

Sigles d'abréviation

- ❖ **APT** : Après Traitement
- ❖ **ART** : Arrêt Traitement
- ❖ **AVT** : Avant Traitement
- ❖ **BPA** : Bonne Pratique Agricole
- ❖ **FAO** : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
- ❖ **ISRA** : Institut Sénégalais de Recherches Agricoles
- ❖ **RF** : Relevé Final
- ❖ **SPVN** : Service de la Protection des Végétaux Niger
- ❖ **T0** : Parcelle non Traitée
- ❖ **T1** : Parcelle Traitée avec les extraits issus de *Calotropis procera*
- ❖ **T2** : Parcelle Traitée avec les extraits issus de *Crataeva religiosa*
- ❖ **T3** : Parcelles Traitée avec les extraits issus du mélange des deux produits
- ❖ **VDN** : Voie de Dégagement Nord

Liste des figures

Figure 1 : Pied de chou	3
Figure 2 : Adulte de <i>P. xylostella</i>	4
Figure 3 : Larve de <i>P. xylostella</i> en haut à droite, nymphe en haut à gauche et adulte en bas ..	6
Figure 4 : Cycle de <i>Plutella xylostella</i>	7
Figure 5 : Dégâts typique de <i>P.xylostella</i> sur feuille de chou.....	8
Figure 6 : Larve de <i>S. littoralis</i>	8
Figure 7 : Larve de <i>Hellula undalis</i> à gauche et adulte à droite.....	9
Figure 8 : Dégât causé par <i>Hellula undalis</i> sur le chou.....	11
Figure 9 : Plante de <i>C. religiosa</i>	11
Figure 11 : Localisation de la commune de Malika	13
Figure 12 : Typologie du sol de la zone de Pikine	14
Figure 13 : Schéma du dispositif expérimental.....	15
Figure 14 : Pépinière de chou pommé fraîchement préparée.....	15
Figure 15 : Terrain déjà préparé	16
Figure 16 : Etapes du repiquage des plantes	16
Figure 17 : Etapes de la préparation des produits	17
Figure 18 : Dynamique des populations de <i>Plutella xylostela</i> , <i>Spodoptera littoralis</i> et <i>Hellula undalis</i> au cours du temps.....	18
Figure 19 : Comparaison de l'efficacité des biocides sur les larves de <i>Plutella xylostella</i>	19
Figure 20 : Comparaison de l'efficacité des biocides sur les larves de <i>Hellula undalis</i>	20
Figure 21 : Efficacité comparée des biocides sur les larves de <i>Spodoptera littoralis</i>	21
Figure 22 : Effet des produits sur la dynamique des populations des ravageurs	22
Figure 23 : Effet des produits sur le rendement de la récolte	23

Résumé :

A Malika, dans les Niayes de Dakar, une étude a été menée dans le cadre des alternatives à la lutte chimique pour la protection des cultures. Elle visait à évaluer l'efficacité de deux substances biocides à base d'extraits aqueux de *Calotropis procera* et *Crataeva religiosa* sur les principaux ravageurs du chou. L'effet d'un produit mixte (association des deux précédents produits) a été aussi testé sur les mêmes ravageurs.

Les résultats obtenus ont montré que le produit à base de *C. procera* a donné un effet significatif sur les larves de *P. xylostella* et *H. undalis* avec des p-values respectives de 0,0289 et 0,0253 tous inférieurs au seuil de significativité (0,05). Les extraits de *C. religiosa* ont montré une efficacité sur les larves de *S. littoralis* mais connaissent une limite sur *P. xylostella* et *H. undalis* avec des P-value respectives de 0,36 et 0,54. Le produit mixte quant à lui n'a montré aucun effet significatif sur les principaux ravageurs. En plus de leur effet biocide, les extraits à base de *C. procera* ont impacté sur la maturation et le poids des plantes. Les autres biocides ont aussi agi sur le poids des plantes mais de manière modérée comparés à *C. procera*.

Ces résultats pourront avoir un grand impact dans le domaine environnemental et sanitaire, en ce sens que les biocides limitent considérablement les conséquences liées à l'utilisation des pesticides chimiques.

Mots clés : Chou (*Brassica oleracea*), *Hellula undalis*, *Plutella xylostella*, Ravageurs, *Spodoptera littoralis*, Substances biocides.

Abstract :

In Malika, in the Niayes of Dakar, a study was conducted in the context of alternatives to chemical control for crop protection. It aimed to evaluate the effectiveness of two biocidal substances based on aqueous extracts of *Calotropis procera* and *Crataeva religiosa* on the main pests of cabbage. The effect of a mixed product (combination of the two previous products) was also tested on the same pests.

The results obtained showed that the product based on *C. procera* gave a significant effect on the larvae of *P. xylostella* and *H. undalis* with respective p-values of 0.0289 and 0.0253 all below the significance level. (0.05). Extracts of *C. religiosa* have shown efficacy on *S. littoralis* larvae but have a limit on *P. xylostella* and *H. undalis* with respective P-values of 0.36 and 0.54. The mixed product showed no significant effect on the main pests. In addition to their biocidal effect, extracts based on *C. procera* have had an impact on the maturation and weight of plants. The other biocides also acted on the weight of the plants but in a moderate way compared to *C. procera*.

These results could have a great impact on the environment and health, in that biocides considerably limit the consequences linked to the use of chemical pesticides.

Key words: Cabbage (*Brassica oleracea*), *Hellula undalis*, *Plutella xylostella*, Pests, *Spodoptera littoralis*, Biocidal substances.

TABLES DES MATIERES

DEDICACES.....	ii
REMERCIEMENTS.....	iii
LISTE DES ABREVIATIONS.....	iv
LISTE DES FIGURES.....	v
RESUME.....	vi
INTRODUCTION.....	1
Chapitre I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	3
I.1 Généralités	3
I.1.1 Généralités sur le chou	3
I.1.1.1 Position systématique.....	3
I.1.1.2 Ecologie et importance du chou	3
I.1.2 Généralités sur les principaux ravageurs.....	4
I.1.2.1 <i>Plutella xylostella</i>	4
I.1.2.1.1 Position systématique	4
I.1.2.1.2 Biologie	4
I.1.2.1.3 Symptômes et Dégâts.....	7
I.1.2.2 <i>Spodoptera littoralis</i>	8
I.1.2.2.1 Systématique	8
I.1.2.2.2 Biologie	8
I.1.2.2.3 Dégâts.....	9
I.1.2.3 <i>Hellula undalis</i> ou « boreur du chou ».....	9
I.1.2.3.1 Position systématique	9
I.1.2.3.2 Biologie et Ecologie.....	9
I.1.2.3.3 Dégâts.....	10
I.1.3 Généralités sur les plantes à tester :	11
I.1.3.1 <i>Crataeva religiosa</i>	11
I.1.3.1.1 Taxonomie, Description et Ecologie	11
I.1.3.1.2 Usages.....	11
I.1.3.2 <i>Calotropis procera</i> :	12
I.1.3.2.1 Taxonomie, Description et Ecologie	12
I.1.3.2.2 Usages.....	12
Chapitre II : MATÉRIELS ET MÉTHODES.....	13

II.1	Présentation de la zone d'étude :.....	13
II.2	Dispositif expérimental.....	14
II.3	Techniques culturales	15
II.3.1	Semis et pépinière	15
II.3.2	Préparation des parcelles	16
II.3.3	Repiquage	16
II.4	Préparation des extraits aqueux.....	16
II.5	Traitement phytosanitaire des parcelles	17
II.6	Inventaire des ravageurs sur le chou	17
II.7	Analyses statistiques.....	17
Chapitre III : RESULTATS ET DISCUSSION.....		18
III.1	Résultats.....	18
III.1.1	Dynamique des populations des ravageurs.....	18
III.1.2	Efficacité comparée des produits sur les ravageurs	18
III.1.2.1	Sur <i>Plutella xylostella</i>	19
III.1.2.2	Sur <i>Hellula undalis</i>	20
III.1.2.3	Sur <i>Spodoptera littoralis</i>	20
III.1.3	Effet des produits sur la dynamique des ravageurs	21
III.1.4	Effet des produits sur le rendement de la culture	22
III.2	Discussion.....	23
III.2.1	Dynamique des populations.....	23
III.2.2	Efficacité comparée des produits	23
III.2.3	Effet des produits sur la dynamique des populations	24
III.2.4	Effet des biocides sur le rendement.....	24
CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....		25
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....		26

Introduction

De nos jours, l'agriculture est un des principaux moteurs du développement. Avec près de 40% de la population active mondiale il est le premier pourvoyeur d'emploi de la planète (Mamogri, 2020). En Afrique et en Asie, ce secteur emploie plus de 52% de la population active (Mamogri, 2020). Les cultures maraîchères quant à elles, occupent une place capitale pour l'alimentation humaine et contribuent significativement aux revenus des familles en Afrique de l'Ouest (Yarou *et al.*, 2017). Elles représentent une des priorités des politiques et programmes de production agricole de la plupart des pays d'Afrique de l'Ouest (FAO, 2013). Elles sont essentiellement centrées sur la production de légumes (Mondedji *et al.*, 2014). Parmi ces derniers, le chou pommé (*Brassica oleracea*) occupe un rang primordial. Au plan national, le chou se place en 5ème position et constitue un peu plus de 7% de la production maraîchère nationale (Isra, 2015). Au Sénégal, il fait parti des légumes les plus cultivé et consommé de par son cycle relativement court (60 à 90 jours après repiquage) et la possibilité d'être cultivé toute l'année (Labou, 2016). Cette production permet non seulement de répondre à la demande nationale mais aussi à l'exportation dans la sous-région (Sakho, 2013). C'est un produit consommé presque quotidiennement dans les ménages car elle entre dans la composition de la plupart de nos plats (Sakho, 2013). A cet effet, la zone des Niayes, zone de prédilection des cultures maraîchères s'est imposée comme le moteur de la relance du développement horticole du fait qu'elle constitue une zone agro écologique par excellence (Sakho, 2013). Elle polarise à elle seule près de 80% de la production du sous-secteur horticole du Sénégal (Ndoye *et al.*, 2004).

Cependant, cette production de produits maraîchers notamment le chou est fortement menacé par l'impact des bio-agresseurs. *Plutella xylostella* Linné, 1758 (Lepidoptera, Plutellidae), *Hellula undalis* Fabricius, 1794 (Lepidoptera, pyralidae) et *Spodoptera littoralis* Boisduval, 1833 sont considérés comme les principaux ravageurs (Diome *et al.*, 2019). La forte pression parasitaire exercée par ces bio-agresseurs sur les cultures pousse les maraîchers à la recherche de solutions. Ces dernières ne sont rien d'autre que l'utilisation non raisonnée des pesticides de synthèse. Cette pratique pose de sérieux problèmes environnementaux et de santé publique. Les conséquences se manifestent par la résistance des insectes à plusieurs classes d'insecticides, les problèmes d'intoxication et la pollution de l'environnement (Cissokho *et al.*, 2015).

Les conséquences énormes et inquiétantes résultant de cette mauvaise pratique, ont réveillées les consciences vers la recherche d'autres pratiques à effets secondaires nuls ou très limités. Ainsi, les premières orientations ont portées sur les plantes pesticides. L'usage de ces plantes

se révèle être une pratique ancestrale en Afrique. En effet, de nombreuses plantes sont connues et utilisées pour leur activités biocides (toxique, répulsive, anti appétant) vis-à-vis d'une large gamme de bio agresseurs (Yarou *et al.*, 2017). De la même manière, les bio-pesticides constituent eux aussi un appui fort pour la limitation des dégâts. Au Sénégal, certains auteurs ont déjà montré l'importance des biocides dans la protection des cultures mais aussi des denrées stockées. Nous pouvons citer entre autre : Sarr, 2010, Thiaw *et al.*, 2010, Mbaye, 2014, Diome *et al.*, 2019 et Ngom *et al.*, 2020.

