

**Impact de l'association choupack choi sur la dynamique des  
populations de pucerons et de leurs auxiliaires à Malika**

## **DEDICACES**

Je dédie ce travail

A ma brave et tendre mère Ndèye Awa Gueye, je suis sur que :« Si tu étais homme, tu serais Damel. Si tu étais d'espèce chevaline, tu aurais la noblesse du « pure-sang », mais nous ne regrettons pas que tu sois femme Maman car, tu es l'étoile de tes rivales en beauté, en munificence et en conduite

« et si je me fatigue dans la vie c'est bien pour toi ».

A mon serviable et respectueux père, Monsieur Baba Diallo, qui en plus d'avoir été un père exemplaire, a guidé mes premiers pas à l'école. Vous avez toujours déployé tous les moyens nécessaires afin que nous réussissions notre vie. Si un jour j'arrive à transmettre à ma progéniture la même éducation que vous nous avez inculquée, alors j'aurais réussi ma vie.

Longue vie et santé , vous avez fait autant de sacrifices pour notre éducation, notre bien-être et notre réussite.

## REMERCIEMENTS

Je remercie **ALLAH** qui m'a prêté la vie et une bonne santé pour que je puisse mener à bout ce travail.

Je remercie du fond du cœur, le **Professeur Karamoko DIARRA** de l'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar, Responsable du **Master GeDAH** de m'avoir sélectionné et d'avoir participé à ma bonne formation. Je le remercie pour son dynamisme et son sérieux dans le travail.

Je remercie, Monsieur **Aguibou Diallo** de m'avoir guidé tout ce temps. Il n'a ménagé aucun effort pour le bon déroulement du stage et la conception de ce document. Merci pour ta disponibilité, ta simplicité, et ton dévouement dans la travail.

Je remercie **Dr Dominique BORDAT, Mme Laurence ARVANITAKIS**, les Chercheurs, du CIRAD-SCA (France) pour les connaissances de qualité transmises durant la formation.

Je remercie tous les **Professeurs** qui nous ont dispensé des cours durant la formation.

Je remercie le **Professeur Samba Ndao Sylla**, Président du Jury. Il a participé à ma formation durant mon second cycle universitaire.

Je remercie **Dr. Galo sow et le Dr. AbdoulAziz Niang** d'avoir accepté d'être des membres de mon jury.

Je remercie mes Camarades de **promotion** du Master **GeDAH** et les Doctorants : **Babacar LABOU** et **Mamadou DIATTE**, pour leur soutien.

Je remercie **Mr Michel SARR** et le Personnel du laboratoire de Parasitologie du département de Biologie Animale.

Je remercie les **Producteurs** de la zone des Niayes en particulier ceux de Malika.

Je remercie **mes Parents, Frères et Sœurs** ainsi que toute ma **famille** à Ouagouniayes 2 pour leurs encouragements, leurs prières et leur soutien. Merci à **mes Amis (es)**, et à **Tous** ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

## Sommaire

DEDICACES.....	i
REMERCIEMENTS .....	ii
LISTE DES FIGURES .....	v
LISTE DES TABLEAUX .....	vi
RESUME.....	vii
ABSTRACT .....	viii
Introduction .....	1
CHAPITRE I : REVUE DE LA REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
1.1.Généralité sur le chou .....	3
1.1.1.Description et origine.....	3
1.1.2. Importance du chou.....	3
1.1.3.Exigences pédoclimatiques .....	3
I.2. Généralité sur le chou chinois (pak choi).....	4
1.2.1. Description et origine .....	4
1.2.2. Les conditions favorables à la culture du pak choi .....	4
I.3. Généralité sur les pucerons .....	4
1.3. 1.Systematique .....	4
1.3.2. Caractéristiques morphologiques des aphides.....	5
1.3.3.Biologie .....	6
1.3.4-Reproduction.....	7
1.3.5-Cycle biologique .....	8
I.4.Les dégâts causés par les aphides.....	8
1.4.1.Les dégâts directs .....	8
1.4.2.Les dégâts indirects .....	8
I.5. Rôle des ennemis naturels sur la régulation de la population des pucerons.....	9
1.5.1. Les prédateurs .....	9
1.5.2. Les parasitoides.....	9
1.5.3.Les pathogènes .....	9
I. 6.Lutte contre les pucerons .....	10
1.6.1.Lutte chimique .....	10
1.6.2.Lutte biotechnique.....	10

6.3.Lutte biologique .....	10
I.7.Genéralité sur quelques espèces de pucerons et de leur auxiliaire.....	10
I.7.1. <i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776) :.....	10
I.7.2. <i>Lipaphis pseudobrassicae</i> .....	11
I.7.3. <i>Diaeretiella rapae</i> (M’Intosh) ; parasitoïde de pucerons .....	12
CHAPITRE II: MATERIEL ET METHODES .....	13
II.1. Présentation de la zone d’étude .....	13
II.2.Matériel.....	14
II.2.1. Matériel biologique .....	14
II.2.2. Matériel d’échantillonnage .....	14
II.3.Méthodes.....	14
II.3.1. Préparation de la parcelle d’expérimentation .....	14
II.4. Dispositif expérimental .....	17
II.4.1. Méthode d’échantillonnage .....	18
CHAPITRE III: RESULTATS ET DISCUSSION .....	22
III.1.Résultats.....	22
III.1.1.Effet des traitements sur la population de <i>Myzus persicae</i> .....	22
III.1.2.Effet des traitements sur la dynamique des populations de pucerons de <i>Lipaphis pseudobrassicae</i> .....	23
III.1.3.Evolution de la population <i>Myzus persicae</i> , de <i>Lipaphis pseudobrassicae</i> et du pourcentage de parasitisme en fonction des semaines.....	24
III. 1.4. Distribution des auxiliaires en fonction des traitements.....	25
III.2.Discussion .....	26
CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....	28
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	29

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Le chou pommé .....	3
Figure 2 : Le Pak choi .....	4
Figure 3: Morphologie d'un puceron ailé.....	6
Figure 4: Stades de développement d'un puceron .....	7
Figure 5: Adulte de <i>Myzus persicae</i> .....	11
Figure 6 : Adulte de <i>Lipaphis pseudobrassicae</i> .....	12
Figure 7: Adulte de <i>Diuraphis rapae</i> .....	12
Figure 8: Localisation de la zone d'étude .....	13
Figure 9: préparation des pépinières .....	15
Figure 10: Préparation de la parcelle d'étude.....	16
Figure 11: Disposition des traitements dans la parcelle chou/pak choi .....	17
Figure 12: Prélèvement des paramètres agronomiques.....	19
Figure 13: Récolte des pucerons sur le terrain .....	20
Figure 14 : Evolution de la population <i>Myzus persicae</i> , de <i>Lipaphis pseudobrassicae</i> et du pourcentage de parasitisme en fonction des semaines .....	24
Figure 15: Répartition des auxiliaires en fonction des traitements .....	25

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1:Récapitulatif des différentes espèces de pucerons rencontrées dans la zone d'étude.....	22
Tableau 2:Liste des différents auxiliaires inventoriés sur le terrain.....	22
Tableau 3: Anova et comparaison des moyennes des traitements sur la populations de Myzus persicae .....	22
Tableau 4: Anova et comparaison des moyennes des traitements sur la populations de Lipaphis pseudobrassicae.....	23

## RESUME

Le maraîchage au Sénégal, en particulier la culture du chou, constitue une activité génératrice de revenu pour la plupart des paysans de la zone des Niayes. Néanmoins, cette plante de la famille des brassicacées rencontre d'énormes difficultés liées à la pression continue des ravageurs. Face aux nombreux dégâts causés par les pucerons du chou et les problèmes de santé liés à l'utilisation abusive des pesticides, notre étude s'est fixée comme objectif la mise en place d'un essai sur les associations culturales en vue de réduire le nombre de pucerons et de favoriser le développement de la faune auxiliaire. Nous avons utilisé un dispositif en bloc randomisé complet avec quatre traitements : un témoin chou (**CH**), un témoin pack choi (**PC**), une association pack choi entre les rangs de choux (**PCER**) et une association pack choi autour de la planche de chou (**PCA**). Chaque traitement est répété six fois. L'analyse de la variance s'est montrée significative ( $P < 0,0001$ ), cependant les parcelles avec les associations ont été les plus attaquées par les pucerons. Le parasitisme par *Diaeretiella rapae* (MIntosh) a permis un contrôle des pucerons dans le temps. En effet le nombre total de pucerons a presque été réduit à moitié par le parasitisme de *Diaeretiella rapae*. Cependant les associations ont eu une plus grande attirance pour les auxiliaires que pour les deux témoins

Mots clés : association de culture, chou, pak choi, pucerons, auxiliaires, Malika

## **ABSTRACT**

Gardening in Senegal , especially the cultivation of cabbage, is an income generating activity for most farmers in the Niayes's area . However, this plant in Brassicaceae's family faces enormous difficulties caused by continuous pest pressure. In front of the several damages caused by cabbage aphids and health problems related to the misuse of pesticides , this study has set as its objective the establishment of an essay on the cultural associations with a view to reduce the number of aphid and promote the development of beneficial fauna. We used a randomized complete block device with four treatments: a control cabbage ( CH) , a control pack choi (PC), a combination pack choi between rows of cabbage ( ERCP ) and a combination pack choi around the board cabbage ( PCA). Each treatment is repeated six times. The variance analysis has shown significant (  $P < 0.0001$  ) , however the plots with associations were most attacked by aphids. Parasitism by *Diaeretiella rapae* ( MIntosh ) has controled aphids in time. Indeed, the total number of aphids was almost reduced to half by parasitism of *Diaeretiella rapae*. However, the associations have had a greater attraction to the auxiliary comparing to the two witnesses.

Keys words: association, cabbage, pack choi, aphid, auxiliary

## **Introduction**

Le secteur horticole, notamment le maraîchage, joue un rôle majeur dans la vie socio-économique du Sénégal. En effet l'horticulture, de par la contribution à la satisfaction des besoins alimentaires, de par les entrées de devises générées à travers les exportations, de par l'importance et la diversité des acteurs économiques impliqués, constitue sans nul doute, l'élément-phare du secteur de l'agriculture.

