante entière et différents organes) et des pesticides neurotrope sur la structuration populationnelle et les traits de vie biochimiques de *C. leucomelas*.

Les résultats ont permis de déceler un effet important des extraits aqueux sur la disponibilité des populations de *C. leucomelas*, avec une reprise populationnelle modérée sous l'effet des extraits aqueux comparée au traitement chimique. Les résultats stipulent que les biomarqueurs énergétiques lipido-glucidiques et les mesures pondérales des sexupares de *C. leucomelas* subissent de forts remaniements en fonction des produits utilisés, avec une action perturbatrice très importante des matières actives à l'égard des extraits aqueux.

Mots clés:

Chaitophorus leucomelas, *Erchfildia viscosa*, *Populus nigra*, Réserves énergétiques (lipides et glucides), Pesticide de synthèse, Extraits aqueux, mesures pondérales,.

SUMMARY

COMPARED EFFECT OF AQUEOUS EXTRACTS OF ERCHFILDIA VISCOSA AND RANGE OF SYNTHETIC PESTICIDES OF THE DENSITY AND ENERGETIC RESERVES *CHAITOPHORUS LEUCOMELAS* (HOMOPTERA: APHIDIDAE)

Applications of chemical pesticides have become the dominant forms of pest control, creating an imbalance between population components of agroecosystems. In this context, the use of bio-pesticides can minimize risks and protect a sustainable ecosystem. This study involved the comparison of the effect of aqueous extracts of *Erchfildia viscosa* and a neurotropic pesticide on population structure and biochemical traits of living *C. leucomelas*.

The results revealed a significant effect of aqueous extracts on the availability of populations of *C. leucomelas*, with a population-moderate recovery under the effect of aqueous extracts compared to chemical treatment. The results state that the energy biomarker lipid-carbohydrate and weight measurements of sexuparous *C. leucomelas* suffer strong alterations depending on the products used, with a very important disturbing action of the active material with respect to the aqueous extracts.

Keywords:

Chaitophorus leucomelas, *Erchfildia viscosa*, *Populus nigra*, lipid and carbohydrate reserves, Pesticides, aqueous extract, weight measurements.

ملخص:

تقدير استعمال المستخلصات المائية ل *Inule viscosa* بالتنسيق مع مقو طبيعي على التغيرات الكيميائية لأوراق أشجار الصفصاف

إن استعمال المبيدات الكيميائية أصبح من بين الصيغ المسيطرة من اجل مراقبة الحشرات الضارة, هذا الاستعمال يستطيع أيضا أن يكون له تأثير سلبي و يقلل من التنوع البيولوجي في الوسط الطبيعي ومن شأنه خلق اختلال بين الفصائل المكونة للوسط الزراعي,,إن الاستعانة بالمبيدات الطبيعية من شأنه أن ينقص من مخاطر التلوث و يحمي باستمرار البيئة.

من خلال هذه الدراسة أردنا أن نقارن بين مفعول المستخلصات المائية لنبته المقرمان *Inule viscosa* و مبيدات كيميائية لها تأثير على الأعصاب و على هيكله العائثر و الخطوط الحياتية البيوكيميائية. أثبتت النتائج أن المستخلصات المائية لها مفعول كبير على التوزيع العائثر ل *Chaitophorus leucomelas* وهذا مع عودة ميزها الاعتدال للتركيبية العائثرية مقارنة مع المعالجة الكيميائية.

أظهرت التحاليل أن المستخلصات المائية *Inule* لديها مفعول سام على مجتمع *Chaitophorus leucomelas* مقارنة مع المبيدات الكيميائية

نصت النتائج على أن المدخرات الطاقوية و القياسات الوزنية لإناث *Chaitophorus leucomelas* واجهتها تغيرات كبيرة نتيجة المواد المستعملة مع اضطرابات هائلة ناتجة عن المادة النشطة مقارنة بالمستخلصات المائية. زيادة على هذا من الهام جدا أن نشير إلى الاختلاف الواسع المتصل بهيكله و رجوع المجموعات الوظيفية تحت تأثير مختلف أنواع الاضطرابات. كما نلاحظ رجوع كثيف للعائثر بعد استعمال المواد البيولوجية مقارنة باستعمال المواد الكيميائية.

كلمات المفتاح

Inule viscosa , *Populus nigra* , *Chaitophorus leucomelas* المدخرات الطاقوية (دسم, سكر), القياسات الوزنية, المستخلصات المائية, المجتمعات الوظيفية, القياسات الوزنية

REMERCIEMENTS

Cette thèse est non seulement l'aboutissement d'un long parcours mais aussi celui d'un réel travail d'équipe. Pour ces deux raisons, j'aimerais n'oublier personne au cours de ces quelques lignes.

Je remercie ALLAH LE TOUT PUISSANT qui m'a donné le courage et la patience Jusqu'au bout de mes études. Au terme de ce cycle de préparation qui j'espère sera couronné par le diplôme de MASTER II en Agronomie.

Je voudrai tout d'abord remercier largement et j'exprime ma profonde reconnaissance à Mme le Professeur GANDOUZ, BENRIMA A. de m'avoir acceptée dans le département d'AGRONOMIE.

Je tiens à remercier vivement tous ceux qui m'ont aidé à élaborer cet ouvrage et en particulier mon promoteur Dr DJAZOULI.Z.D, pour son aide et ses orientations précieuses, sans oublier M^{LLE} TCHAKER.F/Z., pour son *aide effective*, sa patience, l'abnégation, le dévouement et le soutien qu'elle m'a témoigné pour achever à terme cette Modeste thèse.

Mes vifs remerciements vont à M^{me} GANDOUZ, BENRIMA A. qui me fait l'honneur de présider le jury. Je tiens également a remercié M^{me} MOUSSAOUI K. et M^{me} CHAICHI W. qui ont accepté de participer à ce jury et d'examiner cette thèse.

Je remercie amplement tout le personnel du laboratoire de Zoophytatrie qui était toujours disponible.

Je suis reconnaissante envers tout le personnel administratif du département d'agronomie pour son service précieux.

Je tiens à remercier tout mes amis et tous ceux qui d'une manière ou d'autre ont contribué a la réalisation de ce travail.

MERCI

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents ma mère et mon père que dieu les garde pour moi, qui ont tout fait pour que je réussisse.

A mes sœurs AMEL et MARIEM et mon très cher frère MOHAMED.

A mes baux frères RIAD et MOHAMED-EL-AMIN.

A mes nièces SALSABILA et DOUAA et A mon très cher neveu MOHAMED.

A tous mes amis

A tous qui me sont chers.

NADHIRA

SOMMAIRE

RESUME

OBSTRACT

ملخص

REMERCIEMENTS

DEDICACES

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION

CHAPITRE I : Présentation de la plante hôte *Populus nigra*, état phytosanitaire et perspective de lutte.....

I.1 Classification et exigences édapho-climatique du peuplier.....

I.2 Importance économique et environnementale du peuplier.....

I.3 Etat Phytosanitaire

I.4 Inconvénients de la lutte chimique.....

I.5 Les biopesticides.....

Chapitre II : Les réponses métaboliques au stress chez les invertébrés

II.1 Définition du stress.....

II.2 Les facteurs de stress.....

II.3 La réponse au stress.....

II.4 La réponse énergétique au stress chez les invertébrés.....

II.5 Evaluation du stress et notion du biomarqueur.....

Chapitre III : Matériel et Méthodes

III.1 Introduction.....

III.2 Objectif.....

III.3 Présentation de la région d'étude.....

III.4 Matériel d'étude.....

III.5 Méthodologie du travail.....

III.6 Préparations des extraits aqueux.....

III.7 Dispositif expérimental et application des traitements.....

III.8 Technique de prélèvements et d'évaluation.....

III.9 Estimation des populations résiduelles.....

III.10 Estimation des traits de vie biochimique.....

III.11 Analyses statistiques.....

Chapitre VI : Résultats et Discussion.....

Conclusion.....

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....

LISTE DES FIGURES

Figure 01	Différentes formes de panneaux.....	06
Figure 02	Variabilité du bois de déroulage.....	07
Figure 03	Aménagement de digue dans une Réserve Naturelle de Saint Mesmin.....	08
Figure 04	Principe de la phytoremédiation.....	09
Figure 05	Cycle évolutif de <i>Chaitophorus leucomelas</i> en Mitidja centrale.....	14
Figure 06	Devenir de l'énergie chimique intégrée.....	26
Figure 07	Représentation schématique de la répartition de l'énergie dans la théorie.....	31
Figure 08	Flux des réserves énergétiques (assimilation par la nourriture et mobilisation lors des besoins énergétiques).....	32
Figure 09	Localisation géographique de la plaine de la Mitidja.....	35
Figure 10	Localisation de la région de Blida «Soumâa » dans le Climagramme d'Emberger.....	38
Figure 11	Diagramme Ombrothermiques de la région de SOUMAA (période 1995/ 2010)....	41
Figure 12	Diagramme Ombrothermiques de la région de Soumâa de l'Année 2010	41
Figure 13	Présentation des sites d'études.....	42
Figure 14	Les différents phénotypes de <i>Chaitophorus leucomelas</i>	44
Figure 15	Localisation des peuplements retenus pour l'étude et dispositif expérimental des traitements biologique.....	47
Figure 16	Localisation des peuplements retenus pour l'étude et dispositif expérimental de traitement chimique.....	49
Figure 17	Fluctuations temporelles des populations résiduelles de <i>C. leucomelas</i> sous l'effet des extraits aqueux de plante entière d' <i>E. viscosa</i> et des doses homologuées des pesticides de synthèse.....	50
Figure 18	Analyse multivariée (A.C.P.) de la réaction des populations résiduelles de <i>C. leucomelas</i> aux extraits aqueux et aux pesticides.....	51
Figure 19	Effet comparé des produits chimiques et biologiques sur les populations résiduelles de <i>C. leucomelas</i>	52
Figure 20	Fluctuations temporelles des populations résiduelles de <i>C. leucomelas</i> sous l'effet des extraits aqueux d'organes de d' <i>E. viscosa</i> et des demi-doses des pesticides de synthèse.....	53
Figure 21	Analyse multivariée «ACP» représentant les populations résiduelles de <i>C. leucomelas</i> sous l'effet des extraits aqueux des différents organes <i>E. viscosa</i> et des demi-doses des produits de synthèse.....	54
Figure 22	Effet comparé des demi-doses des produits chimiques et des extraits aqueux d'organes sur les populations résiduelles de <i>C. leucomelas</i>	57

Figure 23	Effet des doses homologuées des matières actives et de la plante entières d'E. viscosa sur les réserves énergétiques et les mesures pondérales des femelles <i>C .leucomelas</i>	60
Figure 24	Effet des demi-doses des matières actives et des organes d'E. viscosa sur les réserves énergétiques et les mesures pondérales des femelles <i>C .leucomelas</i>	62

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01	Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie à Soumâa (période 1995-2010).....	40
Tableau 02	Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie à Soumâa de l'année 2010.....	40
Tableau 03	Détermination de la courbe standard de cholestérol.....	52

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION

Les végétaux, du fait de leur incapacité à se mouvoir sont soumis dans leur environnement à une multitude de stress biotiques ou abiotiques. En effet, ils ne peuvent échapper aux différentes attaques d'espèces phytophages ou d'organismes pathogènes, ni même aux aléas climatiques. Toutefois, lorsque l'on estime l'importance relative des herbivores par rapport à la quantité de matières végétales qu'ils consomment, les insectes sont les plus voraces des espèces phytophages (van der Meijden, et Klinkhamer, 2000).

La peupleraie subit actuellement de graves problèmes sanitaires imputables aux schémas d'amélioration et aux pratiques d'utilisation des variétés sélectionnées en plantations monoclonales. Cette situation a favorisé l'apparition récurrente de nouvelles races de bioagresseurs contournant les résistances des cultivars (Ridé, 1995; Djazoulli, 1996; Delplanque, 1998).

Parmi les ravageurs nuisibles, les plus redoutables sont les pucerons. *Chaitophorus leucomelas*, constitue une véritable menace de par la gravité des nuisances dues à plusieurs facteurs parmi lesquels sa polyphagie; son pouvoir d'adaptation rapide et son grand pouvoir de reproduction (Barbagallo S., 1985). La performance biologique de cet insecte est susceptible d'être influencée notamment, par la qualité nutritive du feuillage, la nature des générations et les variations des conditions abiotiques dans l'environnement (SCRIBER, et. SLANSKY, 1981).

Les substances xénobiotiques altérants les fonctions du système endocrinien, et induisant donc des effets nocifs sur la santé d'un organisme intact, de ses descendants ou sous-populations (Jean,et Benmarhnia, 2011). De même, il peut aussi altérer indirectement l'attribution d'énergie, ce qui affecte la capacité reproductrice de l'individu qui déterminera de sérieuses

perturbations sur le plan individuel et interindividuel (Mayer et al, 1992 ; Lagadic, et al, 1997).

Afin de faire face aux dégâts occasionnés par ce redoutable ravageur (Lamontagne, 2004), les agriculteurs font recours à l'utilisation des produits chimiques comme moyen de lutte, facile d'emploi suite à leur efficacité et fiabilités, d'où leur utilisation systématique et abusive (Auberto, et al. 2005). Ainsi malgré son efficacité rapide, la lutte chimique n'est pas durable, les ravageurs peuvent souvent développer une résistance au bout d'un certain temps, parfois très court ce qui induit donc à une complication accentuée de la situation (Urban, 1997).

Pour contrôler le ravageur sans l'inconvénient des pesticides de synthèse, il est intéressant de trouver d'autres méthodes, alternatives, en protection phytosanitaire (Larew, et Locke, 1990; Gomez, et al, 1997). Le monde scientifique s'est mis à la recherche d'un produit biodégradable, plus sélectif que les substances chimiques pour assurer une protection efficace des productions agricoles. Les biopesticides représentent une bonne alternative aux produits chimiques (Lamontagne, 2004; Rochefort, et al, 2006; Deguine, et Ferron, 2006). Dans cette optique, l'utilisation d'extraits de plantes dotées d'activités insecticides offre une certaine potentialité (Larew, Locke, 1990 ; Gomez, et al, 1997), de multiples méthodes de mesure de variables biologiques et écologiques viennent compléter les analyses traditionnelles, il s'agit des biomarqueurs. Ce sont des paramètres qui quantifient un niveau de stress de façon précoce (Amiard, et al, 1998).

Notre travail comporte trois parties. La première partie c'est un bilan synthétique des connaissances concernant les biopesticide comme un moyen de lutte efficace, La deuxième partie, sera consacrée à l'étude de l'effet comparé d'un extrait aqueux (plante entière et différents organes d'*Erchfildia viscosa*) et des produits de synthèses (Thiamethoxame/Lambda-cyhalothrine, Thiamethoxam et Diafenthuron.) sur *Chaitophorus leucomelas*. La troisième

partie est consacrée aux biomarqueurs énergétiques comme moyen d'évaluation des réponses aux différents régimes de stress. Dans la discussion et conclusion générale, nous résumerons nos données acquises et nous les discuterons.

PARTIE I :

SYNTHESE

BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Présentation de la plante hôte *Populus nigra* et son principale ravageur *Chaitophorus. leucomelas*

I.1 Classification et exigences édapho-climatique du peuplier

Les peupliers, genre *Populus*, appartiennent à la famille des Salicacées, qui fait partie de l'ordre des Salicales du groupe des Amentiflores. Ce groupe se range dans la sous classe des Monochlamidae, classe des Dicotylidoneae, sous division des Angiospermae, et division des Phanerogamae (Gausson *et al.* 1982).

Le genre *Populus* renferme 39 espèces groupées en 6 sections dont la répartition et l'intérêt économique sont inégaux essence de production par excellence, le peuplier revêt une importance économique non négligeable.

L'intérêt du peuplier est de plus en plus révélé au niveau mondial. En effet, il s'agit d'une essence à croissance rapide, qui peut contribuer à combler le déficit mondial en bois. Cet intérêt est clairement manifesté par le simple fait qu'à l'heure actuelle 37 pays différents, représentant les cinq continents, sont devenus membres de la Commission Internationale du peuplier (Breton, 2000).

La production du bois de peuplier est fortement liée au sol. 90% des échecs sont dus à un mauvais choix de sol (Chardenon, 1982). Les sols les plus favorables sont légers, profonds, assez riches chimiquement, bien alimentés en eau. Ils doivent être équilibrés (50 à 70% de sables ; 30 à 50% de limon plus argile), avec une richesse suffisante en azote, en phosphore et en potassium. Ajoutons à cela un pH compris entre 6,5 et 7,5 (Duchaufour, 1965).

I.2 Importance économique et environnementale du peuplier

I.2.1 Production du bois

I.2.1.1 Pâte à papier

Le bois de peuplier utilisé dans la fabrication de la pâte à papier provient soit de produits issus de la première transformation soit de la trituration des bois issus de taillis à courte rotation. Le peuplier est reconnu par autant d'avantages tels que la délignification facile, un rendement élevé dépassant souvent les 50 %, le blanchiment de la pâte n'exige pas beaucoup de réactifs, le papier présente une bonne résistance à la rupture, il est souple et opaque avec un bon état de surface (Mertens *et al.* 2003).

I.2.1.2. Bois de feu

Le bois de peuplier est un médiocre bois de feu brûlant vite et donnant peu de braise, il n'est donc utilisé qu'à défaut d'autres combustibles et ne représente pratiquement pas de valeur. Signalons toutefois que dans certaines régions pauvres en bois, le *Populus nigra* est traité en têtard pour donner du bois de feu (Baillière et Fils, 1961).

I.2.1.3. Panneaux

- **Panneaux de particules** : Les cimes, les branches, les billons et même les grumes entières conviennent à la fabrication de panneaux de bonne qualité. Ce type de panneau est destiné à la menuiserie dans le Bâtiment et dans le meuble.

- **Panneaux de fibres** : le peuplier est une excellente essence pour la fabrication de ces panneaux en raison de sa teinte claire et ses fibres qui favorisent la souplesse.

- **L'intrallam** : C'est un produit destiné à des applications en structures (poutres, linteaux). Ce type de panneau est plus homogène et résistant que le

bois massif, sa densité est de l'ordre de 660Kg/m³. (Figure 01)(Bailliere et Fils, 1961).



Figure 01 : Différentes formes de panneaux

a : Panneau Intrallam, b : Panneau de fibres de peuplier, c : Panneau de particule de peuplier

I.2.1.4. Bois de déroulage

Le déroulage n'est qu'un mode de débit au même titre que le sciage et les feuilles obtenues ont des emplois également variés. C'est là l'utilisation relativement nouvelle du bois de peuplier, s'améliorant sans cesse et absorbant constamment des quantités plus importantes de peuplier pour des fabrications nouvelle (Bailliere et Fils, 1961).

- **Les emballages légers** : Les emballages légers sont très liés aux produits agroalimentaires, ils regroupent les cagettes, les boîtes à fromage, les paniers à champignon, les barquettes, etc.

- **Les contreplaqués** : Le contreplaqué peut être plan ou moulé, obtenu par pressage sur une forme. Le contreplaqué est un matériau homogène, léger, facile à mettre en oeuvre. Il a des performances mécaniques élevées et

résiste bien au fluage, aux chocs et aux vibrations. Sa stabilité dimensionnelle est meilleure que celle du bois massif (Figure. 02).



Figure 02 : Variabilité du bois de déroulage
(a : Contreplaqué de peuplier, b : Panneau latté de peuplier)

1.2.2 Aménagement alluviaux

Le peuplier noir, est l'essence dominante des forêts alluviales, espèce longévive (jusqu'à 150 ans et plus), pionnière, exigeante en eau et en lumière. Le peuplier noir présente un système racinaire très développé, qui influe en retour sur la dynamique sédimentaire du fleuve. Ce système racinaire complexe est aussi particulièrement efficace pour absorber les excès de nitrates et phosphates des nappes alluviales, participant ainsi à l'amélioration de la qualité des eaux.

Le peuplier noir constitue avec les autres espèces de la forêt alluviale (saules, orme, frêne...) un milieu particulièrement riche en faune (insectes, oiseaux...) et flore, du fait qu'il se situe à l'interface entre milieu aquatique et milieu cultivé (Anonyme, 2006).



Figure 03 : Aménagement de digue dans une Réserve Naturelle de Saint Mesmin (Loiret) (Anonyme, 2006).

I.2.3 Phytoremédiation

Le peuplier noir *Populus nigra* est reconnu comme un arbre robuste, avec une haute tolérance et une grande adaptation dans les sols contaminés et qui pourrait être utilisé comme moyen de phytoremédiation et de biosurveillance (Madejón *et al.* 2004 ; Wan *et al.* 2008).

En effet la phytoremédiation est un ensemble de technologies utilisant les plantes pour réduire, dégrader ou immobiliser des composés organiques (naturels ou de synthèses) polluants du sol, de l'eau ou de l'air provenant d'activités anthropiques. Cette technique permet également de traiter des pollutions inorganiques. (McCutcheon et Schnoor, 2003) Le concept de biosurveillance (ou biomonitoring, selon le terme anglo-saxon consacré), quant à lui se repose sur l'étude de la réponse biologique des organismes aux polluants, et il est aujourd'hui en plein essor. Les effets biologiques des polluants peuvent en effet être assimilés à des indicateurs biologiques (ou biomarqueurs) de pollution dans le règne animal et végétal. La caractérisation de ces marqueurs peut permettre la mise en évidence précoce de pollutions avant l'altération de la structure des organismes, et surtout avant que toute la population ou l'écosystème soient perturbés. L'idée n'est pas nouvelle : c'est

le principe du diagnostic en médecine humaine, fondé sur la détection de symptômes susceptibles de révéler une maladie. (Lafaurie *et al*, 1992)

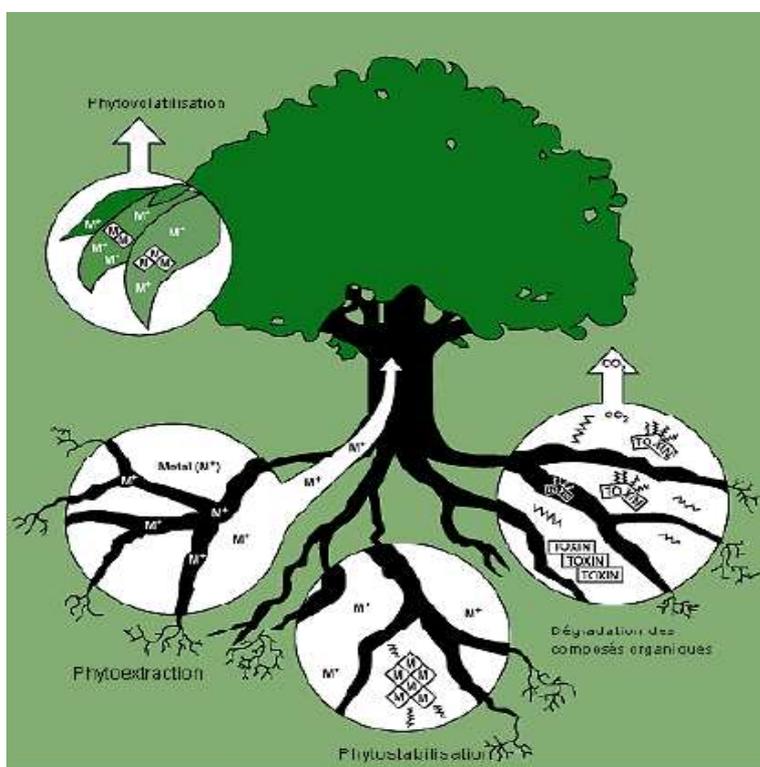


Figure 04 : Principe de la phytoremédiation (Anonyme, 2008)

La faisabilité de ce dispositif se repose sur des caractéristiques avantageuses des plantes utilisées qui doivent être les suivantes: la capacité de croître sur un substrat pauvre en substances nutritives, un système racinaire profond et bien développé, un taux de croissance rapide et une résistance aux fortes concentrations de métaux. (Punshon et Dickinson, 1997)

De plus, ces cultures de taillis ont une utilisation secondaire économiquement viable (par exemple, l'énergie de la biomasse, la pâte pour l'industrie du papier) et qui sont très recherchées. (Dutton et Humphreys, 2005) Les arbres, entre autre *Populus* et *Salix spp* sont choisis pour avoir réuni toutes ces exigences. (Aronsson et Perttu, 2001; Di Baccio *et al*, 2003; Sebastiani *et al*, 2004; Soudek *et al*, 2004).

Les applications industrielles accrues de métaux lourds tels que les lanthanides exigent de plus de connaissances sur leur distribution dans la biosphère. Bien que le Bi, Te, Tl, Th et U soient reconnus comme des éléments fortement toxiques (Markert, 1996), ils sont aussi rarement déterminés chez les plantes parce qu'ils présentent un défi analytique en raison des concentrations très basses dans les organismes. *Populus nigra* 'Italica' est proposé comme un biomoniteur de métaux lourds (Wagner, 1987), et a été avec succès utilisé pour examiner la répartition de ces métaux très lourds en Bulgarie (Djingova *et al*, 1995, 1996, 1999).

I.3 Etat Phytosanitaire:

I.3.1 Introduction

Les pucerons sont des ravageurs importants des différents types de cultures agricoles, forestières et ornementales. L'impact économique des pucerons est lié à diverses particularités biologiques dont un taux de croissance exponentiel par clonage et viviparité, une symbiose bactérienne permettant une alimentation à base de sève où la capacité à transmettre des maladies virales de plantes, en plus leur polymorphisme leur permet d'exploiter leurs plantes hôtes d'une manière maximale tout en répondant très rapidement aux modifications de leur environnement (Dedryver *c.a*, 1982).

Le peuplier a fait l'objet d'un grand nombre de sélection et d'hybridation depuis 1750. *Populus nigra* L., (famille des *salicaceae*) est une espèce très polymorphe et soumise à des fortes hybridations naturelles et contrôlées [58], en dépit de tous les progrès réalisés, les essences naturelles souffrent d'attaque de plusieurs ravageurs principalement les pucerons; en dehors du puceron lanigère *Phloeomyzus passerinii* ceux du genre *Chaitophorus sp* sont connus par leurs spécificités pour *Populus nigra* notamment *Chaitophorus melanosiphon*, *Chaitophorus populeti*, *Chaitophorus versicolor* et *Chaitophorus leucomelas* dont ce dernier reste toujours le plus dommageable (Çotaf., 2007).