Ainsi, notre étude s'inscrit dans cette dynamique de la recherche d'alternatives visant à faire face aux multiples méfaits posés par l'utilisation abusive des pesticides de synthèse.

De ce fait, nous nous proposons comme objectif général de :

- ❖ Contribuer à la connaissance de l'efficacité de deux substances biocides issues de deux plantes : *Crataeva religiosa* et *Calotropis procera* sur les principaux ravageurs de chou. Cet objectif général peut être scindé en sous objectifs à savoir :
 - Déterminer séparément l'effet des substances à base de feuilles de *C. religiosa* et *C. procera* sur les ravageurs de chou,
 - Estimer l'efficacité de l'association des deux substances sur les mêmes ravageurs,
 - Déterminer l'effet de ces substances sur le rendement de la récolte,

Ce travail est alors structuré en trois parties. Dans la première partie, on s'intéresse à la synthèse bibliographique sur le sujet ; la seconde partie traite du matériel et méthodes utilisés ; la troisième partie nous permettra de présenter les résultats et de les discuter ; et enfin nous terminerons le travail par une conclusion et des perspectives.

Chapitre I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1 Généralités

I.1.1 Généralités sur le chou

Le chou pommé (*Brassica oleracea* var. *capitata*) est une plante potagère appartenant à la famille des Brassicacées préalablement appelée les crucifères. Originaire du Nord de l'Europe le chou est surtout commun à l'Afrique de l'Est et à l'Égypte (FAO, 2000 ; James *et al.*, 2010). La jeune plante porte des feuilles simples qui alternent sur une courte tige verte ou colorée en mauve. Ses feuilles portent à leurs aisselles un bourgeon axillaire dont le développement est inhibé par le bourgeon terminal encore appelé cœur, à travers une dominance dite apicale ; cela est nécessaire à la formation d'une pomme qui sera obtenue par superposition des diverses feuilles autour de l'apex (Tropiculture, 2011). C'est une plante de saison froide fortement influencée par les conditions climatiques, notamment la température et l'humidité relative (Sakho, 2013). Cependant, il présente une grande capacité d'adaptation au climat. Son aire de prédilection reste les régions côtières à humidité atmosphérique élevée

I.1.1.1 Position systématique

Le chou fait partie de l'embranchement des Angiospermes. Sa position systématique est la suivante :

Embranchement : Angiospermes

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Brassicales

Famille : Brassicacées

Genre : *Brassica*

Espèce : *Brassica oleracea*



Figure 1 : Pied de chou (Originale, 2019)

I.1.1.2 Ecologie et importance du chou

Le chou est cultivé pendant toute l'année, mais les meilleurs rendements sont obtenus en saison sèche et fraîche (15 – 20°C). Au regard de son puissant système racinaire, à la fois pivotant et ramifié, le chou pommé apprécie les sols profonds, limono-argileux et les fémurs organiques



importantes. D'après les formateurs sur les BPA, il est tolérant à la salinité et au chlore mais exigeant en soufre.

Le chou présente de nombreuses et intéressantes vertus médicinales. Son appartenance à la famille des Brassicacées lui a doté d'énormes bienfaits. Ses effets bénéfiques sur la santé humaine sont quelque peu liés aux composés photochimiques qu'il renferme. Ainsi la consommation de chou prévient le stress oxydatif, induit une détoxification des enzymes, stimule le système immunitaire et diminue le risque de cancer (Imran, 2018).

I.1.2 Généralités sur les principaux ravageurs

I.1.2.1 *Plutella xylostella*

I.1.2.1.1 Position systématique

L'espèce *P. xylostella*, connue sous le nom de « Teigne des Brassicacées » ou « Teigne des Crucifère », est décrite pour la première fois par Linné en 1758. Au cours des temps, elle a subi plusieurs changements de noms avant d'acquérir son nom actuel (Moriuti, 1986). C'est un ravageur exclusif des espèces végétales appartenant à la famille des Brassicaceae (Machiels, 2017).

Elle présente la position systématique suivante :

Embranchement :	Arthropode
Classe :	Insecte
Ordre :	Lépidoptère
Famille :	Plutellidae
Genre :	Plutella
Espèce :	<i>Plutella xylostella</i>



Figure 2 : Adulte de *P. xylostella*

I.1.2.1.2 Biologie et Ecologie

❖ L'adulte

L'adulte est un papillon brunâtre de 7 à 8mm de longueur et d'une envergure de 12 à 16mm (SPVN). Lorsqu'il est posé sur une feuille, les ailes antérieures se joignent en forme de toit et se caractérisent par deux bandes de couleur brune et une bande jaune ondulée sur le dos.

Les ailes postérieures sont beaucoup plus courtes. Lancéolées et aigues, elles sont de couleur gris foncée et portent de longues franges. La tête est rougeâtre et porte deux antennes composées de plusieurs petits segments dirigées vers l'avant (Douan, 2014). Chez le mâle, les ailes sont plus foncées que chez la femelle (Haougui *et al.*, 2019).

❖ L'œuf

L'œuf de *P. xylostellata* est de forme elliptique, de petite taille environ 500µm et aplati sur la face qui est en contact avec la feuille (Labou, 2016). Il est de couleur jaune pâle qui devient plus sombre à l'approche de l'éclosion (Sow, 2013). En milieu naturel, les œufs sont déposés majoritairement sur la face inférieures des feuilles par groupe de 150 à 300 œufs (Pichon, 1999). La durée de l'incubation dépend de la température (Balachowsky, 1966 ; Talekar & Shelton, 1993).

❖ La chenille

Le développement des chenilles se fait en quatre stades larvaires (Robertson 1939 ; Talekar et Shelton, 1993). La vitesse de développement de ces quatre stades larvaires est fonction de la température (Talekar et Shelton, 1993).

Stade1 : Aussitôt après l'éclosion, la chenille reste mineuse. On obtient une larve néonatale de couleur claire et peu mobile. En ce moment, elle se trouve dans l'épiderme foliaire ou elle creuse une galerie allongée. Elle laisse apparaître dans les tissus mésophiles de la feuille des sortes de virgules blanches (Talekar et Shelton, 1993). Ce stade dure 3 à 4 jours (Biro, 1998).

Stade2 : Une capsule céphalique noire caractérise la chenille de stade2 (Talekar et Shelton, 1993). Elle mesure maintenant 2 à 3mm de long. La chenille quitte maintenant la galerie pour partir vivre à la face inférieure des feuilles de la plante. Ainsi elle se nourrit de l'épiderme des feuilles et laisse apparaître des plages translucides appelées « fenêtres » caractéristique de l'espèce (Chua & Lim, 1979). Au moindre danger, elle se suspend à un fil de soie ou recule par mouvements saccadés.

Stade3 : La chenille prend une couleur jaune-brun, à pilosité plus visible. La capsule céphalique est brun clair à brun foncé (Arvanitakis, 2013). Elle provoque de sévères dégâts sur les cultures.

Stade4 : A ce stade de développement, les chenilles présentent une couleur vert vif et mesurent jusqu'à 8mm de long. On note un dimorphisme sexuel. Les chenilles qui deviendront des mâles présentent une tache blanche sur leur 5ème segment abdominal. Cette tache révèle la présence de gonades et est visible par transparence (Liu et Tabashnik, 1997). A la fin de ce stade, la chenille tisse un cocon autour d'elle.

❖ La nymphe :

Elle mesure 5 à 7mm de long et est entourée du cocon tissé par la larve de dernier stade. Au début du stade, elle est de couleur vert pâle puis elle devient brune à l'approche de la mue imaginale (Balachowsky, 1996 ; Talekar et Shelton, 1993). La nymphose se passe sur la feuille et dure entre 4 et 15 jours en fonction de la température (Talekar et Shelton, 1993).



Figure 3 : Larve de *P. xylostella*, en haut à droite ; nymphe, en haut à gauche et adulte, en bas (Original 2019)

❖ Cycle de développement

Le cycle de développement de *P. xylostella* dépend de la température et dure une à deux semaines selon les conditions climatiques du milieu. La durée du cycle est plus courte en zone tempérée qu'en zone tropicale. A des températures de 25°, le cycle complet peut durer 16 jours dont 3 jours pour l'éclosion des œufs, 9 jours pour le développement des larves et 4 jours pour la nymphose (Pichon, 2004). En effet, la chaleur et l'humidité favorisent une croissance rapide de ce ravageur (Domme, 1999). La durée de vie de ce Lépidoptère est fonction du sexe. Elle est en moyenne de 10.4 jours pour les mâles et de 12.1 jours pour les femelles (Patil & pokharkar, 1971).

Suivant les conditions climatiques de la zone, le nombre de générations de l'espèce varie au sein d'un même pays mais aussi d'un pays à l'autre (Balachowsky, 1966). En région tropicale, *P. xylostella* peut avoir 13 à 14 générations dans l'année (Chelliah & Sinivassan, 1986) alors qu'en région tempérée, le nombre de générations est limité entre 3 et 4 (Hardy, 1938).

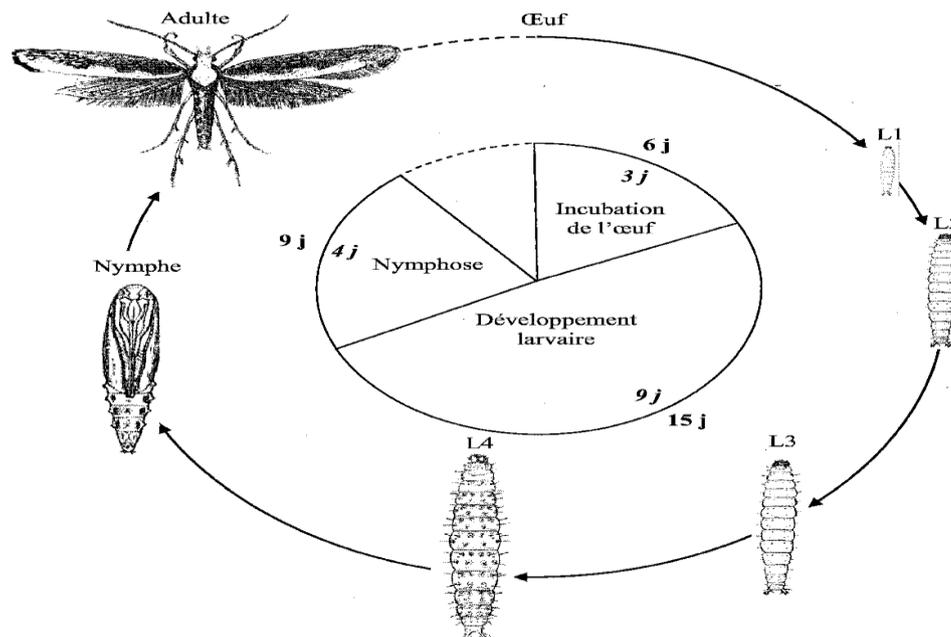


Figure 4 : Cycle de *Plutella xylostella* (Carpenter 2005)

❖ L'accouplement et la ponte

L'accouplement a lieu dès l'émergence des adultes et se fait dos à dos. Le mâle peut s'accoupler trois fois de suite alors que la femelle ne s'accouple qu'une seule fois (Balachowsky, 1966). L'accouplement se fait surtout au coucher du soleil (Poelking, 1990). La ponte débute immédiatement après l'accouplement (Balachowsky, 1966). Une femelle peut pondre en moyenne 160 œufs au cours de sa vie (Balachowsky, 1966 ; Talekar et Shelton, 1993). La ponte dépend de nombreux facteurs tels que la température, la qualité de nourriture de la femelle pendant les stades larvaires ou de la densité des populations (Guilloux, 2000).