Aujourd'hui, la zone des Niayes, zone de prédilection des cultures maraîchères, est considérée comme le moteur de relance du développement horticole. Des études faites dans cette zone ont révélé que la production de chou revêt une grande importance (DH, 2012).

Au plan national, les statistiques de 2011 révèlent que le chou se place à la 5ème position en constituant un peu plus de 7% des volumes de productions maraîchères nationales (DH, 2012).

Cependant, cette plante de la famille des Brassicacées est devenue l'une des spéculations les plus difficiles à cultiver dans nos pays du fait de la pression continue des ravageurs (Bompard, 2009). Parmi les ravageurs de cultures, nous avons les pucerons, qui absorbent la sève élaborée des plantes, détournant à leur profit une partie des éléments nutritifs nécessaires à la croissance de ces derniers. De plus au cours de leur prise alimentaire, ils injectent à la plante une salive souvent toxique et peuvent lui transmettre des virus pouvant être à l'origine de graves maladies et sont ainsi responsables de pertes importantes de rendements chez de nombreuses plantes cultivées (Dedryver, 2010).

Les pucerons attaquent la plupart des plantes cultivées et constituent l'un des groupes d'insectes les plus nuisibles. Le pouvoir multiplicatif de ces insectes intensifie l'ampleur des dégâts. Ainsi plusieurs méthodes de luttés contre les pucerons ont vu le jour afin de réduire les attaques sur les différentes spéculations (Ronzon, 2006). Cependant, l'utilisation de pesticides chimiques demeure la méthode de lutte la plus commune (Ferrero, 2009). En effet, des stratégies très efficaces de lutte contre les ennemis des cultures ont été développées essentiellement fondées sur l'utilisation préventive et systématique des pesticides de synthèses. Mais nombreux sont les cas de pertes d'efficacité de ces produits chimiques dus à une certaine résistance des ravageurs. D'autre part, des effets indésirables dus à l'usage non

sécurisé de ces pesticides ont été mis en évidence, y compris des dégâts sur la biodiversité non ciblée ainsi que des effets délétères sur la santé humaine (Ryckewaert et Fabre, 2010).

Dans ce contexte, les méthodes agro-écologiques de lutte (en l'occurrence l'association culturale) semblent être une alternative incontournable afin de mieux réduire la pression des bio-agresseurs sur les spéculations, éviter l'appauvrissement voire la destruction des sols et produire des spéculations saines de façon durable.

L'objectif général de cette étude est de contribuer à la conception de stratégies de gestion durable des pucerons en cultures de choux.

Les objectifs spécifiques sont:

- Etudier l'impact de l'association chou/pak choi sur la dynamique des populations de pucerons et de leurs auxiliaires (prédateurs et parasitoïdes),
- Etudier le type d'association le plus bénéfique (exemple : pak choi entre les rangs de chou ou bien pak choi autour de la planche de chou).
- Etudier la préférence de parasitisme de *Diaraetiella rapae* sur les différentes espèces de pucerons.

Ainsi, dans un premier chapitre est donné un aperçu sur les aphides. Le second est consacré au matériel et méthodes. Ce présent chapitre renferme une brève présentation de la région d'étude de même que les différentes méthodes utilisées sur le terrain et au laboratoire ainsi que les techniques de traitement des données. Dans le troisième chapitre sont présentés les différents résultats qui s'articulent autour de cette étude et leur discussion. Nous terminerons par une conclusion générale et des perspectives.

## CHAPITRE I : REVUE DE LA REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

### I.1.Généralité sur le chou

#### I.1.1.Description et origine

Le chou pommé (*Brassica oleracea*) fait partie des plantes les plus cultivées au Sénégal. Il est originaire de l'Europe occidentale ou des régions méditerranéennes (ADAB, 2011). C'est une plante dicotylédone, biannuelle dont les feuilles forment une tête compacte ou pomme. Il appartient à la famille des Brassicaceae.

#### I.1.2. Importance du chou

Le chou a servi au moyen age comme plante médicinale avant d'être finalement intégré à l'alimentation souvent comme base de soupe. Selon Mességué (1972), le chou a des vertus antiscorbutiques, antitoxiques et une action cicatrisante. Au plan national le chou occupe la 5<sup>e</sup> position avec une production qui s'élève à 2500 tonnes (DH, 2011).

#### I.1.3.Exigences pédoclimatiques

Le chou s'adapte à plusieurs types de climats, mais il préfère les régions côtières à humidité atmosphérique élevée. Sa bonne résistance au froid et ses multiples variétés favorise sa culture durant toute l'année bien que son rendement soit plus élevé en saison sèche. Le chou est exigeant en fumure et en soufre. Il préfère les sols limono-argileux.

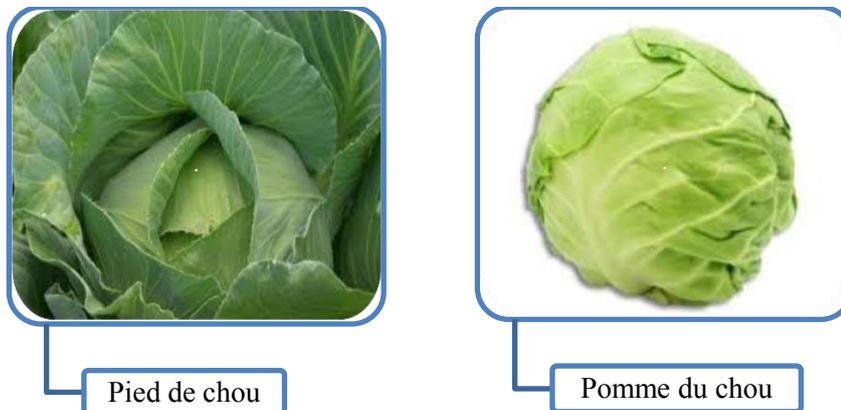


Figure 1: Le chou pommé

Source : photo originale

## **I.2. Généralité sur le chou chinois (pak choi)**

### **I.2.1. Description et origine**

Le chou chinois possède une forme allongée, avec un feuillage vert pâle qui est fin et tendre. Ses côtes blanches sont, quant à elles, très croquantes. Originaire de la chine, le pack choi se décline en une trentaine de variétés. Il est à noter qu'il faut environ deux mois pour récolter le chou chinois après son semis.

### **I.2.2. Les conditions favorables à la culture du pak choi**

Pour pousser correctement, le chou chinois a besoin d'une bonne exposition au soleil. Il faut l'arroser de manière régulière car le chou chinois ne supporte pas la sécheresse, ses racines étant superficielles. Lorsque les trois premières vraies feuilles des plants atteignent cinq centimètres, un repiquage est nécessaire.



**Figure 2 : Le Pack choi**

Source : photo originale

## **I.3. Généralité sur les pucerons**

### **I.3. 1.Systematique**

Remaudiere et *al* (1997) classent les pucerons dans leur catalogue «les aphididae du monde » comme suit :

Embranchement : ..... Arthropode

Classe : ..... Insectes

Ordre : ..... Homoptera

Super/Famille : .....Aphidoidea

Famille : .....Aphididae

### **I.3.2. Caractéristiques morphologiques des aphides**

Les pucerons sont des insectes au tégument mou. Leur taille varie de 2 à 4 mm avec un corps oval un peu aplati (Tanya, 2002). Ce dernier est subdivisé en trois parties bien distinctes (la tête, le thorax et l'abdomen).

#### ***I.3.2.1. La tête***

Généralement bien séparée du thorax chez les formes ailées (et non chez les aptères), la tête chez les pucerons comporte deux antennes de 3 à 6 articles et de longueurs très variables, insérés directement sur le front ou les tubercules frontaux plus ou moins proéminentes. Certains articles antennaires possèdent des organes sensoriels appelés les sensoria ; leur partie distale amincie est nommée fouet ou processus terminalis à l'arrière de l'œil composé (Tanya, 2002., Fraval, 2006).

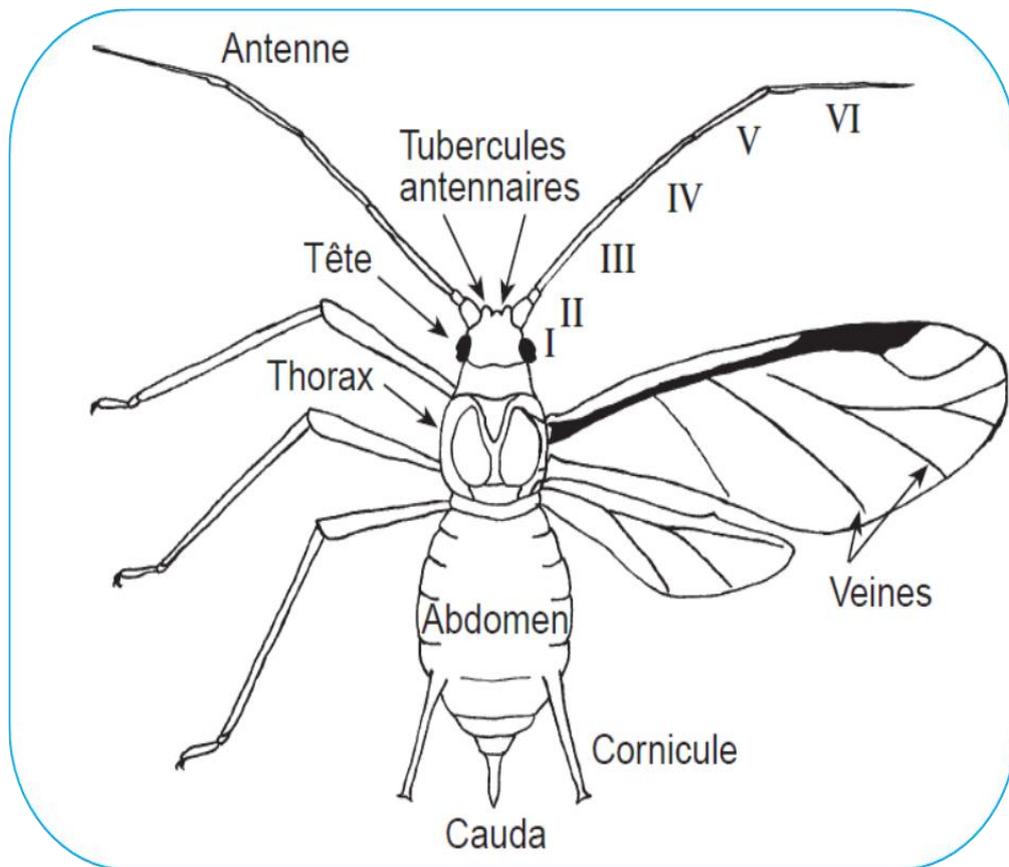
#### ***I.3.2.2 Le thorax***

Le thorax porte trois paires de pattes et primitivement deux paires d'ailes. Il est subdivisé en trois segments : le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Cependant chez la plupart des espèces de pucerons coexistent des formes adultes ailés et des formes adultes aptères.