I.3.2 Présentation de *Chaitophorus leucomelas* (Koch, 1854)

I.3.2.1 Position systématique

D'après Grasse 1957 et Grasse *et al.*, Grasse P., Poisson R.A., Tuzet O. 1970, cet insecte appartient à la sous-classe des *Ptérygotes*, super - ordre des *Hemipteroïdea*, ordre des *Homoptera*, sous- ordre des *Aphidinea*, super - famille des *Aphidoidea*, famille des *Aphididae*, sous famille des *Chaitophorinae*, genre *Chaitophorus*, et espèce *Chaitophorus leucomelas* (Koch).

I.3.2.2 Répartition géographique

Dans le monde, on estime que le genre est d'une origine holarctique, l'espèce est largement répartie en Europe, bien qu'avec des degrés distincts de présence, elle est commune dans certains pays comme la Grande-Bretagne, la Suède, la Norvège, au sud du Portugal, en Espagne en Yougoslavie, en Bulgarie et en Turquie (Ankara) et rare au nord de l'Allemagne (Richards, 1972).

En Asie, l'espèce est signalée en Iran (Karadj), en Sibérie de l'est, Mongolie, au centre de l'Asie et au Proche Orient (Heie, 1982), Elle a été introduite en Afrique et en Amérique, où elle se trouve largement répartie au Canada et aux Etats-Unis (Blackman et Eastop, 1994), mais elle s'est implantée au Chili et en Argentine en 2001 (Muñoz et Beéche, 1995). Au Chili, cette espèce est fréquente dans la Région Métropolitaine (Santiago) et dans la Région, limitrophe avec Mendoza 320 Km au nord de la capitale (Klein et Waterhouse, 2000). Et en Tunisie dans la région de Soliman (Boukhris-Bouhachem *et al*, 2007).

En Algérie, l'espèce est signalée dans la région de Blida (Djazouli, 1992), et dans la région de Zéralda (Diallo, 2007).

I.3.2.3 Cycle de vie

Chaitophorus leucomelas colonise des espèces botaniques appartenant au genre *Populus spp.*, Les colonies s'établissent sur les feuilles, sur la face supérieure et inférieure et sur les pétioles, le puceron forme des groupes de densité variable selon le développement de ses populations dans des époques distinctes de l'année (Giganti *et al.* , 2004). Leur cycle évolutif est hétérogonique, caractérisé par l'alternance entre une génération amphisexuelle et une ou généralement plusieurs générations ne comportant que des femelles parthénogénétiques (Dedryver, 1982). Les aphidiens monoécique hivernent sous la forme d'œufs fécondés pondus à l'automne par des individus sexués sur la plante hôte (Grasse, 1970).

En Mitidja, vers la fin de février début mars, les fondatrices émergent des œufs d'hivers, au moment où les jeunes feuilles du peuplier commencent à apparaître. Le premier stade de la fondatrice se fixe sur les pétioles, les feuilles et les bourgeons pour s'alimenter, constituant ainsi la source des invasions d'été. Ces femelles dites «fondatrices» atteignent l'état adulte vers le début du mois d'avril, donnent une première génération de virginipares évoluant en individus ailés. Ces derniers assureront la dissémination de l'espèce. La succession des générations des virginipares se poursuit durant tout l'été. A la fin de l'automne, au début du mois de novembre, apparaissent des femelles parthénogénétiques appelées sexupares, qui donneront naissance à des mâles, et à des femelles ovipares. Les mâles sont ailés et les femelles ovipares sont aptères. Une fois fécondée, celle-ci pond ses œufs sur les parties lignifiées de sa plante hôte. Les œufs pondus sont observés du mois de novembre jusqu'au mois d'avril dans les écorchures de l'écorce, au niveau des plaies de taille, et plus particulièrement à l'intérieur des galles abandonnées de *Pemphigus immunis*. Au printemps, ces œufs éclosent et donnent des femelles « fondatrices » (Figure. 05) (Djazouli, 1992)

I.3.2.4 Nuisibilité

Les insectes peuvent occasionner aux peupliers des dégâts de types forts variables. (Janssens et Nef, 1982 et Chararas, 1972), estime que les

dégâts restent toujours liés aux conditions écologiques et édaphiques, l'évolution des insectes peut revêtir un caractère épidémique et contribuer à la destruction massive des peuplements une fois que les facteurs abiotiques deviennent défavorables.

De tous les pucerons, le plus dangereux demeure *Chaitophorus leucomelas*. Le puceron attaque les feuilles, les pétioles et les bourgeons en absorbant des quantités importantes de sève, et en injectant en même temps une salive toxique. Les arbres attaqués présentent une réduction de croissance en raison de défoliation successive.

En cas de surpopulation, les arbres accusent des perturbations métaboliques qui entraînent une réduction dans la production de bois en quantité moindre, ou de qualité inférieure (Janssens et Nef, 1982 ; Delplanque, 1998; Dajoz, 1980), avance que les attaques sur les essences jeunes peuvent entraîner la mort du sujet et gêner la régénération naturelle. Les pucerons prélèvent directement dans la sève phloémienne une partie des produits de la photosynthèse, dont les acides aminés essentiels à la plante, ces prélèvements lors d'infestations massive par les pucerons, peuvent provoquer un arrêt de la croissance de la plante (Miles, 1989). Les produits non assimilés ou transformés par l'insecte forment le miellat rejeté par l'anus sur la plante. Sur ce dernier se développent des champignons agent de fumagine qui entravent la respiration de la plante hôte et son assimilation chlorophyllienne.

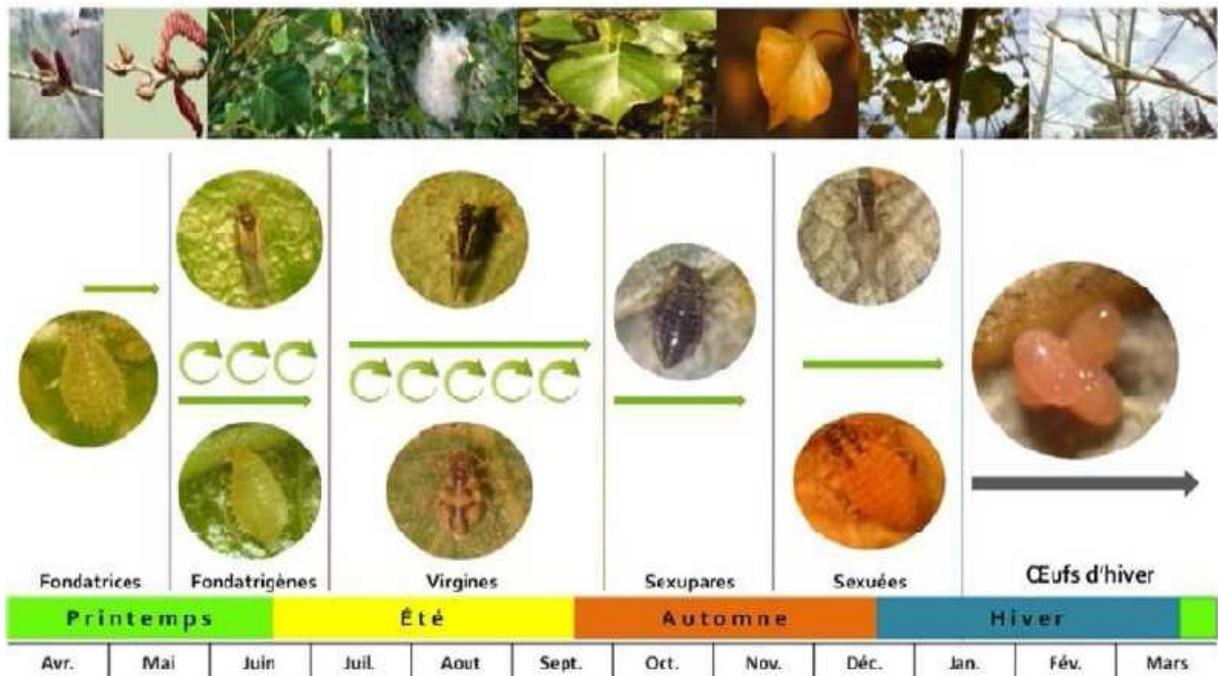


Figure 05: Cycle évolutif de *Chaitophorus leucomelas* en Mitidja centrale (Zahraoui, 2010)

Ce miellat non toxique en lui même, peut soit agir directement en occultant les stomates, soit lorsqu'il est trop abondant, provoqué à la surface des feuilles un effet osmotique de nature à créer un appel d'eau à travers la membrane semi perméable constituée par l'épiderme de la feuille, l'eau ainsi soutirée de la plante s'évapore très facilement, et le miellat agit alors comme un drain desséchant très actif, rapidement mortel dans des conditions favorisant l'évaporation. Les pucerons peuvent favoriser la prolifération de maladie fongiques, soit en transportant des spores (Huang *et al.*, 1981), soit en occasionnant une plus forte capture de spores lorsque la plante devient gluante de miellat (Comeau, 1992).

I.3.2.5 Moyens de lutte

La lutte contre les pucerons ne présente généralement pas de grande difficulté car de nombreux produits permettent d'obtenir de bons résultats. Sous forme de pulvérisations, les esters phosphoriques assurent une mortalité de 95% en 60 heures ; cette mortalité peut même atteindre 100% si l'on prend la précaution de pulvériser l'insecticide sur les deux faces de la

feuille. Cette efficacité peut se trouver contre versé dans la mesure où les pucerons sécrètent une substance cireuse pratiquement imperméable aux produits insecticides (Chararas, 1972).

Actuellement, les produits à base de lambda - cyhalothrine, sont utilisés contre les pucerons des feuillus pour le traitement des parties aériennes. Maugard (2003), avance que les premiers traitements opérationnels ont été réalisés en 2002 dans de nombreuses peupleraies de la vallée de la Garonne ; les observations réalisées à l'issue de certains de ces traitements ont permis de confirmer les contraintes liées à l'application d'insecticide, notamment les difficultés atteindre la partie haute des colonies dans les peuplements les plus vieux. Ces suivis ont également permis de mettre en évidence les fortes potentialités de recolonisation de l'insecte, qui est capable en trois à quatre semaines de reconstituer des colonies identiques à ce qu'elles étaient avant le traitement.

Il n'existe aucune méthode de lutte biologique applicable aux *Chaitophoridae*. Les seuls ennemis naturels qui ont été signalés à savoir : *Ascomycetes*, *Mesiodiopsis sp.*, *Oenopia doubleri*, *Adalia decimpunctata*, et *Coccinella algerica*, peuvent jouer un rôle en tant que facteur de limitation des populations d'insectes ravageurs des peupliers (Dajoz, 1980 et 1998 ; Djazouli, 1996). Quelques efforts ont été fait afin d'utiliser *Aphelinus mali* HALD comme agents de lutte contre les pucerons des arbres forestiers, les résultats sont promoteurs, cela est du principalement à une synchronisation entre le développement des deux espèces (Chararas, 1972).

Au Chili, il existe quelques espèces aphidophages généralistes qui chassent activement *C. leucomelas*, toutefois, leurs activités sont limitées aux climats spécifiques où éventuellement elles réussissent remarquablement à réduire la densité du puceron. Les échantillonnages réalisés dès l'an 2000 dans ce pays ont montré l'inefficacité des prédateurs endémiques et devant l'absence totale de parasitoïdes associés au puceron, il a été décidé d'apporter des espèces exotiques. Ainsi, l'introduction d'une partie d'*Adialytus salicaphis* (Fitch) (Hymenoptera : Aphidiidae) a été réalisée depuis la République Tchèque. Jusqu'à maintenant, deux espèces ont été constaté

comme limitantes : *Linepithema humile* (Mayr) (Hymenoptera : Formicidae) (une "fourmi argentine") et l'action de l'hyperparasitoïde endémique du genre *Alloxysta* (Hymenoptera : Cynipidae) qui peuvent interférer à l'avenir sur l'effet du parasitoïde sur les populations de puceron (Rodriguez *et al*, 2001).

I.4. Inconvénients de la lutte chimique

La lutte chimique est la plus connue des méthodes répressives. Elle est efficace et facile à appliquer, mais a de nombreux inconvénients : elle favorise la formation de races résistantes chez les déprédateurs, diminue les populations de leurs ennemis naturels, pollue très largement le milieu, y compris l'alimentation humaine, amoindrit la biodiversité. Dans un nombre croissant de pays, elle est d'ailleurs interdite, ou n'est applicable qu'après autorisation. Ses effets secondaires obligent souvent à répéter les traitements. L'emploi de pesticides à faible rémanence n'apporte qu'un avantage mineur. Par contre, les pesticides spécifiques seraient une réponse nettement plus efficace - souhait auquel répondent les biopesticides (Vincent et Coderre, 1992).

Les produits phytosanitaires sont des substances ou préparations destinées à la protection "contrôle des pertes du flux d'énergie" ou à l'amélioration de la production végétale "concernent la fertilité du sol, l'appréciation de l'état nutritif de l'arbre et l'évaluation de la qualité intrinsèque des fruits" et à la préservation des produits récoltés.

L'importance des traitements phytosanitaires a pour but d'éviter au maximum la réduction de la valeur de la production agricole lorsqu'elle est provoquée par les déprédateurs et les accidents écologiques. En d'autre terme les traitements phytosanitaires permettent tout simplement aux plantes de bien fonctionner.

Un tel produit est destiné à :

- Protéger les végétaux ou les produits végétaux contre des organismes nuisibles ou à prévenir leur action, pour autant que ces substances ou préparations ne sont pas autrement définies ci-après ;

- Exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, pour autant qu'il ne s'agit pas de substances nutritives (par exemple, les régulateurs de croissance) ;
- Détruire les végétaux indésirables ;

Afin de répondre aux critères sus cités, les mesures de protection phytosanitaire doivent fondamentalement être considérées dans un contexte plus vaste des objectifs de la production végétale, des conditions spécifiques du site et des conditions économiques et socio-économiques. L'impact de la protection des végétaux peut prendre la forme de pollution et de nuisances physiques et énergétiques pour l'Homme, la faune, la flore, les denrées alimentaires et les aliments pour les bétails, le sol, l'air (PIMENTEL, 1995).

I.5 Les biopesticides

I.5.1 Introduction

La lutte biologique correspond à l'utilisation d'organismes et/ou composés naturels pour détruire ou contrôler d'autres organismes nuisibles sur le plan agronomique ou au niveau d'espaces naturels. Ces agents sont regroupés sous l'appellation de « biopesticides ». On distingue des organismes prédateurs (insectes, nématodes, plantes, mammifères, etc....) mais également des protistes (bactéries, virus, champignons) ou des molécules naturelles (phéromones, roténones, etc....) (Silvy et Riba, 1999).

Les bioinsecticides peuvent se définir au sens large comme des pesticides d'origine biologique, c'est-à-dire, organismes vivants ou substances d'origine naturelle synthétisée par ces derniers, et plus généralement tout produit de protection des plantes qui n'est pas issu de la chimie (Ferron , 1978). Sous ce vocable, les bio-pesticides comprennent les agents de contrôle des insectes (auxiliaires) comme les arthropodes entomophages (ex. trichogrammes), les champignons hyphomycètes pathogènes pour les lépidoptères ou coléoptères (ex. *Beauvaria*), les

baculovirus responsables des polyédroses nucléaires (NPV) ou des granuloses (GV) chez les lépidoptères, les bactéries (*Bacillus*), etc... , les insecticides d'origine végétale et les molécules de synthèse biologique (phéromones, molécules allélochimiques)(Vincent et coderre, 1992).

La faible utilisation des bio-pesticides peut s'expliquer par l'inconsistance des résultats sur le terrain, la durée d'entreposage très courte, le coût élevé par rapport aux formulations chimiques et le nombre limité de pestes visées. Les avantages reliés à l'utilisation de biopesticides devraient, par contre, en favoriser le développement commercial ; ils sont biodégradables, très spécifiques aux pestes et sont sans danger pour les plantes, les animaux et les humains (Copping et Menn, 2000).

I.5.2 Diversité des produits biologiques

I.5.2.1 Les bio-pesticides à bases des microorganismes pathogènes et des ennemis naturels

Les microorganismes pathogènes (virus, champignons, bactéries et protozoaires) et les ennemis naturels (parasitoïdes et prédateurs) sont des antagonistes naturels des insectes et des animaux.

En 1986, Khachatourians reconnaissait environ 650 espèces de virus pathogènes d'insectes. Les infections virales sont généralement mortelles dans un délai assez court. Les plus connus sont les baculovirus et affectent principalement les lépidoptères et les hyménoptères phytophages (Granados et Federici, 1986 ; Miller, Lingg et Bulla, 1983). Le principal désavantage des virus entomophages demeure la difficulté de les propager en masse à faible coût, compte tenu du caractère obligatoire de leur multiplication à partir de tissus intacts d'insectes (Cuneningham, 1988).

Les bactéries sont les micro-organismes les plus souvent associés aux insectes (Poinar et Thomas, 1985). Une centaine d'espèces sont spécifiquement entomopathogènes mais seulement quelques types ont été considérés pour la production de biopesticides (Miller et al, 1983). Le bacille le plus connu est sans contredit le *Bacillus thuringiensis* (Bt) qui accapare environ 90% du marché actuel des biopesticides (Anonyme, 2003 ; Lecadet,

1996 ; Yamamoto, 2001). Deux souches sont largement exploitées sous forme de bio-insecticides : le *B.t. israelensis* (contre les diptères (maringouins et mouches noires)) et *kurstaki* (contre les chenilles de lépidoptères) (Cloutier et Cloutier, 1992). Actuellement, une dizaine de variétés de *B.t.* sont offerts sur le marché ou exploitables pour réprimer des ravageurs importants (Vincent et coderre, 1992).

Environ 700 espèces de champignons sont capables d'infecter des insectes. *Beauveria bassiana* est sans contredit le champignon le plus exploité considérant la grande diversité de ravageurs visés (doryphore de la pomme de terre, pyrale du maïs, piéride du chou, thrips des petits fruits, ... etc) (Boiteau, 1988, Feng et al., 1988, Martel et Belcourt, 1985) et des recherches intéressantes sont également menées avec *Verticillium lecanii* pour la répression des homoptères ou des thrips en serre (Hall, 1982, Hussey, 1985).

Les ennemis naturels regroupent les parasitoïdes et les prédateurs. Le terme «parasitoïde» fait référence à des entomophages intermédiaires entre les parasites et les prédateurs tandis que les «auxiliaires de lutte» font référence aux insectes parasitoïdes et aux arthropodes prédateurs (Waage et Greathead, 1986).

Plus de 15 000 espèces d'insectes sont parasitiques et la majorité d'entre elles le sont pour d'autres insectes (Waage et Greathead, 1986). Les parasitoïdes sont caractérisés par un adulte actif ayant de fortes capacités d'orientation et de repérages d'hôtes potentiels. Une vingtaine d'insectes parasitoïdes sont développés contre des ravageurs importants. Parmi ceux-ci, *Encarsia formosa*, contre l'aleurode des serres, est sans contredit la plus largement commercialisée avec les trichogrammes (Delorme et al, 1984, Hudon et LeRoux, 1986, Hussey, 1985). Les arthropodes prédateurs sont les plus fréquemment cités en lutte biologique (Caltagirone, 1981, Debach, 1974). Ces prédateurs ne font pas dans la dentelle; ils tuent la proie capturée. Leur voracité étant un indice utile de son potentiel de répression (Hassell, 1978).

Une trentaine de prédateurs polyphages sont actuellement exploités ou en développement. Parmi les plus importants mentionnons les acariens phytoséiides (*Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius ballais*, *A. cucumeris*, *Hypoaspis* spp., etc...) (Bostanian et al ., 1987, Gillespie, 1988, Hussey, 1985).

Dans les productions serricoles, la lutte biologique contre les insectes et les acariens, de même que l'utilisation des bourdons ont fait diminuer considérablement l'utilisation des insecticides. Les résultats positifs générés par cette lutte biologique incitent les chercheurs à développer davantage d'autres produits, principalement dans les productions ornementales et les espaces verts

1.5.2.2 Les insecticides d'origine botanique (Biocide inerte)

La pharmacopée est en grande partie issue des plantes, même si les laboratoires ont par la suite isolé les molécules intéressantes et appris à les synthétiser. De même, des substances insecticides issues du monde végétal ou animal ont supplanté des produits très toxiques utilisés auparavant comme le DDT et les organochlorés, en réduisant drastiquement les effets secondaires. Plus de 2000 espèces végétales dotées de propriétés insecticides ont été répertoriées (Grainge et Ahmed, 1988).

Dès l'Antiquité, les Chinois, les Grecs et les Romains utilisaient des plantes ou extraits de plantes avec du soufre et de l'arsenic (Nas, 1969). Il a été rapporté que les Romains utilisaient des poudres préparées à partir de *Veratrum* sp. comme insecticides et rodenticides tandis que des extraits d'ifs (*Taxus baccata*) ont été utilisés par certains peuples de l'hémisphère nord (Schmutterer, 1992). Sous les tropiques, l'utilisation du neem (*Azadirachta indica* Juss. Meliaceae) est répertoriée depuis au moins 4000 ans (Larson, 1989). Au XIXe siècle, seuls quelques composés d'origine végétale étaient identifiés et abondamment utilisés comme répulsifs ou produits toxiques parmi lesquels (Weinzeirl, 1998).

I.5.2.2.1 Le pyrèthre

Le pyrèthre naturel est un insecticide issu de plantes appartenant à la famille des Astéracées. *Chrysanthemum cinerariaefolium* est l'espèce la plus couramment utilisée pour la production d'insecticide. D'autres espèces de *Chrysanthemum* peuvent être utilisées comme source de pyrèthre (Constant., 2009). Le pyrèthre continue de dominer le marché mondial des insecticides végétaux accaparant à lui seul près de 80% des ventes (Isman., 2002). Ses avantages ; un large spectre d'activité, un effet choc rapide et une disparition totale dans l'environnement (Casida, et al, 1995, Whalon. et Wingerd, 2003).

L'effet insecticide des produits issus de ces plantes est dû à 6 molécules : Pyréthrine I et II, Cinérine I et II, Jasmoline I et II. Le potentiel insecticide de ces molécules est différent. Leur proportion varie en fonction de l'origine de la plante et du mode d'extraction. Le produit agit sur la conduction nerveuse des insectes (effet « neurotoxique »). Avant de mourir, l'insecte présente une phase d'hyperactivité. L'effet du produit se constate quelques minutes après l'application du produit. Il a une véritable action de choc (Constant, N., 2009).

I.5.2.2.2 Extraits aqueux

Les substances d'origine végétale ont toujours constitué une source majeure pour l'élaboration de nouvelles substances aux propriétés thérapeutiques. Dans cette optique, l'utilisation d'extraits de plantes dotées d'activités insecticides offre une certaine potentialité (Larew, HG., Locke, JC. , 1990, Gomez, P., et al ., 1997).

Actuellement, on rapporte que 2121 espèces de plantes possèdent des propriétés de lutte antiparasitaire ; un total de 1005 espèces identifiées, présentent des propriétés insecticides, 384 avec des propriétés anti-appétissantes, 297 possédant des propriétés répulsives, 27 avec des propriétés attractives et 31 avec des propriétés de stimulateurs de croissance (Ranasingh Nirakar, 2007).

A l'origine, cette démarche visait la réduction du nombre d'interventions avec des pesticides tout en minimisant leurs effets secondaires. Par conséquent, le développement des futurs biopesticides d'origine végétale, est une méthode plus saine et écologique pour la protection des plantes (Gottlieb, et al, 2002).

Toute substance biologiquement active est susceptible, à fortes doses ou à faibles doses et pour une administration prolongée de produire des effets indésirables, voire nocifs. Les extraits des plantes naturels sont utilisés dans nombreux pays pour lutter

Les extraits d'algues confèrent également une protection des plantes contre les attaques des insectes (Booth, 1966, Booth, 1964, Stephenson, 1966). La fécondité de certains insectes serait aussi réduite suite à l'application de ces extraits d'algues (Booth, 1966, Stephenson, 1966). L'infestation des racines par les nématodes est aussi réduite en présence d'extraits d'algue (Featonby-Smith et van Staden, 1987, Crouch, et van Staden, 1993), ces extraits jouant sur le taux de fécondité des nématodes (Whapman, et al, 1994 ; Jenkins, et al, 1998). Ainsi l'expression de nombreux gènes de défense est induite suite à la pulvérisation de l'extrait d'algue. En accord avec ces effets sur l'expression des gènes de défense, cet extrait engendre une protection accrue des plantes contre les attaques pathogènes (Cluzet, et al, 2004)

Chapitre II : Les réponses métaboliques au stress chez les invertébrés et la notion des biomarqueurs

Le concept de stress à été formulé au cours de la première moitié du 20^è siècle par Cannon (sous le terme «*fight or flight response* ») et Selye (sous le terme de «*general adaptation syndrome*»). Au cours des deux dernières décennies, le nombre d'étude portant sur la physiologie du stress chez les animaux a augmenté de manière considérable. Ceci est liée ,d'une part ,au fait qu'un nombre croissant de disciplines s'intéressant au stress

(psychologie, physiologie, immunologie, endocrinologie, neurobiologie, pathologie, éthologie, écologie, toxicologie) et, d'autre part, au fait que le concept de stress peut être appliqué à tous les niveaux d'organisation, depuis l'écosystème jusqu'à la molécule (Lacoste, 2001).

II.1. Définition du stress :

La survie de tout organisme nécessite qu'un état d'équilibre physiologique soit maintenu en toutes circonstances. Cet état d'équilibre «*homéostasie*» est sans cesse menacé par diverses perturbations intrinsèques à l'organisme ou provenant de son environnement.

Selye (1936), à travers le terme « stress » désigne l'état dans lequel se trouve un organisme lorsqu'il fait face à des forces menaçant son intégrité. Ce terme s'avéra cependant ambigu puisqu'il peut désigner à la fois les stimuli s'appliquant à un organisme et la réponse de l'organisme à ces stimuli. En 1973, Selye proposât la notion «*stressor = facteur de stress*» qui désigne les perturbations appliquées à un organisme, et il introduisait la notion de réponse au stress «*stress response*», qui désigne un vaste ensemble de réactions comportementales ou physiologiques visant à maintenir l'homéostasie. Le stress est donc considéré comme un état de déséquilibre physiologique provoqué par un facteur de stress et déclenchant une réponse au stress.