1.1.2.1.3 Symptômes et Dégâts

Les attaques par les chenilles de *P. xylostella* peuvent débuter en pépinière sur les jeunes plantes. Cependant les chenilles phyllophages préfèrent les jeunes feuilles situées au cœur de la plante (Ooi, 1986). Sur les plantes plus âgées, elles dévorent surtout la face inférieure des feuilles en laissant le côté opposé intact, ce qui laisse apparaître des taches translucides ou fenêtres. Elles peuvent aussi entièrement consommer le limbe, provoquant l'apparition de trous sur les feuilles. A très forte attaque, on ne peut voir que les nervures, les plantes ont alors l'aspect de squelette et le champ de chou prend un aspect grisâtre (Graf *et al.*, 2000).

Au Sénégal, « la teigne des crucifères » peut entraîner une destruction totale de nombreux cultures de chou, surtout en période d'hivernage, d'où l'abandon de cette spéculation par les cultivateurs. Les dégâts varient considérablement d'une localité à l'autre et d'une période à l'autre.



Figure 5 : Dégâts typique de *P.xylostella* sur feuille de chou (Original 2019)

I.1.2.2 *Spodoptera littoralis*

I.1.2.2.1 Systématique

Spodoptera littoralis est une espèce de la famille des Noctuidae. Elle a été décrite pour la première fois par Boisduval en 1833. C'est une espèce originaire d'Égypte. Sa position systématique est :

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Lepidoptera

Famille : Noctuidae

Genre : *Spodoptera*

Espèce : *Spodoptera littoralis*



Figure 6 : Larve de *S. littoralis* (Original 2019)

I.1.2.2.2 Biologie et Ecologie

Spodoptera littoralis est une espèce très polyphage et cause de sérieux dégâts à beaucoup de cultures. Elle présente un nombre important de générations et résistance considérable à beaucoup d'insecticides, ce qui rend très difficile sa gestion. Son cycle de développement passe par :

- ❖ **L'œuf** : elle mesure environ 0,5mm de diamètre (Ndiaye, 2015). Ils sont pondus entre 20 et 500 œufs groupés à la face inférieure des feuilles.
- ❖ **Le stade larvaire** : il passe par six stades. Les jeunes chenilles sont verts pale avec une tête brunâtre. Au dernier stade larvaire, les chenilles mesurent entre 35 et 45mm de long. Leur coloration varie du gris au rougeâtre ou jaunâtre. Elles sont reconnaissables grâce

à leur deux taches triangulaires noires situées au niveau de leur dernier segment abdominal (Bordat & Arvanitakis, 2004 ; Ndiaye, 2015).

- ❖ **La chrysalide** : elle est brun rougeâtre et mesure entre 15 et 20mm de long (Ndiaye, 2015). La nymphose se passe dans le sol dans un cocon d'argile.
- ❖ **L'adulte** : c'est un papillon de 35 à 40mm d'envergure. Les ailes antérieures sont brunâtres avec des reflets violacés et du jaune pâle le long de la nervure médiane. Les ailes postérieures sont blanchâtres avec le bord antérieur brun.

I.1.2.2.3 Dégâts

Les larves de cette espèce sont très voraces. Elles attaquent les pommes de chou et créent des galeries à l'intérieur. Leur présence sur le chou est facilement reconnaissable par les déjections observées entre les feuilles des pommes.

I.1.2.3 *Hellula undalis* ou « boreur du chou »

I.1.2.3.1 Position systématique

Cette espèce a été localisée pour la première fois en Italie par Fabricius en 1794. C'est un lépidoptère principalement rencontré dans les pays tropicaux et subtropicaux mais aussi dans les pays à climats modérés (Waterhouse & Norris, 1989). Le « boreur » du chou n'est pas considéré comme un très grand migrateur comparé à la teigne (*P. xylostella*). La position systématique de cette espèce est :

Embranchement : Arthropoda
Classe : insecta
Ordre : Lepidoptera
Famille : Pyralidae
Genre : *Hellula*
Espèce : *Hellula undalis*



Figure 7 : Larve de *Hellula undalis* à gauche et adulte à droite

I.1.2.3.2 Biologie et Ecologie

❖ L'adulte

Les adultes de cette espèce présente un dimorphisme sexuel de taille et couleur. Les adultes mâles sont brun grisâtres, l'aile antérieure présente des marques grises ondulées et les ailes postérieures sont sombres. Chez les femelles, ces marques sont relativement plus sombres.

Ailleurs, le segment terminal de l'abdomen est long chez la femelle alors que chez le mâle, il est relativement émoussé. En termes de taille, les femelles sont relativement plus grandes que les mâles. Les études de Sing *et al.*, 1990 ont aussi montrées que les femelles avaient une durée de vie plus grande que les mâles.

❖ L'œuf

Il est de couleur blanc nacré à la ponte et change dès le lendemain en couleur rosâtre qui vire ensuite au brun puis au rouge foncé (Labou, 2016). Ils sont pondus de façon séparé (Bhalanie, 1984 ; Sivapragasam, 1996) ou en groupe ou parfois en chaînes de 2 ou 3 sur les feuilles de chou. Ils sont légèrement aplatis sur la surface de dépôt. Ceci leur donne une forme ovoïde d'environ 1mm de long avec un contour assez variable (Labou, 2016). Une femelle peut pondre entre 125 et 150 œufs à 25°C d'après Sandhou et Bhalla (1973). La durée d'éclosion des œufs est de 2 à 3 jours à des températures moyennes de 25°C (Awai, 1958 ; Sivapragasam & Abdul Aziz, 1990).

❖ Les larves

Elles sont reconnaissables par leur couleur grise à jaune et présentent des bandes larges irrégulières de couleur brun rougeâtre sur la longueur du corps. Le nombre de stades larvaires a fait l'objet de polémique entre les auteurs. Nous retenons cependant quatre stades larvaires pour le développement de *H. undalis*. La durée de ces différents stades est variable. Le premier et le troisième stade ont une durée de 3 jours environ tandis que le deuxième et le quatrième durent environ 2 jours (Kessing & Mau, 2007).

❖ Les nymphes

Après le dernier stade larvaire, la chenille tisse un cocon dans les feuilles et se transforme en pré nymphe (Harakly, 1968b). Ainsi leur couleur change et devient jaune-pâle. A leur maturité, les chenilles peuvent se cacher dans le sol pour effectuer la nymphose. Elles se transforment en chrysalide et adopte une couleur marron ou brun claire quand la cuticule est sclérosée (Harakly, 1968b). En ce moment, les segments des parties du corps deviennent visibles.

1.1.2.3.3 Dégâts

Hellula undalis est capable d'infliger de sévères dégâts aux cultures de Brassicacées. Ces dégâts sont variables selon la zone et la localité. Une seule larve de cette espèce peut détruire une plante hôte. En effet c'est un ravageur important du chou et d'autres brassicacées et cause les plus grands dommages entre le repiquage et le stade pomaison, même si les larves sont présentes tout au long de la culture (Sivapragasam & Aziz, 1990). Les chenilles attaquent les nervures principales et le bourgeon axial de la plantes entraînant le départ des bourgeons axillaires et provoquant ainsi la formation d'un chou à plusieurs têtes (Labou, 2016).



Figure 8 : Dégâts causés par *Hellula undalis* sur le chou

I.1.3 Généralités sur les plantes à tester :

I.1.3.1 *Crataeva religiosa*

I.1.3.1.1 Taxonomie, Description et Ecologie

Crataeva religiosa appartient à la famille des Capparidacées. C'est un petit arbre haut de 3 à 10m. Elle présente des feuilles alternes trifoliolées, longuement pétiolées. Elles sont glabres et mesurent 5 à 20cm de long. Elle donne des fruits sphériques large de 3 à 8 cm, les pédoncules sont ligneux long de 5 à 6cm (Kerharo *et al.*, 1974).

Elle présente la position systématique suivante :

Embranchement :	Spermaphyte
Sous embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones
Sous classe :	Dilleniidées
Série :	Capparaceae
Ordre :	Capparales
Famille :	Capparidaceae
Genre :	<i>Crataeva</i>
Espèce :	<i>Crataeva religiosa</i>



Figure 9 : Plante de *C. religiosa*

I.1.3.1.2 Usages

Cette plante présente beaucoup de vertus en médecine traditionnelle. C'est un excellent antibiotique naturel à large spectre. La poudre issue des feuilles et racines est jugée efficace contre les plaies incurables.

Dans la lutte contre les ravageurs, *C. religiosa* a fait l'objet de plusieurs études jugées promettantes durant ces dernières années. Elle s'est avérée efficace dans la protection des denrées stockées notamment contre *Dermestes sp* et *Callosobruchus maculatus* (Mbaye *et al.*, 2014 ; Faye *et al.*, 2015).

1.1.3.2 *Calotropis procera*

1.1.3.2.1 Taxonomie, Description et Ecologie

Calotropis procera est une espèce de plante appartenant à la famille des Apocynacées. Elle a été décrite pour la première fois par AITON en 1789. Sa position systématique dans le règne végétal est la suivante :

Embranchement : Angiospermes

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Gentianales

Famille : Apocynaceae

Genre : *Calotropis*

Espèce : *Calotropis procera*



Figure 10 : Plante de *C. procera*

1.1.3.2.2 Usages

Des études ont montré que le latex de l'écorce de cette plante contient des enzymes capables d'augmenter l'amplitude des contractions cardiaques favorisant donc une élévation de la pression artérielle. Cette espèce est aussi utilisée contre plusieurs affections comme la toux la carie dentaire, le rhumatisme etc.

Dans la recherche d'alternatives, cette plante présente un intérêt sans faille. Les extraits aqueux issus de cette plante ont été utilisés dans la lutte contre les ravageurs de cultures. Ngom *et al.*, 2019 ont montré l'effet positif de ces extraits aqueux sur les ravageurs de chou. La poudre de cette plante a été de même utilisée, par Thiaw *et al.*, 2007 contre *Caryondon serratus* dans la protection des denrées stockées.

Chapitre II : MATERIELS ET METHODES

II.1 Présentation de la zone d'étude :

L'étude a été faite à la Commune de Malika dans la zone des Niayes. Cette dernière couvre la frange côtière et son arrière-pays qui s'étend de Dakar à Saint-Louis sur une longueur de 180 km, avec une largeur variant de 5 à 30 km. (Fall *et al.*, 2001). Sur le plan administratif, elle couvre une partie des régions de Saint-Louis et de Louga, les départements de Tivaoune, Thiès et toute la région de Dakar (Ndiaye *et al.*, 2012). Cette zone se distingue par son paysage particulier qui se caractérise par des formations dunaires et dépressions reposant sur une nappe peu profonde, avec une hydrographie jadis riche en lacs et points d'eau. Ainsi, elle constitue une zone agro-écologique d'une importance capitale dans l'économie du Sénégal. D'ailleurs, elle est la principale zone de cultures maraîchères du Sénégal (Ba, 2008). La typologie de ses sols varie considérablement du Nord au Sud.