D'après Hein et al (2005), chez certaines espèces de pucerons la nervation des ailes peut être caractéristique ; les ailes antérieures présentent plusieurs nervures. A l'exception de la nervure médiane qui se manifeste chez la plupart des espèces, ce sont tous des nervures simples. Cependant selon Godin et Boivin (2002), la nervation peut être : non ramifiée, ramifiée une seule fois ou ramifiée deux fois.

#### ***I.3.2.3.L 'abdomen***

D'après Hein et al (2005), l'abdomen porte généralement dans sa partie postérieure une paire de cornicules (ou siphon), de forme et de longueur très variables et souvent pourvues d'une réticulation ou surmontées d'une collerette. Ces cornicules sont souvent absents chez certains genres et parfois même selon les formes au sein d'une même espèce. Le dernier segment abdominal (le 10<sup>e</sup>) forme la queue (cauda) plus ou moins développée et de formes variables selon les espèces (Fredon, 2008)



**Figure 3: Morphologie d'un puceron ailé**

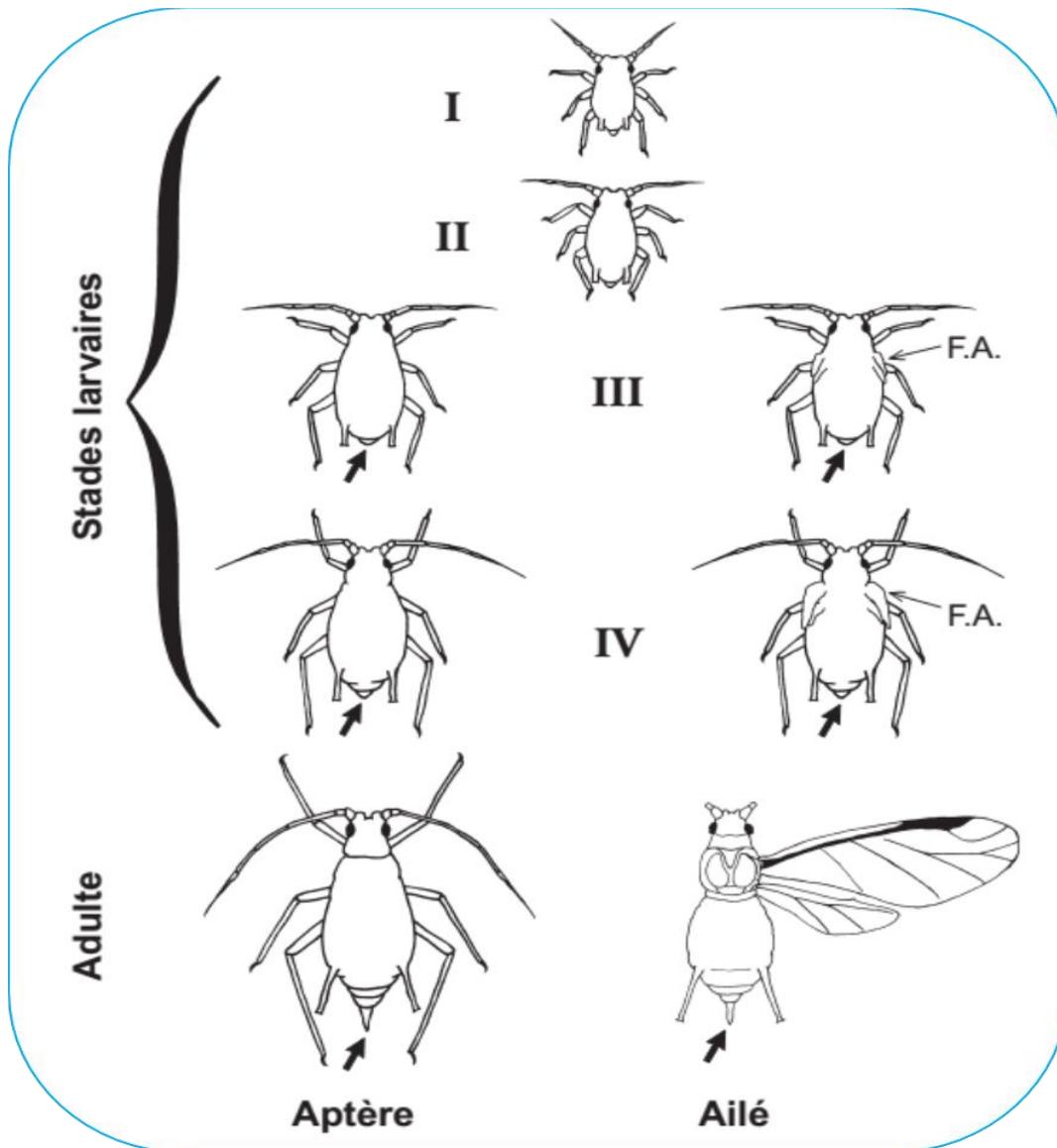
Source : Claude Godin & Gui Boivin, 2002

### **I.3.3. Biologie**

Les pucerons sont des insectes hémimétaboles. Leurs œufs sont minuscules et de formes sphériques. Généralement de couleur gris foncée ou noire, les œufs sont pondus en groupe ou isolément selon les espèces (Sutherland, 2006). Les différents stades larvaires sont semblables aux adultes aptères et de petites taille (Fredon, 2008).

Le stade larvaire du développement d'un puceron peut être schématisé comme suit :

La plupart des pucerons passe par quatre(4) stades larvaires avant de devenir des adultes aptères ou ailés. On reconnaît une larve par ses caractères juvéniles : tête large par rapport au corps, cauda plus courte et arrondie (plutôt qu'allongée), antennes et cornicules peu développées, présence de fourreaux allaires (dans le cas des ailés).



**Figure 4: Stades de développement d'un puceron**

Source : Claude Godin & Gui Boivin, 2002

### **I.3.4-Reproduction**

Les pucerons sont dotés d'une capacité de multiplication très élevée. Une femelle de pucerons peut engendrer 40 à 100 descendants, ce qui équivaut à environ 10 pucerons par jour pendant plusieurs semaines (Anonyme,2006 ; Kos et al,2008).

D'après Benoit (2006), une femelle de puceron (comme le puceron vert du pêcher et le puceron cendré du chou) est capable d'engendrer jusqu'à 30 à 70 larves.

### **I.3.5-Cycle biologique**

Les aphides ont un cycle évolutif de type hétérogonique c'est-à-dire caractérisé par l'alternance d'une génération sexuée et d'une ou de plusieurs générations parthénogénétiques (asexuée), (Christelle,2007) avec une reproduction asexuée qui priment largement sur la reproduction sexuée. D'après Lambert (2005), la conséquence de cette reproduction asexuée est une multiplication très rapide de la population des pucerons. Les femelles fécondées sont toujours ovipares, alors que les femelles parthénogénétiques sont vivipares.

### **I.4. Les dégâts causés par les aphides**

Les pucerons sont considérés comme des ravageurs majeurs des cultures dans le monde de par leur impact économique négatif sur les cultures (Fournier,2010). Ils sont à l'origine de pertes considérables sur les spéculations cultivées (Qubbaj et al, 2004).

Chrystelle (2007) et Eaton (2009), classent les dégâts causés par les pucerons en deux types :

#### **I.4.1. Les dégâts directs**

Les pucerons se nourrissent de la sève des feuilles et des jeunes pousses. Ils peuvent ainsi occasionner d'importants dégâts ; la croissance de la plante peut être freinée, la plante s'affaiblit. On peut également observer un avortement des fleurs, la chute des feuilles ou des dessèchements de pousses.

L'action irritante et toxique de la salive se traduit par des déformations de types variés sur les feuilles ou les rameaux. Cela va de la simple crispation du feuillage à la formation de chancres ou de galles. (Chrystelle,2007).

#### **I.4.2. Les dégâts indirects**

Les dégâts indirects causés par les pucerons sont de deux types :

##### ***I.4.2.1. Le miellat et fumagine***

Le produit de la digestion des pucerons est très riche en sucre : c'est le miellat. Ce miellat est un milieu très favorable au développement de la fumagine, champignon de couleur noire.

La fumagine est inesthétique et réduit la capacité photosynthétique des plantes, (Chrystelle, 2007, Giordanengo et al, 2010).

#### ***1.4.2.2. Transmission de virus phytopathogènes***

Du fait de leur capacité à se déplacer d'une plante à une autre, les pucerons créent des contacts entre les plantes (Brault et al, 2010). Cette caractéristique a été efficacement exploitée par les virus de végétaux incapables de se mouvoir d'une plante à une autre. Ainsi de très nombreuses espèces virales utilisent l'action itinérante de la faune aphidienne pour se propager et se maintenir dans l'environnement agro-écologique.

Les pucerons sont susceptibles de causer jusqu'à 20% de baisse de rendement, de même un seul puceron peut être vecteur de 44 virus de végétaux, ( Harmel et al, 2008)

### **1.5. Rôle des ennemis naturels sur la régulation de la population des pucerons**

D'après Schmidts et al (2004), les pucerons sont attaqués par un large éventail d'auxiliaires. Les ennemis naturels courants des nuisibles sont les prédateurs, les parasitoïdes et les entomopathogènes.

#### **1.5.1. Les prédateurs**

Les prédateurs sont des ennemis naturels qui tuent et empêchent la propagation des nuisibles en les attaquant et en se nourrissant de leur substance. Ils appartiennent à divers groupes taxonomiques et possèdent pour la plupart une très large spécificité (Deguine et Leclant, 1997).