II.2. Les facteurs de stress :

Blalock (1984), considère que les facteurs de stress se repartissent en deux groupes : le groupe des « *stimuli cognitifs* » et celui des « *stimuli non cognitifs* »

Les stimuli cognitifs, sont des facteurs de stress perceptibles par les organes des sens. Ils sont de nature abiotique (qualité de l'air ou l'eau : température, quantité d'oxygène, salinité, présence de pollution, pratiques agricoles ou aquacoles) ou biotique (qualité ou quantité de nourriture, compétition, présence de prédateurs, surpopulation).

Les stimuli non cognitifs, désignent les réponses du système immunitaire et du système neuroendocrinien contre un ensemble de facteurs de stress qui menacent l'intégrité de l'organisme qui ne sont pas détectés par les organes

des sens. Cette information est alors transmise au système neuroendocrinien via des messagers hormonaux sécrétés par les cellules immunitaires ce qui déclenche une réponse au stress.

II.3. La réponse au stress :

Selye (1936, 1950 et 1973), remarque que des perturbations différentes provoquent un certain nombre de réponse similaire chez les animaux. D'après le même auteur, ces réponses constituaient la base de ce qu'il appela le Syndrome Général d'Adaptation.

Le Syndrome Général d'Adaptation (G.A.S.), comprend trois étapes, *une phase d'alarme* ou phase initiale de la réponse, suivie par *une phase de résistance* au cours de laquelle l'organisme essaie de s'adapter à la perturbation et de rétablir l'homéostasie. Si l'organisme ne parvient pas à rétablir un équilibre, il entre dans *une phase d'épuisement*, qui peut conduire à l'apparition de diverses pathologies ou à la mort.

Sous le terme de « réponse au stress », on désigne aujourd'hui un ensemble de réactions comportementales et physiologiques permettant de maintenir l'homéostasie de l'organisme face à une situation défavorable (Chrousos et Gold, 1992).

Les réactions comportementales ont pour but de stimuler l'attention, la vigilance, voire l'agressivité de l'animal. Les réactions physiologiques servent à rediriger l'énergie vers le système nerveux central, certains muscles et les parties éventuellement testées de l'organisme de façon à faciliter son adaptation.

La capacité d'un organisme à s'adapter à une perturbation ne dépend pas uniquement de la rapidité et de l'efficacité avec lesquelles il met en place une réponse de stress. Elle dépend aussi en grande partie de sa capacité à générer une contre-réaction qui le protège d'une réponse au stress disproportionnée. En absence de contre-réaction, la réponse au stress perd ces propriétés adaptatives et contribue à l'apparition de trouble pathologique (Chrousos et Gold, 1992).

II.4 La réponse énergétique au stress chez les invertébrés :

Les réserves énergétiques disponibles semblent être le résultat d'une balance entre la prise de nourriture et les demandes de réserves par des processus tels que reproduction, maintenance et croissance (Fig. 06) (Convey, 1992).

Les organismes mettent en place différents moyens de lutte face à un stress, et qu'il semble à priori que toutes ces réponses coûtent à l'organisme des ressources métaboliques et spécialement en énergie (réserves énergétiques) (Molven et Goksoyr, 1993).

Chez les animaux, les principales formes de stockage de l'énergie sont représentées par le glycogène (et autres polysaccharides de structures voisines) et les lipides.

Les réserves glycosidiques (les sucres), varient en accord avec les étapes différentes de développement : elles augmentent pendant les périodes de repos et diminuent pendant les périodes de croissance (par exemple pendant la métamorphose et les étapes de maturation des gonades chez certains insectes).

Pendant les différentes étapes de développement, le catabolisme du sucre peut être affecté via la voie de glycolyse classique ou la voie des pentoses phosphates (L'hélias, 1970).

Les lipides jouent un rôle important comme réserves énergétiques chez de nombreux groupes d'animaux, incluant les arthropodes en général (Gilbert et O'connor, 1970) et spécialement les insectes (Wigglesworth, 1972), pour lesquels ils sont d'une importance vitale (Gilbert, 1967).

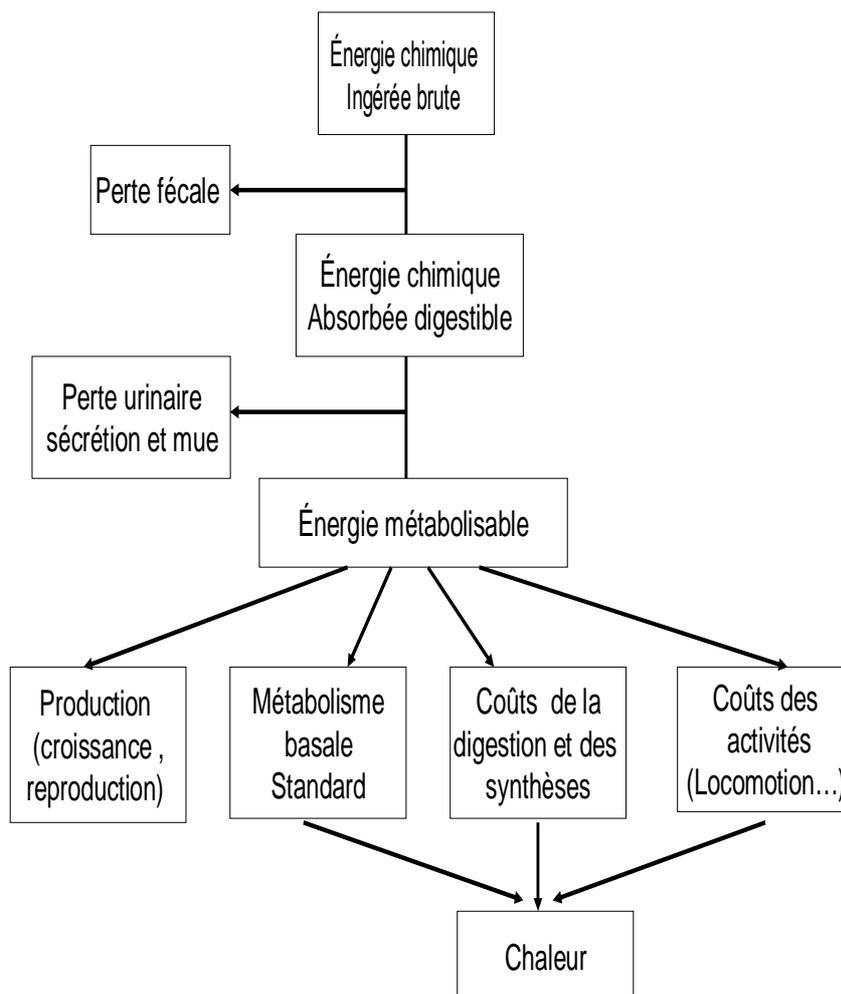


Figure 06 : Devenir de l'énergie chimique intégrée (Convey, 1992).

Lorsque les besoins en énergie sont importants, par exemple en période de reproduction ou à la suite d'un stress, ces réserves énergétiques sont mobilisées. En cas de stress sévère, les protéines peuvent aussi être utilisées comme source d'énergie; ce phénomène s'opère cependant au détriment de leur rôle structural ou fonctionnel puisque ces biomolécules ne sont pas synthétisées et stockées dans le but de fournir de l'énergie (Le gal *et al*, 1997).

Il existe plusieurs solutions pour remplacer la lutte chimique. La lutte biologique est une approche qui semble rallier de plus en plus de producteur et de recherche scientifiques. Elle est basée sur les concepts

écologiques, bien que la lutte biologique soit une solution relativement ancienne, récemment, de nombreuses études ont établi les bases indispensables à la mise en place de ce concept. Il est intéressant de noter que l'évolution de la lutte biologique suit de près celle de l'écologie. Toutes ces possibilités, de même que celles qui restent à découvrir pour faire face à nos besoins, sont cependant directement dépendantes du maintien de la biodiversité et de ses dynamiques d'évolution (Vincent et coderre, 1992).

Selon Cloutier et Fravel (Cloutier, 1986, Fravel, 2005), la lutte biologique considérée dans ce sens strict comme l'utilisation d'organismes vivant pour en contrôlant d'autre dits nuisibles. Ce concept fait également référence à toute modification de l'environnement, dans le respect des règles écologiques de stabilité et d'équilibre, qui mène au maintien des organismes nuisibles sous un seuil économique. La lutte biologique plus précisément, c'est l'exploitation délibérée des organismes vivants ou de produits dérivée d'organisme vivants, dans le but de faire répression d'organisme nuisible. Le terme répression signifie une intervention reposant sur l'action directe d'un agent biocide et donc capable de causer la mort des individus.

II.5 Evaluation du stress et notion du biomarqueur:

Depuis une trentaine d'années, les progrès de la biologie cellulaire ont permis une identification des mécanismes moléculaires de l'action toxique. Ces connaissances fondamentales ont ouvert la possibilité de forger de nouveaux outils d'évaluations et de surveillance basés sur les cascades d'événements moléculaires induits par l'exposition d'organismes vivants à des xénobiotiques (NARBONNE J.-F., 2000, Margand A., 2001, CHAMPEAU O., 2005

Les organismes peuvent mettre en place des systèmes de défense qui leur permettent de tolérer le stress chimique engendré par les polluants bioaccumulés (**Durou C., et al ., 2006**). Une fois les processus de défense

(biomarqueurs d'exposition) dépassés, l'organisme va subir des altérations pathologiques. Ces altérations des grandes fonctions peuvent servir de base pour la sélection des biomarqueurs d'effets (**Champeau**, 2005 ; **Vasseur, et al**, 2008)

II.5.1 Biomarqueurs de stress

Grâce au développement de la toxicologie moléculaire, à partir des années soixante dix, des effets moléculaires biochimiques cellulaires, physiologiques ou comportementales relativement sensibles et spécifiques ont pu être mis en évidence chez des espèces ayant un intérêt écotoxicologique tels que les oiseaux, les poissons ou les mollusques (**Narbonne J.-F.**, 2000 ; **McFarland V.A., et al .**, 1999 ; **Narbonne J.-F., et al .**, 1999, **Köhler A., Wahl E. et Soffkor K.**, 2002), et chez les invertébrés terrestres comme les vers de terre et les collemboles (**Cajaraville M.P., et al.**, 1995). Dans les années quatre-vingt, la notion de biomarqueurs prend forme (**Labrot F., et al.**, 1996, **Cossu C., et al.**, 1997, **Lorgue G. et Grolleau G.**, 1995).

En 1989, les biomarqueurs ont trouvé leur définition: « Ils représentent la réponse biologique initiale des organismes face à des perturbations ou des contaminations du milieu dans lequel ils vivent » comme étant des variations biochimiques, physiologiques, histologiques ou morphologiques, mesurées chez des organismes exposés à des conditions de stress liées à la présence de substances chimiques dans l'environnement (**Huggett R., et al .**, 1992, **Stegeman J.J., et al .**, 1992, **Champeau O.**, 2005).

Selon **Buchelle T.D.** et **Fent K** (1995), il existe différents biomarqueurs tels que les biomarqueurs hormonaux et les biomarqueurs de l'activité enzymatique de protéines de stress dont le plus répandu est le cytochrome P450 monooxygénase. Ces divers paramètres cellulaires peuvent être mesurés lorsqu'une réaction de stress se produit (au niveau cellulaire).

II.5.2. Intérêts des biomarqueurs

L'approche « biomarqueur » peut être illustrée par une relation entre l'état de santé d'un organisme et sa réponse à des concentrations croissantes de contaminants dans son environnement (**Kammenga J.E., et al ., 2000**).

L'étude des marqueurs biologiques de pollution permet de détecter de manière précoce, au niveau cellulaire, l'impact des polluants sur les organismes, afin de prévenir une éventuelle détérioration des écosystèmes (**Narbonne J.-F. et Michel X., 1993**).

Cependant, c'est un outil qui doit être manipulé avec précaution car il nécessite une parfaite connaissance des facteurs biotiques et abiotiques du milieu ainsi que les fluctuations naturelles du biomarqueur lui-même. Ces connaissances permettent de se préserver d'une confusion possible entre les variations naturelles et les perturbations causées par les xénobiotiques (**Brull, et al 2009**).

Les effets toxiques se manifestent par l'interaction du xénobiotique avec des molécules endogènes, puis par une atteinte à l'intégrité de la cellule, du tissu, de l'organisme et enfin de la population et de l'écosystème. Différents biomarqueurs peuvent être utilisés tout au long de ce continuum pour évaluer l'état de santé des organismes. Le développement de leur utilisation comme outil de surveillance et d'évaluation de l'environnement est étroitement lié à la connaissance des mécanismes moléculaires des processus toxiques chez différentes espèces, animales ou végétales, appartenant aux différents écosystèmes (**Champeau, 2005**).

II.5.3 Différents type de biomarqueurs

Les travaux réalisés en laboratoire ont permis de classer les biomarqueurs suivant la spécificité de leur réponse à certaines molécules (**Narbonne J.-F., et al ., 1999**). Classiquement, les auteurs distinguent les

biomarqueurs d'exposition, d'effets et de sensibilité/susceptibilité (**Lagadic et al**, 1997 ; **Kammenga et al**, 2000) selon les événements toxicologiques.

Selon **Durou et al** (2006), en fonction de ce qu'ils indiquent, les biomarqueurs sont classés en trois catégories principales:

- 1- **les biomarqueurs d'exposition**, sont généralement caractérisés par leur réponse précoce et leur spécificité de réaction, qui indiquent la présence dans l'organisme d'un ou plusieurs polluants. Un biomarqueur d'exposition peut être considéré comme une réponse biologique à des interactions entre un type de polluant et une cellule ou une molécule cible à l'intérieur de l'organisme, sans que cette réponse n'ait pour autant de répercussions néfastes sur l'état de santé de l'individu.
- 2- **Les biomarqueurs d'effet**, correspondent à une altération biologique qui, en fonction de l'intensité de la réponse, peut être associée à une altération possible de l'état physiologique de l'individu. Comme des effets sur la croissance ou sur le succès reproducteur. Il révèle l'action des contaminants par la mesure de paramètres biologiques. Ces derniers sont très nombreux et variés suivant le niveau biologique considéré (biochimique, cellulaire, physiologique,...). Contrairement aux biomarqueurs d'exposition, ils ne sont pas spécifiques d'un polluant mais intègrent plutôt tous les types de toxicités complexes.
- 3- **Les biomarqueurs de sensibilité individuelle**, indiquent l'existence d'une sensibilité différente à certains toxiques dans une partie de la population. Ces biomarqueurs utilisent la mise en évidence de caractères de résistance d'origine génétique des organismes à certains contaminants, comme la synthèse d'enzymes moins sensibles ou une augmentation du pouvoir de détoxification (résistance des insectes aux pesticides)

Des biomarqueurs biochimiques et cellulaires ont été étudiés chez les organismes marins, et particulièrement chez les poissons (**Lemaire P., et al ., 1992**), les mollusques bivalves (**Cajaraville M.P., et al., 1995**), rats [], les vers de terre (**Lemaire, et al /., 1992**) et les collemboles (**Son, et al, 2007**).

II.5.4. Les réserves énergétiques en tant que biomarqueurs

Les organismes mettent en place différents moyens de lutte face à un xénobiotique (état de stress), tels que l'élimination par des enzymes de biotransformation ou l'excrétion (**Molvan, et Goksoyr, 1993**). Toutes ces réponses coûtent à l'organisme de l'énergie et en d'autres termes des ressources métaboliques (figure 07).

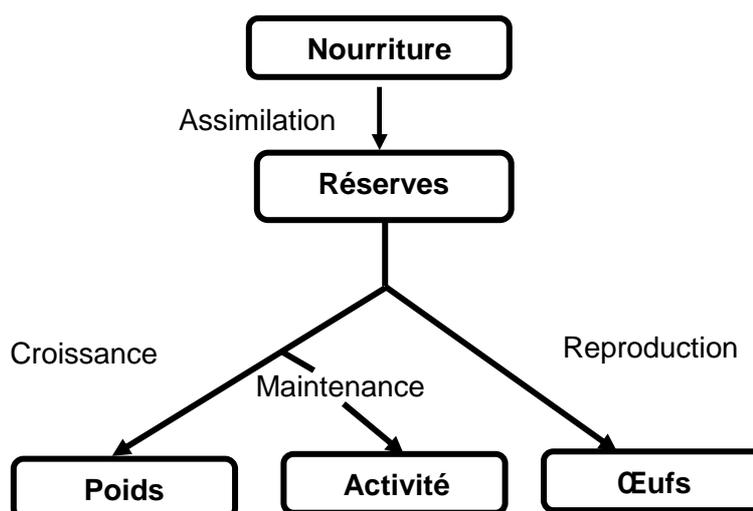


Figure 07: représentation schématique de la répartition de l'énergie dans la théorie (Kooijman S.A.L.M., 2000).

Les paramètres métaboliques ont été choisis pour leur implication dans les réponses à un stress chimique (**Buet A., et al ., 1998**). Les substrats énergétiques subissent de forts remaniements en fonction de la saison et du cycle de reproduction (**Teh, Adams, et Hinton, 1997**).

LE Gal et al (1997), ont mentionné que, chez les animaux, les principales formes de stockage de l'énergie sont représentées par les lipides et le glycogène, à la suite d'un stress ce phénomène s'opère cependant au détriment de leur rôle structural ou fonctionnel puisque ces biomolécules ne sont pas synthétisées et stockées dans le but de fournir de l'énergie.

Les lipides sont des produits complexes ayant un rôle énergétique, structural et fonctionnel (Jammes, 2007). Ils jouent un rôle important comme réserves énergétiques chez de nombreux groupes d'animaux, incluant les arthropodes en général (**Gilberl** et O'connor, 1970) et spécialement les insectes , pour lesquels ils sont d'une importance vitale (Gilbertl, 1967). La quantité de lipides disponible pour les réserves semble être le résultat d'une balance entre la prise de nourriture et les demandes de réserves par des processus tels que la reproduction, la maintenance et la croissance (Convey , 1992) (figure 08).

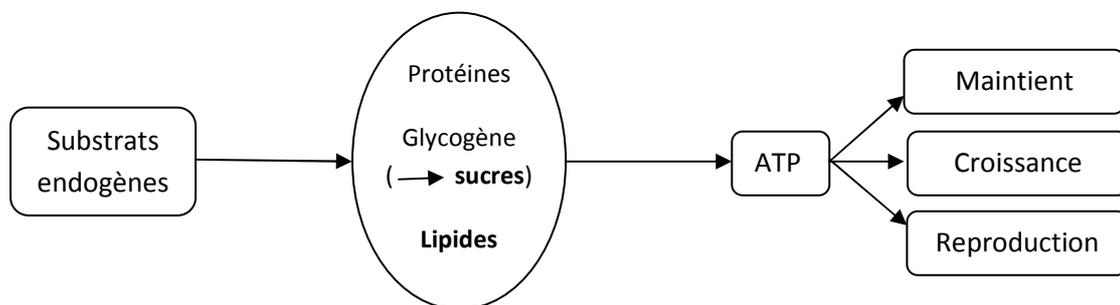


Figure 08: flux des réserves énergétiques (assimilation par la nourriture et mobilisation lors des besoins énergétiques) (Le gal Y., et al., 1999).

Le site principal de réserve pour les lipides (triglycérides : 90% lipides neutres) chez les insectes est le corps gras (**Gilberl**, et O'connor, 1970). On peut considérer les triglycérides comme une source d'énergie secondaire puisqu'ils doivent être hydrolysés avant que l'énergie ne soit disponible pour la cellule (**Gilberl**, 1967).

D'autres biomarqueurs sont représentés par les réserves glucidiques qui varient en accord avec les différentes étapes de développement. Elles augmentent pendant les périodes de repos et diminuent pendant les périodes de croissance. Pendant les différentes étapes de développement, le catabolisme du sucre peut être affecté via la voie de glycolyse classique ou la voie des pentoses phosphates (**L'hélias**, 1970)

Martine (2006), estime que l'adaptation des animaux aux variations environnementales, permettront de mieux comprendre les mécanismes globaux parallèles qui influencent la distribution actuelle et l'évolution de ce groupe selon les niches microclimatiques.

PARTIE II :

MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE III

MATÉRIEL ET MÉTHODES

III.1 Introduction

Dans le domaine de l'agriculture, Les pesticides sont introduits volontairement dans le milieu en vue d'une action positive visant à protéger les cultures vis à vis des maladies, des ravageurs ou de la concurrence des mauvaises herbes. Cependant, les produits phytosanitaires peuvent être potentiellement toxiques pour des organismes non cibles (végétaux ou animaux). Il convient donc de s'interroger sur leur devenir après leur application sur l'environnement et d'évaluer les risques de contamination des ressources naturelles (Auberto, et al, 2005).

Dans ce sens les options alternatives aux produits chimiques notamment, la lutte biologique par utilisation de bio-pesticides à base de substances naturelles et de micro-organismes, l'utilisation de prédateurs et de parasitoïdes peuvent diminuer les préoccupations mondiale majeure quant à la protection de l'environnement.

III.2 Objectif

Les biopesticides sont recherchés pour assurer une protection efficace de la production agricole d'une part, et d'autre part, contribuer à une gestion durable de l'environnement. Dans cette optique, l'utilisation d'extraits de plantes dotées d'activités insecticides offre une certaine potentialité (Larew, et Locke, 1990).

L'objectif de nos recherches est d'évaluer l'efficacité globale des molécules bioactives dans la gestion durable de la sante végétale. Il s'agit de vérifier les réponses structurales des ravageurs aux différents régimes de stress (Application biologique et chimique)

III.3 Présentation de la région d'étude

III.3.1 Présentation de la région de Mitidja

III.3.1.1 Situation géographique

La Mitidja est une vaste plaine littorale étroite du Nord. Elle s'étend sur une longueur de 100 kilomètres et une largeur de 5 et 20 kilomètres, elle couvre une superficie de 150 000 ha. Elle correspond à une dépression allongée d'Ouest en Est. Elle est limitée à l'Ouest par l'Oued NADOR et à l'Est par l'Oued BOUDOUAOU et bordée par deux zones élevées : le Sahel au Nord et l'Atlas au Sud (figure 09) (Loucif, et Bonafonte, 1977).

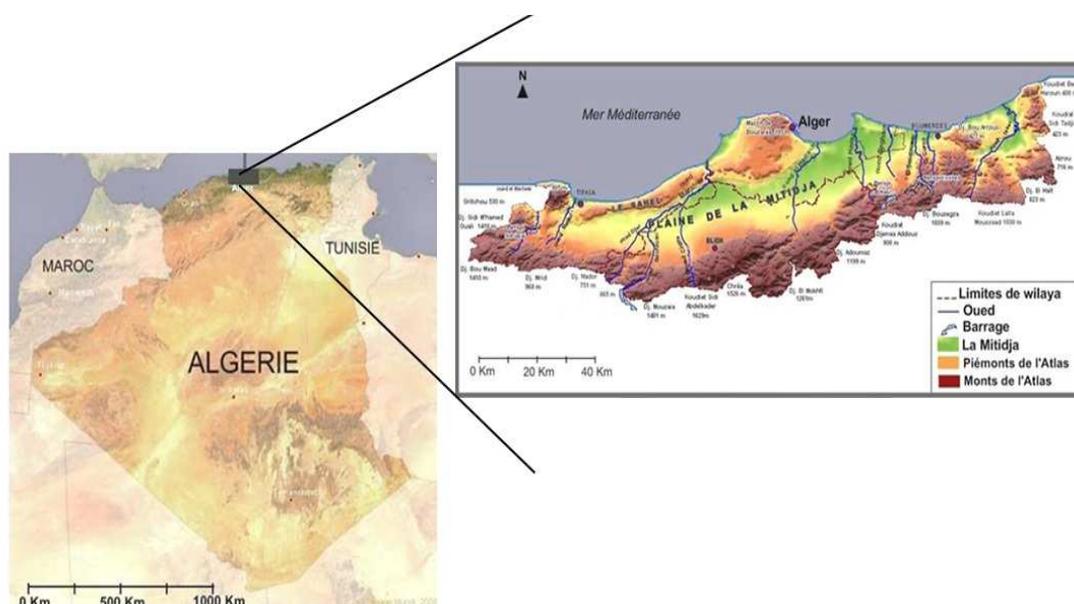


Figure 09: Localisation géographique de la plaine de la Mitidja.

Echelle: 1/500 000

Source support: Googleearth

La Mitidja se situe à une latitude Nord moyenne de 36 à 48° et une altitude moyenne de 30 et 50 mètres (Loucif, et Bonafonte, 1977). La plaine ne s'ouvre que sur quelques kilomètres sur la mer Méditerranée.

Le climat est de type méditerranéen à tendance continentale (étage humide à hiver frais), favorable à l'activité agricole avec une pluviométrie majoritairement hivernales et printanières, sont caractérisées par une grande

irrégularité inter annuelle et inter-mensuelle avec une moyenne de 660 mm/an et une évapotranspiration (ETP) moyenne de l'ordre de 1 400 mm/an. Toutefois, on observe un climat qui tend de plus en plus à l'aridité : depuis 30 ans, la zone n'a connu que huit années humides (Imache, et al/2006).

III.3.1.2 Bioclimat des régions d'étude

L'Algérie est un pays soumis à l'influence conjuguée de la mer, du relief et de l'altitude. Le climat est de type méditerranéen extra-tropical tempéré. Il est caractérisé par une longue période de sécheresse estivale variant de 3 à 4 mois sur le littoral, de 5 à 6 mois au niveau des Hautes Plaines, et supérieure à 6 mois au niveau de l'Atlas Saharien (Allal-Benfekih, 2006).

III.3.1. 2.1 La pluviosité

Les précipitations accusent une grande variabilité mensuelle et surtout annuelle. (Djellouli, 1990), attribue cette variabilité à l'existence d'un gradient longitudinal et un gradient latitudinal. En effet, la pluviosité augmente d'ouest en est en raison de deux phénomènes. A l'ouest, la Sierra Nevada espagnole et l'Atlas marocain agissent comme un écran et éliminent ainsi l'influence de l'Océan Atlantique. A l'est, les précipitations sont plus fortes à cause des perturbations pluvieuses au nord de la Tunisie.