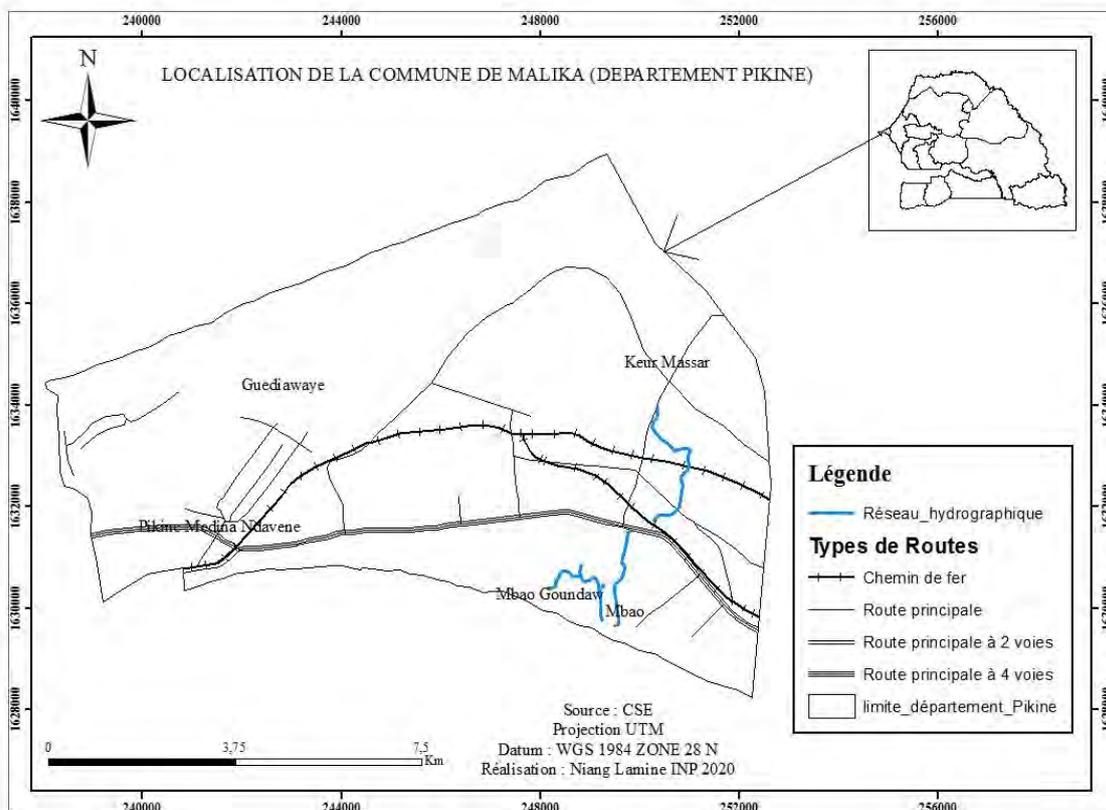


Figure 10 : Localisation de la commune de Malika

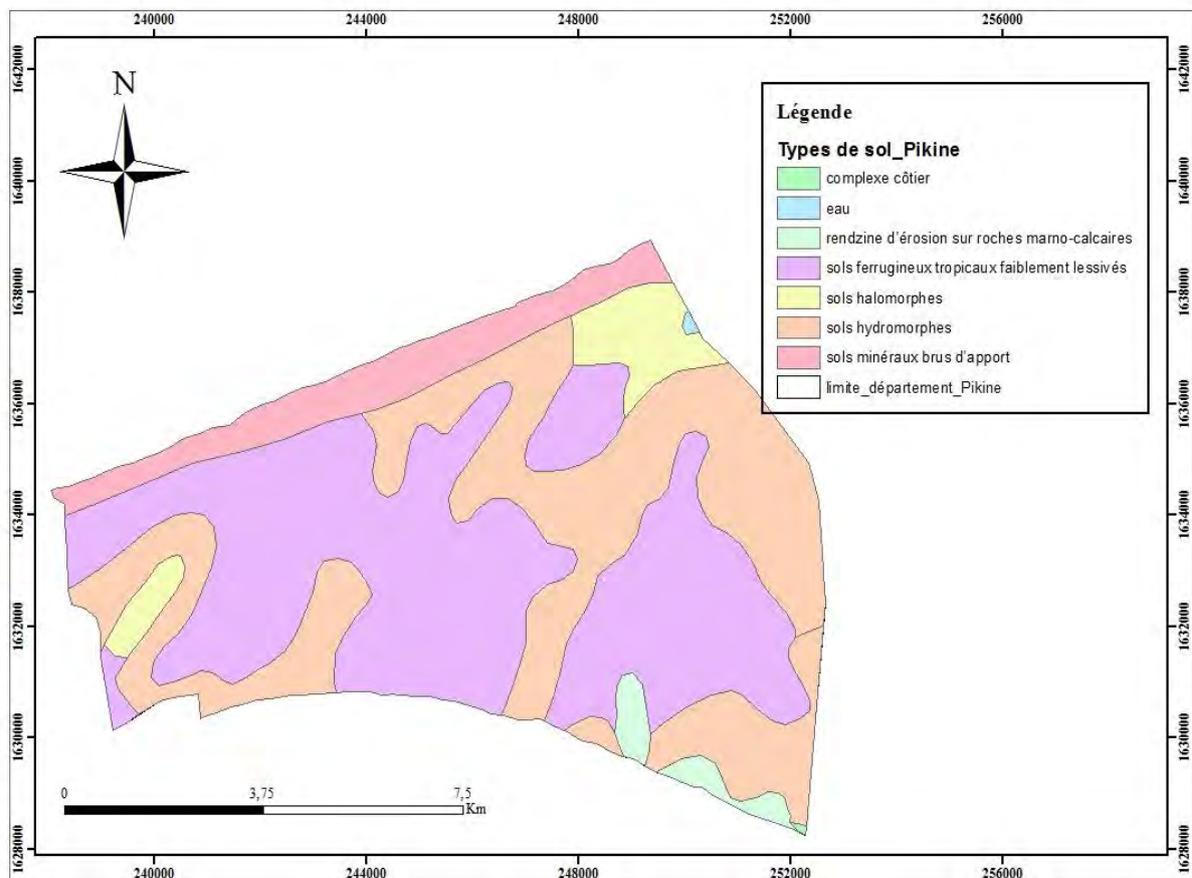


Figure 11 : Typologie du sol de la zone de Pikine

II.2 Dispositif expérimental

La culture de chou a été réalisée en collaboration avec un maraîcher de la zone. Elle est disposée en blocs complets randomisés et équilibrés. Le dispositif fait sur une superficie de 55m² est constitué de trois blocs BI, BII et BIII. Chaque bloc est constitué de quatre parcelles élémentaires dénommées T0, T1, T2 et T3. Les différents blocs sont séparés par une distance de 1m ; cette même distance sépare les parcelles élémentaires de chaque bloc. Chaque parcelle élémentaire s'étend sur 1m de large et 2m de long. Elle porte trois lignes de sept plantes, soit un total de 21 plantes par parcelles. Les lignes sont séparées par une distance de 40cm. Un écartement de 30cm sépare les pieds de chaque ligne. Une marge de 10cm est laissée entre les pieds de l'extrémité et les ados de la parcelle. Pour chaque bloc, T0 représente la parcelle témoin, T1 représente la parcelle traité avec les extraits issus de *C. proceras*, T2 représente la parcelle traité avec les extraits issus de *C. religiosa* et enfin T3 représente la parcelle traitée

avec le mélange des deux produits. Pour l'identification des ravageurs, nous avons procédé à un échantillonnage des pieds dans chaque parcelle.

Ainsi dix pieds choisis au hasard ont été minutieusement Observés. Les espèces rencontrées ont été identifiées et dénombrées enfin de suivre leur évolution.

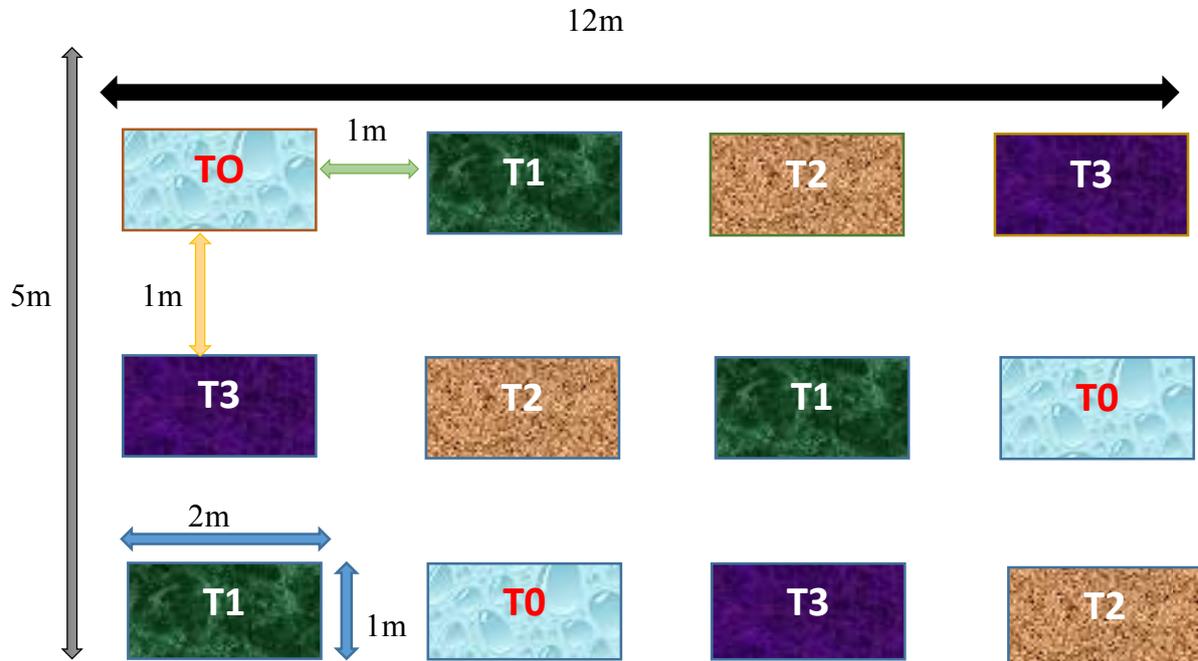


Figure 12 : Schéma du dispositif expérimental

II.3 Techniques culturales

II.3.1 Semis et pépinière

Notre première activité qui consistait à la préparation de la pépinière de chou a débuté le samedi 16 Novembre 2019. A cet effet, nous avons utilisé du compost comme substrat et des alvéoles comme support. Un sac de compost et quatre tablettes d'alvéoles ont été mis à notre disposition. Chaque tablette contenait 72 alvéoles, ce qui fait au total 288 pieds de chou semés. Or nous avons besoin de 252 pieds, mais par prévision des pertes cela était nécessaire.



Figure 13 : Pépinière de chou pommé fraîchement préparée

II.3.2 Préparation des parcelles

Le terrain a été préparé le Lundi 09 Décembre 2019. Nous avons préalablement bien bêcher le sol avant de procéder à la délimitation et au dénivellement des parcelles. Les détails sont présentés dans le dispositif expérimental.



Figure 14 : Terrain déjà préparé

II.3.3 Repiquage

Le repiquage des plantes a été fait le soir du mercredi 11 Décembre 2019. Deux cent cinquante-deux plantes de chou réparties sur 12 parcelles ont été repiquées et fraîchement arrosées.



Figure 15 : Etapes du repiquage des plantes

II.4 Préparation des extraits aqueux

Dans cette partie, des jeunes feuilles fraîches de *C. religiosa* et *C. procera* sont récoltées le jour (entre 7h et 8h). Les feuilles de *C. religiosa* ont été récoltées au niveau du jardin botanique de la Faculté des Sciences et Techniques et les feuilles de *C. procera* ont été récoltées sur la VDN. Le même jour, ces feuilles ont été broyées à l'aide d'un mixeur et dosées à raison de 200g/l pour *C. religiosa* et 400g/l pour *C. procera*. Le choix de ces concentrations est justifié par des études antérieures portant sur les deux plantes. Le mélange est laissé macéré pendant 24h dans les contions ambiantes. Il est ensuite filtré à l'aide d'un tamis à mailles fines. Les filtrats obtenus

constituent alors les extraits biocides issus des deux plantes. Ils sont encore gardés 24h à 48h avant leur application.