#### **1.5.2. Les parasitoïdes**

La femelle pond un œuf dans le corps du puceron. Le développement de la larve se passe en quatre étapes, qui se déroulent dans le corps du puceron. Le puceron parasité est appelé momie : il se fige, gonfle et prend une couleur jaune dorée. Le parasitoïde quitte la momie par un trou de sortie. Les pucerons parasités ne meurent pas tout de suite. Ils ne mangent plus et ne secrètent plus de miellat, mais peuvent transmettre des maladies virales jusqu'à l'éclosion de l'œuf de l'hyménoptère (Reboulet, 1999).

#### **1.5.3. Les pathogènes**

Les agents pathogènes sont des ennemis naturels qui tuent et empêchent la propagation des insectes et acariens en causant des maladies dans leur corps. Ce sont principalement des

champignons phycomycètes qui sont susceptibles de déclencher des épizooties spectaculaires (Deguine et Leclant, 1997).

## **I. 6.Lutte contre les pucerons**

### **I.6.1.Lutte chimique**

Pour réduire la pression des ravageurs sur les spéculations, l'utilisation de pesticides chimique demeure la méthode de lutte la plus commune (Ferrero, 2009)

Les produits phytosanitaires doivent être choisis selon leur caractère selectif. Ces derniers doivent être dotés d'un effet de choc élevé et d'une bonne rémanence. Ces pesticides doivent appartenir à des familles chimiques différentes afin de retarder ou d'éviter la résistance (Hulle et al, 1999).

### **I.6.2.Lutte biotechnique**

C'est un mécanisme de lutte basé sur le comportement de certains insectes qui sont attirés par différents attractifs visuels (couleur) ou olfactif (aliments phéromones). Ces couleurs et ces substances peuvent être utilisés pour le piégeage (Ryckewaert et Fabre, 2001).

## **6.3.Lutte biologique**

La lutte biologique est l'utilisation d'organismes vivants (Insectes, bactéries, nématodes,...) ou de leur dérivés pour contrôler les populations de ravageurs et empêcher ou réduire les dommages qui pèsent sur les cultures.

## **I.7.Généralité sur quelques espèces de pucerons et de leur auxiliaire**

### **I.7.1.*Myzus persicae* (Sulzer, 1776) :**

*M. persicae*, communément appelé le puceron vert du pêcher, est un ravageur généraliste. Son hôte primaire est le pêcher mais il peut également s'alimenter sur beaucoup d'espèces et de familles botaniques (plus de 400 espèces (Fenton et al., 1998)) dont les Brassicacées

L'aptère de cette espèce mesure 1,2 à 2,5 mm, de couleur verte claire à verte jaunâtre.

Les tubercules frontaux convergents, cornicules assez longues, claires (Voynaud., 2008).

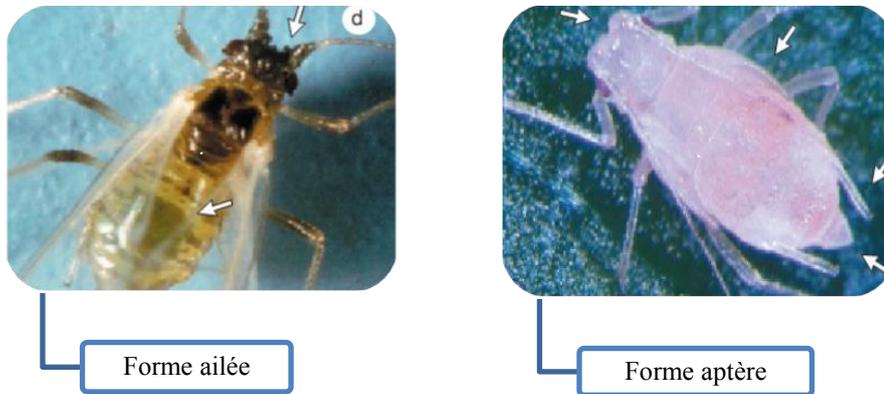
Les ailés ont un corps qui mesurant 1,4 à 2,3 mm, de couleur vert clair. Antennes

longues et pigmentées, sauf à la base de l'article III. Front avec tubercules frontaux proéminents et à bords convergents. Abdomen large plaque discale sombre, échancrées

latéralement et perforée, sclérites marginaux. Cornicules longues, sombres, renflées (sur hôte

secondaire). Cauda en forme de doigt. (Hullé et al., 1999).

D'après Saljoqi (2009), cette espèce peut avoir deux types de cycle différents ; l'espèce est soit holocyclique dioecique alternant entre des hôtes primaires, soit anholocyclique sur hôtes secondaire lorsque le climat lui permet de suivre par parthénogenèse.



**Figure 5: Adulte de *Myzus persicae***

Source : Bakroune Nour-Elhouda, 2012

### ***1.7.2. Lipaphis pseudobrassicae***

La forme aptère de cette espèce est vert jaune à vert gris avec sur l'abdomen la présence de taches brunes, réparties par paires séparées par une ligne médiane pâle.

La forme ailée est gris vert avec des sclérites marginaux noirs et des tirets interrompus sur l'abdomen, antenne courte, cornicules courtes, légèrement renflées, cauda courte et pigmentée.

Cycle biologique: principalement anholocyclique en Europe.

Plantes hôtes: Brassicaceae cultivées et sauvages: chou, navet, radis...

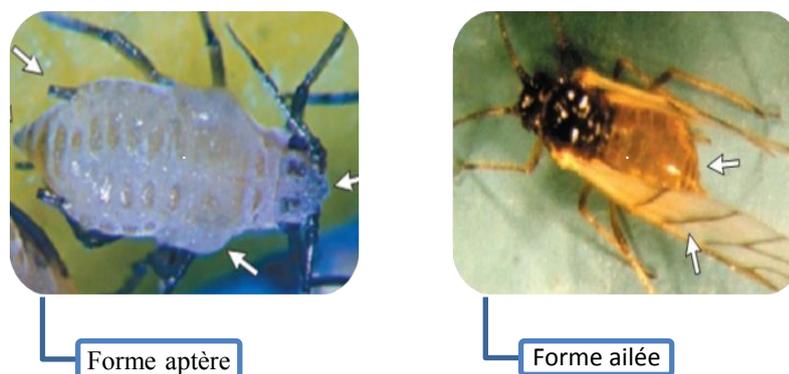


Figure 6 : Adulte de *Lipaphis pseudobrassicae*

Source : Claude Godin, 2002

### I.7.3. *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) ; parasitoïde de pucerons

Les larves de *D. rapae* se développent à l'intérieur de leur hôte de manière solitaire. Cette espèce est capable de parasiter plus de 60 espèces de pucerons dans le monde (Pike et al., 1999). Cependant, elle est plus couramment associée aux pucerons des Brassicacées tels que *Lipaphis erysimi* ou encore *M. persicae* (Blande, 2004). Après sélection de l'hôte, les femelles parasitoïdes déposent un œuf dans l'abdomen du puceron. La larve passe par quatre stades larvaires dans l'hôte avant de se momifier, pour émerger en un parasitoïde mâle ou femelle, libre à l'état adulte. *D. rapae* semble être attiré par les composés secondaires émis par les plantes de la famille des Brassicacées à la suite d'attaques de ravageurs (Pope et al., 2008 ; Blande et al., 2007). Cette espèce de parasitoïde serait donc « adaptée » aux défenses émises par les plantes et peut être considérée comme une espèce spécialiste des pucerons se développant sur les Brassicacées.



Figure 7: Adulte de *Diaeretiella rapae*

Source : <http://www.google.sn>

## CHAPITRE II: MATERIEL ET METHODES

### II.1. Présentation de la zone d'étude

La zone des Niayes, bande côtière qui va de Dakar à Saint Louis (180 km de long et de 10 à 30km de large) entre les latitudes 14° 37 Nord et 16°02, présente des caractéristiques pédologiques, hydrologiques et climatiques favorables à la production horticole, en particulier le maraîchage et l'arboriculture fruitière. C'est l'un des écosystèmes les plus particuliers, caractérisés par des dunes et des dépressions souvent inondés par l'affleurement de la nappe phréatique et par un climat assez favorable.

La zone d'étude, en l'occurrence Malika est située à 22km de la ville de Dakar. Elle possède une branche côtière de deux lacs (Wouye et Mbeubeuss) et une superficie d'environ 10 km<sup>2</sup>. Les potentialités économiques de la zone d'étude sont favorisées par les conditions physiques du milieu et la proximité de la ville de Dakar (zone périurbaine). C'est une zone qui se particularise d'une part, par son climat relativement doux lié à la forte présence de l'Alizé maritime, avec de fortes températures comprise entre 18 °C et 27,5°C. La proximité de l'océan favorise le fort taux d'humidité relative qu'on peut noter dans ce milieu.



Figure 8: Localisation de la zone d'étude

Source : <http://www.googlemap.com>

## **II.2. Matériel**

### **II.2.1. Matériel biologique**

Au cours de ces études, on a eu à utiliser plusieurs types de plantes maraîchères parmi lesquelles:

- Chou pommé dont le nom scientifique est *Brassica oleracea var cabus* (*marché de copenhagen*)
- Le chou chinois ou Pak choi white

### **II.2.2. Matériel d'échantillonnage**

Pour la réalisation des échantillonnages, nous avons utilisé le matériel suivant :

- Un bag pour contenir l'ensemble du matériel de collecte,
- Des piluliers de surface 7cm<sup>2</sup> pour recueillir les échantillons (pucerons et auxiliaires),
- Des fiches de recueil de données,
- Des stylos marqueurs pour étiqueter les boîtes,
- Une loupe à main et un microscope optique
- Un appareil photo numérique.