III.3.1.2. 2 Les températures

La moyenne des températures minimales (m) du mois le plus froid est comprise entre 0 et 9 °C dans les régions littorales et entre - 2 et + 4 °C dans les régions semi-arides et arides. En hiver, les Hauts Plateaux steppiques sont plus froids que l'Atlas Tellien, le littoral et le Sahara. Le mois de janvier est le plus froid de l'année. Il est à noter la grande amplitude de variation de la température (8,7°C) en allant du nord au sud.

En été, les températures restent assez voisines. La moyenne des températures maximales (M) du mois le plus chaud varie avec la

continentalité (Allal–Benfekih, 2006). Elle est de 28°C à 31°C sur le littoral, de 33°C à 38 °C dans les Hautes Plaines steppiques, et supérieure à 40°C dans les régions sahariennes. On peut dire qu'en été le climat de l'Atlas Tellien ne se différencie pas fortement de celui des Hauts Plateaux. En été et en hiver, le littoral jouit de l'effet adoucissant de la mer, mais cet effet s'estompe dès que l'on pénètre de quelques kilomètres à l'intérieur des terres

III.3.1.2. 3 Les vents la grêle la gelée

Le vent a un effet très important sur la vie agricole ils soufflent toute la saison, avec cependant une légère prédominance printanière et estivale, il dur rarement plusieurs jours de suite, ce qui l'empêche pas d'être très contraignant. C'est un facteur de réduction des récoltes qui est très important, notamment lorsque il souffle au moment de la floraison des arbres fruitiers ou à la nouaison de fruit.

Les grêles sont hivernales particulièrement au mois de novembre, janvier, mars avec une durée variable, l'abaissement de la température au dessous de 0°C à la suite duquel, l'eau se prend en glace. Elles sont fréquemment signalées en hiver, elles causent de graves dommages sur les feuilles des jeunes rameaux et les poussent donnant un aspect de brûlures (Mutin, 1977).

III.3.2 Climatologie des régions d'étude

III.3.2.1 Étage bioclimatique (Climagramme d'EMBERGER)

L'indice d'EMBERGER permet la caractérisation des climats et leurs classifications dans les différents étages bioclimatiques. Cet indice est calculé par le biais du coefficient pluviométrique adopté par STEWART, dont l'équation et comme suite (Stewart, 1969).

$$Q_2 = 3,43 [(P/M-m)]$$

p : pluviométrie annuelle (mm).

M : Moyennes des températures maximales du mois le plus chaud.

m : Moyennes des températures minimales du mois le plus froid.

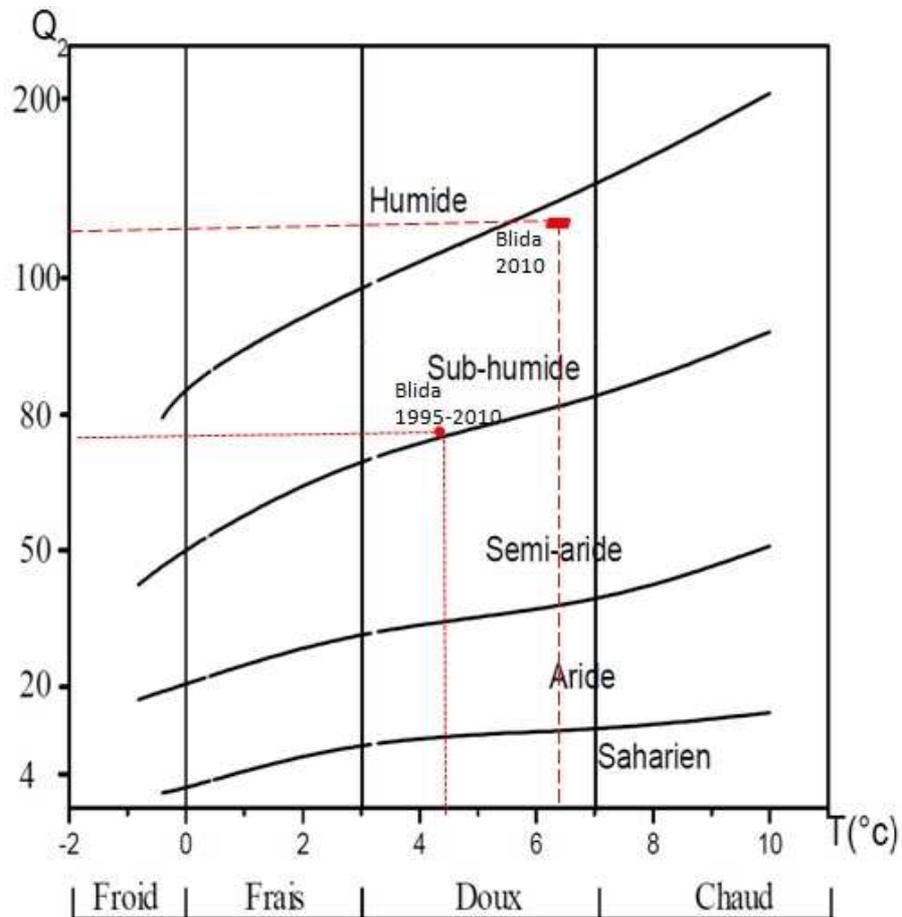


Figure 10: Localisation de la région de Blida «Soumâa » dans le Climagramme d'Emberger.

La valeur de coefficient pluviométrique Q_2 fixée en ordonnée alors que la température moyenne minimale du mois les plus froids fixés en abscisse, donne la localisation de la région d'étude dans le Climagramme. La région de Soumâa donc bénéficie d'un climat méditerranéen située dans l'étage bioclimatique sub-humide; à hiver doux confirmé par le calcul du quotient pluviométrique d'Emberger Q_2 , ($Q_2=70,34$) pour les quinze ans de 1995-2010 et ($Q_2=135,14$) pour l'année 2010 (Figure 10).

III.3.2.2 synthèse climatique

Nous relatons pour la localité d'étude les principaux paramètres climatiques que nous avons pu synthétiser d'après l'Agence National des Ressources Hydrauliques de Soumâa.

Bagnouls et Gaussien (1953), Dajoz (1985), définissent le mois sec lorsque la somme des précipitations moyennes exprimées en (mm) est inférieure au double de la température de ce mois ($P/2T$). Ils ont proposé un diagramme où on juxtapose les précipitations et les températures. Lorsque la courbe des précipitations rencontre celle des températures et passe en dessous de cette dernière, nous avons une période sèche.

Le diagramme Ombrothermique de (1995 à 2010) (figure 11), montre deux périodes fondamentales: l'une humide de sept mois s'étalant de janvier à avril puis de octobre à décembre, l'autre sèche d'un interval de cinq mois de mai à septembre. Alors que pendant l'année d'étude 2010 (figure 12), on peut constater une période de sécheresse de cinq mois entre mai et septembre. et une autre saison froide et humide caractérisée par une pluviosité élevée, s'étalant d'octobre à avril.

Sur le plan thermique, Les mois les plus froids sont janvier et février avec des températures moyennes minimales respectives de 4,49 °C et 4,48 °C, et une température moyenne maximale de 20,31 °C et 22,56 °C, tandis que les mois les plus chauds sont juillet et août avec des températures moyennes maximales respectives de 37,2°C et 37,00°C et de 20,54°C suivie de 22.01 °C comme température moyenne minimales (Tableau 01) (Figure 11).

A Soumâa, les précipitations sont caractérisées par une grande variabilité en fonction des années, et aussi en fonction des mois de la même année. Ainsi avec 107,4 mm le mois de décembre est le plus humide alors que, le mois de juillet s'érige comme étant le plus sec avec seulement 2,69 mm en moyenne (Tableau 01) (Figure 11)

Tableau 01: Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie à Soumâa (période 1995-2010)

Moi	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
T_{min}	4.49	4.4	5.2	8.8	11.07	17.07	20.54	22.01	16.53	13.53	8.23	5.18
T_{max}	20.3	22.5	26.1	27.3	31.99	36.20	37.2	37.00	34.66	32.05	25.73	21.40
T_{moy}	12.4	12.4	15.5	16.1	21.42	25.74	28.53	29.34	25.08	21.92	16.25	13.20
P (mm)	87.7	62.9	68.0	73.2	63.84	3.62	2.69	7.24	37.16	54.32	102.5	107.4
E (mm)	65.0	68.6	89.9	114.4	157.2	178.0	199.5	189.1	115.3	95.35	91.69	66.34
V (Km/h)	3.42	3.4	3.9	3.3	3.07	3.44	3.28	3.58	3.39	2.83	3.45	3.41

Pour l'année 2010, le diagramme Ombrothermique montre une variation assez marquée l'installation d'une saison froide et humide d'Octobre à Avril et une saison chaude et sèche de Mai à Septembre (Tableau 02) (Figure 12). A Soumâa la répartition des précipitations est irrégulière au cours de toute l'année, la campagne d'étude 2010 est caractérisée par un volume des précipitations de 122,8 mm au Mars, qui est le mois le plus humide. Par ailleurs le mois le plus froid est Décembre avec une température moyenne de 11°C alors que la température la plus chaude est celle de mois juillet avec 33,2°C.

Tableau 02 : Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie à Soumâa de l'année 2010

Moi	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
T_{moy}	12,3	13,8	14,4	14,17	24,05	27,11	33,2	30	22,5	19,6	13,5	11
P (mm)	67,2	92,1	122,8	99,32	27,84	1,6	3,2	1,6	11	118	114,7	97,2

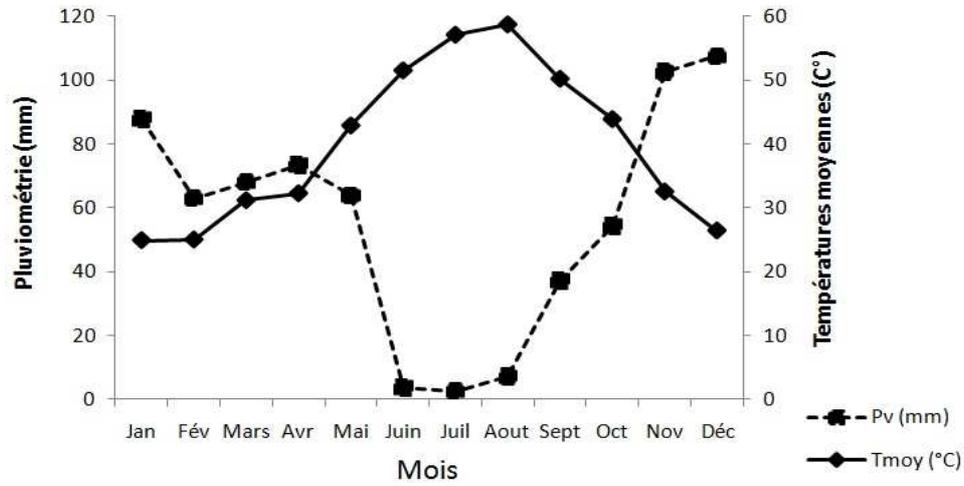


Figure 11 : Diagramme Ombrothermiques de la région de SOUMAA (période 1995-2010)

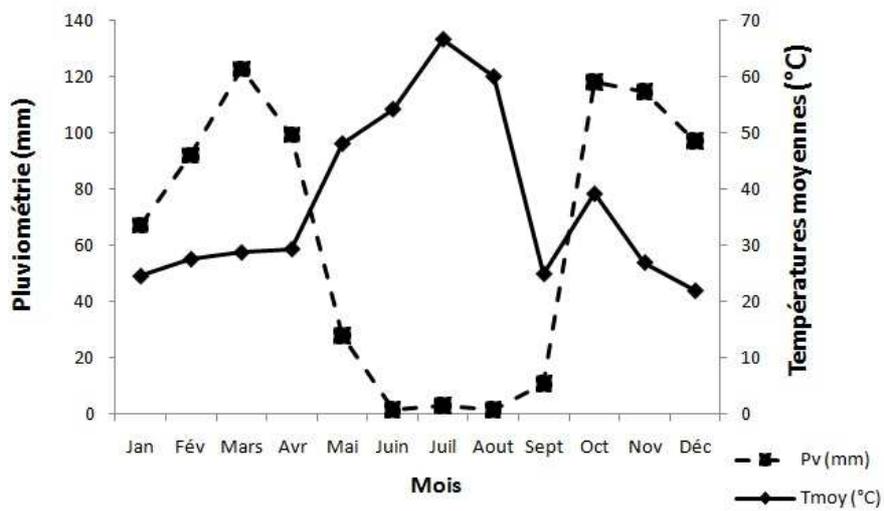


Figure 12 : Diagramme Ombrothermiques de la région de Soumâa de l'Année 2010.

III. 3.3 Présentation du site d'étude

Notre travail expérimental a été réalisé au niveau de deux résidences universitaire de l'Université SAAD DAHLEB de Blida sur des essences d'alignement de *Populus nigra* âgées de 5 à 8 ans. Le premier site est la résidence universitaire 4 distante d'environ 0,78 Km du campus Agronomique de l'Université de Blida, elle a été retenue pour la réalisation des traitements biologiques. Tandis que pour le deuxième site, nous avons retenu la résidence universitaire 7, distante d'environ 1,41Km du campus Agronomique, elle a été retenue pour les applications phytosanitaires. Le témoin a été retenu au niveau chaque site (Figure 13).

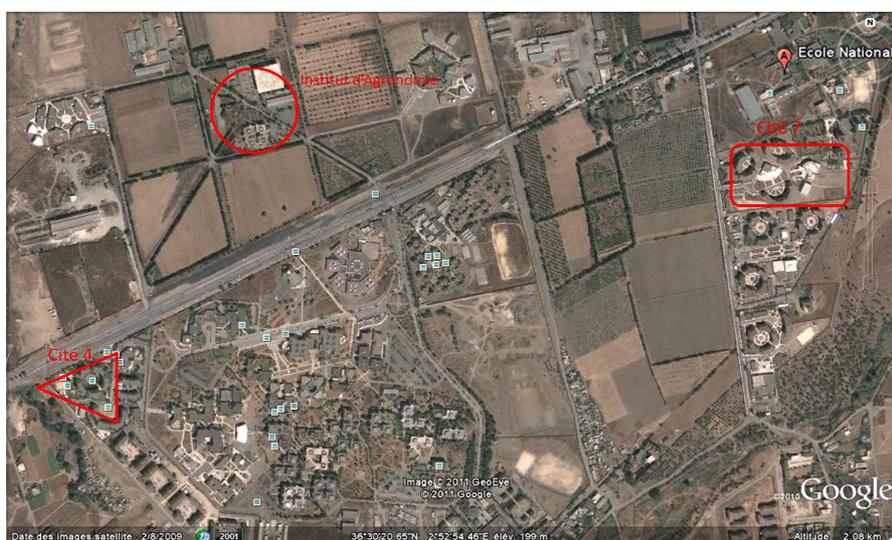


Figure 13 : Présentation des sites d'études

Source support : Google Earth, 2011

III.4 Matériel d'étude

III.4.1 Matériel biologique

III.4.1.1 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé au cours de notre expérimentation appartient à une essence forestière arbustive *Populus nigra* et une espèce herbacée spontanée *Erchifildia viscosa*.

Le matériel végétal qui a été retenu pour l'étude de l'efficacité comparée des biocides inertes et des traitements phytosanitaires c'est limité à une plante spontanée fréquente en région méditerranéenne, où elle fleurit à la fin de l'été et au début de l'automne. Il s'agit d' *Erchifildia viscosa* (Asteraceae). Les spécimens ont été récoltés durant la période de floraison automnale au niveau de trois régions distinctes soumises à des conditions géo-stationnelles différentes à savoir:

- Bouismail, zone côtière distante de 1 km de la mer, située à 30 m d'altitude;
- Soumâa, zone sublittorale, distante de 20 km de la mer, située à 250 m d'altitude;
- Chréa, zone montagneuse, distante de 32 km de la mer, située à 980 m d'altitude;

III.4.1.2 Matériel animal

Le matériel biologique destiné à l'évaluation de l'efficacité des traitements biologiques et chimiques c'est limité aux différents individus de *Chaitophorus leucomelas* (Aphididae, Homoptera) évoluant sur les feuilles sénescents de *P. nigra*. Les prélèvements ont été réalisés durant la période auto-hivernale (Octobre, novembre et décembre). Le matériel animal échantillonné, après estimation des taux des vivants et des morts, les femelles vivantes sont pesées et déposées dans des tubes d'éppendorf de 1,5 ml, puis conservés à -20°C pour un éventuel dosage des réserves énergétiques.



Figure 14: Les différents phénotypes de *Chaitophorus leucomelas* (G x20) (Originale, 2011).

a: femelle sexupare, b: male adulte sexué, c: Colonies de larves de sexués

III.3.2 Produit phytosanitaire

Les individus de *C. leucomelas* ont été soumis à trois matières actives (Thiamethoxam / Lambdacyhalothrine, Thiamethoxam et enfin le Diafenthiuron)

Le Thiamethoxam , de formule brut chimique $C_8H_{10}ClN_5O_3$, fait partie de la famille des néonicotinoïdes ; sa solubilité dans l'eau est de 4,1 g.L à 20°C et sa température de fusion est de 139,1°C.

La Lambdacyhalothrine, de formule brute chimique $C_{23}H_{19}ClF_3NO_3$, fait partie de la famille des pyréthriinoïdes non solubilité dans l'eau et sa température de fusion est de 49.2°C. Le mélange Thi amethoxam et Lambdacyhalothrine est doté de trois modes d'action (contact, ingestion et systémie), en bloquant la perméabilité membranaire et l'ouverture des canaux sodiques.

Deux doses d'application ont été arrêtées à savoir la dose homologuée (4ml/l) et la demi-dose (2 ml/l).

Des peupliers où les populations de *C. leucomelas* sont exposées à un traitement à base d'une seule matière active: le Thiamethoxam. (250g/kg), de formulation en granulés, avec la dose d'application de 0,2 g/l. Très soluble, et antagoniste de l'acétylcholine, cette matière percole dans la feuille et est transportée par la sève dans tous les organes de la plante où elle peut affecter les insectes par ingestion ou encore par systémie et contact.

Et enfin le Diafenthuron (200 g/l) sous forme de suspension concentrée, fait partie de la classe chimiques Thiourea; sa formule brute chimique est C₂₃ H₃₂ N₂ O₈; il est dispersal dans l'eau et doté d'un point de fusion élevé de 144,6°C à 147,7°C; sa solubilité à 25 °C dans: l'acétone 320 g/l, l'éthanol 43 g/l, n-hexane 9,6 g/l, n-Octanol 26 g/l, le toluène 330 g/l. Le Diafenthuron agit par contact, ingestion; il a une action lente translaminaire.

Le bloc témoin a englobé des populations de *C. leucomelas* ayant subi une pulvérisation à l'eau courante. Le suivi des populations a été réalisé à travers les prélèvements effectués au niveau des autres blocs traités et du bloc témoin

III.5 Méthodologie du travail

A partir du matériel biologique arrêté nous avons essayé d'évaluer l'efficacité globale des extraits aqueux d'*Erchfildia viscosa* (Astéracées) sur les populations de *Chaitophorus leucomelas* . Pour ce faire, l'effet comparé des extraits aqueux des plantes entières et des différents compartiments ont été évalué selon l'origine des spécimens. De plus l'effet comparé des extraits aqueux avec les produits de synthèse

III.6 Préparations des extraits aqueux

Une plante a été sélectionnée pour l'étude, il s'agit d'*Erchfildia viscosa*. Cette espèce vit à l'état spontané sous forme libre et parfois en petits peuplement accompagnant.

Le matériel végétal collecté est mis en sacs en plastique étiqueté (date et lieu du prélèvement), un pré lavage des spécimens est effectué à l'eau courante pour l'élimination des débris.

Par la suite une opération de séparation des parties aériennes (feuilles et tige) et des parties souterraine (racine), également on laisse des plantes entières.

Les compartiments et les plantes ont été étalés sur du papier et laisser sécher à l'air libre, à l'abri de la lumière et de l'humidité et à la température ambiante. Après l'opération de séchage, les échantillons sont compressée dans un mortier manuelle puis subit un broyage afin d'obtenir une poudre plus ou moins fine à l'aide d'un mixeur électrique. La poudre obtenue est récupérer et conserver dans des bouteilles stériles dans les conditions de laboratoire jusqu'au moment de l'extraction. Une macération aqueuse a été effectuée sur 20 g de poudre de chaque partie avec 250ml d'eau distillé stérile, dans des flacons hermétiques et stériles, sous agitateur horizontal pendant 72h à la température ambiante du laboratoire pour faire libérer et extraire les particules actives existantes chez le matériel végétale à étudier . Au total, nous avons eu 13 flacons. Après 72h, les homogénats ont été filtrés d'abord à l'aide de compresses stériles, puis pas le biais du papier wattman (n°1). Ensuite, les solutions obtenues sont filtrés grâce à un dispositif millipore (Djellout, H., 2009, De Souza, C., Koumaglo, K., Gbeassor, M., 1995).

Les extraits bruts ont été ensuite préservés aseptiquement dans des bouteilles de Roux stériles de 25cm³ (Costar (cell culture Flask)), entourées par du papier aluminium afin de d'évite toute dégradation des molécules par la lumière puis conservé dans le réfrigérateur pour une utilisation ultérieure.

A partir des ces extraits aqueux obtenus après ultrafiltration, que nous avons préparé la gamme des concentrations pour l'estimation de l'efficacité

insecticides vis-à-vis les compartiments de l'environnement (ravageur, plante, groupe fonctionnel). Nous avons choisi à évalué la toxicité des plantes entières d'*Erchfildia viscosa* et ces compartiments :

Extrait aqueux pur d'*Erchfildia viscosa* de différentes régions.

Extrait aqueux pur des différents compartiments d'*E. viscosa*.

III.7 Dispositif expérimental et application des traitements

Deux stations ont été choisies pour réaliser cette étude. Au niveau de chaque station nous avons installé des transects végétaux qui seront considérés comme des blocs expérimentaux.

Les matières actives et les extraits aqueux sont pulvérisés sur la fronde de *Populus nigra* infestées par *C. leucomelas*.

Au niveau de la résidence universitaire 4, nous avons appliqué le traitement biologique à base de la plante spontanée *Erchfildia viscosa* . Les applications ont été répétées trois fois.

Au niveau du bloc traité, le premier transect a subi un traitement biologique à base des extraits aqueux de plante entière d'*Erchfildia viscosa* récoltées de trois régions (Bouismail, Chréa, et Soumâa). Le deuxième transect a subi un traitement biologique à base des extraits aqueux des différents compartiments (feuille, tige et racine) d'*Erchfildia viscosa*. Au niveau du transect qui a été retenu pour témoin, une pulvérisation à l'eau courante a été appliquée. Le suivi des populations a été maintenu pendant 11 jours dés application des extraits aqueux (Figure 15)



Figure 15: Localisation des peuplements retenus pour l'étude et dispositif expérimental des traitements biologique

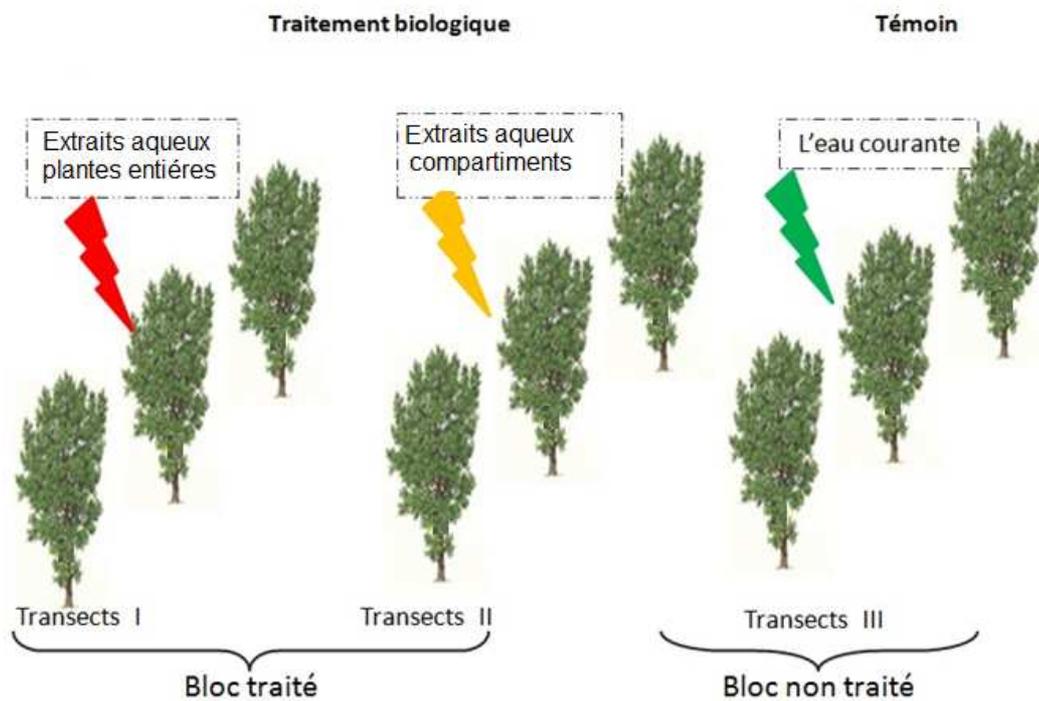


Figure 15: Localisation des peuplements retenus pour l'étude et dispositif expérimental des traitements biologique

Au niveau de la résidence universitaire 7, nous avons appliqué les traitements chimiques (Thiamethoxam/Lambda-cyhalothrine, Thiamethoxam et Diafenthiuron). Les applications ont été répétées trois fois. Le premier transect a subi un traitement à la dose prescrite (4ml/l). Le deuxième transect a subi un traitement à la demi-dose (2ml/l). Au niveau du transect qui a été retenu pour témoin, une pulvérisation à l'eau courante a été appliquée. Le suivi des populations a été maintenu pendant 11 jours dès application du produit. (Figure 16)