Figure 16 : Etapes de la préparation des produits

II.5 Traitement phytosanitaire des parcelles

Le premier traitement s'est tenu dix jours après repiquage. Pour le reste, les produits sont appliqués tous les 15 jours jusqu'à la maturation des fruits. Les traitements sont faits le soir et après arrosage s'il a lieu. Les produits sont appliqués par pulvérisation à l'aide d'un pulvérisateur à la main. Au premier traitement, un volume de 500ml a été appliqué par parcelle élémentaire. Cette quantité a progressivement augmenté avec l'évolution des plantes.

II.6 Inventaire des ravageurs sur le chou

Pour inventorier les insectes ravageurs présents dans la culture du chou, des observations ont été effectuées la veille et le lendemain de chaque traitement phytosanitaire. Dix plantes prises au hasard dans chaque parcelle ont été minutieusement observées à la recherche d'insectes ravageurs sur les faces supérieures et inférieures des feuilles. Pour les différentes espèces rencontrées, nous avons procédé à un dénombrement du nombre de larves par parcelle.

II.7 Analyses statistiques

L'analyse statistique des données a été faite avec le logiciel R version 3.5.2. Tout d'abord, les données brutes étaient classées dans un tableur Microsoft Excel 2013. Les fichiers Excel enregistrés sous format csv, représentent nos bases de données. Un premier test appelé test de normalité est appliqué aux données. Les résultats obtenus ($P\text{-value} > 0,05$) ont montré que nos données suivent la loi normale. Ainsi, le test de student a été appliqué pour voir la différence du nombre de larve avant et après traitement des différents produits. Toutefois, cette différence est comparée au seuil de significativité (5%). Elle est considérée comme significative si la $P\text{-value}$ est inférieure à 0,05.

Chapitre III : RESULTATS ET DISCUSSION

III.1 Résultats

III.1.1 Dynamique des populations des ravageurs

La figure ci-dessous nous montre la fluctuation des populations de *P. xylostella*, *S. littoralis* et *H. undalis* en fonction des différents relevés effectués. Les résultats de l'analyse révèlent que seules les larves de *P. xylostella* ont colonisé le terrain dès les dix premiers jours de l'étude. Les larves des autres espèces ne surviennent que dans les 15 jours suivants. *Plutella xylostella* montre deux pics d'apparitions. Le premier pic est observé lors du premier relevé (10 jours après repiquage), alors que le deuxième coïncide avec le 4ème relevé (9 jours avant récoltes). Le pic de *H. undalis* est observé lors du deuxième relevé au moment où les larves de *P. xylostella* connaissent une chute. Les populations de *S. littoralis* quant à eux ne présente pas une variation remarquable au cours du temps.

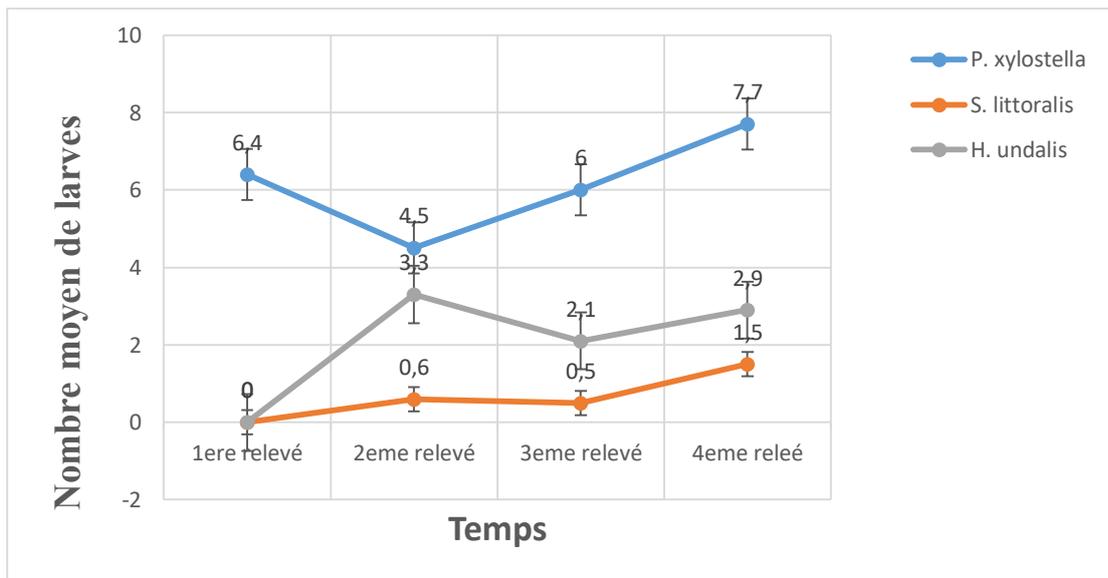


Figure 17 : Dynamique des populations de *Plutella xylostela*, *Spodoptera littoralis* et *Hellula undalis* au cours du temps.

III.1.2 Efficacité comparée des produits sur les ravageurs

Comparer l'efficacité des produits revient à comparer le nombre de larves des espèces avant et après traitements pour les quatre traitements effectués sur les différentes parcelles afin de voir le produit qui a plus agit sur cette variation. Il serait aussi nécessaire de comparer l'évolution des espèces dans les parcelles traitées par rapport aux parcelles témoins pour bien confirmer l'action des produits.

III.1.2.1 Sur *Plutella xylostella*

Les résultats obtenus sur la figure 19 nous montrent que les parcelles témoins ont enregistré le plus grand nombre de larves de *P. xylostella*. Dans les parcelles traitées, le nombre de larve de cette espèce a considérablement diminué au cours du temps contrairement aux parcelles témoins (P-value = 0,82). L'évolution des larves dans les différentes parcelles traitées montre que les extraits issus de *C. procera* ont plus d'effet sur les larves de l'espèce car il est le seul biocide qui a significativement réduit le nombre de larves AVT par rapport au nombre APT avec une P-value de 0,0289. D'autre part, nous remarquons que le produit mixte a donné un meilleur résultat par rapport au produit issu des extraits de *C. religiosa*, car dans ces parcelles T3, le nombre de larves de *P. xylostella* a diminué mais de façon non significative à chaque relevé après traitement alors que dans les parcelles T2, la diminution se résume aux deux premiers relevés. A partir de ce moment, le nombre de larves ne cesse d'augmenter dans ces parcelles. Toutefois, l'effet de ces deux biocides n'est pas significatif sur les larves de *P. xylostella* avec des P-values de 0,85 pour le produit mixte et 0,36 pour *C. religiosa*.

De là, nous concluons que les extraits issus de *C. procera* sont plus efficaces, suivis du produit mixte. Les extraits à base de *C. religiosa* ont montré leur limite sur les larves de *P. xylostella* qu'ils ne réduisent pas de manière significative.

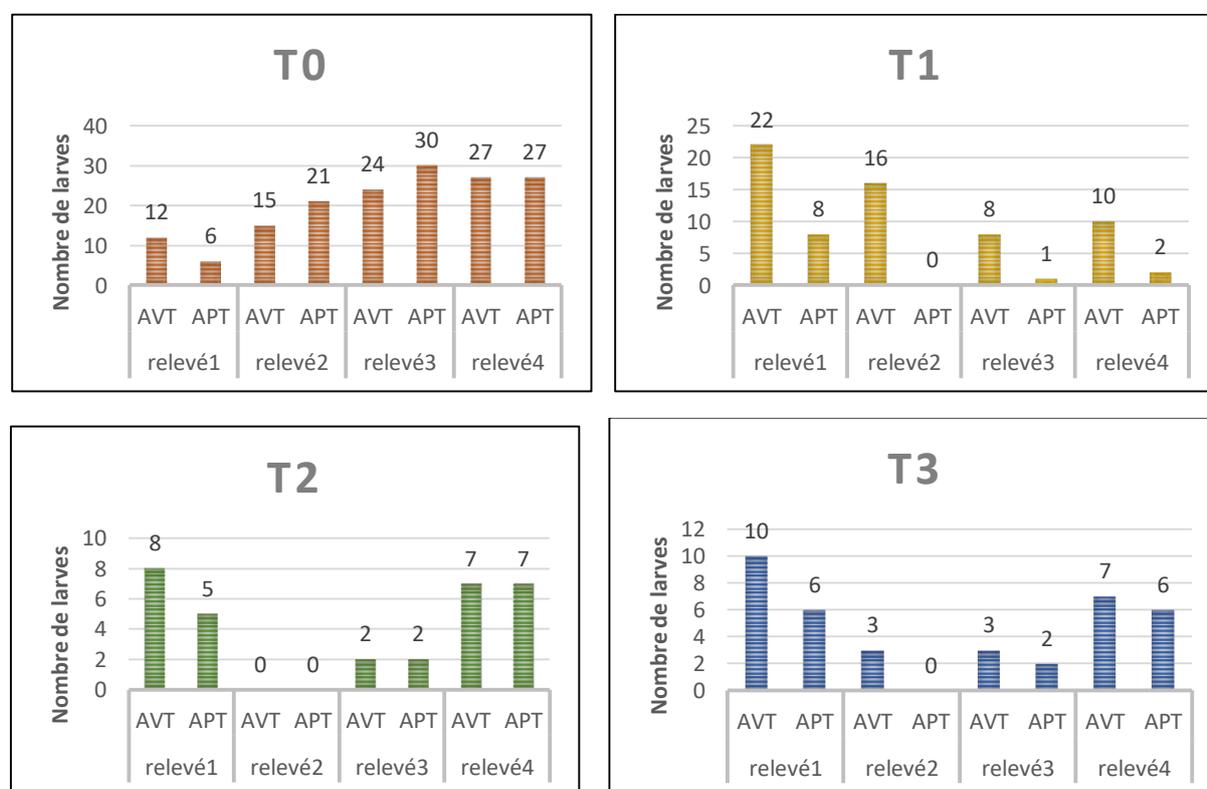


Figure 18 : Comparaison de l'efficacité des biocides sur les larves de *Plutella xylostella*

III.1.2.2 Sur *Hellula undalis*

L'analyse de la figure 20 montre que *H. undalis* est dominant dans les parcelles témoins comparées aux parcelles traitées. A partir de ces figures, nous tirons aussi que les extraits à base de *C. procera* ont bien impacté sur le développement des larves de cette espèce en diminuant de manière significative leur nombre avec une P-value de 0,013. Les autres biocides (*C. religiosa* P-value = 0,54 et Mixte P-value = 0,18) quant à eux n'ont pas agi de manière significative sur le développement de l'espèce malgré sa faible présence dans ces parcelles.

Alors nous tirons que les extraits issus de *C. procera* sont plus efficaces sur les larves de *H. undalis* comparé aux autres produits.