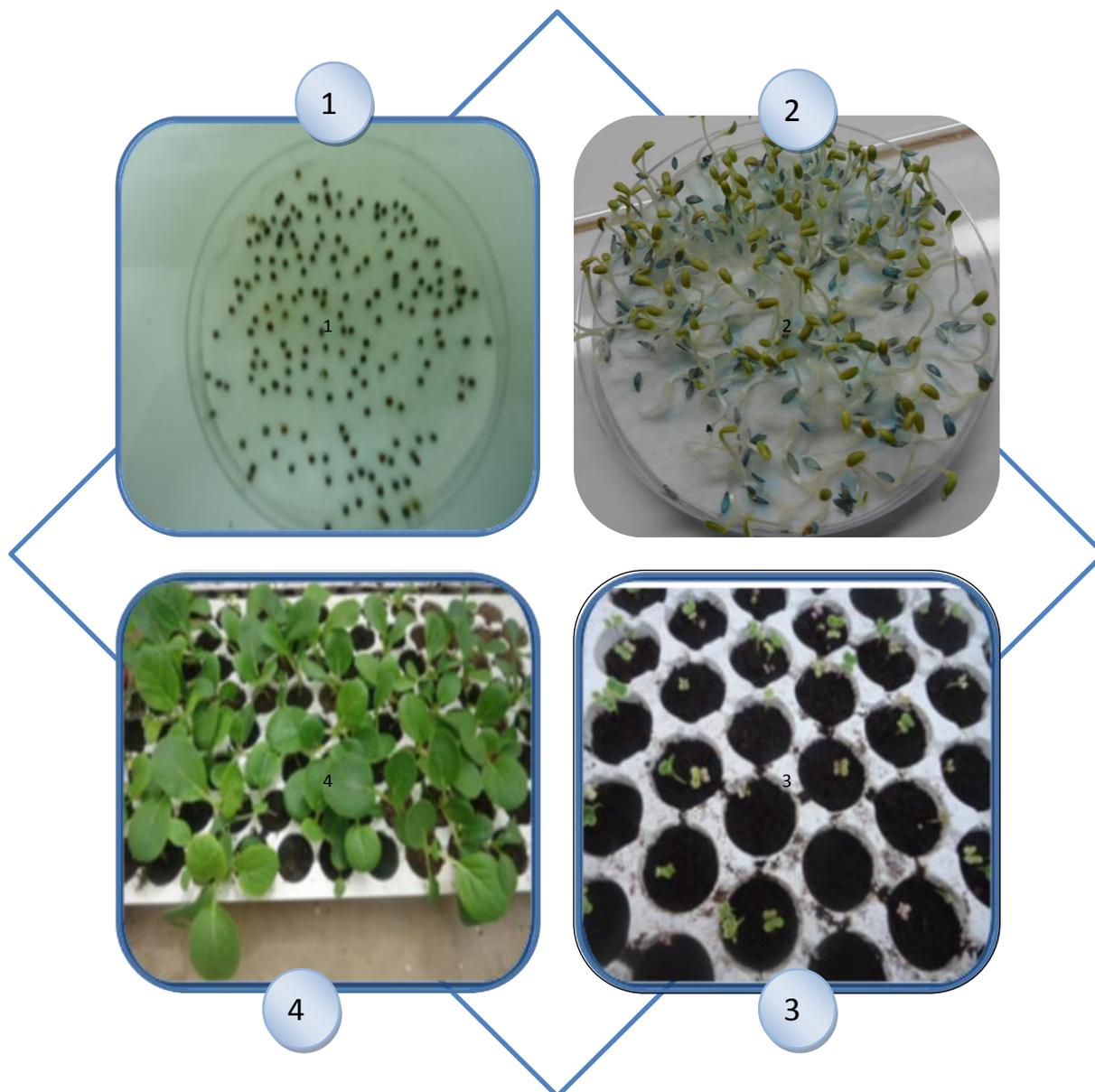
## **II.3. Méthodes**

### **II.3.1. Préparation de la parcelle d'expérimentation**

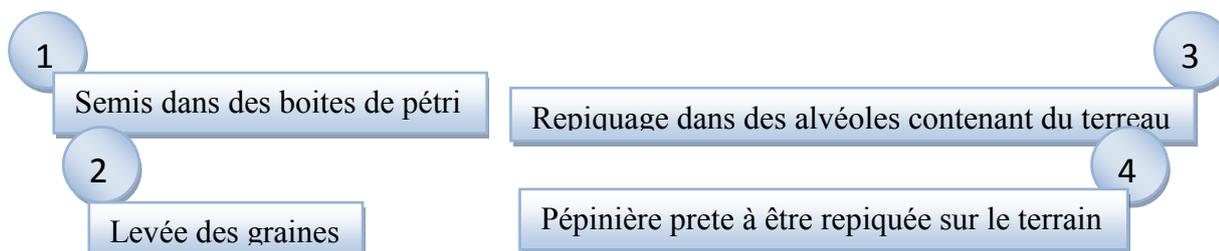
#### ***II.3.1.1. Préparation des pépinières***

Les graines (chou et pak choi) sont semées dans des boîtes de pétri contenant des billes en verre et un papier filtre. Une semaine après, les plants sont transférés dans des alvéoles contenant du terreau.

Trois semaines plus tard, on obtient des jeunes plants prêts à être repiqués sur le terrain (figure).



**Figure 9: préparation des pépinières**



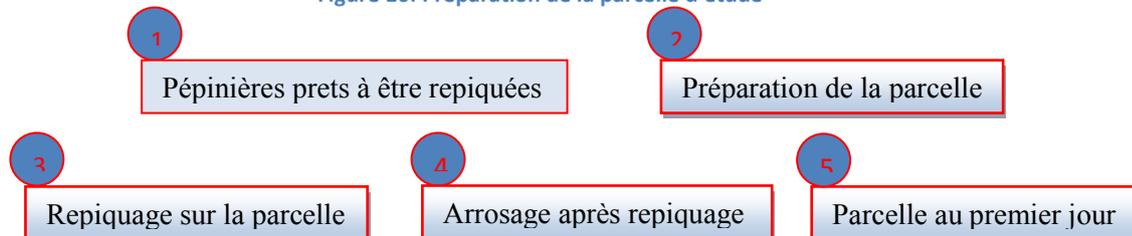
Source : photo originale

### II.3.1.2. Repiquage des pépinières sur la parcelle

Les pépinières ont été repiquées un mois après le semis, dans la parcelle d'expérimentation. Le plant contenu dans chaque puits des alvéoles est enlevé avec le substrat (terreau) sur lequel il repose et mis à terre. Il faut aussi noter que 24h avant repiquage les pépinières sont privées d'eau pour faciliter leur extraction des alvéoles avec le terreau.



Figure 10: Préparation de la parcelle d'étude



Source : photo originale

### II.3.1.3. Entretien

Dix (10) à quinze(15) jours après repiquage, les pieds manquants ont été remplacés.

Le sarclage et le binage sont suivis par un épandage de fiente pour la fumure d'entretien. La parcelle est arrosée chaque matin.

#### II.4. Dispositif expérimental

L'expérimentation s'est faite sur une surface de  $35\text{m}^2$ . Cette association de culture est composée de 4 traitements de 6 répétitions chacun. Ce qui fait un total de 24 parcelles élémentaires disposées au hasard pour chaque association de culture (voir figure).

Nous avons semé le pack choi en même temps que les choux, repiqué autant de pack choi que de choux dans chaque planche. Autant de pack choi que de choux sont prélevés durant chaque prélèvement que dure l'essai

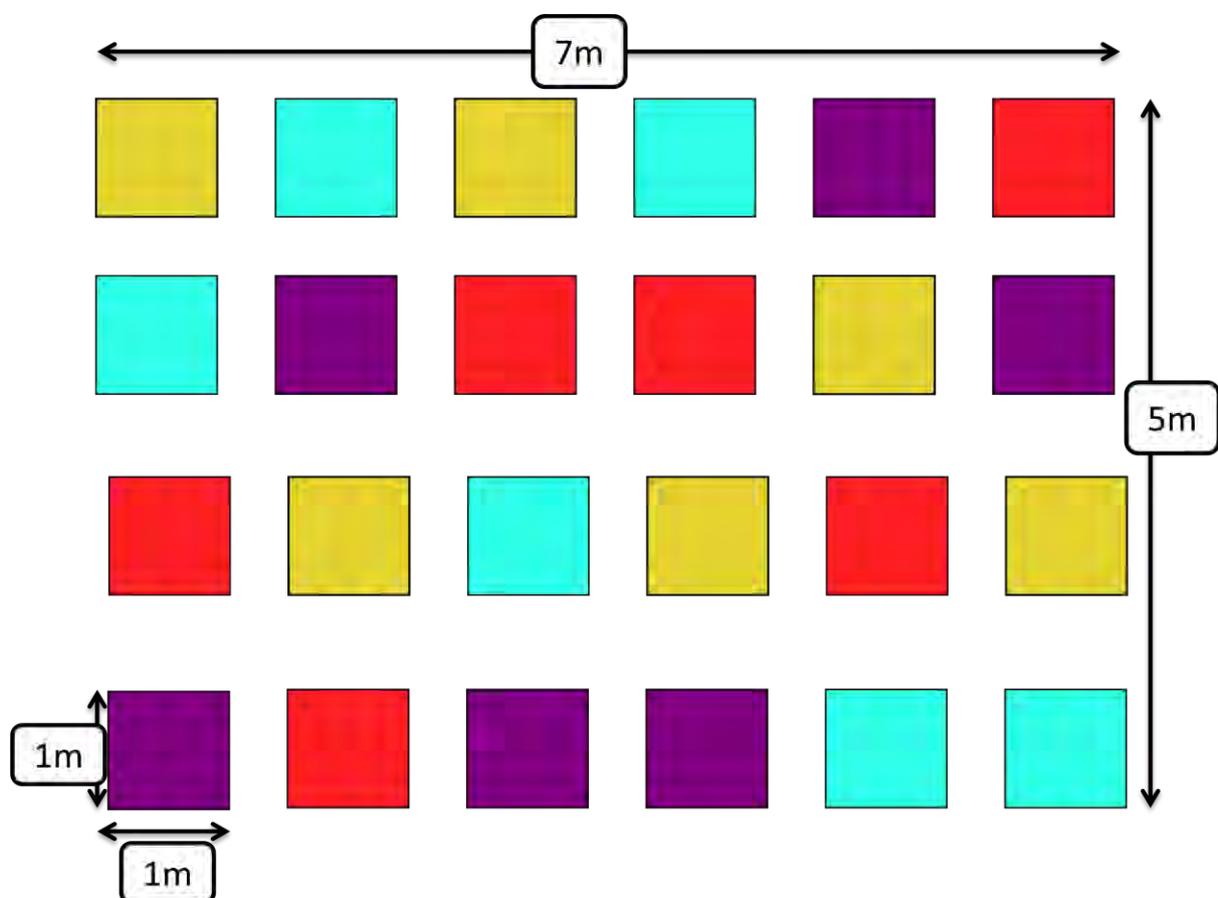


Figure 11: Disposition des traitements dans la parcelle chou/pak choi

## Traitements



Témoin chou



Pack choi entre les rangs de choux



Témoin pack

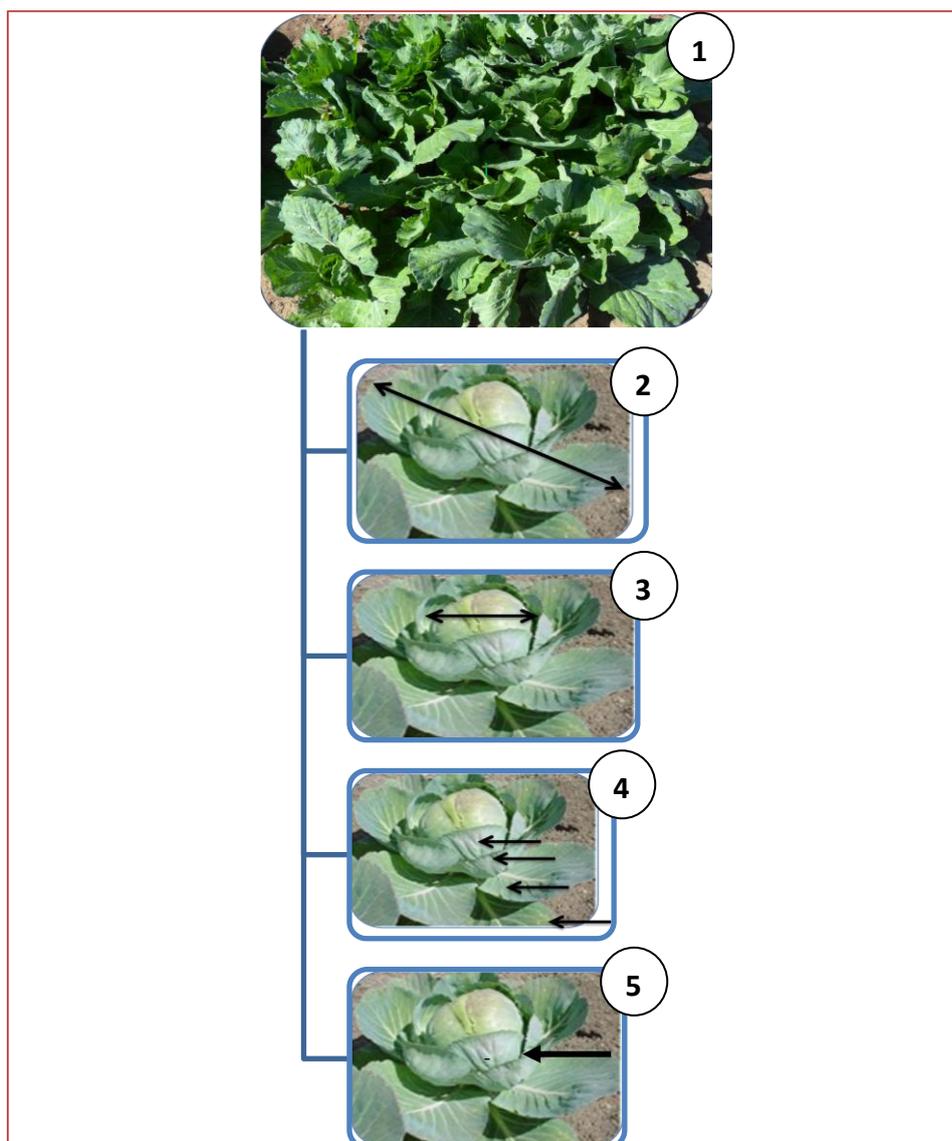


Pack choi autour de la planche de choux

### II.4.1. Méthode d'échantillonnage

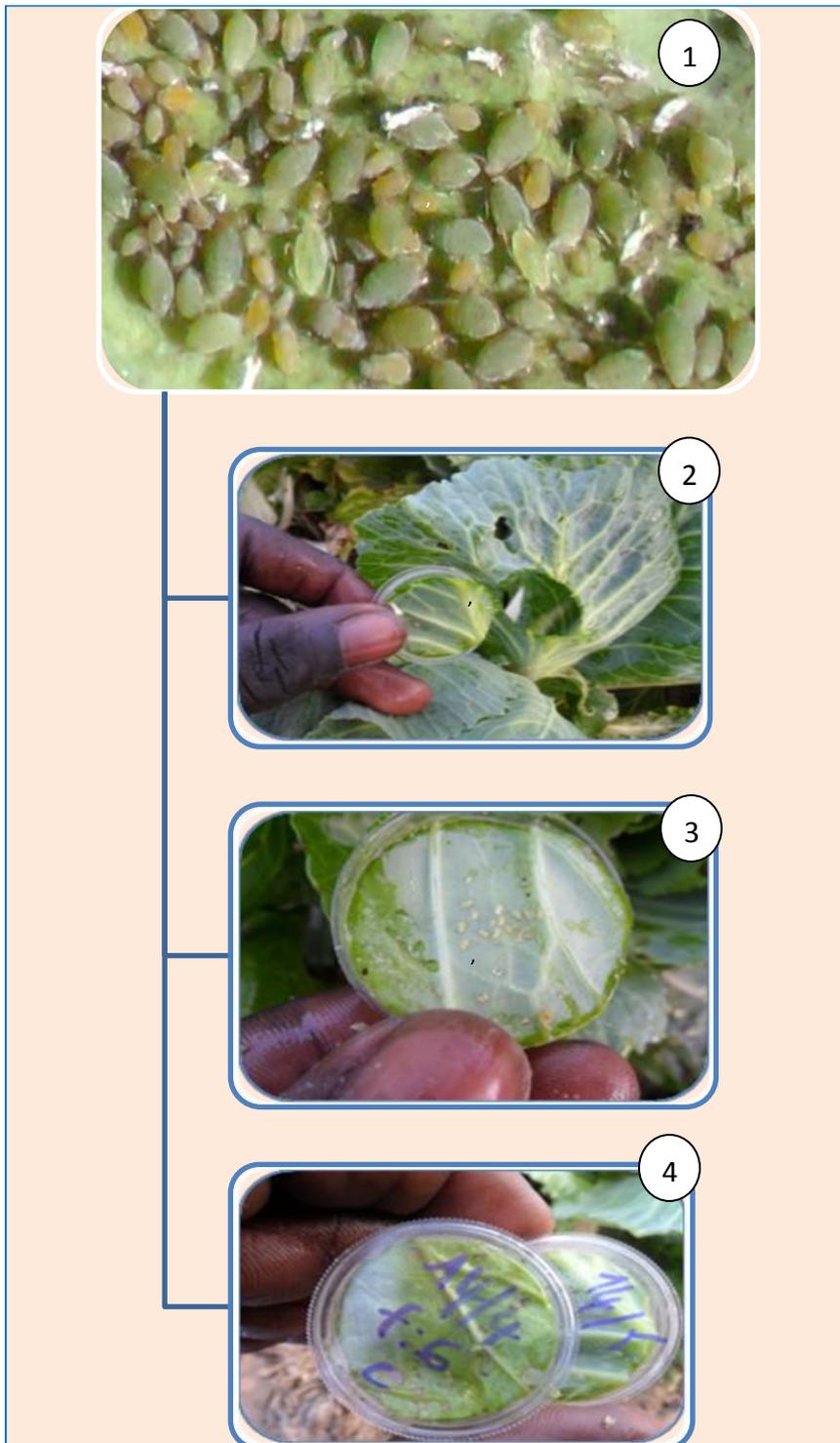
#### II.4.1.1. Sur le terrain

Sur chaque traitement, on choisit 5 pieds au hasard et on note leurs paramètres agronomiques (nombre de feuilles, diamètre du houppier, et le diamètre de la pomme si elle existe). De même sur chaque pied choisi, on découpe une surface foliaire correspondant à la surface d'un pilulier de 7 cm<sup>2</sup> sur la feuille la plus infectée par les pucerons. Cet échantillon sera amené au laboratoire. De même, les nymphes d'auxiliaires de pucerons sont prélevés afin d'observer ce qui en émergera (adultes ou parasitoïdes).



**Figure 12: Prélèvement des paramètres agronomiques**

Source : photo originale



**Figure 13: Récolte des pucerons sur le terrain**

Source : photo originale

#### ***II.4.1.2.Au laboratoire***

Chaque matin le nombre de pucerons adultes est compté et noté dans des fiches. Les momies sont isolées afin de pouvoir observer ce qui en émergera (adulte ou parasitoïdes). Les nymphes d'auxiliaires (syrphe et coccinelle) récoltées sur le terrain sont suivies au laboratoire jusqu'à l'émergence d'un adulte ou d'un parasitoïde.

#### ***II.4.1.3.Analyses statistiques***

Les données recueillies sont analysées avec les logiciels STAT VIEW et XLSTAT 7.5.2. L'analyse de la variance (ANOVA) a permis de comparer les traitements. Le niveau de signification des différents traitements a été déterminé avec le test Newman-Keuls au seuil de 5%.

## CHAPITRE III: RESULTATS ET DISCUSSION

### III.1.Résultats

Durant l'essai on a rencontré deux genre de pucerons qui ont coexisté sur les mêmes feuilles de chou et de pack choi (Tableau 1). La faune auxiliaire était représentée essentiellement par des coccinelles, des syrphes et des hyménoptères braconidae (Tableau 2).

**Tableau 1:Récapitulatif des différentes espèces de pucerons rencontrées dans la zone d'étude.**

Epèces de pucerons	Fréquences
<i>Myzus persicae</i>	+++++
<i>Lipaphis pseudobrassicae</i>	+++

**Tableau 2:Liste des différents auxiliaires inventoriés sur le terrain**

Auxiliaires	Ordre	Famille	Genres et espèces
Prédateurs	Coléoptères	Coccinelle	<i>Coccinella algerica</i> (Kovar, 1997)
	Diptères	Syrphidae	<i>Episyrphus balteatus</i> (De Goeze, 1776)
Parasitoides	Hyménoptères	Braconidae	<i>Diaeretiella rapae</i> (MIntosh)

#### III.1.1.Effet des traitements sur la population de *Myzus persicae*

**Tableau 3: Anova et comparaison des moyennes des traitements sur la populations de *Myzus persicae***

Traitement	Moyenne	Regroupements
PCA	5,833	A
CH	4,253	B
PCER	4,207	B
PC	1,507	C
ANOVA		p<0,0001 f= 21,46 ddl= 3

Les valeurs du tableau suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5% selon le test de comparaison par groupe de Newman Keuls (SNK). CH= Temoin Chou; PCA= Pack Choi autour de la planche de chou; PCER= Pack choi entre les rangs de chou; PC= Temoin Pack choi.

L'analyse de la variance a montré une différence significative entre les traitements (  $f= 21,46$ ;  $ddl= 3$ ;  $P < 0,0001$ ). La comparaison des moyennes entre les traitements réalisée avec le test de Newman Keuls au seuil de 5% a montré trois groupes (Tableau 3).

Le nombre de *M. Persicae* est plus important dans l'association pack choi autour de la planche de chou avec une moyenne de 5,833. Cependant cette moyenne est beaucoup plus faible dans le témoin pack choi avec une valeur de 1,507.

Dans les associations pack choi entre les rangs de chou et dans le témoin chou les moyennes des pucerons sont respectivement 4,207 et 4,253.

### III.1.2.Effet des traitements sur la dynamique des populations de pucerons de *Lipaphis pseudobrassicae*

Tableau 4: Anova et comparaison des moyennes des traitements sur la populations de *Lipaphis pseudobrassicae*

Traitement	Moyenne	Regroupements
PCA	1,207	A
PCER	1,000	A
CH	0,933	A
PC	0,320	B
Anova		$p < 0,0001$ $f= 8$ $ddl= 3$

Les valeurs du tableau suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5% selon le test de comparaison par groupe de Newman Keuls (SNK).

**CH**= Témoin Chou; **PCA**= Pack Choi autour de la planche de chou; **PCER**= Pack choi entre les rangs de chou; **PC**= Témoin Pack choi

L'analyse de la variance a montré une différence significative des traitements sur la population de *Lipaphis pseudobrassicae* (  $f= 8$ ;  $ddl= 3$ ;  $P < 0,0001$ ). La comparaison des moyennes entre les traitements réalisée avec le test de Newman Keuls au seuil de 5% montre deux groupes (Tableau 5).

Le nombre de *Lipaphis pseudobrassicae* est plus élevé dans l'association pack choi autour de la planche de chou avec une moyenne de 1,207. La population de *L. pseudobrassicae* est beaucoup plus faible dans le témoin pack choi avec une moyenne de 0,320. Dans l'association pack choi entre les rangs de chou et dans le témoin chou la moyenne de *L. pseudobrassicae* est respectivement 1,00 et 0,933.

### III.1.3. Evolution de la population *Myzus persicae*, de *Lipaphis pseudobrassicae* et du pourcentage de parasitisme en fonction des semaines

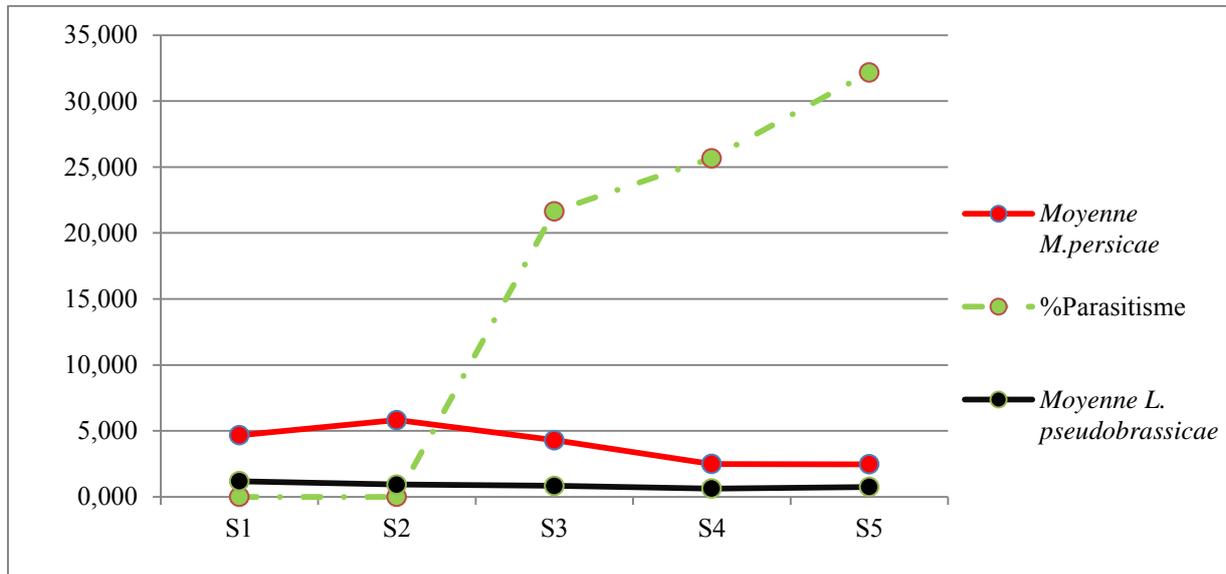


Figure 14 : Evolution de la population *Myzus persicae*, de *Lipaphis pseudobrassicae* et du pourcentage de parasitisme en fonction des semaines

S1= Semaine1; S2=Semaine3; S2=Semaine2; S4=Semaine4; S5=Semaine5

La moyenne de *M. persicae* augmente légèrement durant les deux premières semaines tandis que celle de *L. pseudobrassicae* est restée constante durant cette même période. Cependant dès l'apparition de *Diaraetiella rapae* à la troisième semaine, on note une baisse considérable des populations de *M. persicae*. Par contre cette diminution est beaucoup moins accentuée sur *L. pseudobrassicae* et ceci jusqu'à la 5eme semaine. Le taux de parasitisme de *D. rapae* est plus élevé sur *M. persicae* que sur *L. pseudobrassicae*.

### III. 1.4. Distribution des auxiliaires en fonction des traitements

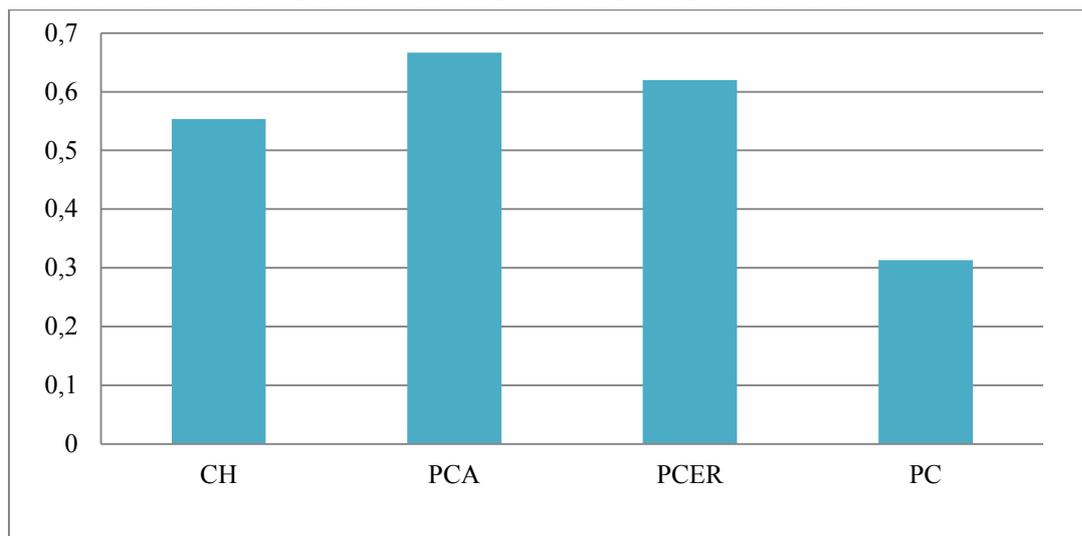


Figure 15: Répartition des auxiliaires en fonction des traitements

La distribution des auxiliaires en fonction des traitements montre une plus grande présence de ces derniers dans les parcelles où le pack choi entoure la planche de chou (PAC) puis dans les parcelles où les pack choi sont entre les rangs de chou (PCER). Cependant la présence des auxiliaires est plus faible dans les témoins chou (CH) et pack choi (PC) car la plus faible moyenne est retrouvée dans les parcelles témoins.

### III.2. Discussion

Les résultats ont montré que les associations ont eu un effet significatif ( $p < 0,0001$ ) sur la dynamique de la population de *Myzus persicae* et de *Lipaphis pseudobrassicae*. La comparaison des moyennes avec le test de Newman Keuls (NSK) au seuil de 5% a permis de voir que les parcelles avec association chou pack choi et les parcelles temions chou ont été plus attaquées par *M. persicae* et *L. pseudobrassicae* que les parcelles temoins pack choi. L'abondance des espèces *M. persicae* et *L. pseudobrassicae* dans les parcelles associées et dans les parcelles temoins chou pourrait s'expliquer par le fait que le chou est plus appétant que le pack choi vis à vis des espèces de pucerons en plus la densité de plantation dans les parcelles associées peut favoriser le développement des pucerons. Plusieurs travaux ont montré l'effet bénéfique des associations culturales dans la diminution des populations de ravageurs (Lasker et al. 2004)

L'évolution hebdomadaire de *M. persicae* est croissante durant les deux semaines qui succèdent le repiquage des spéculations dans les parcelles tandis que celle de *L. pseudobrassicae* n'a presque pas évolué au cours de cette même période. L'apparition de *Diaraetielle rapae* durant la troisième semaine a considérablement réduit le nombre des populations de *M. persicae* et de *L. pseudobrassicae*. Cette baisse considérable du nombre de pucerons est due au parasitisme de *D. rapae* et ceci a été décrit dans les travaux de R.S. Oliveira et al, 2013.