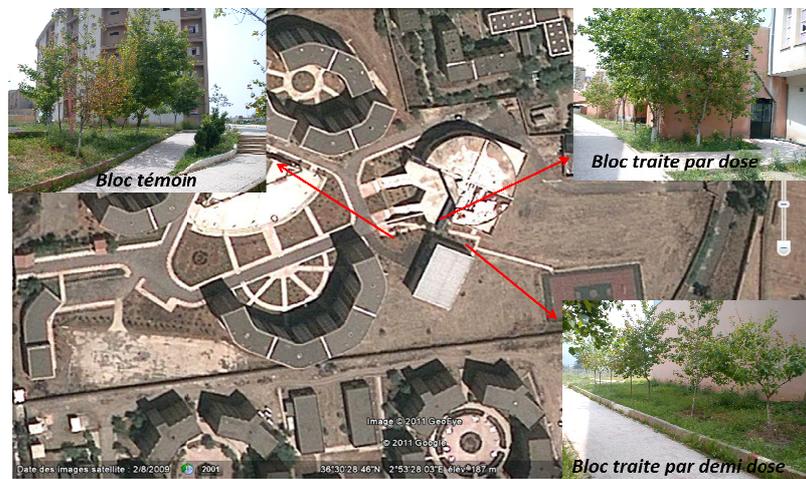


Figure 16: Localisation des peuplements retenus pour l'étude et dispositif expérimental de traitement chimique

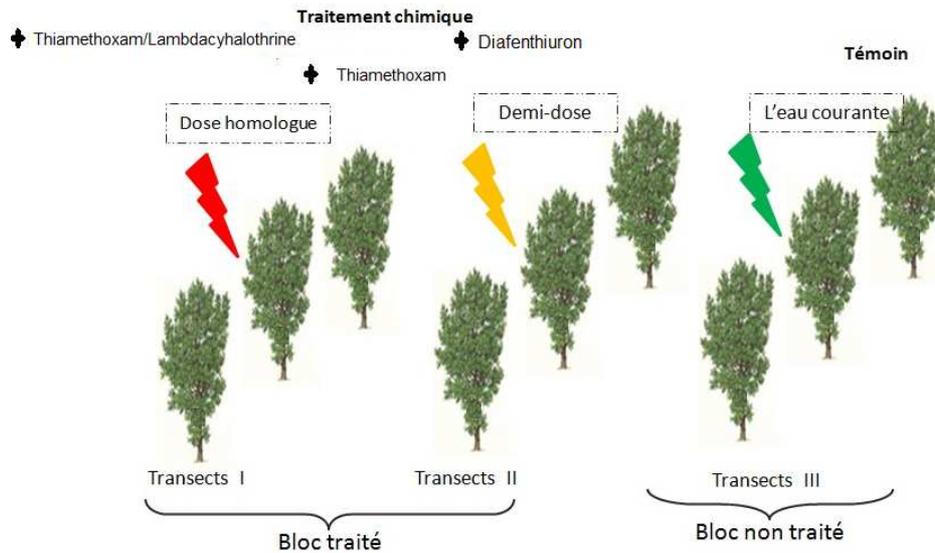


Figure 16: Localisation des peuplements retenus pour l'étude et dispositif expérimental de traitement chimique

III.8 Technique de prélèvements et d'évaluation

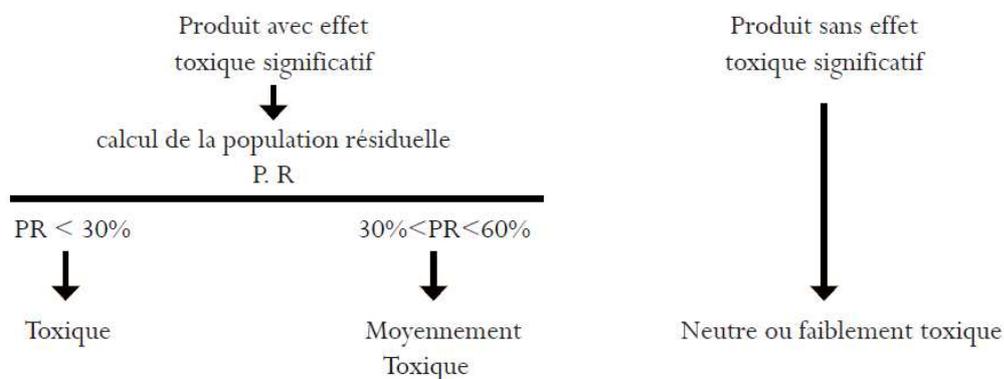
L'échantillonnage a été mené selon la méthode des transects proposé par FRONTIER (1983). A partir des 60 arbres obtenus par les biais des placeaux d'observation, nous avons prélevés trois feuilles de chaque direction cardinale à un intervalle de 10 jours durant la période d'investigation.

Tous les prélèvements et observations ont été réalisés à hauteur d'homme, les feuilles sont placées dans un sac en plastique, pour l'identification des sachets une étiquette sur chacun portant toutes les informations nécessaires (date de prélèvement, N° d'arbre, la direction, N° du bloc, ...etc.) et indispensable, en suite les sachets sont placés dans le réfrigérateur.

III.9 Estimation des populations résiduelles

L'évaluation de l'efficacité des extraits aqueux des plantes spontanées à été comparé à un produit phytosanitaire de synthèse. L'effet répressif a été quantifié sur les populations de *Chaitophorus leucomelas* et sur les

principaux groupes fonctionnels associés. Pour cette finalité nous avons calculé le taux des populations résiduelles selon le Test de DUNNETT (Magali, C., 2009).



$$PR = \frac{\text{Nb de formes mobiles (NFM) par traitement} \times 100}{\text{Nb de formes mobiles par témoin (eau)}}$$

III.10 Estimation des traits de vie biochimique

A partir de la population entomofaunique et de la population aphidiennes échantillonnés, nous avons quantifié les biomarqueurs lipidiques et glucidiques, et ainsi les mesures pondérales sous l'effet des molécules appliquées.

III.10.1 Mesure pondérales

Nous avons identifié et sélectionner les femelle de *Chaitophorus leucomelas* imposé par la période de prélèvement à partir des feuilles échantillonnée de *Populus nigra*.

Les femelles discernées sont pesées et déposées dans des eppendorf de 1,5 ml, ensuite conservées à -20°C pour d'éventuel traitement ultérieur.

III.10.2 Mode d'extraction et de dosage des réserves énergétiques

L'extraction et le dosage des réserves énergétiques (lipides et sucres) ont été réalisés selon les méthodes de Win Decoen (Win Decoen T., 2000) et de Van Brummelen et Suijfzand (Van Brummelen T.C., et Suijfzand S.C., 1993).

III.10.2.1 Extraction et dosage des biomarqueurs lipidiques

L'extraction des lipides a été réalisée selon la méthode de Van Brummelen et Suijzand (Van Brummelen T.C., et Suijzand S.C., 1993). A partir de ravageur *C. leucomelas* et des principaux groupes fonctionnels entomofaunique nous avons quantifiés les réserves lipidiques.

Les lipides étant les macromolécules les plus hydrophobes (caractéristique chimique unique des lipides), ils peuvent être extraits sélectivement au moyen de solvants organiques. Un mélange monophasique 1 : 2 : 0,8 (chloroforme : méthanol : eau bidistillée) est versé dans les tubes contenant les pucerons et est utilisé comme solution d'extraction.

Les tubes sont ensuite mis à centrifuger pendant 5 minutes à (14000 tours/min) pour agiter le tout, puis on rajoute du chloroforme dans chaque tube, ce qui induit la séparation du mélange en deux phases. L'opération de séparation des lipides est répétée à nouveau deux fois avec du chloroforme et ces solutions de chloroforme contenant les lipides sont récupérées et mises en commun, puis séchées sur sulfate de sodium. Les lipides sont récupérés après rinçage du sulfate de sodium avec du chloroforme.

Chaque tube en verre est alors mis à évaporer à sec sous flux d'azote. On rajoute ensuite de l'acide sulfurique dans chaque tube que l'on met à chauffer pendant 10min à 100°C.

On laisse refroidir les échantillons jusqu'à ce qu'ils atteignent la température ambiante, et on rajoute la réactive vanilline dans chaque échantillon. La solution prend alors une couleur rose, et on lit la densité optique à 540nm au bout de 10 minutes.

Un blanc est effectué avec de l'acide sulfurique que l'on fait chauffer et auquel on rajoute la réactive de vanilline (Tableau 03.).

Tableau 03 : Détermination de la courbe standard de cholestérol.

Solution mère (ml)	µg de cholestérol dans le volume pris et mis dans le tube en verre	Concentration du cholestérol (µg/ml) dans la solution finale de 2.8 ml (contenant l'acide sulfurique et la réactive vanilline)	Densité optique moins le blanc, à 540 nm au bout de 10 minutes
5,60	280	100	2,4993
2,80	140	50	1,3265
1,40	70	25	0,7262
0,70	35	12,50	0,3484
0,35	17,50	6,25	0,2106
0,17	8,75	3,12	0,1221

III.10.2.2 Extraction et dosage des glucides

L'extraction des sucres a été réalisée selon la méthode de Win Decoen (Win Decoen T., 2000).

Bien que l'extraction et le dosage des sucres chez les insectes se fassent généralement à partir de l'hémolymphe, dans notre dosage, du fait de la petite taille des pucerons, les sucres sont extraits à partir des insectes dans leur totalité

Les échantillons sont homogénéisés dans de l'eau bidistillée avec un broyeur puis de l'acide trichloroacétique (T.C.A. 15%) est ajouté afin de faire précipiter les protéines. La précipitation est facilitée par une centrifugation pendant 10 minutes à 3000rpm à 4°C.

Le surnageant contenant les sucres est récupéré dans un autre tube eppendorf et le culot est redissous dans une solution de T.C.A. 5%; Les échantillons sont à nouveau centrifugés pour précipiter les protéines restantes, et le surnageant en résultant est ajouté au surnageant précédent.

250 µl de solution contenant les surnageants sont versés dans un tube eppendorf; auquel sont ajoutés rapidement 250 µl de phénol 5% et 1 ml de H₂SO₄

Le mélange est déposé dans un puits d'une microplaque à la lumière et la température ambiante. L'adsorption des échantillons est mesurée après 30 minutes à 490 nm.

On procède de la même manière pour le blanc.

Les densités optiques ainsi obtenues permettent ensuite de calculer la concentration initiale de sucres contenus dans les échantillons au moyen d'une courbe standard effectuée avec du glucose à des concentrations connues (0,5mg/ml -5mg de glucose dans 10ml d'eau distillée-, effectuer une série de dilutions afin d'obtenir les concentrations suivantes de glucose : 0.5, 0.25, 0.12, 0.062, 0.031, 0.016 et 0.0078 mg/ml).

III.11 Analyses statistiques

III.11.1 Analyses de variance (SYSTAT vers. 12, SPSS 2009)

Lorsque le problème est de savoir si la moyenne d'une variable quantitative varie significativement selon les conditions (classes de précipitations, classes d'altitude, type de végétation, présence-absence de mauvaises herbes, etc...), il est préconisé de réaliser une analyse de variance. Dans les conditions paramétriques (ANOVA pour *ANalysis Of VAriance*), la distribution de la variable quantitative doit être normale. Dans certains cas, une transformation logarithmique a été nécessaire afin de normaliser cette distribution. Lorsque plus de 2 modalités interviennent par facteur, nous avons appliqué en outre le test de Tukey qui intervient après l'ANOVA. Il permet de vérifier la significativité de la variable d'intérêt entre toutes les combinaisons des modalités. Si par exemple, il y a 3 classes de précipitations, on compare la variable entre les classes 1 et 2, puis 1 et 3, et enfin 2 et 3.

Dans les cas où aucune transformation ne parvient à normaliser la distribution, une analyse de variance en condition non paramétrique a été effectuée (test de Kruskal-Wallis).

Dans les cas où plusieurs facteurs sont en jeu, il peut arriver que toutes les interactions entre facteurs ne soient pas pertinentes à tester. Nous avons alors utilisé le modèle linéaire global (G.L.M.). Par exemple, si on désire connaître l'effet des facteurs A, B et C et seulement l'interaction entre A et C, il suffit de sélectionner explicitement ces 4 catégories.

III.11.2 Analyses multivariée (PAST vers. 1.37, Hammer et al., 2001)

Dans le cas de variables de type présence-absence, les relations multivariées sont étudiées à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances en composantes principales (A.C.P.) (Ter Braak et Prentice, 1988). Dans cette analyse, les espèces sont groupées selon leur groupe fonctionnel ou leur guild. A partir des trois premiers axes de l'analyse factorielle, une classification ascendante hiérarchique des espèces est réalisée dans le but de détecter des discontinuités inter-communautés.

PARTIE III :

**RESULTATS ET
DISCUSSION GENERALE**

RESULTATS ET DISCUSSION

IV.1. Evaluation des populations résiduelles de *C. leucomelas*

IV.1.1. Effets des extraits aqueux de plante entière d'*E. viscosa* et des doses homologuées des pesticides de synthèse sur les populations résiduelles de *C. leucomelas*

Dans l'esprit de rationaliser l'utilisation des extraits de plantes à activité insecticide, les populations de *C. leucomelas* sont soumises à des applications par des extraits aqueux de plantes entières d'*E. viscosa* recueillis de différentes zones : Bouismail (zone littorale), Soumâa (pleine sublittorale) et Chréa (zone montagneuse) en comparaison avec les effets de pesticides de synthèse.

L'évolution temporelle des populations résiduelles montre que les extraits aqueux de plantes entières présentent globalement une efficacité importante caractérisée par un effet de choc tardif de 24h, un maintien répressif des populations de *C. leucomelas* durant 48h et une reprise modérée affleurant les 60% (Figure 17.a).

Il apparaît également que les extraits aqueux de plantes entières d'*E. viscosa* prélevée de la région de chréa démontre un effet toxique très marqué comparé aux extraits aqueux obtenus des plantes d'*E. viscosa* échantillonnées de Soumâa et de Bouismail.

En revanche, les produits chimiques Thiamethoxam /Lambdacyhalothrine (MAC1), Thiamethoxam (MAC2). Et Diafenthiuron (MAC3), ont montré un effet de choc précoce qui s'est étalé sur une période de 8 jours. Les résultats indiquent clairement l'importance numérique de la reprise des populations résiduelles (Figure 17.b). De même, on signale que les populations résiduelles réagissent différemment à la toxicité des matières actives, où la Diafenthiuron (MAC3) affiche la meilleure efficacité par

rapport au Thiamethoxam/Lambda-cyhalothrine (MAC1), Thiamethoxam (MAC2)

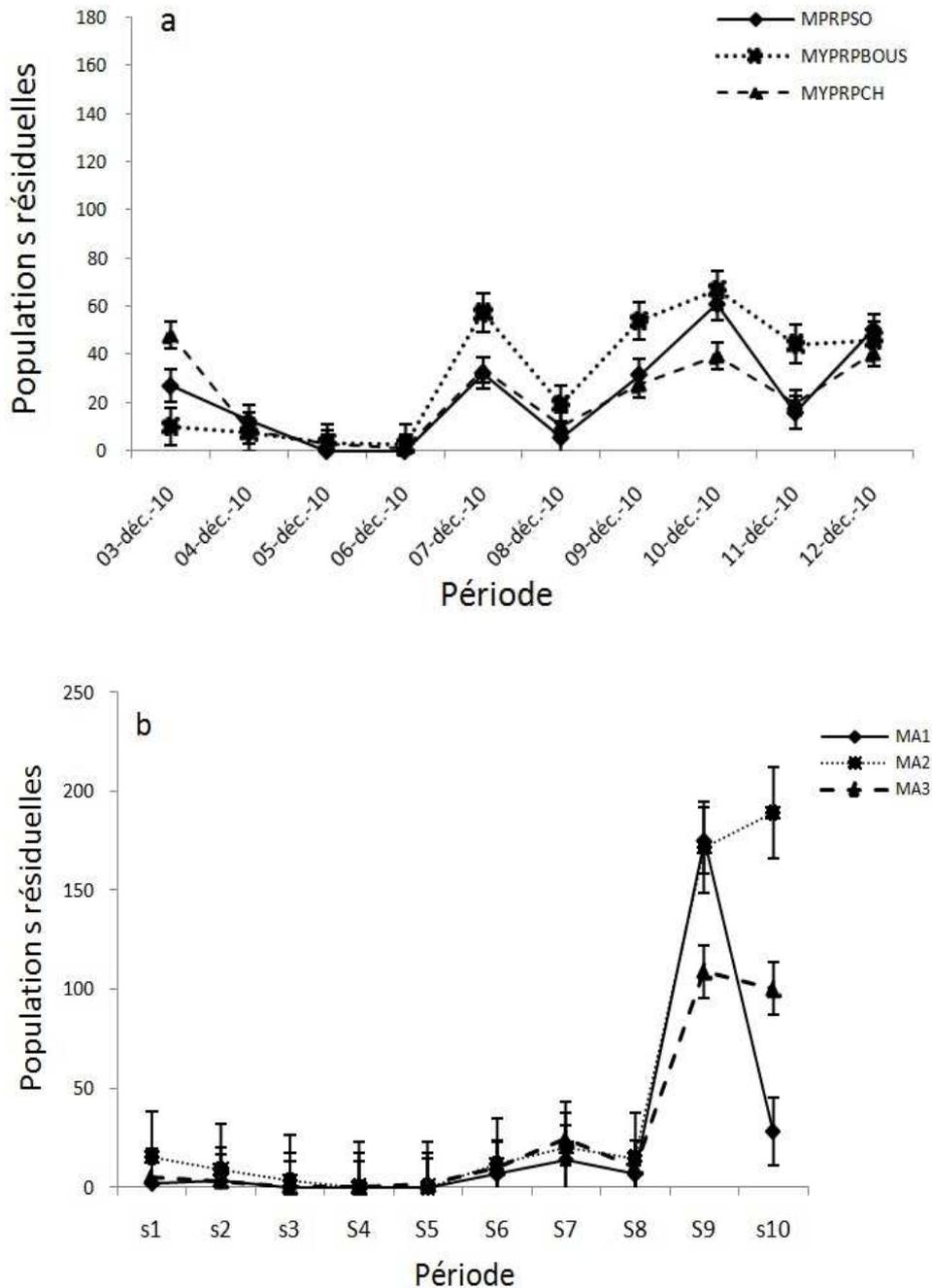


Figure 17 : Fluctuations temporelles des populations résiduelles de *C. leucomelas* sous l'effet des extraits aqueux de plante entière d'*E. viscosa* et des doses homologuées des pesticides de synthèse

Dans le but d'estimer les effets comparables de la toxicité des extraits de plantes entières et de pesticides de synthèses, nous avons eu recours a une analyse multivariée. L'utilisation de l'ACP permet de comparer les variables quantitatives (populations résiduelles) attribuées aux différents facteurs étudiés (3 extraits aqueux et 3 matières actives chimiques).

Une vision globale de la projection spatiale des facteurs de traitement nous a permis de distinguer une différence d'efficacité entre les extraits aqueux de la plante entière et des doses homologuées des pesticides (Figure 18).

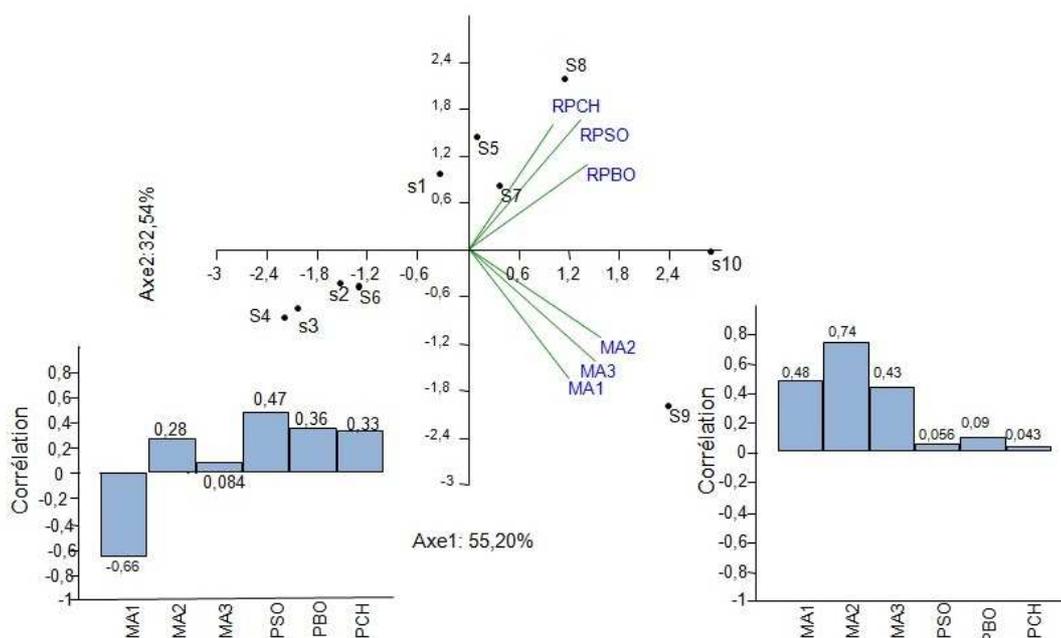


Figure 18 : Analyse multivariée (A.C.P.) de la réaction des populations résiduelles de *C. leucomelas* aux extraits aqueux et aux pesticides.

La projection des variables montre que les extraits aqueux de la plante entière d'*E. viscosa* se distinguent nettement des matières actives des traitements chimiques appliqués. La tendance des vecteurs confirme la précocité d'effet toxique des matières chimiques comparé aux extraits aqueux

Une analyse de la variance de type GLM a été adoptée a fin d'arriver a un classement de l'efficacité des différentes applications phytosanitaires nous avons scoré les populations résiduelles de chaqu'une d'elles

Le modèle G.L.M. appliqué aux populations résiduelles de *Chaitophorus leucomelas* à montrer une différence très hautement significative entre les populations résiduelles entre le traitement chimique et biologique (Figure 19 a). Bien que la tendance générale de l'évolution temporelle des populations résiduelles présentait des taux variables, l'analyse de la variance par le modèle G.L.M. a désigné qu'au delà de 8 jours les applications phytosanitaires se rangent dans la catégorie des molécules moyennement toxiques (Figure 19 b).

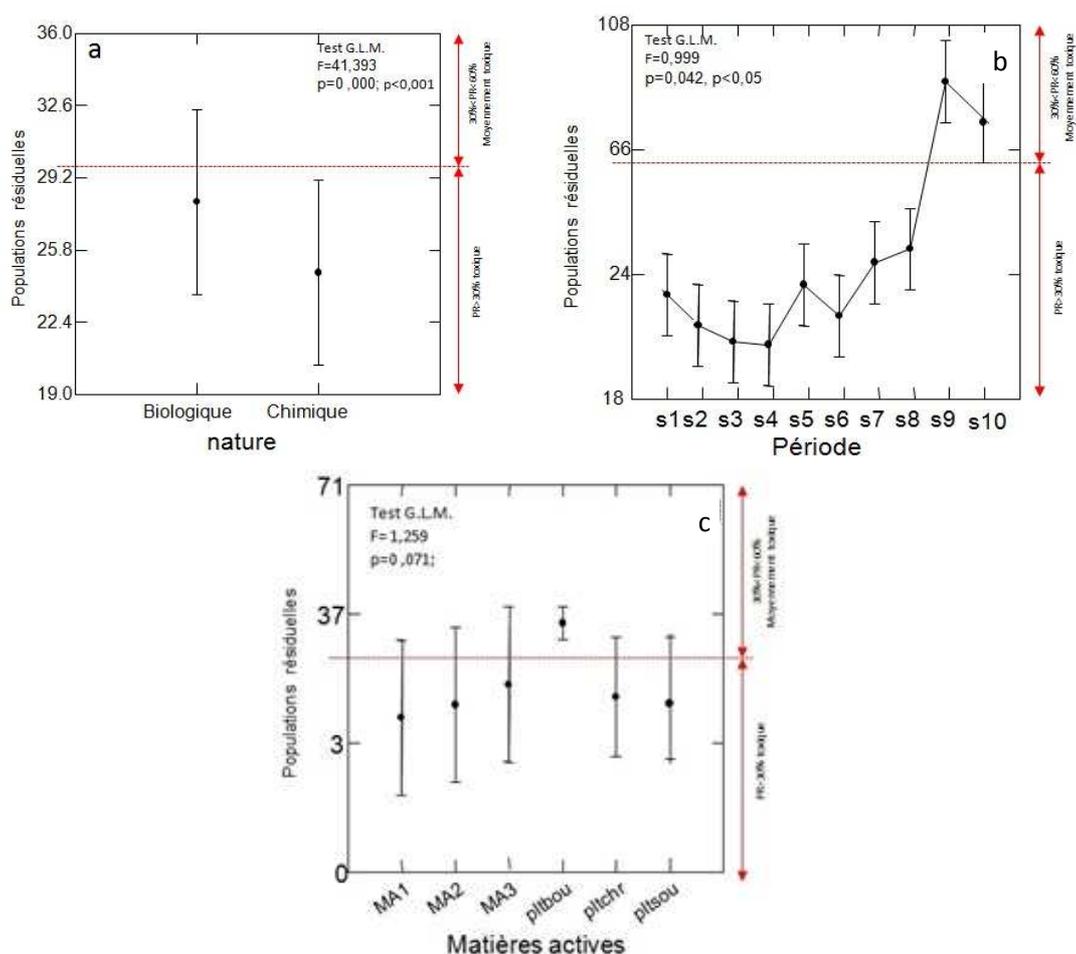


Figure19 : Effet comparé des produits chimiques et biologiques sur les populations résiduelles de *C. leucomelas*

Par comparaison de la toxicité des produits utilisés, il en ressort une gradation d'effets chez les matières actives dans l'ordre suivant: Thiamethoxam /Lambdacyhalothrine (MAC1), Thiamethoxam (MAC2). Et Diafenthiuron (MAC3). Chez les produits biologiques une gradation similaire est signalée donnant un avantage d'efficacité aux extraits de plantes de Chréa et de Soumàa (Figure 19 c). A noter enfin, bien qu'on signale la gradation d'effet toxique chez les produits biologiques et chimiques, ils restent ranger dans la catégorie des molécules toxiques.

IV.1.1. Effets des extraits aqueux d'organes d'*E. Viscosa* et des demi-doses des pesticides de synthèse sur les populations résiduelles de *C. leucomelas*

Dans le même cadre de la présente étude, l'évaluation des populations résiduelles sous l'effet des extraits aqueux des organes d'*E. viscosa* montre que l'extrait aqueux des tiges bien qu'il accuse un certain retard dans l'expression de son efficacité, il reste le plus toxique quand a la durée d'efficacité s'il est comparé a celui des extraits aqueux des feuilles et des racines (Figure 20. a, b et c).