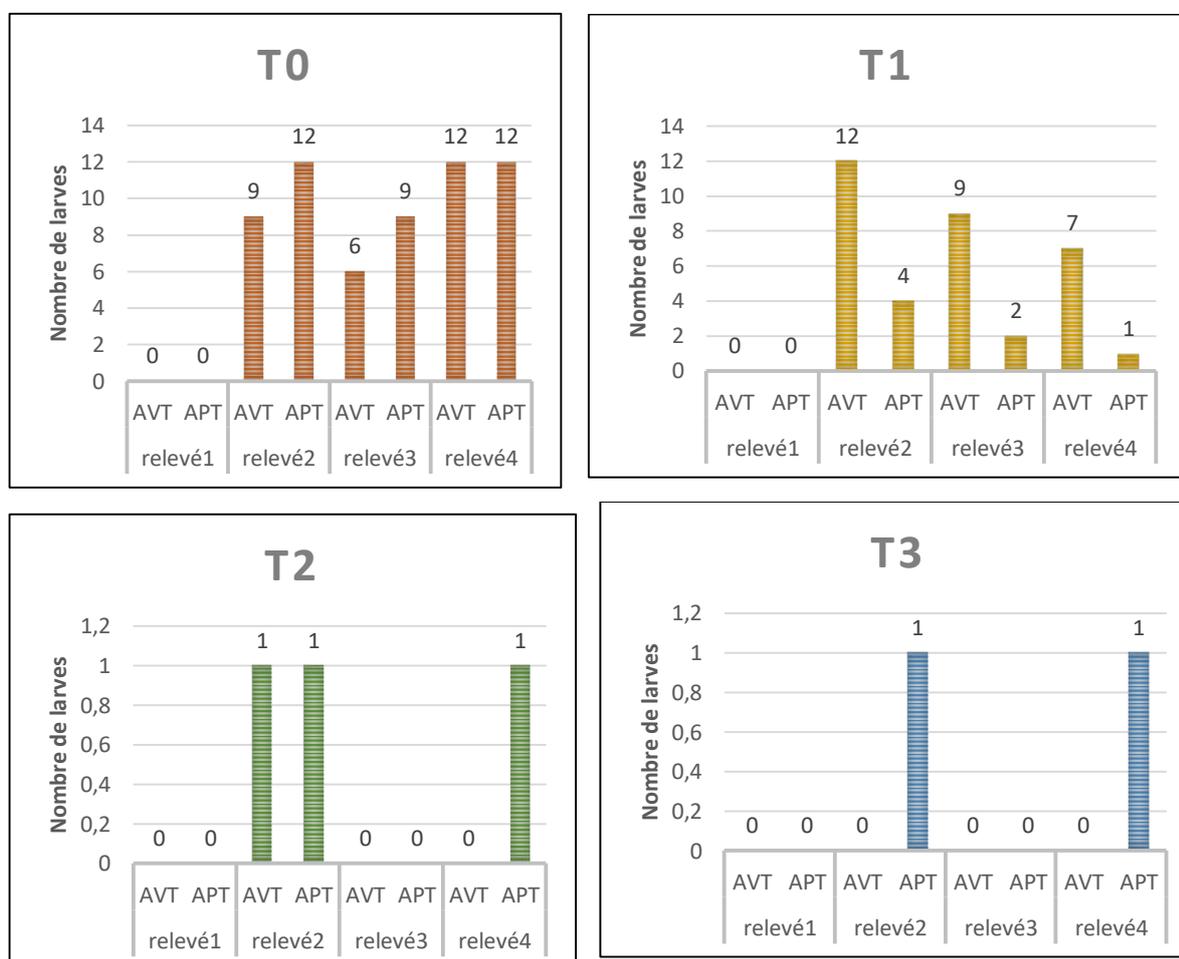


Figure 19 : Comparaison de l'efficacité des biocides sur les larves de *Hellula undalis*

III.1.2.3 Sur *Spodoptera littoralis*

L'analyse de la figure 21 nous montre que *S. littoralis* est présent dans les différentes parcelles au même moment de notre étude. L'évolution des populations de ce ravageur dans les parcelles traitées avec les extraits aqueux de *C. procera* ne présente pas de différence avec les parcelles

témoins. Ceci nous permet alors de conclure que ce produit n'a pas d'effet sur les larves de cette espèce (P-value = 0,12). D'autre part, les analyses faites sur les parcelles T3 vont dans le même sens que les résultats tirés des parcelles T1. Donc *S. littoralis* n'est pas aussi sensible au produit mixte. Les extraits à base de *C. religiosa* semblent contrôler les populations de *S. littoralis* car depuis le traitement on ne rencontre plus ce ravageur dans les parcelles T2.

Nous pouvons ainsi retenir que les extraits issus de *C. religiosa* sont plus efficaces que les autres biocides sur les larves de *S. littoralis*.

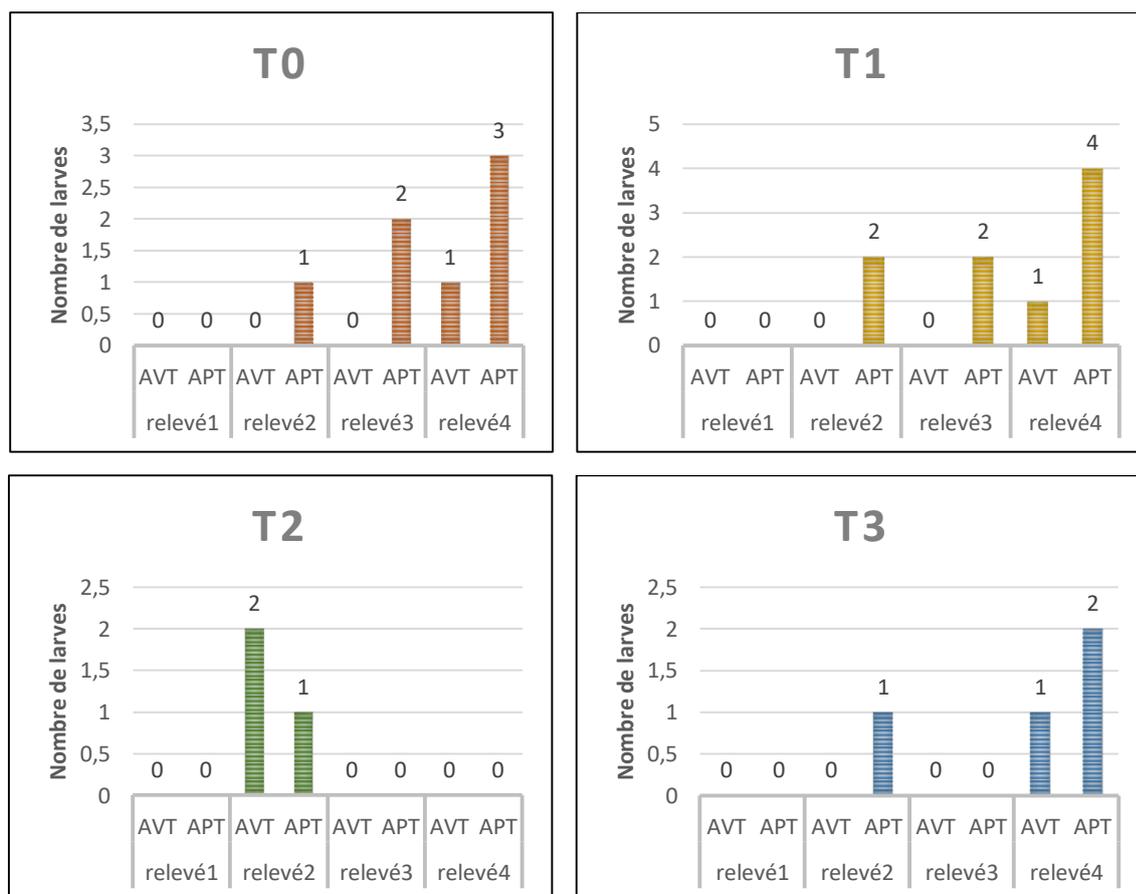


Figure 20 : Efficacité comparé des biocides sur les larves de *Spodotera littoralis*

III.1.3 Effet des produits sur la dynamique des ravageurs

Les figures ci-dessous montrent une différence remarquable sur la dynamique des populations entre les parcelles témoins et les parcelles traitées. Dans la première catégorie, nous remarquons une évolution progressive des larves de *P. xylostella* et *S. littoralis*. Les larves de *H. undalis* présentent quant à elles deux pics d'apparition ; une vers un mois après repiquage et l'autre à neuf jours de la récolte. Dans les parcelles T1, *P. xylostella* est la seule espèce apparue et avec un très grand nombre dès les dix premiers jours de l'étude. Avec l'application du produit, on constate une chute progressive du nombre de larves de ce ravageur. Les larves de *H. undalis*

connaissent aussi le même sort sauf qu'elles sont apparues à partir du deuxième relevé (vers 25 jours après repiquage). Le nombre des larves de *S. littoralis* n'a pratiquement pas varié, c'est juste vers la maturation des fruits que leur nombre a un peu haussé. Dans les parcelles T2 et T3, les produits ont presque le même effet sur la dynamique des populations de *P. xylostella*. Les deux pics se situent au début et à la fin de l'évolution des cultures. Donc l'effet de ces produits sur la dynamique de cette espèce s'est fait sentir en plein milieu de développement des plantes. Les autres espèces sont peu rencontrées dans ces parcelles.

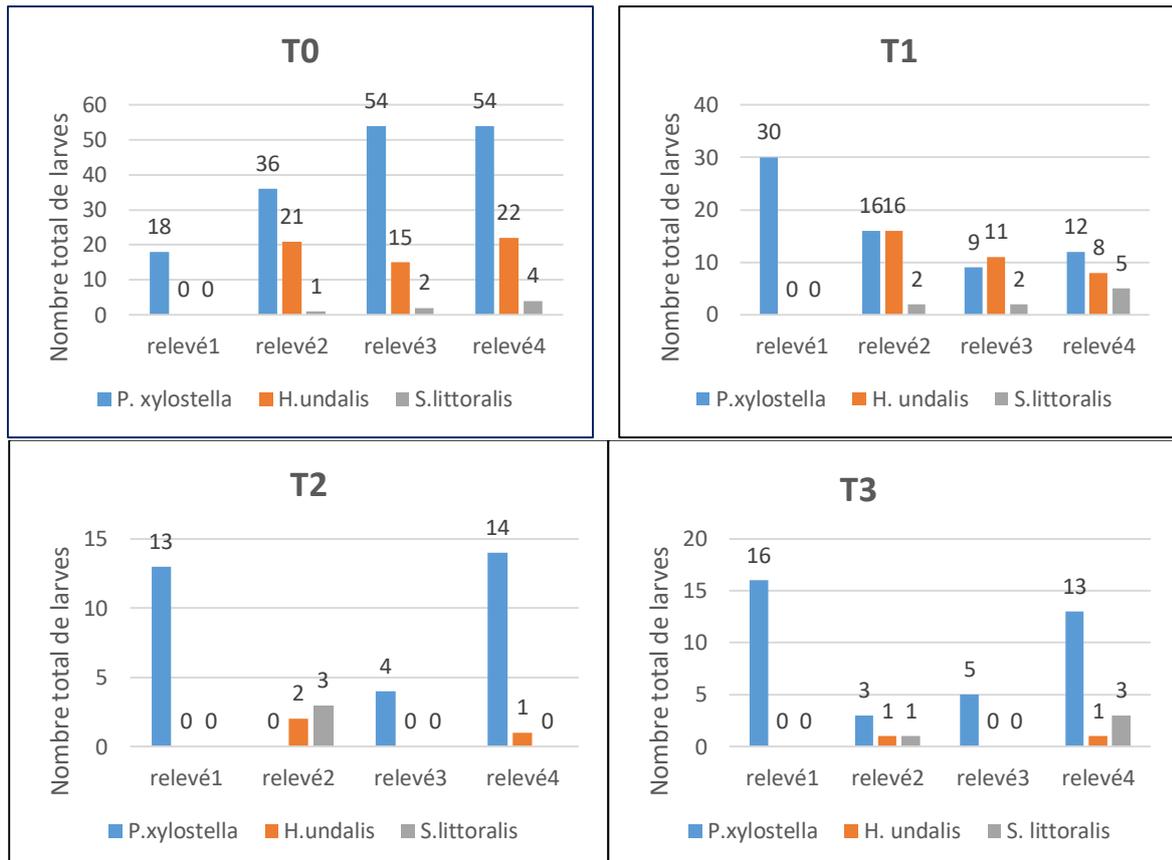


Figure 21 : Effet des produits sur la dynamique des populations des ravageurs

III.1.4 Effet des produits sur le rendement de la culture

L'histogramme ci-dessous montre l'effet des différents biocides sur le poids du chou au moment de la récolte. On peut alors voir que les parcelles non traitées ont donné le plus faible rendement par rapport aux autres parcelles. Les rendements les plus forts 2,13kg/m² et 1,35kg/m² ont été respectivement fournis par les parcelles T1 et T3. Les parcelles T2 ont donné un poids trop faible par rapport aux deux précédentes parcelles. Nous avons aussi noté une différence significative du poids (P-value = 0,045) entre les parcelles traitées avec les extraits de *C. procera* et les parcelles témoins. Cependant, les autres parcelles ne montrent pas de différence significative entre elles.