En effet, *D. rapae* est un endo-parasitoïdes solitaires koïnobiontes. L'œuf est pondu dans le puceron à l'aide d'un ovipositeur long et effilé. La larve effectue tout son développement dans l'aphide à l'intérieur duquel elle se nymphose. Ce dernier prend alors la forme d'une momie noire et oblongue. L'adulte émerge après avoir découpé un opercule circulaire, souvent dans la région postérieure de la momie causant ainsi la mort du puceron.

La différence entre le taux de parasitisme de *M. persicae* et *L. pseudobrassicae* s'explique par la préférence de ponte de *D. rapae* sur *M. persicae*. Ces résultats sont confirmés par les travaux effectués au Brésil par Sary Sampaio et Bueno (2007). Cependant une préférence de *D. rapae* sur *L. pseudobrassicae* a été trouvée par Blande, et al, 2004.

Les traitements avec associations de culture chou/pack choi ont enregistré un nombre plus élevé d'auxiliaires comparés aux parcelles temoins chou et pack choi, ceci est due à la diversité des espèces végétales qui a un effet positif sur l'arrivée des parasitoïdes.

Beaucoup de travaux ont mis en évidence l'importance de la diversité des espèces végétales sur l'arrivé des auxiliaires (Pope *et al*, 2008).

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'essai mené à malika nous a permis d'avoir une idée sur la biodiversité de l'aphidofaune et de son cortège parasitaire. Ainsi deux genre de pucerons *M.persicae* et *L. pseudobrassicae*, ont été rencontré durant l'étude, de même que des coccinelles(*Coccinella algerica* Kovar, 1997), des syrphes (*Episyrphus balteatus* De Goeze, 1776) et un parasitoïde primaire (*D. rappae* ) ont été identifiés.

Les différents types d'associations choux/pack choi testés n'ont pas montré une efficacité dans la réduction des populations des pucerons dans les conditions expérimentales de l'essai. Le nombre de pucerons est plus important dans les parcelles avec les associations. Cependant les associations ont eu une plus grande attirance pour les auxiliaires que pour les deux temoins. Le parasitisme par *D. rappae* (MIntosh) a permis le contrôle des pucerons dans le temps.

En perspective nous recommandons la reprise des essais en milieu paysan dans de meilleurs conditions expérimentales pour recueillir le maximum d'informations sur l'aphidofaune avec son cortège parasitaire.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**A.D.A.B., 2001**- Fiche technique en agriculture biologique. [http:// cirambiogironde chez alice.fr](http://cirambiogironde.chezalice.fr) consulte le 15 mai 2012

**Anonyme.,2006** – Les pucerons: Protection biologique intégrée (PBI) en cultures ornementales.Projet réalisé avec le soutien du FEDER dans le cadre du programme Intégré III, France.

**Blande, J.D., Pickett, J.A., and Poppy, G.M. (2004)**, ‘Attack Rate and Success of the Parasitoid *Diaeretiella rapae* on Specialist and Generalist Feeding Aphids’, *Journal of Chemical Ecology*, 30, 1781\_1795.

**Bompard. L.A, 2009** – Effet des conditions agroclimatiques sur les Ravageurs et populations d’Insectes associés des cultures de choux dans les Niayes ( Sénégal).Ecole nationale d’agronomie de Reine: CIRAD, FLHOR. p:59., Rapport de stage de semestre 7.

**BORDAT, D., ARVANITAKIS, L.2004**. Arthropodes des cultures légumières d’Afrique de l’Ouest, centrale, Mayotte et Réunion. Ed. Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) : Département des productions fruitières et horticoles.291p.

**Benoit. R., 2006** - Biodiversité et lutte biologique – Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. Certificat d’Etude supérieures en Agriculture Biologique. ENITA C, 10: 1- 25.

**Brault. V., Uzest. M., Monsion. B., Jacquot. E., & Blanc. S., 2010**- Aphidas transport divices for plant viruses. Les pucerons, un moyen de transport des virus de plantes. C. R. Biologies 333 : 525-531.

**Christelle. L., 2007** – Dynamique d’un système hôte-parasitoïde en système spatialement hétérogène et lutte biologique applicable au puceron *Aphis gossypii* et au parasitoïde *Lysiphlebus testaceipes* en serre de melons. Thèse de doctorat, Agro Paris Tech, Paris.p 43-44.

**Dedryver. C. A., 2010** – Les pucerons: biologie, nuisibilité, résistance des plantes. Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques – 14 et 15 déc. 2010 à Angers.

**Deguine. J. P., & Leclant. F., 1997** – *Aéphis gossypii* Glover ( Hhemiptera, Aphididae). Les déprédateurs du cotonnier en Afrique tropicale et dans le reste du monde. Ed. Cent. Inter. Rech. Agro. Dév. (C.I.R.A.D), n°11, Paris.

**Eaton. A., 2009** – Aphids. University of new Hampshire (UNH)., Cooperative Extension Entomology Specialist.

**Ferrero. M., 2009** – Le système tritrophique tomate tetranychus tisserands-Phytoseiulus longipes: Etude de la variabilité des comportements alimentaires du prédateur et conséquences pour la lutte biologique. Thèse de doctorat, Montpellier.

**FAO, 2012** : Horticulture urbaine et périurbaine au siècle des villes, Symposium international Dakar, République du Sénégal, 6-9 décembre 2010.

**Fournier. A., 2010** – Assessing winter survival of the aphid pathogenic fungus Pandora neophidis and implications for conservation biological control. Thèse de doctorat. Univ Eth Zurich.

**Fredon, 2008** – Fiche technique sur les pucerons, France.

**Giordanengo. P., Brunissen. L., Rusterucci. C., Bel. A V., Dinant. S., Girousse. C., Faucher., M., & Bennemain. J. L., 2010** – Compatible plant-aphid interaction: How aphids manipulate plant responses. C. R. Biologies 333 : 516 – 523.

**Godin. C., & Bovin. G., 2002** – Guide d'identification des pucerons dans les cultures maraîchères au Québec.

**Harmel. N., Francis. F., Haubruge. E., & Giordanengo. P., 2008** – Physiologie des interactions entre pomme de terre et pucerons : vers une nouvelle stratégie de lutte basée sur les systèmes de défense de la plante. Cahiers Agricultures vol. 17, n° , 396 : 395-398-384.

**Hooks C.R.R and Johnson M.W. (2003)** Impact of agriculture diversification on the insect community of cruciferous crops. Crops protection, n° 22, 223-238.

**Hulle. M., & Turpeau-Ait Ighil. E., Robert. Y., & Monet. Y., 1999** – Les pucerons des plantes maraîchères. Cycle biologique et activité de vol. Ed A.C.T.A.I.N/R.A. Paris.

- Kos. K., Tomanovic. Z., Petrovic-Obradovic. O., Laznik. Z., Matej Vidrih. M., et Trdan.S., 2008** – Aphids (Aphididae) and their parasitoids in selected vegetable ecosystems in Slovenia, 91-1:16.
- Lambert. L., 2005**- Les pucerons dans les légumes de serre : Des bêtes de sève. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec.
- Lasker, N., Moktan, M.W., Ghimiray, T.S. 2004**- Effect of date of sowing and intercropping on the incidence of the mustard aphid, *Lipaphis erysimi* Kaltentbach, and seed yield of mustard in the mid-hills of Darjeeling, West Bengal. Pest Management and Economic Zoology. 12 (1): 55-59.
- Ponty L. et al. (2007)** Effet of crop diversification levels and fertilization regimes on abundance of *Brevicoryne brassicae* and its parasitisation by *diaeretielle rapae* in broccoli. Agric. For. Entomol., n° 9,209-214
- Qubbej. T., Reineke. A., & Zebitz. C. P. W., 2004** – Molecular interactions interactions between rosy apple aphids, *Dysaphis plantaginea*, and resistant and susceptible cultivars of its primary host *Malus domestica*. University of Hohenheim, Institute of Phytomedecine, Germany. P 145: 145-152.
- Remaudiere.G & Remaudiere. M., 1997** – Catalogue des Aphidae du monde of the world's Aphidae, Homoptera, Aphidoidea. Techn., Ed. I.N.R.A
- Reboul. J., . 1999** – Les auxiliaires entomophages. ACTA. Pp 136.
- Ronzon. B., 2006- Biodiversité et lutte biologique** : Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. Certificat d'Etude Supérieure en Agriculture Biologique, ENITA de Clermont Ferrand.
- R.S. Oliveira , M.V. Sampaio , S.E. Ferreira , L.C.M. Ribeiro & J. Tannús-Neto (2013)** - Low parasitism by *Diaeretiella rapae* (Hym.: Braconidae) of *Lipaphis pseudobrassicae* (Hemip.: Aphididae): pre- or post-ovipositional host resistance?, Biocontrol Science and Technology,23:1, 79-91

**Ryckewaert. P., & Fabre. F., 2001** – Lutte intégrée contre les ravageurs des cultures maraîchères à la Réunion. Food and agricultural Research Council, Reunion, Mauritius. Ed CIRAD, Saint Pierre, La Reunion.

**Schmidt. MH., Thewes. U., Thies. C., et Tschardtke. T., 2004**- Aphid suppression by natural enemies in mulched cereals. Department of Agroecology, Georg-August University, Waldweg, Germany: 87-93.

**Sutherland. C. A., 2006** – Aphids and their Relatives. Ed, College of Agriculture and Home Economics. New Mexico.

**Sampaio, M.V., Bueno, V.H.P., Rodrigues, S.M.M., Soglia, M.C.M., and De Conti, B.F. (2007)** - Desenvolvimento de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiniinae) e Alterações Causadas Pelo Parasitismo no Hospedeiro *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em Diferentes Temperaturas', Neotropical Entomology, 36, 436\_444.

**Tanya. D., 2002** – Aphids. Bio-Integral Resource Center, Berkeley.)