Les extraits aqueux des différents organes d'*E. viscosa* recueillis de Chréa, Soumàa et de Bousmail démontrent un effet toxique tardif avec une durée d'efficacité moyennement longue mais une reprise modérée des populations résiduelles de *C. leucomelas* en comparaison avec les demi-doses des matières actives chimiques. (Figure 20 a.b.c.d).

L'application des extraits aqueux des tiges d'*Erchifildia viscosa* prélevés de différentes régions (Soumàa, Chréa et Bousmail) sur les populations nous a permis d'estimer l'efficacité des fractions apportées en se référant à l'évaluation des populations résiduelles où on a marqué une efficacité plus importante des extraits aqueux de tiges recueillis de Chréa avec une action répressive, une durée plus longue et une faible reprise des populations résiduelles de *C. leucomelas* par rapport a ceux recueillis de Soumàa qui signalent une moyenne efficacité avec une action précoce mais une reprise plus importante tandis que ceux de Bousmail marquent une moindre efficacité.(Figure 20 .a).

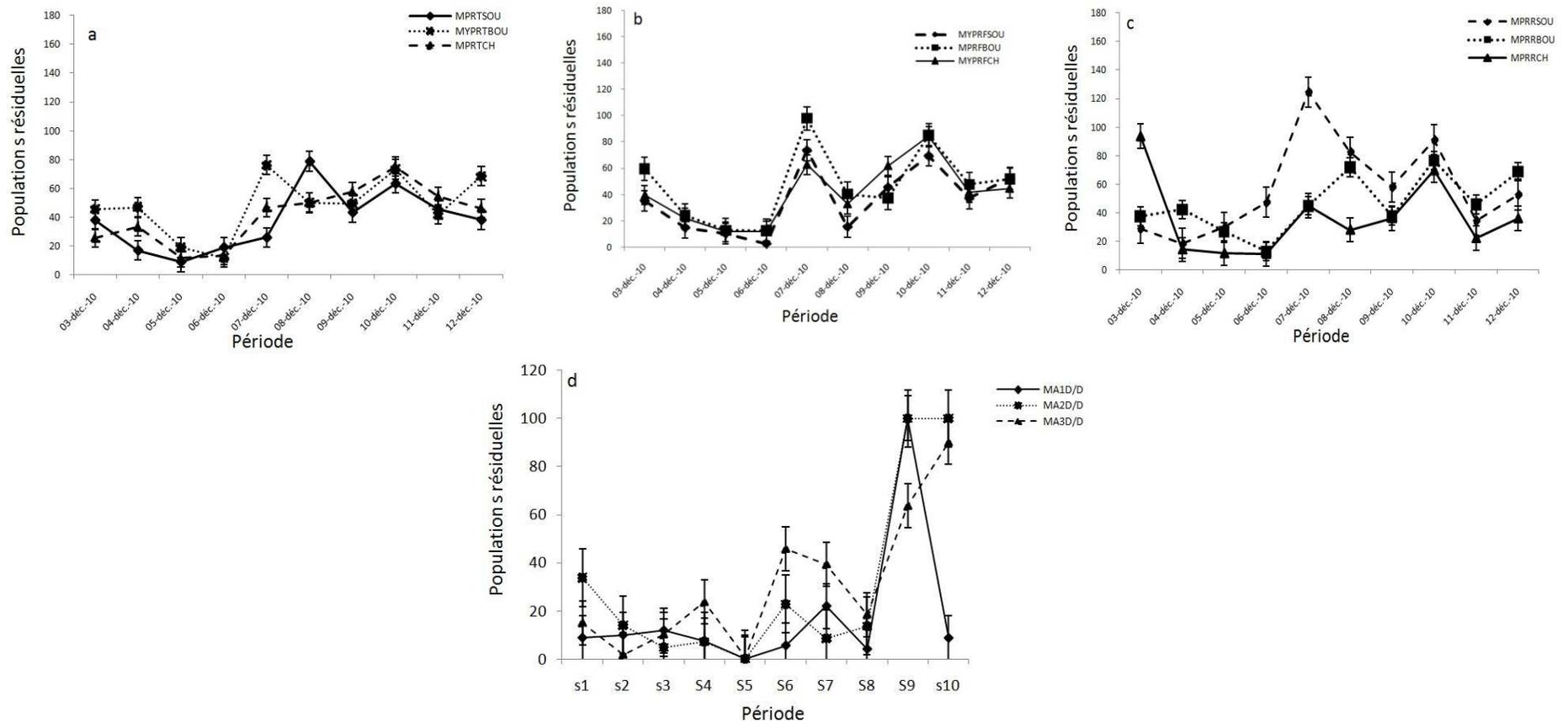


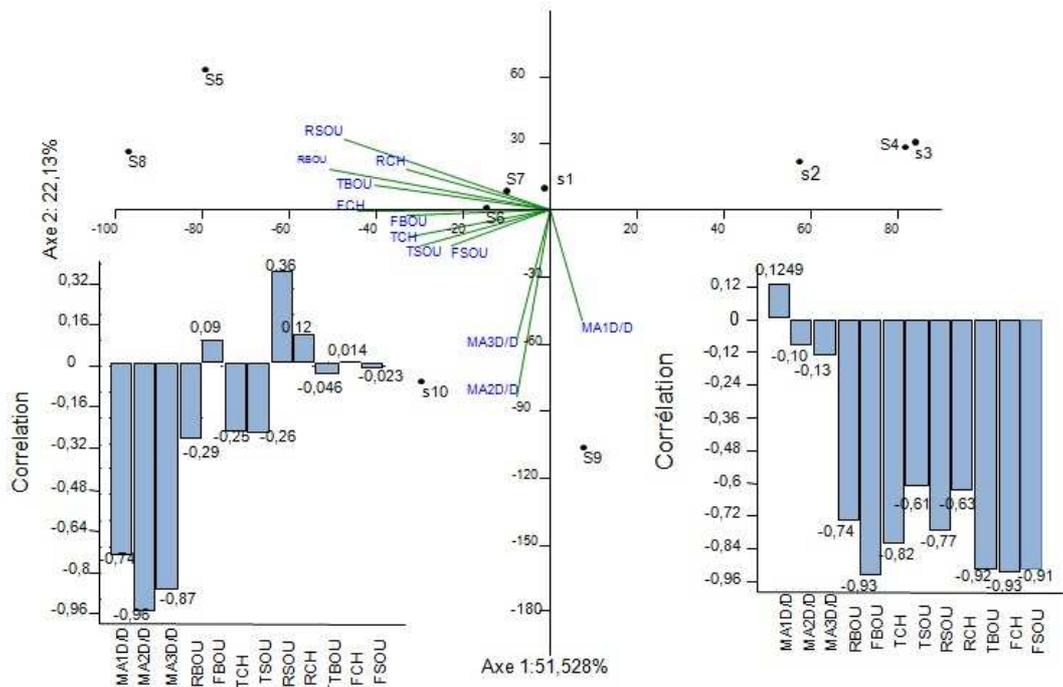
Figure 20: Fluctuations temporelles des populations résiduelles de *C. leucomelas* sous l'effet des extraits aqueux d'organes de *d'E. viscosa* et des demi-doses des pesticides de synthèse

Dans le même contexte, l'évaluation des populations résiduelle de *C leucomelas* a révélé une fluctuation sous l'effet des extraits aqueux de feuilles d'*E. viscosa*, une action précoce de 24h et une durée d'efficacité de 6jours avec une reprise assez modérée des populations résiduelles sauf qu'il en reste que les extraits aqueux des feuilles de Chréa sont les plus efficace. (Figure 20.b).

Les extraits aqueux des racines d'*E. viscosa* prélevée de la région de Chréa démontre un effet toxique précoce et une durée d'efficacité appréciable comparé aux extraits aqueux obtenus des racines d'*E. viscosa* échantillonnées des autres zones d'études à savoir Soumâa et Bouismail. (Figure 20 c).

Une vision globale de projection spatiale des facteurs de traitement nous a permis de distinguer une différence d'efficacité entre les extraits aqueux des organes de la plante *E. viscosa* et des demi-doses des pesticides de synthèse (Thiamethoxam/Lambdacyhalothrine, Thiamethoxam Et Diafenthiuron).

A travers l'application des demi-doses des matières actives sur les populations de *Chaitophorus leucomelas* l'analyse multivariée montre une toxicité précoce similaire qui s'évolue vers un effet divergent vers la fin du suivi. La tendance des vecteurs confirme le retard des traitements appliqués des extraits aqueux des organes de la plantes spontanée *E. viscosa* bien qu'il y est une différence d'efficacité des organes aériens par rapport aux organes souterrain qui révèlent une toxicité moins importantes chez les racines échantillonnés de Chréa (Figure 21).



Figur 21: Analyse multivariée «ACP» représentant les populations résiduelles de *C. leucomelas* sous l'effet des extraits aqueux des différents organes *E. viscosa* et des demi-doses des produits de synthèse.

p: plante , SOU: soumâa; CH: chréa ; BOU: Bouismail; 1/4: Inule/Silene (25:75), 1/2: Inule/Silene (50 :50), t: tige; r: racine, f: feuille.

Le modèle G.L.M. appliqué aux populations résiduelles de *Chaitophorus leucomelas* a montré une différence très hautement significative entre le traitement biologique avec les extraits aqueux des organes d'*E. viscosa* et le traitement chimique avec les demi-doses (Figure 22.a). Bien que la tendance générale de l'évolution temporelle des populations résiduelles présente des taux variables, l'analyse de la variance par le modèle G.L.M. a désigné que les molécules des produits phytosanitaires sont extrêmement toxique pendant les 4 premiers jours et moins toxique vers la suite (Figure 22 b.).

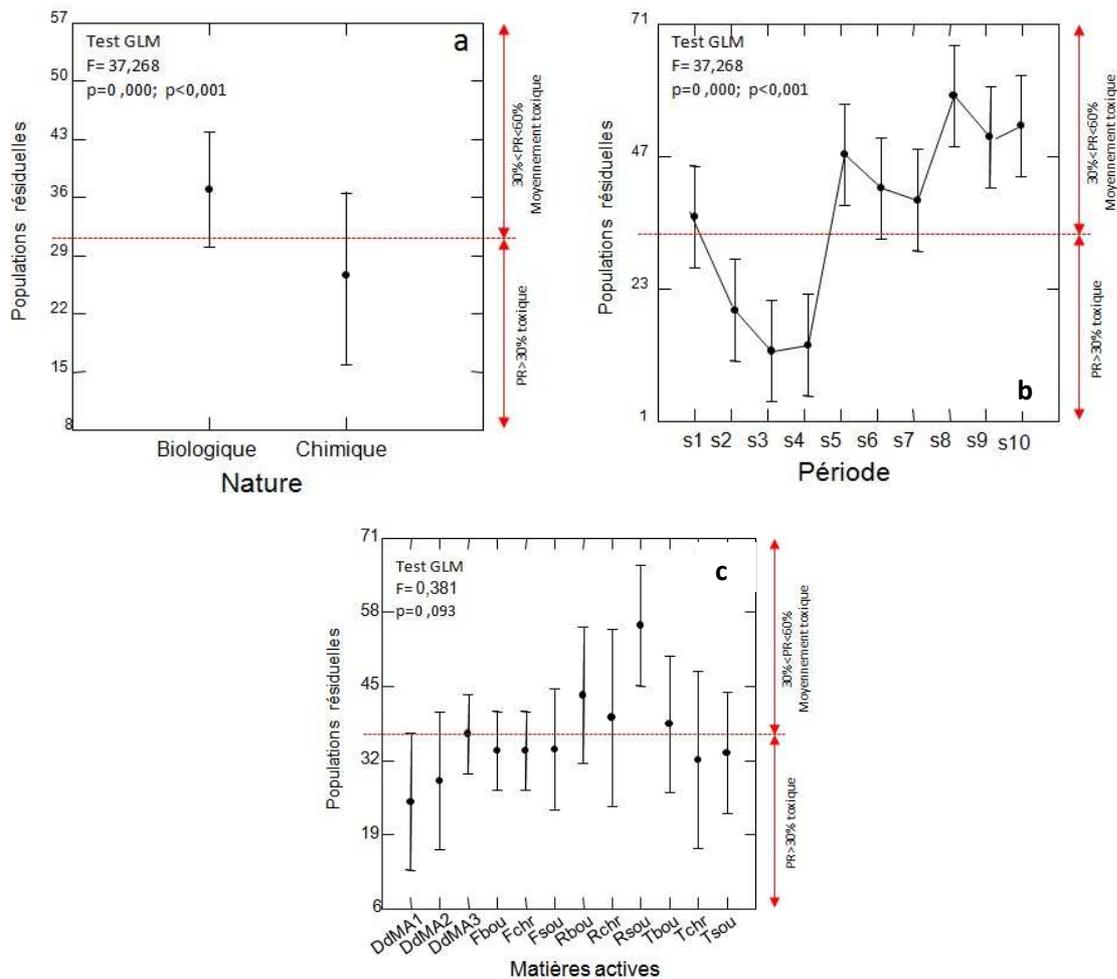


Figure 22 : Effet comparé des demi-doses des produits chimiques et des extraits aqueux d'organes sur les populations résiduelles de *C. leucomelas*.

Par comparaison de la toxicité des produits utilisés, il en ressort une faible différence d'effet des matières actives chimiques allant de Thiamethoxam /Lambdacyhalothrine (MAC1), en suite Thiamethoxam (MAC2). Et en fin Diafenthiuron (MAC3). Quand aux extrais aqueux on marque une efficacité similaire des organes aériens d'*E. viscosa* par rapport aux organes souterrains avec une efficacité très faible des extrais aqueux des racines recueillis de Chréa. (Figure 22 c.)

V.2. Evaluation des réponses énergétiques des femelles survivantes de *C. leucomelas*

Le remaniement des paramètres métaboliques et les variations des mesures pondérales de *Chaitophorus leucomelas*, ont été évaluées sous l'action des extraits aqueux de la plante entière d'*Erchfildia viscosa* et de la dose homologuée des pesticides de synthèse Thiamethoxam/Lambda-cyhalothrine (MAC1), Thiamethoxam (MAC2) et Diafenthiuron (MAC3).

Les variations temporelles des réserves glucidiques (Figure 23.a, b et c), des réserves lipidiques (Figure 23 d, e et f) et du poids (Figure 23 g, h et i) des femelles sexupares de *Chaitophorus leucomelas* signalent une divergence significative au cours de toute la période de suivi. Il est intéressant de constater l'augmentation des réserves énergétiques et des mesures pondérales après l'exposition aux différents régimes de stress. La dénivellation la plus importante est enregistrée dans les quantités lipidiques. (Figure a, d)

Le G.L.M montre une différence significativement en fonction des molécules utilisées. Avec une action excitatrice de la molécule chimique comparée à la molécule biologique et au témoin. (Figure b, e) En terme de matières actives la Thiamethoxam/Lambda-cyhalothrine (MAC1) et Thiamethoxam (MAC2) ont un effet sur le poids très apparent au même titre que les plantes de Chréa et de Soumàa (Figure 23 c, f)

Les extraits aqueux de la plante entière *E. viscosa* appliqués exercent un effet comparable sur les mesures pondérales et les réserves énergétiques avec des gains en poids et des fortes accumulations lipidiques très significatives chez les sexupares de *C. leucomelas* traitées

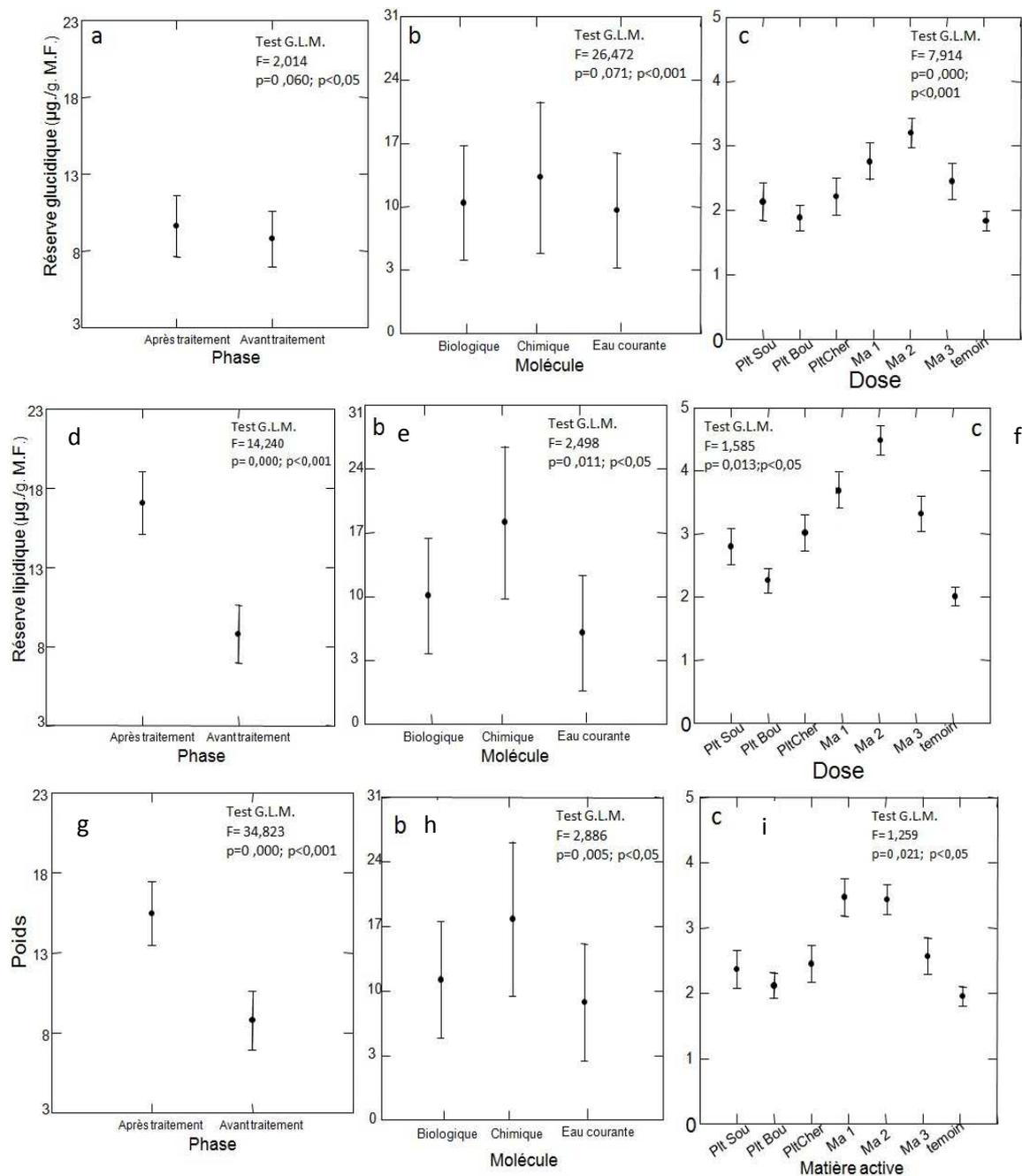


Figure23 : Effet des doses homologuées des matières actives et de la plante entières d'*E. viscosa* sur les réserves énergétiques et les mesures pondérales des femelles *C. leucomelas*

* : Probabilité significative à 5 %, ** : Probabilité hautement significative à 1%. NS : non significative.

L'effet comparé des différents organes d'*E. viscosa* et des demi-doses des trois matières actives chimiques sur les réserves glucidiques et les mesures pondérales montrent un effet perturbateur similaire des produits chimiques (demi-

doses) par rapport aux produits biologique (feuilles, tiges et racines). En revanche, les réserves lipidiques signalent un effet extrêmement important suite à l'application des demi-doses des produits chimiques. (Figure 24 b, e et h)

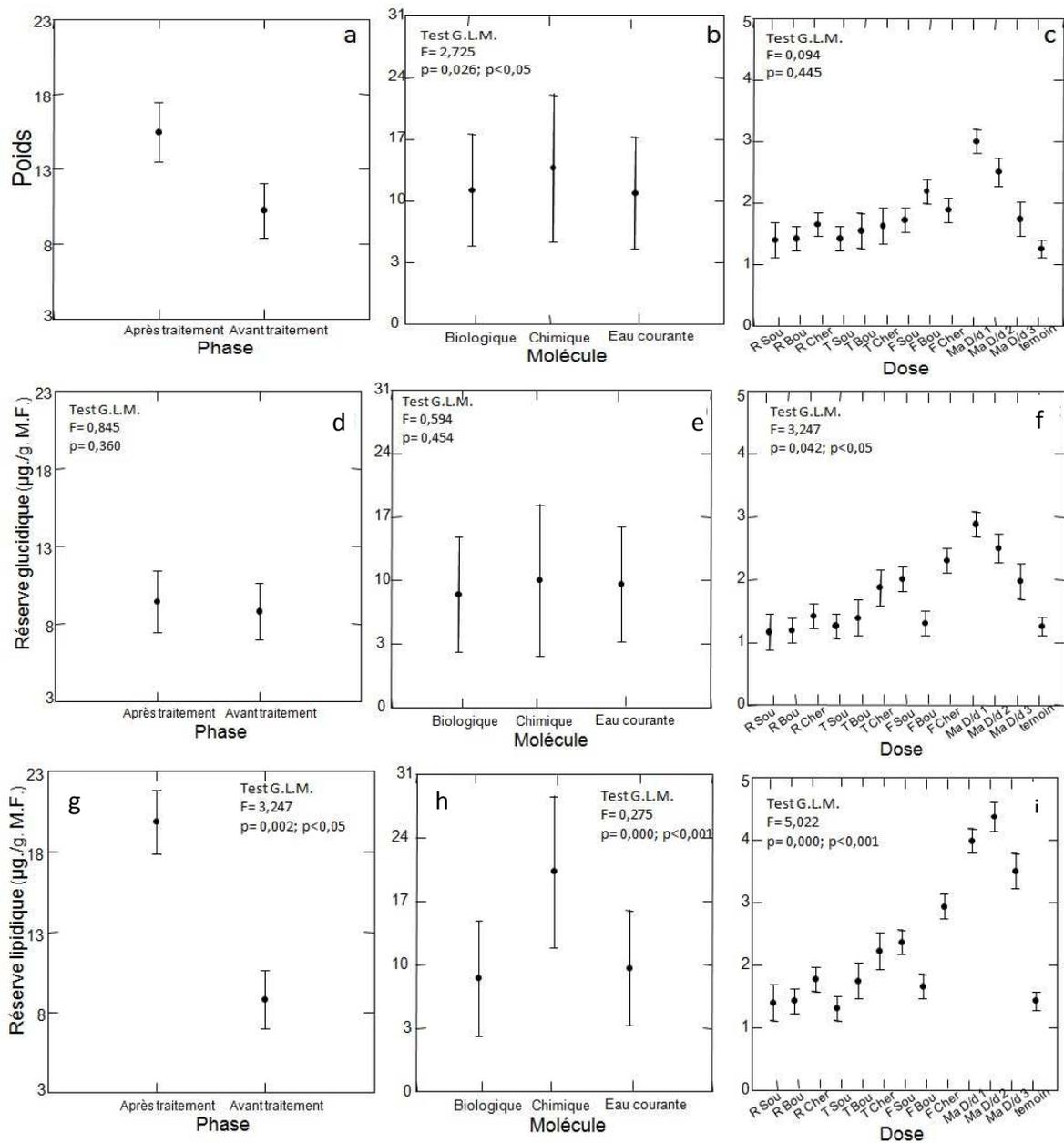


Figure 24 : Effet des doses homologuées des matières actives et de la plante entière d'*E.*

viscosa sur les réserves énergétiques et les mesures pondérales des femelles

C. leucomelas

* : Probabilité significative à 5 %, ** : Probabilité hautement significative à 1%. NS : non significative.

Le modèle estime que les produits chimiques ont une action très importante sur les mesures pondérales comparée aux produits biologiques, Il en ressort de la figure 24. C, f et i que quelque soit les traitements on assiste à une perturbation physiologique moins importante chez les applications biologiques et plus prononcées chez les applications chimiques. Les demi-doses du traitement chimique restent les applications qui causent plus de perturbation si elles sont comparées à ceux des différents organes d'*E. viscosa*, n'empêche que l'origine des organes joue un rôle très important où on signale une perturbation plus accentuée chez les femelles traitées avec les extraits aqueux des feuilles recueillis de Chréa. A l'opposé des extraits aqueux des racines de Bousmail et de Chréa.

DISCUSSION

L'importance des dégâts provoqués par *Chaitophorus leucomelas* sur le peuplier noir explique le recours aux moyens chimiques d'efficacité rapide mais non durable. Les populations Aphidiennes peuvent souvent développer une résistance au bout d'un certain temps, parfois très court (Blancard, 1988, Urban, 1997).

A travers cette étude, nous avons tenté de mettre en évidence l'efficacité globale des extraits aqueux d'*Erchfildia viscosa* (Plante entière et différents organes racine, tige et feuille) sur la structure des populations, les réponses métaboliques et les mesures pondérales de *Chaitophorus leucomelas* (Homoptera, Aphididae). L'efficacité de ces biocides inertes a été comparée à trois produits phytosanitaires.

Les précautions prophylactiques et les pratiques culturales consistent à éliminer les sources d'infestation et peuvent réduire la propagation du ravageur. Le recours à la lutte chimique reste la méthode la plus employée et la plus appréciée par les agriculteurs pour la destruction plus ou moins sélective d'insectes, de champignons, de mauvaises herbes, de micro-organismes ou d'autres agents de maladies chez les végétaux. (Blancard, 1988 ; Urban, 1997).

L'action des produits phytosanitaires sur les déprédateurs des cultures peut avoir comme conséquence divers changements internes. Une fois qu'un produit chimique pénètre dans l'organisme, il peut altérer directement plusieurs systèmes (système endocrinien, reproductif.....etc), ou indirectement l'attribution d'énergie (Mayer, et al 1992; Lagadic, et al, 1997).

En effet, l'impact des pesticides sur les organismes nuisibles vise l'intégrité de l'individu, donc un dysfonctionnement de l'ensemble de ses paramètres biologiques où chaque paramètre joue ainsi un rôle dans sa survie (Cloutier, et Cloutier, 1992). Ce dysfonctionnement serait dû aux matières neurotoxiques utilisées dans nos essais et qui ont perturbé la transmission des informations neurologiques permettant le contrôle de l'individu dans son milieu (Cloutier, et Cloutier, 1992).

Comme les produits chimiques sont des produits formulés ils possèdent des effets sur la population de *C. leucomelas* mais avec une sensibilité pour la reprise des populations. La dose homologuée a stimulée le métabolisme de *C. leucomelas*, et il a activé la reproduction de la population (phénomène de trophobiose)

Par ailleurs pour assurer une meilleure intervention, tout en préservant au maximum le milieu naturel, de nouvelles méthodes préventives ainsi que de nouveaux produits sont constamment recherchés (Crosby, 1966). Ainsi, pour contribuer à une gestion durable de l'environnement, la mise en place de nouvelles alternatives de contrôle des ravageurs est davantage encouragée. Les substances naturelles qui présentent un large spectre d'action comme bactéricides, fongicides, acaricides, insecticides etc., peuvent aussi être utilisées comme pesticides de remplacement.

VI. 1. Evaluation de l'effet des produits biologiques et chimiques sur les populations de *Chaitophorus leucomelas*

En raison de la conjoncture actuelle, les biopesticides d'origine botanique sont appelés à un avenir meilleur, car la demande en produits phytosanitaires sans danger, de faible rémanence et qualifiés de produits verts est actuellement en hausse. (Larew, Locke, 1990 ; Gomez, et al, 1997).

Dans ce contexte, cette étude préliminaire vise à rechercher de nouvelles molécules bioactives à activité biocide. Les résultats obtenus dans le cadre de cette investigation montrent que les traitements biologiques à base d'extraits aqueux d'*Erchfildia viscosa* (plantes entières et différents organes) présentent un effet tardif par rapport aux traitements chimiques (doses homologuées et demi-doses) qui présenteent un effet toxique précoce sur le groupe traité.

Cet effet de choc estimé sur les populations de *Chaitophorus leucomelas* présente une gradation de toxicité allant des extraits aqueux des organes, les demi-dose des matières actives, les plantes entières et enfin les dose homologuées. Cependant, la reprise populationnelle de *C. leucomelas* s'avère modérée sous l'effet des extraits aqueux comparé au traitement chimique

De ce fait on peut émettre l'hypothèse que la matière active probablement neurotoxique a provoqué un effet de choc sur la population de *C. leucomelas*, et que la reprise caractéristique des survivants de ce modèle biologique sous le régime de stress chimique est relative à la nature de la réponse déclenchée pour recouvrir son état initiale ou son homéostasie

Donc les produits chimiques hautement toxiques ont fragilisé la santé des organismes vivants (Nhan, et al 2001) ce qui explique la reprise biocénotique importante des individus de *C. leucomelas* qui serait due essentiellement à leurs performances physiologiques. Cela est justifiable par la sensibilité élevée des populations de *C. leucomelas* à la dose homologuée et la demi-dose de Thiamethoxame/Lambda-cyhalothrine, Thiamethoxame et Diafenthiuron.

Les effets des molécules bioactives peuvent varier en fonction des plantes, de la molécule elle-même, du produit, de la dose utilisés, de la fréquence et de l'opportunité du traitement. Les effets d'un stress environnemental se traduisent par des réponses hiérarchisées selon le type de perturbation, sa chronicité ou son intensité, et le niveau d'organisation biologique de l'espèce concernée (Kumschnabel, G. et Lackner, 1993).

Dans le contexte d'estimer la toxicité des molécules bioactives d'*Erchfildia viscosa* selon sa distribution géo-stationnelle, les résultats ont montrés que les effets des traitements biologiques à bases d'extrait aqueux de la plante entière, diffèrent des traitements chimiques de la dose homologuée avec une gradation d'effets chez les matières actives dans l'ordre suivant: Thiamethoxam/Lambdacyhalothrine (MAC1), Thiamethoxam (MAC2) et Diafenthiuron (MAC3). Chez les produits biologiques une gradation similaire est signalée donnant un avantage d'efficacité aux extraits de plantes de Chréa et de Soumàa avec des effets de choc tardif et une reprise des populations résiduelles assez timide après un effet répressif de moins d'une semaine.

L'analyse des données a montré un effet satisfaisant des extraits aqueux de la plantes entière d'*Erchfildia viscosa*, cela suppose que les extraits aqueux obtenus contiennent diverse molécules bioactives ayant été extériorisées au cours du

processus de broyage et d'agitation. Cette hypothèse est renforcée par une littérature assez conséquente qui stipule que les substances naturelles défensives des plantes ont servi d'insecticide longtemps avant l'avènement des substances chimiques de synthèse (ISRA/CNRA, 1997).

Les plantes sont capables de produire des substances naturelles très variées. En effet, à côté des métabolites primaires classiques (glucides, protéides et lipides), les végétaux accumulent fréquemment des métabolites dits «secondaires » dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente mais qui représente une source importante de molécules utilisables par l'homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire (Auger, Thibout, 2002 ; Haddouchi, Benmansour, 2008).

Fraenkel, 1959, estime que les composés secondaires des plantes (ainsi nommés par Czapek en 1922) ont leur raison d'être. Ils se manifestent par des effets phagorépresseurs, des toxicités de type aiguë ou chronique, ou encore par leur action antiponte. Si les insectes phytophages peuvent y survivre c'est avant tout parce qu'ils ont un savoir faire qui leur permet de modifier leur comportement alimentaire ou de métaboliser les composés toxiques ingérés.

Les mêmes résultats expriment que les extraits aqueux de la plante d'*Erchfildia viscosa* testés ont montré un grand pouvoir insecticide sur le ravageur traité. Cela est confirmé par plusieurs observations qui avancent que les huiles ou les extraits de toutes les plantes sont prometteurs pour la lutte contre les insectes ravageurs (Adjoudji, et al, 2000; Bekele, et Hasanali, 2001), signale que plus de 2000 espèces végétales déjà identifiées possèdent une activité insecticide. Alors que tous les extraits des plantes ont un effet insecticide qui est en rapport avec la dose, le temps d'exposition et le type d'extrait (Nkouka, 1995).

Nos résultats corroborent ceux obtenus par d'autres plantes notamment, les extraits de *Melia azaderach* .et d'*Azadirachta indica* ont affectés la fécondité et la mortalité de *Bemisia tabaci* (Nardo., et al.,1997 ; DeSouza, et al,2000). La poudre et les extraits de *Capsicum frutescens* (Solanaceae) ont montré un pouvoir répulsif contre *Callosobruchus maculatus* (Ofuya, 1986; Onu, et al 1995).

L'application des extraits des *Allium* sur la carotte, *Daucus carota* montre une diminution des attaques de mouche de la carotte, *Psila rosae*, et de puceron de la carotte, *Cavariella aegopodii* (Uvah, et Coaker, 1984).

Dans le présent travail les résultats obtenus démontrent que l'effet toxique des extraits aqueux des compartiments d'*Erchfildia viscosa* varie d'un compartiment à un autre. L'extériorisation des actions toxiques drastiques d'un compartiment par rapport à un autre ne peut s'expliquer que par la performance accumulatrice des tissus de ce dernier. L'hypothèse conforte la théorie de l'« Optimal Defense » (MC KEY, D., 1979 ; Rhoades, D.F., 1979 ; Zangerl, A.R. et Bazzaz, F.A. ,1992), qui estiment que l'intensité de l'augmentation des métabolites secondaires n'est pas toujours identique dans les différents tissus de la plante.

Par ailleurs les plantes peuvent synthétiser plusieurs solutés compatibles, la composition de l'ensemble varie en fonction des espèces et des organes (Levigneron, et al, 1995 ; Rasanen, 2002). Ces résultat et en conformité avec les résultats d'autre chercheurs tels que (Cosentino, et al/ 1999) qui ont aussi montré que a l'intérieur d'une même espèce végétale, on observe des variations chimiques importantes ayant conduit à admettre l'existence de races chimiques.

Les résultats de l'étude annoncent que les racines donnent une efficacité moins importante comparée aux feuilles et aux tiges. Sur la base de ces informations on peut avancer que les principales classes des métabolites secondaires sont présentes dans la partie aérienne d'*Erchfildia viscosa*.

Par superposition de l'hypothèse fournie avec la littérature disponible sur l'azadirachtine ont affirmé que cette dernière est distribuée dans toutes les parties de la plante mais les graines en sont la principale source. La teneur des feuilles est deux fois moindre que celle des fruits (ISRA/CNRA, 1997). Les extraits de fruits mûrs de cassia montrent une certaine activité insecticide et les extraits aqueux de racines de l'espèce nigériane montrent une certaine activité sur les bactéries Gram+ (ISRA/CNRA, 1997).

L'étude de l'effet toxique des extraits aqueux des racines et des parties aériennes des quatre plantes étudiées (*Urtica dioica*, *Erwinia carotovora*, *Raphanus*

raphanistrum et Plantago lanceolata) a montré que ces derniers présentent des principes actifs létaux pour les larves (L2) de *Meloidogyne*. Cependant, les taux de mortalité produits varient en fonctions de l'espèce végétale, de l'organe utilisé, de la concentration de l'extrait et du temps d'immersion (Tafifet, 2010).

Les cellules végétales répondent aux stimuli environnementaux en synthétisant les métabolites secondaires qui peuvent les protéger contre les agents de l'agression (Rawson, 1992).

La plus part des applications ont conclus que les extraits aqueux de la plante d'*E. viscosa* prélevée de la région de Chréa et de Soumàa démontre un effet toxique comparé aux extraits aqueux obtenus des plantes d'*E. viscosa* échantillonnées de Bouismail. Ces résultats pourraient être liés au mode d'adaptation de cette plante, et à sa capacité de développer ou de synthétiser des molécules facilement utilisable comme biofourniture (protection et/ou correction).

Les différences de milieu ont une influence profonde sur la végétation. (Ozenda, 1985; Landolt, et Aeschimann, 2005). Par ailleurs, Hopkins 1999 et Bouaouina *et al*, 2000 ont démontré, que dans les conditions environnementales, les plantes sont souvent sujettes à des facteurs extrêmes : hydriques, thermiques, pédologiques et autres, engendrant différents types de stress. La nutrition de la plante se trouve sous les dépendances, non seulement de sa constitution génétique mais aussi d'une série de facteurs écologiques et culturales qui sont susceptibles d'influencer la composition du feuillage (Chaboussou, 1975).

Les végétaux, immobiles, ne peuvent échapper aux conditions climatiques défavorables, elles doivent s'adapter aux conditions dominantes du sol et de la météo. Les conditions climatiques, par exemple la période de la journée, les précipitations et la température extérieure, ont une influence sensible sur les qualités physiques, chimiques et biologiques des plantes. De même la durée d'ensoleillement, la hauteur moyenne des précipitations, la température moyenne et l'amplitude thermique entre le jour et la nuit influencent également l'activité physiologique et biochimique des plantes (Tilman, *et al*, 2001).

VI. 3. Evaluation de l'effet des produits biologiques et chimiques sur les réserves énergétiques et les mesures pondérales de *C. leucomelas*

Le but de cette approche est d'explorer les produits phytosanitaires d'assainissement qui aboutiraient à la plus grande spécificité possible d'action contre le ravageur cible, *Chaitophorus leucomelas*. En effet, comme il a été dit dans les généralités. Nous voulons montrer par les présents résultats le rôle des biomarqueurs énergétiques dans la compréhension des stratégies comportementales ou physiologiques qui permettent à *C. leucomelas* de contourner partiellement ou totalement les matières actives biologique ou de synthèse. Les résultats que nous avons obtenus sont discutés par rapport à la littérature de façon à proposer des perspectives de lutte.

La présente étude expose les réactions métaboliques et les mesures pondérales de *C. leucomelas* sous l'action des traitements biologiques et chimiques. Ils révèlent une variabilité entre les lipides et les glucides stockés dans les tissus des femelles sexupares de ce modèle biologique, cette variabilité se manifeste par une différence quantitative importante entre les lipides et les glucides où les réserves lipidiques sont très distingués aux réserves glucidiques. De plus, il est très important de mettre en diapason les fortes corrélations positives existant entre le remaniement des réserves lipidiques et le traitement chimiques sous les différentes doses applications (dose homologuée ou demi-dose). L'état pondéral des femelles évolue de la même manière que l'accumulation des réserves en lipides. La différence observée au niveau des lipides et du poids peut être expliquée probablement par une modification des traits de vie des femelles suite à leur exposition. Cette supposition peut traduire que le produit toxique à un effet favorable sur la physiologie ou le comportement d'un organisme après exposition.

L'accumulation lipidique chez les sexupares suite à l'utilisation de produit chimique indique que les femelles traitées sont soumise en réalité à une action de stress qui pourrait stimuler une forte production et une accumulation plus importante de lipides. Ce qui affirme que la principale tendance de toxine c'est bien que la matière grasse (Tchaker, 2011). Les réponses les plus souvent décrites dans la littérature veulent que les lipides s'accumulent généralement chez les organismes

exposés à des contaminants organiques (Köhler, 1989) ou à des situations de contamination multiples (Krishnakumar, et al 1994; Moore, 1988) dont une augmentation des métabolites lipidiques, favorisant ainsi le stockage du toxique. Ceci est en accord avec les résultats de Van Gijndy *et al.* (1967), qui avancent que les concentrations du produit chimique testé sur les juvéniles du genre *Meloidogyne spp* ont grandement influencé le métabolisme lipidique.

Les biomarqueurs glucidique sont très faibles mais stables ce qui laisse supposé que la faible quantité du taux des sucres est relative à l'action de détoxification. Les glucides étant la principale source d'énergie pour les insectes (Chaboussou, 1980), ces derniers doivent synchroniser leurs activités avec la période où la plante se trouve dans l'optimum de ses constituants phytochimique en termes de quantité et de qualité. Ils ne disposent pas en conséquence de beaucoup de temps pour stocker les glucides qui vont être rapidement oxydés.

Par ailleurs, les taux infimes en teneurs glucidiques observés peuvent être expliqués par le fait que, la présence de telles molécules entraîne rapidement la mise en route des systèmes biochimiques de détoxification; dont le rôle est de rendre hydrosolubles ces composés dangereux, afin de faciliter leur excrétion (Namour, 1992) .Les pucerons vont plutôt investir cette accumulation lipidique au profit d'un rétablissement de l'homéostasie que de la différer au profit de la reproduction. En effet, selon le principe d'allocation de tout investissement supplémentaire dans un aspect quelconque de la vie d'un organisme ne pourra se faire qu'aux dépens d'un autre aspect (Williams, 1966; Levins, 1968).

Nos résultats montrent clairement que la reprise de *Chaitophorus leucomelas* est très importante sous stress chimique précisément sous l'action de la dose homologuée comparé a la demi-dose d'une part et aux extraits aqueux d'une autre part. Ces données rejoindrait les résultats de Gilbert et al 1970 ; Beenackers et al. 1981 et Testerink 1982 selon lesquels, il se peut que les produits phytosanitaires stimulent la reproduction, soit en augmentant la production d'œufs et/ou en raccourcissant le temps requis avant la première ponte. De ce fait les modèles

expérimentés ont plus d'œufs développés et leur poids en est augmenté; tandis que les témoins, ont développé moins d'œufs ou pondent plus tardivement.

Les matières actives Thiamethoxame/Lambda-cyhalothrine, Thiamethoxame et Diafenthiuron ont eu un effet choc sur la population de ravageur *C. leucomelas* Mais, à partir du septième jour nous avons remarqué une augmentation des effectifs. Ces résultats rejoignent celles de Bourlière 1983 qui signale une reconstitution remarquable des insectes après perturbation par une substance xénobiotique.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION

Le contexte générale de cette présente étude, vise la recherche de nouvelles molécules bioactives à activité biocide. L'évaluation de l'efficacité globale des extraits aqueux des plantes spontanées *Erchfildia viscosa* constitue une approche de prouesse dans le domaine de la protection intégrée. A partir de cette investigation nous pouvons dégager les résultats suivants :

Les résultats relatifs aux traitements biologiques par le biais des applications des extraits aqueux des plantes entières ainsi que leurs organes et des traitements chimiques ont montré une efficacité notable. Cet effet de choc signalé sur les populations résiduelles présente une gradation de toxicité allant des extraits aqueux des organes, les extraits aqueux des plantes entières et enfin les traitements chimiques. Cependant, la reprise biocénotique des populations de *C. leucomelas* a été très distinctive par la suite des applications chimiques si on la compare aux traitements biologiques.

Le remaniement des réserves énergétiques et des mesures pondérales des femelles mature de *C. leucomelas* sous l'action des traitements biologiques et chimiques a révélé une variabilité qui se manifeste par une différence quantitative important entre les réserves lipidiques et les réserves glucidiques où les taux des réserves lipidiques sont très distinguées. De plus, il est très important de mettre en diapason les fortes corrélations positives existant entre le remaniement des réserves lipidiques et l'effet des différentes doses de la matière active de synthèse. Il est a signalé que les mesures pondérales des femelles évolue de la même manière que l'accumulation des réserves en lipides sous traitement chimique. Alors que la fluctuation des taux lipidiques et des mesures pondérales sous traitement bibliologique a montré une stabilité remarquable avec des gains en poids.

Le recours au biomarqueurs énergétiques comme moyen d'évaluation des réponses aux différents régimes de stress nous pousse a amélioré d'avantage nos connaissances sur les caractères chimiques des lipides et des sucres qui sont probablement à l'origine de réponses biochimiques diverses.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADAMS S.M. 2001 - Biomarker/bioindicator response profiles of organisms can help differentiate Between sources of anthropogenic stressors in aquatic ecosystems. *Biomarkers* 6:pp.33-44.

AMIARD J.C., CAQUET T., ET LAGADIC L., 1998 - utilisation de biomarqueurs pour la surveillance de la qualité de l'environnement, Lavoisier, Paris, pp 21-31.

ANONYME, 2003- Les ennemis des cultures et les différentes méthodes de lutte.Ed.I.T.M.A.S DU JARDIN D'ESSAIS DU HAMMA, 13p.

ANONYME, 2006 - Stratégie communautaire concernant les perturbation endocriniens. Ed.A.U.E., [http. PRODUITS CHIMIQUES, CONTAMINATION ET FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX htm.](http://PRODUITS_CHIMIQUES_CONTAMINATION_ET_FACTEURS_ENVIRONNEMENTAUX.htm)

ANONYME, 2007- Cite webe, [www. Meteo. msn.com](http://www.Meteo.msn.com).

ALLAL – BENFEKIH, L. 2006- Recherches quantitatives sur le criquet migrateur

Locusta migratoria (Orth. Oedipodinae) dans le Sahara algérien. Perspectives de lutte biologique à l'aide de microorganismes pathogènes et de peptides synthétiques. Thèse. Doct. Sciences agronomiques, INA., Alger, 140 pp.

AWMACK C. S., et LEATHER S. R. 2002- Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual Review of Entomology*, 47, pp. 817-844.

BARBAGALLO S., 1985- Annatazioni faunistiche et ecologiche sugli aphidi della serdegna. *Frustula entomologica* 11/8,pp. 421-472.

BARBAULT R., 1981 - Ecologie de population et des peuplements.

Ed. MASSON, 200p.

BELL G., 1991- The costs of reproduction and their consequences. *American Naturalist* 116, pp. 45-76.

BERNAYS E. A. 1997- Feeding by lepidopteran larvae is dangerous. *Ecological Entomology*, 22, pp. 121-123.

BERENBAUM M. R. 1993- Sequestered plant toxins and insect palatability.

Food Insects Newsletter, 6, pp.1-10.

BERNAYS, E., ET GRAHAM, M. 1988- On the evolution of host specificity in phytophagous arthropods. *Ecology*, 69, pp.886-892.

BIERE A., ELZINGA J. A., HONDERS S. C., et HARVEY, J. A. 2002- A plant pathogen reduces the enemy-free space of an insect herbivore on a shared host plant. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 262, pp. 2197-2204.

BJÖRKMAN C., LARSSON S., ET BOMMARCO R. 1997- Oviposition preferences in pine sawflies: a trade-off between larval growth and defence against natural enemies. *Oikos*, 79, pp. 45-52.

BLALOCK J.E., 1984 - The immune system as a sensory organ.

*J.Immunol.*132, pp.1067-1070.

BODENCCHIMER F.S. et SWIRSKI E., 1957 - The Aphidoïdae of The east. Ed. The Weizmann Science Press of Israel jerusalem, pp.47- 346.

BOPPRÉ M., et SCHNEIDER D. 1982- Insects and pyrrolizidine alkaloids.

Proc. 5th.int. Symp. Insect-Plant Relationships, pp. 373-375.

BOPPRÉ M., et SCHNEIDER, D. 1985 - Pyrrolizidine alkaloids quantitatively regulate both scent organ morphogenesis and pheromone biosynthesis in male

Cretonotos moths (Lepidoptera: Arctiidae). *Journal of Comparative Physiology A*, 157, pp. 569-577.

BOPPRÉ M. 1986- Insects pharmacophagously utilizing defensive plant chemicals (Pyrrolizidine alkaloids). *Naturwissenschaften*, 73, pp.17-26.

BOURDU M., 1986- *Forêt et sylviculture*, Les Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique, 244 p.

BOYLE P.R., 1983- Cephalopods life cycles vol I. In: Boyle PR Ed. Species accounts. Academic press. London.

BUET A., ROCHE H., HABERT H., CAQUET T. et RAMADE F. 1998 -

Evaluation du niveau de contamination par les micropolluants organiques des poissons de la Réserve de Biosphère de Camargue. Proposition d'un plan expérimental pour la validation de biomarqueurs utilisables *in situ*. *Ichthyophysiological Acta*, 21:pp 61-76.

CARRIÈRE Y. 1992- Host plant exploitation within a population of a generalist

herbivore, *Choristoneura rosaceana*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 65, pp.1-10.

CATES R.G. et ALEXANDER H., 1992- Host resistance and susceptibility. *In: Bark Beetles of North American Conifers / J.B. Mitton et K.B. Surgeon, Eds. University of Texas Press, pp. 212-263*

CECH J.J.JR., SCHWAB R.G., COLES W. C. et BRIDGES B.B., 1992 - Mosquitofish reproduction : effets of photoperiod and nutrition. *Aquaculture*.101, pp.361-369.

CHARARA C. ,1962- Scolytides des conifères. Ed. PAUL. Lechevalier, Paris, 564p.

CHARARA C., 1972- Les insectes du peuplier, biologie, écologie, nocivité, méthodes de Production. Ed. Lib. de la fac. des sc., paris, 272p.

CHARARA C., 1980- Ecophysiologie des insectes parasites des forêts.

Ed .Lib. la fac .des sc., 293 p.

CHMBOLE E.P., 1970- modalité du développement et analyse des factures physiologique de la reproduction. Recherches descriptives et expérimentales. Th. Doc.3^{ème} cycle. Univ. Bordeaux I.192p

CHROUSOS G.P., et GOLD P.W., 1992 - The concepts of stress and stress system disorders. Overview of physical and behavioural homeostasis.*J.Med.Assoc.*267, pp.1244-1252.

COMEAU A., 1992- La résistance aux pucerons, aspect théoriques et pratiques in la lutte biologique. Ed. Gaëtan Morin, 346.Boucheville (Canada), pp.433-449.

CONNER W. E., EISNER T., VANDER MEER R. K., GUERRERO A., et MEINWALD J. 1981-Precopulatory sexual interaction in an arctiid moth (*Uthetheisa ornatrix*): role of a pheromone derived from dietary alkaloids. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 9, pp.227-235.

CONVEYP., 1992 - Seasonal lipid contents of Antarctic microarthropods. *Experimental and Applied Accology* 15, pp.219-231.

CORKUM L .D., CIBOROWSKI J.J.H. et POULIN R.G., 1997- Effects of emergence date and maternal size on egg development and sizes of eggs and first-instar nymphs of a semelparous aquatic insect. *Oecologia* 111, pp. 69-75.

CRESPI J.B. et TEO R., 2002- Comparative Phylogenetic Analysis of the evolution of semelparity and life history in Salmonid fishes. *Ecology* 56, pp. 1008-1020.

DAGNELLIE P., 1975- Théories et méthodes statistiques. Les presses Agronomiques de Gembloux, Belgique, 463 p.

DAJOZ R., 1980- Ecologie des insectes forestiers. Ed. DORDAS, Paris, 489p.

DAJOZ R., 1985- *Précis d'écologie*. Bordas, Paris, 505 p.

DAJOZ R., 1998- Les insectes et la forêt. Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. Paris, France, Lavoisier, 594 p.

DAMMAN H. 1987- Leaf quality and enemy avoidance by the larvae of a pyralid moth. *Ecology*, 68, pp.88-97.

DEDRYVER C.A., 1982 - Qu'est ce qu'un puceron ? Jour .d'étu. et d'inf. les pucerons des cultures. Paris, 2,3 et 4 Mars 1981Acta.pp.9-20.

DELISLE J., et BOUCHARD A. 1995- Male larval nutrition in *Choristoneura*

rosaceana (Lepidoptera: Tortricidae): an important factor in reproductive success. *Oecologia*, 104, pp. 508-517.

DELISLE J., et HARDY M. 1997- Male larval nutrition influences the reproductive success of both sexes of the Spruce Budworm, *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Functional Ecology*, 11, pp. 451-463.

DELPLANQUE A., 1988- Les insectes associés aux peupliers. Memor, Bruxelles, 350 p.

DENNO R. F., LARSSON S., et OLMSTEAD K. L. 1990- Role of enemy-free space and plant quality in host plant selection by willow beetles. *Ecology*, 71, pp. 124-137.

DJAZOULI Z.E., 1992-Inventaire des aphides et fluctuation des populations des *Pemphigidae* sur *Populus nigra* dans la région de Blida. Th. Ing, Agro, I.N.E.S, Blida, Alger, 93p.

DJAZOULI Z.E., 1996- Inventaire et interaction de l'entomofaune inféodée du peuplier noir *Populus nigra* L. Etude de la dynamique des populations et du développement ovarien de *Chaitophorus leucomelas* (Koch, 1854) (Homoptera ; Aphididae) En MITIDJA. Th.Mag.Agro.Inst.Nal.Agro.El-Harrach.102p.

DJELLOULI Y., 1990- Flores et climats en Algérie septentrionale. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes. Thèse Doct. Sciences, USTHB., Alger, 210 pp.

DUSSOURD D. E., HARVIS C. A., MEINWALD J., et EISNER, T. 1991- Pheromonal advertisement of a nuptial gift by a male moth *Uthetheisa ornatix*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 88, pp. 9224-9227.

FEENY P. 1970- Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by winter moth caterpillars. *Ecology*, 51, pp. 565-581.

FLEMING R.A. et VOLNEY W.J.A., 1995- Effects of climate change on insect defoliator population processes in Canada's boreal forest: some plausible scenarios. *Water, Air, and Soil Pollution*, 82, pp. 445-454.

FORTIN, M., LORENZETTI, F., PANZUTO, M. et MAUFFETTE, Y. 1999 - La livrée des forêts et son environnement, *Antennae* Vol. 6 n° 3

FORTIN, M., 2000- Les effets de l'hétérogénéité de la nourriture et de la température sur la performance biologique de la livrée des forêts (*Malacosoma disstria* Hbn.) s'alimentant dans une érablière. Thèse de doctorat, UQAM.

FRANTIER, S., 1983 - Stratégie d'échantillonnage en écologie. Ed. Masson, Paris et Les Presses de l'Université de Laval, Québec, 494 p.

GIOVANNI R., 2000 - Dangers des pesticides pour les organismes.

Ed. Laboratoire Ecologie, 65 rue de Saint Briec – 35402 Rennes cedex. INRA, Unité d'Ecotoxicologie, biodiversité et environnement, 35402Rennes cedex.

GIOVANNINI C., 2005- Préservation et restauration, Ed.A.L.A.F., France, 26P,

<mailto:ecastex@univ-tlse2.fr> , <mailto:caya@ica.org>

GRASSE P., 1951- Traité de zoologie, anatomie, systématique, biologie, insectes Supérieurs et Hémimoptéroïdes. Ed. Masson & Cie, Paris, Tom.X, 974p.

GRASSE P., POISSON R.A., TUZET O.,1970- Zoologie I Invertébrés. Ed .MOSSON, Paris, 935p.

GILBERTL.I., 1967 - Lipid metabolism and function in insects *Advances in insects*

Physiology, BEAMENT J.W.L., TREHERNE J.E., WIGGLESWORTH V.B., London and New-York,. Academic Press 4, pp.69-211.

GILBERTL.I., et O'CONNOR J.D., 1970- Lipid metabolism and transport in arthropods. *Chemical Zoology*, Vol. V, Florkin M., SCHEER B.T., New-york and London, Acadmic Press, pp.229-253.

GIMENO L., FERRANDO M.D., SANCHEZ S., GIMENO L.O. & ANDREU E. ,1995-

Pesticide effects on eel metabolism. *Ecotox. Environ. Saf.*, 31, pp. 153-157.

HASSELL M.P., GODFRAY H.C.J., et COMINS H.N., 1993 - Effects of global change on the dynamics of insect host-parasitoid interactions. *In: Biotic interactions and global change*. Kareiva P.M., Kingsolver (J.G.), Huey R.B. eds. Sinauer Associates., Sunderland, MA. , pp. 402-423

HEIE OLE E., 1982- The *Aphidoidea* (Hemiptera) of Fenoscandia and Danmark.

Ed. Fau, Entom, Scan, Vol.11, Tom.II, the family *Drepanosiphidea*, pp. 106-141.

HEMPTINNE J.L., DIXON A.F.G., COFFIN J., 1992-Lutte biologique en verger, *Harmonia axyridis* Pallas, nouveau prédateur exotique pour lutter contre les pullulations Aphidiennes. Infos-CTIFL, pp.41- 94

HIGUCHI H., 1972- *Insecta matsumurana*, A taxonomic study of the subfamily callipterinae in Japan (Homoptera: Aphididae). Ed. Entomological Institute, faculty of Agriculture Hokkaido University, Sapporo, 126p

HOUGH J.A. et PIMENTEL D., 1978- Influence of host foliage on development, survival and fecundity of the gypsy moth. *Environ. Entomol.* 7, pp. 97-102.

HUANG H.C. ; HARPER A.M. ; KOKKO E.C. et HOWARD R.J., 1981- Aphids Transmission of *Verticillium alba-atrum*. *Can.J. plant. Pathol.* pp.141-147

HULLE M.; TURPEAU E., et LECLANT F., 1998 - Les pucerons des arbres fruitiers cycle Biologique et activités de vol. Ed. ACTA. ISBN 2, 85794-160-9. Paris, 80p.

JANSSENS F., et NEF L., 1982- Les insectes nuisibles au peuplier en Belgique et en Europe occidentale. en Europe occidentale. Ed I.R.S.I.A., Louvain-la-neuve 103p.

KECHROUD H., 1996 - Etude phénologique des mauvaises herbes sur culture de féverole (*Vicia faba*) dans la région de El harrache, Th; Ing. D'Etat Agro; El-harrache, 63p.

KORICHEVA J., LARSSON S. et HAUKIOJA E., 1998- Insect performance on experimental lystressed woody plants: a meta-analysis. *Annu. Rev. Entomol.*, 43, pp. 195-216.

LACOSTE F., 2001 : Dynamique de recolonisation du frêne oxyphylle (*Fraxinus angustifolia* Valh.) et d'hybridation avec le frêne commun (*Fraxinus excelsior* L.) face aux changements globaux Nathalie Laboratoire Ecologie, Systématique & Evolution, UMR CNRS-ENGREF-UPS 8079, Université Paris XI,

LAVOIR A.V. 2004 - Résistance aux stress thermique et lumineuse et émissions de COV chez deux espèces de chênes méditerranéens (*Quercus ilex* et *Quercus suber*). Diplôme d'études approfondies (DEA) BIOSCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT, CHIMIE ET SANTE

LE GAL Y., LAGADIC L., LE BRAS S., et CAQUET TH., 1997 - Biomarqueurs en Ecotoxicologie: Aspect Fondamentaux. Collection d'Ecologie, Masson Editeur, Paris, pp. 241-285.

LENNTECH, 2005 - / [http, Traitement de l'eau et de l'air. Lennotech.com/français/feedbackfr.htm.](http://lennotech.com/français/feedbackfr.htm)

LESSELLS C., 1991- The evolution of life histories. In: Krebs R & Davies ND (eds) Behavioural Ecology, pp. 32-68. Blackwell, Oxford, London.

LEVINS R., 1968- Evolution *in changing environments*. Princeton University Press, Princeton.

LORENZETTI F., 1998- Performances relatives de la livrée des forêts, *Malacosoma disstria* Hbn. sur l'érable à sucre, *Acer saccharum* Marsh. Sain et déperissant et sur le peuplier faux-tremble, *Populus tremuloides* Michx., en relation avec la chimie foliaire. Mémoire de maîtrise, UQAM

LOUCIF Z. et BONAFONTE P., 1977 - Observation des populations du pou de san José dans la Mitidja. Rev.Fruits, N°4 .Vol .32 , pp.253-261.

L'HELIAS C., 1970 -Chemical aspects of Growth and development in insects
Chemical Zoologie, Florin M., et Scheers B.T., Chemical Zoologie, London Academic Press, pp.343-400.

MAHER, N. 2002- Sélection du site de ponte *Lobesia botrana* (lep. Tortricidae) influence de l'information chimique non-volatiles présente sur les fruits de plants hôtes, thèse Doc., Uni. Bordeaux2 ; Sci. Bio. Méd., op. œnologie et ampelologie, 204p.

MALCOM, S., ET BROWER, L. P. 1989- Evolutionary and ecological implications of cardenolide sequestration in the monarch butterfly. *Experientia* 45, pp. 284-295.

MALCOM S. 1991- Cardenolide-mediated interactions between plants and herbivores. Dans *Herbivores: their interactions with secondary plant metabolites I: the chemical participants* Édité par G. A. Rosenthal, M. R. Berenbaum, Academic Press, San Diego. pp.251-296.

MARTINE H.M., 2006 - Mutualisme et impacts des changements globaux, réponse d'une composante importante et négligée de la biodiversité. Ed. Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE), UMR CNRS 5175, 34293 Montpellier Cedex 5 pp.20-26.

MATTSON W.J. et HAACK R.A., 1987- The role of drought in outbreaks of plant-eating insects. *BioScience*, 37, 2, pp. 110-118.

MAUGARD, 2002 - Le puceron lanigère du peuplier s'installe dans le Sud-Ouest de la France, *les Cahiers du DSF*, 1-2002 (La santé des forêts [France] en 2000 et 2001), pp. 38-40.

MCNEIL J. N., et DELISLE J., 1989- Are host plants important in pheromone-mediated mating systems of Lepidoptera? *Experientia* 45, pp. 236-240.

MILES P.W., 1989- Feeding process of *Aphidoïdae* in relation to effects on their food plants in *Aphids, their biology, natural enemies and control*. Ed. Elsevier, Amsterdam; A.K.Minks & P.Harrewijn, Vol.2A.pp.321-340.

MOLVEN A., et GOKSOYRA., 1993 - Biological effects and biomonitoring of organochlorines and polycyclic aromatic hydrocarbons in the marine environment Ecotoxicology Monitoring, Richardson M., WEINHEIM, Germany, VCH, pp.137-162.

MONEO M., IGLESIAS A., 2004 - Nourritures et le climat, Ed .U.P.M.Espagne.170p.

MOTHES J., 1968- *Prévisions et décisions statistiques dans l'entreprise*. Dunod, Paris, 622 p.

NISHIDA R., 2002- Sequestration of defensive substances from plants by Lepidoptera. *Annual Review of Entomology*, 47, pp.57-92.

OHGUSHI T., 1992- Resource limitation on insect herbivore populations. Dans: *Effects of resource distribution on animal-plant interactions*. Édité par M. D. Hunter, O., T., and Price, P. W., Academic Press, San Diego. pp. 199-241.

PERRY S.F., GILMOUR K.M., 1999 - Respiratory and cardiovascular system during stress. In. Stress physiology in animals. Ed. Balm, PHM. Sheffield

Academic Press Ltd, Sheffield, Angleterre pp.52-107.

PINTERA A., 1987- Taxonomie revision of the Species genus *Chaitophorus* Koch in palae aretis Hom: Aphidoïdae. Dtsh. ento.Z.N.F.34 (4-5), pp.219-340.

POTTINGER T.G., 1999 - Impact of stress on animals reproductive activities.

métabolisme. In. Stress physiology in animals. Ed. Balm, PHM. Sheffield Academic Press Ltd, Sheffield, Angleterre, pp.205 –245.

RAMARDE F., 1984 - Ecologie fondamentale. Ed. Mac. Graw. Hill. Paris. 362p.

RANTA E., KAITALA V., ALAJA S., ET TESAR D., 2000- Nonlinear dynamics and the evolution of semelparous and iteroparous reproductive strategies. The American Naturalist155, pp.294-300.

RAUSHER M. D. 1981- Host plant selection by *Battus philenor* butterflies: the role of predation, nutrition, and plant chemistry. *Ecological Monographs*, 51, pp. 1-20.

RHOADES, D.F., 1983- Herbivore population dynamics and plant chemistry. Dans: Denno, R.F. et M.S. McClure (eds). Variable plants and herbivores in naturel and managed systems. New-York. Academic Press. , pp. 155-220

ROBERT Y., 1982- Fluctuations et dynamique des populations de puceron. Les pucerons des cultures, journées d'étude et d'information, Paris 2,3 et4 Mars 1981, Acta. 76p.

ROFF D.A., 1992- *The evolution of life histories: theory and analysis*. Chapman & Hall, London.

SCELEGIWICZ H., 1961- Die polnischen Arten der Gattung *Chaitophorus* Koch s.lat. (*Homoptera, Aphididae*). Annales Zoologici Tom. XIX. Ed. Warszawa 30 v 1961, 350p.

SCHAFFER W.M., 1973- Optimal reproductive effort in fluctuating Environments. American Naturalist 964, pp. 783-900.

SCRIBER, J.M. et F. SLANSKY, JR. 1981- The nutritional ecology of immature insects. Annu. Rev. Entomol. 26, pp.183-211.

SELLYE H., 1936 - A Syndrome produced by diverse nocuous agents. Nature 138,32p.

SELLYE H., 1950 - stress and the general adaptation Syndrome. *Birt. Med. J* 1, pp.1383-1392.

SELLYE H., 1973 - The evolution of the stree concept. *Am. Scientist* 61.pp.692-699.

SIMPSON S. J., et SIMPSON C. L. 1990- The mechanisms of nutritional compensation by phytophagous insects. Dans: *Insect-plant interactions. Vol. II.* Édité par E. A. Bernays, CRC Press Inc., Florida. pp 111-160.

SKIRVIN D.J., PERRY J.N. et HARRINGTON R., 1997- The effect of climate change on an Aphid-coccinellid interaction. *Global Change Biology*, 3, pp. 1-11.

STAMP N. E., et BOWERS M. D. 1991- Indirect effect on survivorship of caterpillars due to presence of invertebrate predators. *Oecologia*, 88, pp.325 – 330.

STEARNS SC., 1992- The evolution of life histories. Oxford University Press, New York.

STEFFENS A.B., et de BOER S.F., 1999 - Impact of stress on animals intermediate métabolisme. In. *Stress physiology in animals.* Ed. Balm, PHM. Sheffield Academic Press Ltd, Sheffield, Angleterre pp.205 –245.

STROYAN H.L.G., 1977- Homoptera: Aphidoïdae part Chaitophoridae et Callophidae. *Handbk. Indent. Br. Insectes*, II (4).

TAYLOR M. F. J. 1989 - Compensation for variable dietary nitrogen by larvae of the salvinia moth. *Functional Ecology*, 3, pp. 407-416.

THE S.J., ADAMS S.M., et HINTOND.E., 1997- Histopathologic biomarkers in feral fresh-water fish populations exposed to different types of contaminant stress. *Aquat. Toxicol.*, 37, pp. 51-70.

THOMPSON J. N. et PELLMYR O. 1991- Evolution of oviposition behavior and host preference in Lepidoptera. *Annual Review of Entomology*, 36, pp. 65-89.

TSITSIPIS, et MITTLER, 1978 - Les pucerons des cultures. Ed. Acta. Association des coordinations technique Agricole 149, Bercy. 75595 Paris cedex. 763p.

VAN BRUMMELN T.C., et ATUIJFZAND S.C. ,1993- Effects of benzofalpyrene on survival, growth and energy reserves in the terrestrial isopods *Oniscus asellus* and *Porcellio scaber*. The science of the total environment supplement, 921-929.

VAN GESTES C.A.M., et VAN BRUMMELENT.C., 1996 - Incorporation of the Biomarker concept in ecotoxicology calls for a redefinition of terms. Ecotoxicology 5 pp.217-225.

VONDRACEK B.T., WURTSBAUGH W.A., et CECH J.J.JR., 1988 - Growth and reproduction of the mosquitofish, in relation to temperature and ration level; consequences for life history. Env.biol.Fishes.21 :pp.45-47.

WENDELLAAR-BONGA S.E., 1997 - The stress response in fish. Physiol. Rev.77, pp.591-626.

WIGGLESWORTH V.B., 1972 - The circulatory system and associated tissues, The principles of insect physiology, Chapman et Halla, London.

WILLIAMS I. S., JONES T. H., et HARTLEY S. E. 2001- The role of resources and natural enemies in determining the distribution of an insect herbivore population. Ecological entomology, 26, pp. 204-211.

WIN DECOEN T., 2000- Influence of metals on reproduction, mortality and population growth in *Onychiurus armatus* (Collembola). Jour. of Applied Ecol. 22, pp. 967-978.

WYATT T.D., 1967 - Biochemistry of sugars and polysacharides in insectes advances in insects physiology. Beament J.W.L., Treherne J.E.et Wigglesworth V.B., New-york, Academic Press.

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERE

RESUME		
OBSTRACT		
ملخص		
REMERCIEMENTS		
DEDICACES		
SOMMAIRE		
LISTE DES FIGURES		
LISTE DES TABLEAUX		
INTRODUCTION		01
CHAPITRE I : Présentation de la plante hôte <i>Populus nigra</i> et son principale ravageur <i>Chaitophorus. leucomela</i>		03
I.1	Classification et exigences édapho-climatique du peuplier.....	03
I.2	Importance économique et environnementale du peuplier.....	04
	I.2.1 Production du bois.....	04
	I.2.1.1 Pâte à papier.....	04
	I.2.1.2 Bois de feu.....	04
	I.2.1.3 Panneaux.....	04
	I.2.1.4 Bois de déroulage.....	05
	I.2.2 Aménagement alluviaux.....	06
	I.2.3 Phytoremédiation.....	07
I.3	Etat Phytosanitaire	09
	I.3.1 INTRODUCTION.....	09
	I.3.2 Présentation de <i>Chaitophorus leucomelas</i> (koch, 1854).....	09
	I.3.2.1 Position systématique.....	09
	I.3.2.2 Répartition géographique.....	10
	I.3.2.3 Cycle de vie.....	10
	I.3.2.4 Nuisibilité.....	11
	I.3.2.5 Moyens de lutte.....	13
I.4	Inconvénients de la lutte chimique.....	14
I.5	Les biopesticides.....	15
	I.5.1 INTRODUCTION.....	15
	I.5.2 Diversité des produits biologiques.....	16
	I.5.2.1 Les biopesticides à bases des microorganismes pathogènes et des ennemis naturels.....	16
	I.5.2.2 Les insecticides d'origine botanique (Biocide inerte).....	18
	I.5.2.2.1 Le pyrèthre.....	19
	I.5.2.2.2 Extraits aqueux.....	19
Chapitre II : Les réponses métaboliques au stress chez les invertébrés et la notion des biomarqueurs		20
II.1	Définition du stress.....	21
II.2	Les facteurs de stress.....	21
II.3	La réponse au stress.....	22
II.4	La réponse énergétique au stress chez les invertébrés	23
II.5	Evaluation du stress et notion du biomarqueur.....	25
	II.5.1 Biomarqueurs de stress.....	26
	II.5.2 Intérêts des biomarqueurs.....	26
	II.5.3 Différents type de biomarqueurs.....	27
	II.5.4 Les réserves énergétiques en tant que biomarqueurs.....	28
Chapitre III : Matériel et Méthodes		31
III.1	Introduction.....	31

III.2	Objectif.....	31
III.3	Présentation de la région d'étude.....	32
III.3.1	Présentation de la région de Mitidja.....	32
III.3.1.1	Situation géographique.....	32
III.3.1.2	Bioclimat des régions d'étude.....	33
III.3.1.2.1	La pluviosité.....	33
III.3.1.2.2	Les températures.....	33
III.3.1.2.3	Les vents la grêle la gelée.....	34
III.3.2	Climatologie des régions d'étude.....	34
III.3.2.1	Étage bioclimatique (Climagramme d'EMBERGER).....	34
III.3.2.2	synthèse climatique.....	35
III.3.3	Présentation du site d'étude.....	39
III.4	Matériel d'étude.....	40
III.4.1	Matériel biologique.....	40
III.4.1.1	Matériel végétal.....	40
III.4.1.2	Matériel animal.....	40
III.3.2	Produit phytosanitaire.....	41
III.5	Méthodologie du travail.....	42
III.6	Préparations des extraits aqueux.....	42
III.7	Dispositif expérimental et application des traitements.....	44
III.8	Technique de prélèvements et d'évaluation.....	47
III.9	Estimation des populations résiduelles.....	47
III.10	Estimation des traits de vie biochimique.....	48
III.10.1	Mesure pondérales.....	48
III.10.2	Mode d'extraction et de dosage des réserves énergétiques.....	48
III.10.2.1	Extraction et dosage des biomarqueurs lipidiques.....	48
III.10.2.2	Extraction et dosage des glucides.....	50
III.11	Analyses statistiques.....	51
III.11.1	Analyses de variance (SYSTAT vers. 12, SPSS 2009).....	51
III.11.2	Analyses multivariée (PAST vers. 1.37, Hammer et al. 2001).....	51
Partie III : Résultats et Discussion.....		52
Chapitre IV : Résultats.....		52
IV.1	Evaluation des populations résiduelles de <i>C. leucomelas</i>	52
IV.1.1.	Effets des extraits aqueux de plante entière d' <i>E. viscosa</i> et des doses homologuées des pesticides de synthèse sur les populations résiduelles de <i>C. leucomelas</i>	52
IV.1.2	Effets des extraits aqueux d'organes d' <i>E. viscosa</i> et des demi-doses des pesticides de synthèse sur les populations résiduelles de <i>C. leucomelas</i>	56
IV.2	Evaluation des réponses énergétiques des femelles survivantes de <i>C. leucomelas</i>	61

Chapitre V : Discussion.....	65
V. 1 Evaluation de l'effet des produits biologiques et chimiques sur les populations de <i>Chaitophorus leucomelas</i>	66
V. 2 Evaluation de l'effet des produits biologiques et chimiques sur les réserves énergétiques et les mesures pondérales de <i>C. leucomelas</i>	71
Chapitre VI : Conclusion et perspectives.....	74
Références bibliographiques	

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERE

RESUME		
OBSTRACT		
ملخص		
REMERCIEMENTS		
DEDICACES		
SOMMAIRE		
LISTE DES FIGURES		
LISTE DES TABLEAUX		
INTRODUCTION		01
CHAPITRE I : Présentation de la plante hôte <i>Populus nigra</i> et son principale ravageur <i>Chaitophorus. leucomela</i>		03
I.1	Classification et exigences édapho-climatique du peuplier.....	03
I.2	Importance économique et environnementale du peuplier.....	04
	I.2.1 Production du bois.....	04
	I.2.1.1 Pâte à papier.....	04
	I.2.1.2 Bois de feu.....	04
	I.2.1.3 Panneaux.....	04
	I.2.1.4 Bois de déroulage.....	05
	I.2.2 Aménagement alluviaux.....	06
	I.2.3 Phytoremédiation.....	07
I.3	Etat Phytosanitaire	09
	I.3.1 INTRODUCTION.....	09
	I.3.2 Présentation de <i>Chaitophorus leucomelas</i> (koch, 1854).....	09
	I.3.2.1 Position systématique.....	09
	I.3.2.2 Répartition géographique.....	10
	I.3.2.3 Cycle de vie.....	10
	I.3.2.4 Nuisibilité.....	11
	I.3.2.5 Moyens de lutte.....	13
I.4	Inconvénients de la lutte chimique.....	14
I.5	Les biopesticides.....	15
	I.5.1 INTRODUCTION.....	15
	I.5.2 Diversité des produits biologiques.....	16
	I.5.2.1 Les biopesticides à bases des microorganismes pathogènes et des ennemis naturels.....	16
	I.5.2.2 Les insecticides d'origine botanique (Biocide inerte).....	18
	I.5.2.2.1 Le pyrèthre.....	19
	I.5.2.2.2 Extraits aqueux.....	19
	Chapitre II : Les réponses métaboliques au stress chez les invertébrés et la notion des biomarqueurs	20
II.1	Définition du stress.....	21

II.2	Les facteurs de stress.....	21
II.3	La réponse au stress.....	22
II.4	La réponse énergétique au stress chez les invertébrés	23
II.5	Evaluation du stress et notion du biomarqueur.....	25
II.5.1	Biomarqueurs de stress.....	26
II.5.2	Intérêts des biomarqueurs.....	26
II.5.3	Différents type de biomarqueurs.....	27
II.5.4	Les réserves énergétiques en tant que biomarqueurs.....	28
Chapitre III : Matériel et Méthodes		31
III.1	Introduction.....	31
III.2	Objectif.....	31
III.3	Présentation de la région d'étude.....	32
III.3.1	Présentation de la région de Mitidja.....	32
III.3.1.1	Situation géographique.....	32
III.3.1.2	Bioclimat des régions d'étude.....	33
III.3.1.2.1	La pluviosité.....	33
III.3.1.2.2	Les températures.....	33
III.3.1.2.3	Les vents la grêle la gelée.....	34
III.3.2	Climatologie des régions d'étude.....	34
III.3.2.1	Étage bioclimatique (Climagramme d'EMBERGER).....	34
III.3.2.2	synthèse climatique.....	35
III.3.3	Présentation du site d'étude.....	39
III.4	Matériel d'étude.....	40
III.4.1	Matériel biologique.....	40
III.4.1.1	Matériel végétal.....	40
III.4.1.2	Matériel animal.....	40
III.3.2	Produit phytosanitaire.....	41
III.5	Méthodologie du travail.....	42
III.6	Préparations des extraits aqueux.....	42
III.7	Dispositif expérimental et application des traitements.....	44
III.8	Technique de prélèvements et d'évaluation.....	47
III.9	Estimation des populations résiduelles.....	47
III.10	Estimation des traits de vie biochimique.....	48
III.10.1	Mesure pondérales.....	48
III.10.2	Mode d'extraction et de dosage des réserves énergétiques.....	48
III.10.2.1	Extraction et dosage des biomarqueurs lipidiques.....	48
III.10.2.2	Extraction et dosage des glucides.....	50
III.11	Analyses statistiques.....	51
III.11.1	Analyses de variance (SYSTAT vers. 12, SPSS 2009).....	51
III.11.2	Analyses multivariée (PAST vers. 1.37, Hammer et al. 2001).....	51
Partie III : Résultats et Discussion.....		52
Chapitre IV : Résultats.....		52
IV.1	Evaluation des populations résiduelles de <i>C. leucomelas</i>	52
IV.1.1.	Effets des extraits aqueux de plante entière d' <i>E. viscosa</i> et des doses homologuées des pesticides de synthèse sur les populations résiduelles de <i>C.</i>	52

	<i>leucomelas</i>	
	
IV.1.2	Effets des extraits aqueux d'organes d' <i>E. Viscosa</i> et des demi-doses des pesticides de synthèse sur les populations résiduelles de <i>C. leucomelas</i>	56
.IV.2	Evaluation des réponses énergétiques des femelles survivantes de <i>C. leucomelas</i>	61
	Chapitre V : Discussion	65
V. 1	Evaluation de l'effet des produits biologiques et chimiques sur les populations de <i>Chaitophorus leucomelas</i>	66
V. 2	Evaluation de l'effet des produits biologiques et chimiques sur les réserves énergétiques et les mesures pondérales de <i>C. leucomelas</i>	71
	Chapitre VI : Conclusion et perspectives	74
	Références bibliographiques	