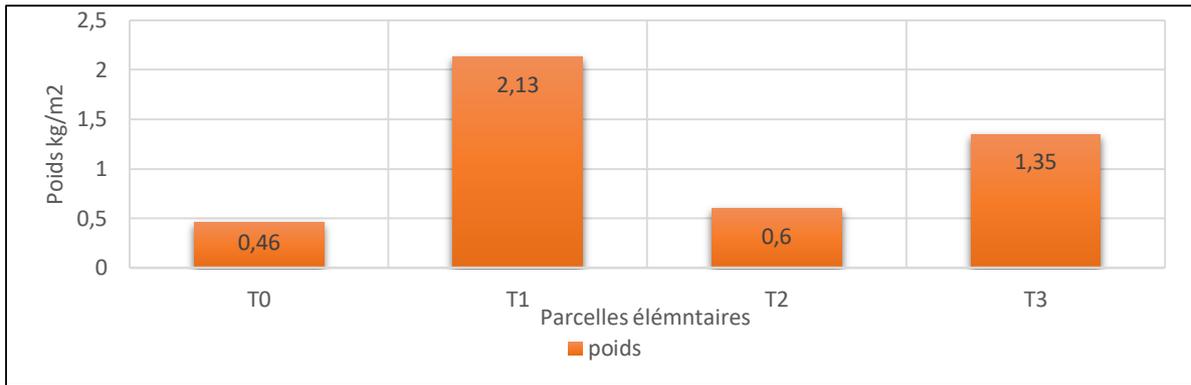


Figure 22 : Effet des produits sur le rendement de la récolte

III.2 Discussion

L'objectif de cette étude est de tester l'efficacité de deux substances biocides à base d'extraits aqueux de *C. procera* et *C. religiosa* sur les principaux ravageurs du chou dans la zone péri-urbaine de Dakar (Malika). Au cours de l'étude, plusieurs insectes ont été rencontrés. Nous notons entre autre *P. xylostella*, *H. undalis*, *S. littoralis*, *H. armigera* et *C. chalcites*. Un nombre important de pucerons a aussi été répertorié, de même que des auxiliaires tels que les araignées et les coccinelles. *Plutella xylostella* reste l'espèce la plus rencontrée dans nos parcelles. Ceci converge avec les résultats de SARFRAZ *et al.*, 2007 qui considèrent *P. xylostella* comme un des plus importants ravageurs cosmopolites des Brassicacées.

III.2.1 Dynamique des populations

La fluctuation des populations de ravageurs est avant tout liée à la bio écologie des espèces, aux conditions du milieu et surtout l'impact des produits appliqués. La synergie de ces facteurs détermine ainsi la dynamique des populations de ravageurs. L'espèce *P. xylostella* a présenté son premier pic en tout début de campagne lorsque les plantes de chou étaient encore si jeunes. Ces résultats sont en accord avec les données de Sow *et al.*, 2013 qui disent que les femelles de *P. xylostella* préfèrent les plantes jeunes au moment de la ponte. Le deuxième pic est observé au moment de la maturation des fruits lorsque les pommes se sont bien formées. Les chenilles de *H. undalis* sont apparues à partir de la troisième semaine de culture. La conséquence de leur présence était la formation de pommes supplémentaires sur plusieurs pieds. Les chenilles de *S. littoralis* quant à elles étaient faiblement représentées tout le reste de l'étude depuis leur apparition à la troisième semaine. Cependant leurs dégâts étaient non négligeables car ayant entraîné la pourriture de plusieurs pommes.

III.2.2 Efficacité comparée des produits

L'efficacité des produits en conditions d'expérimentations est généralement mesurée à travers l'abondance des populations des ravageurs ou la sévérité des dégâts (Yarou *et al.*, 2017). Les

résultats obtenus ont montré que les parcelles témoins ont enregistré le plus grand nombre de larves des espèces ravageurs. Le produit à base de *C. procera* a plus contrôlé *P. xylostella* car le lendemain de chaque traitement, on constate une forte diminution de son nombre de chenilles. La P-value obtenue (0,0289) en est la parfaite attestation. *Hellula undalis* a aussi été bien contrôlé par ce biocide car son nombre a considérablement chuté au cours des traitements. Ces résultats sont en parfaite adéquation avec ceux de Ngom *et al.*, 2020 qui illustrent que les extraits aqueux de feuilles de *C. procera* ont montré leurs efficacités sur les larves de *P. xylostella* et *H. undalis*. Les extraits aqueux de *C. religiosa* sont les seuls produits à avoir montré leur efficacité sur les larves de *S. littoralis*. Ils ont carrément éradiqué ces chenilles après application. Ce résultat corrobore alors ceux de Diome *et al.*, 2019 qui postulent que les extraits aqueux de *C. religiosa* avaient une efficacité importante sur *S. littoralis*. Le produit mixte quant à lui n'a pas donné de résultat satisfaisant sur le contrôle des principaux ravageurs. Ceci pourrait être dû à la dilution des concentrations efficaces de chacun des deux produits.

III.2.3 Effet des produits sur la dynamique des populations

Il est clair que chaque espèce dispose sa propre dynamique des populations en l'absence de tout facteur de contrôle. Or nous avons remarqué que les différentes espèces ont adopté une dynamique propre en fonction du type de traitement reçu. Par exemple *P. xylostella* qui apparait en quantité importante sur les jeunes plantes a été rapidement perturbé dès l'application des produits. Dans les parcelles T1, l'espèce ne présente qu'un seul pic alors que dans les parcelles T2 et T3, elle présente un deuxième pic en phase de maturation des fruits. *Hellula undalis* apparut un peu tardif subit le même sort dans les parcelles T1. Dans les autres parcelles elle est faiblement rencontrée. *Spodoptera littoralis* n'est présent qu'en trace dans les parcelles. Ainsi les biocides semblent nettement contrôler la dynamique des populations des ravageurs en question. Ces résultats convergent avec ceux de Diagne (2013) qui affirme que le cycle de développement des ravageurs est plus ou moins géré par le traitement de bio pesticides et la faune de parasitoïdes présentes.

III.2.4 Effet des biocides sur le rendement

Les lots témoins ont été les plus attaquées par les ravageurs. De ce fait, elles ont donné le plus faible rendement. Les parcelles traitées avec les extraits aqueux de *C. procera* ont fourni un meilleur rendement. Nos résultats rejoignent ainsi ceux de Ngom *et al.*, 2020 qui montre qu'en plus de leur effet biocides, les extraits aqueux de *C. procera* ont un effet fertilisant sur les plantes de chou. Le produit mixte a donné aussi un rendement pas négligeable. Ceci est certainement dû à la présence des extraits de *C. procera* sur ces plantes.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

De nos jours, plusieurs études sont déjà faites pour contrecarrer l'ampleur des conséquences de l'utilisation des pesticides de synthèse. C'est dans cette phase de la recherche d'alternatives que s'inscrit alors notre travail. Nous nous sommes ainsi permis de tester l'efficacité des extraits aqueux de deux plantes indigènes (*C. procera* et *C. religiosa*) sur les principaux ravageurs du chou. Pour la première fois, nous avons tenté de voir l'effet de l'association des extraits des deux substances en question. Toutefois, les extraits issus de *C. procera* se sont avérés plus efficaces sur *P. xylostella* et *H. undalis* que les autres produits. Mais le produit à base d'extraits aqueux de *C. religiosa* a montré un effet sur les larves de *S. littoralis*. Le produit mixte n'a pas montré une efficacité sur les ravageurs. L'état des plantes et le rendement de la récolte atteste que le bioproduit à base de *C. procera* a un effet biofertilisant.

Pour les perspectives qui se posent à notre niveau, il serait intéressant de :

- ✚ Revoir l'effet de l'association des deux biocides issus de *C. procera* et *C. religiosa* avec d'autres concentrations et dans de meilleures situations
- ✚ Comparer l'effet biofertilisant des extraits de *C. procera* avec des intrants agricoles.
- ✚ Elargir l'étude sur d'autres espèces de plantes n'ayant pas encore fait l'objet d'étude sur les ravageurs du chou.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Abrogoua, N., 2014.** UFR des Sciences de la Nature 220P.
2. **Ahmad, B., Saljoqi, A.-U.-R., Saeed, M., Ullah, F., Khan, I.A., 2015.** Population dynamics of *Plutella xylostella* (L.) in cauliflower and its correlation with weather parameters at Peshawar, Pakistan. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 5, 144-148.
3. **Ahmad, N., Ansari, M.S., Nazrussalam, 2012.** Effect of neemarin on life table indices of *Plutella xylostella* (L.). *Crop Protection* 38, 7–14. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.03.006>
4. **Arvanitakis, L., David, J.-F., Bordat, D., 2014.** Incomplete control of the diamondback moth, *Plutella xylostella*, by the parasitoid *Cotesia vestalis* in a cabbage field under tropical conditions. *BioControl* 59, 671–679. <https://doi.org/10.1007/s10526-014-9609-4>
5. **Balachowsky A. S., 1966.** *Traité d'entomologie appliquée à l'agriculture. Tome II, volume I.* ED. Masson et Cie, Paris. 1057P.
6. **Birot, S. (1998).** Comparaison biologique et biochimique de trois populations d'origines géographiques différentes d'*Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hym., Eulophidae) parasitoïde de *Plutella xylostella* (L.) (Lep., Yponomeutidae). DEA de parasitologie. ENSAM. 25p.
7. **Chua, T.H., et Lim, B.H. (1997).** Distribution pattern of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on choy-sum plants. *Zeitschrift Für Angewandte Entomologie* 88, 170–175pp.
8. **Cisse, M.M., 2017.** Quelques travaux de recherches menés dans le cadre de la lutte biologique contre les bio-agresseurs au Sénégal (Suite) 71P.
9. **Cissokho, P., Gueye, M., Sow, E., Diarra, K., 2015.** Substances inertes et plantes à effet insecticide utilisées dans la lutte contre les insectes ravageurs des céréales et légumineuses au Sénégal et en Afrique de l'Ouest. *Int. J. Bio. Chem. Sci* 9, 1645-1653. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v9i3.43>
10. **Deravel, J., Krier, F., Jacques, P., 2014.** Les biopesticides, compléments et alternatives aux produits phytosanitaires chimiques (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 13, 221-232.
11. **Diome, T., Sarr, A., Faye, A., Sembene, M., 2019.** Biocidal activity of *Crataeva religiosa* based substances against the major lepidoptera cabbage pests. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 5, 1524-1528.
12. **Douan, B.G., Doumbia, M., Kra, K.D., Kwadjo, E., Martel, V., et Dagnogo, M. (2013).** Comparaison de la dynamique des populations de *Spodoptera littoralis* (Boisduval)

(Lepidoptera : Noctuidae) a celles de deux lépidoptères du chou dans le district d'Abidjan en Côte d'Ivoire. Journal of Animal & Plant Sciences. 17, 2412– 2424pp.

12. **Fall, A.S., Fall, S.T., Cisse, I., Badiane, A.N., Diao, M.B. et Fall, C.A. 2001.** Caractérisation de la zone des Niayes. CRDI. 7p.
13. **Furlong, M.J., Wright, D.J., Dossall, L.M., 2012.** Diamondback Moth Ecology and Management: Problems, Progress, and Prospects 28, 517-541.
14. **Garba, M., Adamou, H., Mairo, M.D., Oumarou, S., Gougari, B., Ousmane, T., Salifou, A., Delmas, E.P., 2017.** AFPP – 11e conférence internationale sur les ravageurs et auxiliaires en agriculture montpellier – 25 et 26 octobre 2017 9,432-440.
15. **Grzywacz, D., Rossbach, A., Rauf, A., Russell, D.A., Srinivasan, R., Shelton, A.M., 2010.** Current control methods for diamondback moth and other brassica insect pests and the prospects for improved management with lepidopteran-resistant Bt vegetable brassicas in Asia and Africa. Crop Protection 12, 69-79.
16. **Golizadeh, A., Kamali, K., Fathipour, Y., Abbasipour, H., n.d.** Life Table of the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on Five Cultivated Brassicaceous Host Plants 10, 115-124.
17. **Harbouze, R., 2019.** Rapport de synthèse sur l'agriculture au Maroc 105, 1-103.
18. **Harakly, F. (1968).** The egg and the full-grown, larval stage of *Hellula undalis* Fabr. Bull. Ent. Soc. Egypt 52: 183-190pp.
19. **Houadakpode, D.S., 2018.** Valorisation des plantes aromatiques dans la gestion intégrée des principaux insectes ravageurs de la Grande Morelle au Sud-Bénin : cas de *Ocimum gratissimum* et *O. basilicum* 69P.
20. **Imran, M., 2018.** Economic Insect Pests of Brassica, in: El-Esawi, M.A. (Ed.), Brassica Germplasm - Characterization, Breeding and Utilization. InTech, 108-118. <https://doi.org/10.5772/intechopen.74837>
21. **James, B., Atcha-Ahowé, C., Godonou, I., Baimey, H., Goergen, G., 2010.** Gestion intégrée des nuisibles en production maraîchère : Guide pour les agents de vulgarisation en Afrique de l'Ouest 125P.
22. **Kumar, V., Reddy, S.G.E., Bhardwaj, A., Dolma, S.K., Kumar, N., 2016.** Larvicidal activity and structure activity relationship of cinnamoyl amides from *Zanthoxylum armatum* and their synthetic analogues against diamondback moth, *Plutella xylostella*. EXCLI Journal; 15:Doc229 ISSN 1611-2156. <https://doi.org/10.17179/EXCLI2016-166>

- 23. Labou, B., Bordat, D., Brevault, T., Diarra, K., 2016.** Importance de la “Teigne du chou” dans les Niayes au Sénégal : interrelations avec la température et les cultivars utilisés. *Int. J. Bio. Chem. Sci* 10, 707-721. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v10i2.21>
- 24. Labou, B., Bordat, D., Brevault, T., Diarra, K., 2017.** Spatiotemporal distribution and impact of diamondback moth parasitoids in the Dakar Niayes in Senegal. *Int. J. Bio. Chem. Sci* 11, 1289-1298. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v11i3.28>
- 25.** La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture, **2013**. . **F.A.O, Rome.**
- 26. Li, Z., Zalucki, M.P., Bao, H., Chen, H., Hu, Z., Zhang, D., Lin, Q., Yin, F., Wang, M., Feng, X., 2012.** Population Dynamics and “Outbreaks” of Diamondback Moth (Lepidoptera: Plutellidae) in Guangdong Province, China: Climate or Failure of Management? *jnl. econ. entom.* 105, 739–752. <https://doi.org/10.1603/EC11384>
- 27. Liu, S.-S., Chen, F.-Z., Zalucki, M.P., 2002.** Development and Survival of the Diamondback Moth (Lepidoptera: Plutellidae) at Constant and Alternating Temperatures. *environmental entomology* 31, 11. 254-266.
- 28. Machiels, L., 2017.** Contribution à l'étude de l'effet d'une culture associée entre l'armoise africaine (*Artemisia Afra* Jacq. Ex Willd.) et le chou pomme (*Brassica Oleracea* Var. *Capitata* L.) sur les ravageurs du chou pomme dans la région de Thies au Sénégal 90P.
- 29. Manyangarirwa, W., 2009.** population dynamics and parasitism of brassica insect pests in zimbabwe with emphasis on the diamondback moth, *plutella xylostella* (l.) (lepidoptera: plutellidae) 105P.
- 30. Mbaye, N.N., Sarr, M., Gueye-Ndiaye, A., Samb, A., Sembene, M., 2014.** Repulsive and biocide activities of leaves powder of *Crataeva religiosa* (Forst) on *Dermestes* spp. associated with the salty smoked-dried fish 7, 306-312.
- 31. Mondédji, A.D., Kasseney, B.D., Nyamador, W.S., Abbey, G.A., Amévoin, K., Ketoh, G.K., Glitho, I.A., 2016.** Effets d'extrait hydroéthanolique de feuilles de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sur *Plutella xylostella* (Lepidoptera : Plutellidae) et *Lipaphis erysimi* (Hemiptera : Aphididae) dans la production du chou au Sud du Togo 12, 1667-1677.
- 32. Mondedji, A.D., Nyamador, W.S., Amevoin, K., 2014.** Efficacité d'extraits de feuilles de neem *Azadirachta indica* (Sapindale) sur *Plutella xylostella* (Lepidoptera : Plutellidae), *Hellula undalis* (Lepidoptera : Pyralidae) et *Lipaphis erysimi* (Hemiptera : Aphididae) du chou *Brassica oleracea* (Brassicaceae) dans une approche « Champ Ecole Paysan» au sud du Togo 10, 2287-2295.
- 33. Moriuti, S., 1986.** Taxonomic Notes on the Diamondback Moth 6, 84-88.

34. **Ndiaye, M. (2015).** Manuel sur les principaux ravageurs et maladies des cultures maraichères dans la zone des Niayes. DPV 103p.
35. **Ndiaye, O., Diallo, A., Matty, F., Thiaw, A., Fall, R., Guisse, A., 2012.** Caractérisation des sols de la zone des Niayes de Pikine et de Saint Louis (Sénégal). *Int. J. Bio. Chem. Sci* 6, 519–528. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v6i1.46>
36. **Ngom, S., Diome, T., Diop, B., Sembene, M., 2020.** Effet des extraits aqueux de *Calotropis procera* sur les principaux ravageurs du chou en culture au Sénégal. *Int. J. Bio. Chem. Sci* 14, 1600–1610. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i5.9>
37. **Pichon, A., Arvanitakis, L., Roux, O., Kirk, A.A., Alauzet, C., Bordat, D., Legal, L., 2006.** Genetic differentiation among various populations of the diamondback moth, *Plutella xylostella* Lepidoptera Yponomeutidae. *Bull. Entomol. Res.* 96, 137–144. <https://doi.org/10.1079/BER2005409>
38. **Raky BA, A., Toffène DIOME, Mbacké DIA, C.A.K., Sembene, M., 2020.** use of plant biocidal substances based on *Crataeva religiosa* against *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelichiidae) devastator of tomato crops. *Int. J. Eng. Tech. Mgmt. Res.* 6, 63–71. <https://doi.org/10.29121/ijetmr.v6.i8.2019.442>
39. **Sakho, S.M., 2013.** analyse de la chaîne de valeur du chou pommé (*Brassica oleracea*) dans la zone des niayes du senegal 75p.
40. **Sandhu, G., et Bhalla, J. (1973).** Biology and control of cauliflower borer, *Hellula undalis* Fab. *Punjab Horti. J.* 13(1), 58–62pp.
41. **Sandiane, S.C., 2019.** au nom d'allah, le tout misericordieux, le tres misericordieux 48.
42. **Sarfraz, M., Keddie, A.B., Dossall, L.M., 2005.** Biological control of the diamondback moth, *Plutella xylostella*: A review. *Biocontrol Science and Technology* 15, 763–789. <https://doi.org/10.1080/09583150500136956>
43. **Sarfraz, R.M., Dossall, L.M., Keddie, B.A., 2010.** Performance of the specialist herbivore *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) on Brassicaceae and non-Brassicaceae species 142, 24-35.
44. **Saotoing, P., Tchuenguem, F., Dawe, A., Ngatarang, C., 2015.** Évaluation de l'effet insecticide de l'extrait acétonique des feuilles séchées de *Calotropis procera* Ait. (Asclepiadaceae) chez les adultes de *Anopheles gambiae*, Maroua (Cameroun). *Int. J. Bio. Chem. Sci* 8, 1439-1444. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v8i4.8>
45. **Sivapragasam, A., 2005.** Development of cabbage webworm, *Hellula undalis* (Fabr.) on head cabbage, *Brassica oleracea* var. capitata 11, 321-331.
46. **Srinivasan, R., 2016.** Integrated Pest Management in Tropical Vegetable Crops 30, 220-247.

47. Sow, G., Diarra, K., Arvanitakis, L., Bordat, D., 2013. The relationship between the diamondback moth, climatic factors, cabbage crops and natural enemies in a tropical area. *Folia Horticulturae* 25, 3–12. <https://doi.org/10.2478/fhort-2013-0001>
48. Sultana, M.S., Khatun, M.F., Alam, S.N., Miah, M.R.U., 2019. population abundance of leaf-eating caterpillars of cabbage 10, 80-87.
49. Sy, D.D.S., 2013. point sur le suivi des ravageurs du chou dans les niayes 26p.
50. Wang, X., Wu, Y., 2012. High Levels of Resistance to Chlorantraniliprole Evolved in Field Populations of *Plutella xylostella*. *Jnl. econ. entom.* 105, 1019–1023. <https://doi.org/10.1603/EC12059>
51. Xie, W., Lei, Y., Fu, W., Yang, Z., Zhu, X., Guo, Z., Wu, Q., Wang, S., Xu, B., Zhou, X., Zhang, Y., 2012. Tissue-Specific Transcriptome Profiling of *Plutella Xylostella* Third Instar Larval Midgut. *Int. J. Biol. Sci.* 8, 1142–1155. <https://doi.org/10.7150/ijbs.4588>
52. Yarou, B.B., Silvie, P., Komlan, F.A., Mensah, A., Alabi, T., Verheggen, F., Francis, F., 2017. Plantes pesticides et protection des cultures maraichères en Afrique de l’Ouest (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 17, 289-304
53. Talekar, N.S., Shelton, A.M., 1993. Biology, Ecology, and Management of the Diamondback Moth 29, 275-301.
54. Thiaw, C., Guéye, S., Ndiaye, A.G., Samb, A., Sembène, M., 2007. ovid and adulticid effects of powders and extracts of *calotropis procera* ait. and of *senna occidentalis* l. on *caryedon serratus* (ol.) destroyer of groundnut stocks. 7, 1-9.
55. Thiaw, C., Sembene, M., 2011. Biopesticide activity of crude extracts and fractions of *Calotropis procera* Ait. towards the groundnut seed-beetle *Caryedon serratus* Ol. (Coleoptera, Bruchidae). *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 4, 2221-2236. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v4i6.64967>
56. Waterhouse, D.F., Norris, K.R., Australian Centre for International Agricultural Research, 1989. Biological control: Pacific prospects--Supplement 1. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra.