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

UNIVERSITE DR. YAHIA FARES DE MEDEA
FACULTE DES SCIENCES



Mémoire de fin d'étude
En vue de l'obtention de diplôme de Master en sciences agronomiques
Option : phytopathologie

Thème:

PROPRIETE INSECTISIDE D'URGINEA MARITIMA (L.) BAKER (ASPARAGALE / ASPARAGACEAE)

Présenté par :

- GHOMIDH Nadia
- GUESSAB Nasrine
- LAOUMIR Mohamed EL Amine

Devant le jury composé de:

-M^{r} A. CHAOUCH	M.C.B	Univ. Médéa	Président
-M^{me} F.Z.TCHAKER	M.C.B	Univ. Médéa	Promotrice
-M^{me} F. SAFIDDINE	M.C.B	Univ. Médéa	Co- Promotrice
-M^{me} K. CHAOUATI	M.A.A	Univ. Médéa	Examinatrice

Année universitaire:2020/2021

RESUME

PROPRIETE INSECTISIDE D'*URGINEA MARITIMA* (L.) BAKER (ASPARAGALE / ASPARAGACEAE)

Le présent travail a porté sur la comparaison du pouvoir biocide des extraits aqueux de la plante entière, de feuilles et de bulbes d'*Urginea maritima* (L.) Baker (Asparagale / Asparagaceae) récoltés au niveau deux régions distinctes la région d'Ouzera Médéa et la région de Blida et un produit de synthèse ACETAMIPRIDE sur l'abondance et la population résiduelle du puceron vert du pommier *Aphis pomi* (De Geer, 1773) (Aphididae, Homoptera).

Les résultats montrent, que les extraits aqueux exercent un effet toxique très marqué sur la structure populationnelle d'*Aphis pomi*, avec une reprise biocénotique modérée comparée à l'effet de la matière active ACETAMIPRIDE qui enregistre une reprise biocénotique est très élevé. Les résultats expriment une gradation positive de l'activité biocide allant de l'extrait aqueux des bulbes, des feuilles et de la plante entière d'*U. maritima*. Les résultats exhibent que l'effet toxique s'accentuent avec l'augmentation des doses. L'activité insecticide des extraits obtenus des plantes d'origine de Blida reste moins conséquente par comparaison à l'activité insecticide enregistrée par les extraits d'origine d'Ouzera Médéa.

Mots clés: *Aphis pomi*; Effet insecticide; Extrait aqueux ; *Urginea maritima* (L.); Toxicité.

ABSTRACT

INSECTICIDAL PROPERTIES OF *URGINEA MARITIMA* (L.) BAKER (ASPARAGUS / ASPARAGACEAE)

The present work was concerned with the comparison of the biocidal power of aqueous extracts of the whole plant, leaves and bulbs of *Urginea maritima* (L.) Baker (Asparagale / Asparagaceae) harvested in two distinct regions: the region of Ouzera Medea and the region of Blida and a synthetic product ACETAMIPRIDE on the abundance and the residual population of the green apple aphid *Aphis pomi* (De Geer, 1773) (Aphididae, Homoptera).

The results show, that the aqueous extracts exert a very marked toxic effect on the population structure of Aphis pomi, with a moderate biocenotic recovery compared to the effect of the active ingredient ACETAMIPRIDE which registers a very high biocenotic recovery. The results express a positive gradation of the biocidal activity from the aqueous extract of the bulbs, leaves and the whole plant of U. maritima. The results show that the toxic effect increases with increasing doses. The insecticidal activity of the extracts obtained from the plants of Blida origin remains less consequent compared to the insecticidal activity recorded by the extracts of Ouzera Medea origin.

Key words: *Aphis pomi;* Insecticidal effect; Aqueous extract; *Urginea maritima* (L.); Toxicity.

الملخص

خصائص المبيدات الحشرية لـ*Urginea maritima* (L.) Baker
(Asparagale / Asparagaceae)

كان العمل الحالي معنيًا بمقارنة قوة المبيدات الحيوية للمستخلصات المائية للنبات بأكمله ، وأوراق وبصيلات نبات *Urginea maritima* (L.) Baker التي تم حصادها في منطقتين متميزتين: منطقة الوزرة بالمدية والمنطقة البليدة ومنتج اصطناعي أسيتاميبراييد على الوفرة السكان المتبقي من المن الأخضر *Aphis pomi*

أظهرت النتائج أن المستخلصات المائية لها تأثير سام ملحوظ للغاية على التركيبة السكانية ل *Aphis pomi*مع انتعاش حيوي معتدل مقارنة بتأثير المكون النشط الذي يسجل انتعاشًا حيويًا عاليًا للغاية. تعبر النتائج عن تدرج إيجابي لنشاط المبيدات الحيوية من المستخلص المائي للأبصال والأوراق والنبات الكامل لـ *U. Maritima*

أظهرت النتائج أن التأثير السام يزداد مع زيادة الجرعات. يظل نشاط المبيدات الحشرية للمستخلصات المأخوذة من نباتات البليدة أقل تداعيات مقارنة بالنشاط المبيد للحشرات الذي سجلته المستخلصات من أصل منطقة الوزرة بالمدية.

الكلمات المفتاح: *Aphis pomi* ؛. مستخلص مائي؛ Urginea maritima (L.) ؛ تسمم.

Remerciements

Cette travail le n'a pu voir le jour que grâce à des sacrifices et à l'aide et
L'encouragement de plusieurs que je ne saurai jamais les remercier assez.
Avant tout, je remercie dieu le tout puissant qui m'a donné la foi et la volonté Pour achever ce travail.
Nos chaleureux remerciements vont à notre promotrice Mme .TCHAKER Fatma Zohra enseignante à l'université de Médéa d'avoir consacré du temps pour nous orienter, encourager et nous transmettre son savoir.

Nous tenons à remercier Mme. SAFIDDINE Fadhila d'avoir accepté d'être notre Co-promotrice qui nous a fait l'honneur de participer dans ce travail.

Toutes nos remerciments a Msr.CHAOUCH Abdrezzak et Mme.CHAOUATI Karima de jury ce travail.

Je ne pourrais oublier de remercier Msr. RACHID KERMEZLI trouve ici l'expression de nos profonde gratitude pour avoir conseillions avec beaucoup de patience chaque fois que cela était nécessaire.

Nous tenos à remercier pour les propriétaires de verger d'étude et en particulier Msr .MENACERI YAHIA et Msr. GHOUALLI YOUCEF nous avoir accordé la liberté d'accéder à tout moment au verger.

Dédicace

Merci mon dieu de m'avoir donné la force, le courage et la patience pour que j'ai

pu finir ce modeste travail, qui est le fruit d'une année d'étude.

Que toute ma famille et mes amis trouvent ici toute l'expression de ma gratitude

pour les encouragements et la persévérance qu'ils m'ont prodigués.Alors ce travail :

Je le dédie aux perles les plus chères au monde qui sont ma mère et mon père

Je le dédie à

A mes sœurs, chahra zad et Amina et mes frères khir eldin Hamza et abd elnour

A toute ma famille Guessab et Taybi

A mes Chères amis ***Nadia*** *et* ***Mohamed*** *avant d'être trinôme pour vos efforts et sacrifices, j'espère que vous trouverez le bonheur que vous méritez .*

A mes amies surtout à ceux qui m'ont soutenu et qui m'ont

encouragé et à tous qui me connaissent de prés ou de loin Yousra maria mounira Sara imen .Merci mon dieu pour toutes les choses que vous avez des données dans ma vie.

Nasrine

Dédicace

A Mes chères parents

Je dédie ce modeste travail à mes très chers

parents qui ont fait de moi ce que je suis

aujourd'hui , qui ont toujours été là pour moi ET pour tous leurs

sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

A Mes chères

Mon frère Mohamed ma source de confiance et d'énergie.
mes sœurs Aicha et Radhia.

A toute ma famille ***Ghomidh*** *et* ***Saidani.***

A tous mes amies fidèles

Imene , Mounira ,Yassmine ,Meriem ,Ikhlass , Khawla ,Amira , Manel ,Hanene et Maria ...que le destin nous réunis pour n'être qu'un seul.
A mes Chères amis ***Nasrine*** *et* ***Mohamed*** *avant d'être trinôme pour vos efforts et sacrifices, j'espère que vous trouverez le bonheur que vous méritez .*

A Mes enseignants de faculté. A ma promotion M2 Phytopathologie

Nadia

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A la personne la plus chère à mes yeux, à ma mère qui a tout Sacrifié pour Ses enfants, qui a veillé à notre éducation, qui, sans elle je ne serai ce que je suis.

A mon cher père, qui m'a toujours soutenu, et m'a été l'ami et conseiller.

- A mon frère : Yassine

- A mes sœurs :Mariem ,Anfal

- A toute ma famille :LAOUMIR et ROUABHIA.

-A tous mes amis, particulièrement: Hicham, Aymen,Amine ,Ali ,Yazid , Mohamed et Abdellah .

A mon trinôme Nadia et Nasrine pour sa patience avec moi.
A toute la promotion de 2éme anné master phytopathologie et tous mes enseignants.

A toutes les personnes que je connait et que je n'ai pas citées.

A ceux que j'aime et qui m'aiment.

Mohamed

TABLE DES MATIERES

RÉSUMÉ
ABSTRACT
الملخص
REMERCIEMENTS
DÉDICACES
TABLE DES MATIERES
LISTE DES FIGURES
LISTE DES TABLEAUX
INTRODUCTION GENERALE 11
Chapitre I. Données bibliographiques sur le pommier 13
Introduction 14
I.1. Origine et répartition géographique 14
I.2. Importance économique..... 14
I.2.1. Dans le monde 14
I.2.3. Dans Algérie..... 15
I.3. Taxonomie 15
I.4. Caractéristique morphologique du pommier..... 16
I.5. Cycle de développement de pommier 18
I.6. Les exigences pédoclimatiques 19
I.7. Les principaux maladies et ravageurs de pommier 19
Chapitre II. Données bibliographiques sur le puceron vert du pommier *Aphis pomi*
Introduction 23
II.1. Origine et distribution géographique 24
II.2. Position systématique..... 24
II.3. Description morphologique 24
II.4. Biologie..... 25
II.5. Plantes hôtes..... 26
II.6. Symptômes et dégâts 26
II.7. Moyens de lutte..... 27
Chapitre III. Notion de lutte biologique
Introduction 29
III.2. Lutte biologique 30
III.2.1. Définition 30
III.2.2. Organismes utilisé en lutte biologique..... 31
III.2.2.1. Microorganismes..... 31
III.2.2.2. Parasitoïdes 32
III.2.2.3. Nématodes entomophages..... 32
III.2.2.4. Prédateurs..... 32
III.2.3. Les différentes méthodes de lutte biologique..... 33
III.2.3.1. Lutte biologique classique par introduction..... 33

III.2.3.2. Lutte biologique par augmentation 33
III.2.3.3. Lutte biologique par conservation 33
III.3. Les bio-pesticides..... 34
III.3.1. Définition..... 34
III.3.2. Types des bio-pesticides 34
III.4. Les insecticides d'origine botanique 35
III.4.1. Extraits des plantes 35
III.4.2. Huile essentielle 36
III.5. Avantages et inconvénients des bio-pesticides..... 36
Chapitre IV. Matériel et méthodes 38

IV.1. Objectif 39
IV.2. Présentation de la région..... 39
IV.2.1. Situation géographique..... 39
IV.2.2. Bioclimat des régions d'étude..... 39
IV.2.3. Synthèse climatique..... 40
IV.2.3.1. Diagramme Ombrothermique Bagnouls et Gaussen..... 41
IV.2.3.2. Etage bioclimatique..... 42
IV.3. Présentation de la zone d'étude 43
IV.4. Matériel d'étude..... 43
IV.4.1. Matériel biologique..... 43
IV.4.1.1. Matériel biologique végétal 43
IV.4.1.2. Matériel biologique animal 45
IV.4.2. Produit phytosanitaire utilisé..... 45
IV.5. Méthodes d'étude 46
IV.5.1. Préparation de l'extrait..... 46
IV.5.2. Dispositif expérimental et application des traitements..... 48
IV.5.3. Estimation de l'abondance 49
IV.5.4. Evaluation des populations résiduelles..... 49
IV.6. Analyse statistique 49
Chapitre V.Résultats 50
V.1. Variation des abondances d'Aphis pomi sous l'effet des extraits aqueux a base d'Urginea maritima..... 51
V.2. Variation des populations résiduelles d'Aphis pomi sous l'effet des phytopréparations à base d'extraits aqueux d'Urginea maritima (L.)..... 55
Chapitre VI .Discussion **59**
Conclusion 63
Références bibliographiques 65

LISTE DES FIGURES

Figure I.1. Différents organes de pommier ……. 17
Figure I.2. Stades phénologiques de pommier …… 19
Figure II.1. Adulte d'Aphis pomi ……. 25
Figure II.2. Cycle de développement d'Aphis pomi …… 26
Figure II.3. Dégâts d'*Aphis pomi* sur les feuilles de pommier…….. 27
Figure IV.1. Wilaya de Médéa …….. **40**
Figure IV.2. Diagramme Ombrothermiques de la région de Médéa (période 2010-2020)……. **41**
Figure IV.3. Localisation de la région de Médéa dans le Climagramme d'Emberger..... **42**
Figure IV.4. Localisation de vergé dans la carte ……... **43**
Figure IV.5. *Urginea maritima(L)*…… **45**
Figure IV.6. Les différents phénotypes d'*Aphis pomi*…….. **45**
Figure IV.7. Protocole de la préparation de l'extrait aqueux……. **47**
Figure IV.8. Dispositif expérimental des traitements…… **48**
Figure V.1. Variation temporelle des abondances d'Aphis pomi sous l'effet des différentes phytopréparations…… **53**
Figure V.2. Variation temporelle des abondances d'*Aphis pomi* sous l'effet de la matière active appliquée…… **54**
Figure V.3. Projection des populations résiduelles d'*Aphis pomi* sous l'effet des traitements sur les deux axes de l'ACP……. **55**
Figure V.4. Estimation de l'efficacité de différentes molécules appliquées sur les populations résiduelles d'Aphis *pomi*…… **57**
Figure V.5. Estimation de l'efficacité temporelle des différents traitements sur les populations résiduelles d'*Aphis pomi*…… **58**

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1. Besoins de pommier…….. **20**
Tableau I.2. Principales maladies du pommier ……... **21**
Tableau I.3. Principales ravageurs du pommier ……..… **22**
Tableau IV.1. Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie à Soumâa (Période 2010-2021)……..... **40**
Tableau V.1. Effet de extrais aqueux d'*Urginea maritima* sur l'abondance du puceron vert du pommier *Aphis pomi* ……..... **51**
Tableau V.2. Effet de la matière active ACETAMIPRIDE sur l'abondance du puceron vert du pommier *Aphis pomi* ……..... **54**

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

En Algérie, la pomiculture connait une hausse intéressante de production durant cette dernière décennie qui est arrivée à 397 529 tonnes en 2012 et à 4 628 154 tonnes durant l'année 2014 (F.A.O., 2012; Belhassaine., 2014). Toutefois, les rendements restent faibles et loin d'atteindre celles enregistrées dans les pays développés. Cette faiblesse des rendements peut être attribuer à plusieurs facteurs, entre autres, les phénomènes de la grêle et le stress hydrique; les problèmes dont l'agriculteur algérien en y responsable tels la méconnaissance des techniques de production appliquées (fertilisation, entretien du sol, traitements phytosanitaires …) qui dans notre pays, leur application ne répond pas aux normes culturales modernes de cette culture; l'utilisation anarchique des portes greffes et variétés etc. …; surgit le problème de l'attaque du pommier par de nombreuses espèces de champignons, bactéries, acariens et insectes (Guettala Frah, 2009; Belhassaine, 2014; Madr, 2018).

Parmi les insectes les plus redoutables, le puceron vert du pommier *Aphis pomi*, constitut une véritable menace de par la gravité des nuisances du à plusieurs facteurs parmi eux : leur polyphagie; leur pouvoir d'adaptation rapide et leur grand pouvoir de reproduction (Moran, 1992). La réduction et la minimisation des dégâts occasionnés par ce ravageur s'est faite grâce à des pesticides chimiques suite à leur efficacité et fiabilités (Cox et Surgan, 2006). Malheureusement, cette méthode dégage des inconvénients qui limitent son emploi. Il s'agit notamment de la présence dans les denrées de résidus, du développement de souches d'insectes résistantes à ces insecticides, de la pollution de l'environnement, de nombreux cas d'intoxication et d'empoisonnement signalés dans certains pays, ainsi que de prix relativement élevés et la rareté des produits de bonne qualité sur les marchés locaux (Ndomo et al., 2009). Selon Kogan (1998), des méthodes alternatives à la lutte chimique comme la lutte physique, la lutte culturale et la lutte biologique sont appliquées. La lutte biologique prend diverses formes, mais celles qui attirent l'attention des chercheurs à l'heure actuelle est la lutte biologique par l'utilisation de substances naturelles d'origines végétales dotées d'activité insecticides comme les extraits de plantes (Boutaleb, 2010).

Nous nous proposons, dans ce travail d'estimer la potentialité insecticide des phyto-pesticides à base des extraits aqueux d'*Urginea miritima* Baker (Asparagale / Asparagaceae) par comparaison à l'effet d'un insecticide de synthèse ACETAMIPRIDE à l'égard du puceron vert du pommier *Aphis pomi* (De Geer, 1773) (Aphididae, Homoptera) et pour cela nous avons essayé de répondre aux hypothèses suivantes:

(i) Quel serait l'impact des molécules bioactives sur la structure populationnelle d'Aphis pomi?,
(ii) L'effet bioactives est-il en rapport avec l'organe de la plante utilisé
(iii) Est-ce que l'origine de la plante productrice des extraits influence l'activité biocide?,
(iv) Est-ce que la concentration du principe actif impact l'activité aphicide du bioproduit?,

Chapitre I

CHAPITRE I.
GÉNÉRALITÉ SUR LE POMMIER

- ***Introduction***

Le pommier *Malus domestica* (Borkh) (Rosales / Rosacées), compte parmi les espèces fruitières les plus cultivées dans le monde. Il est particulièrement adapté à une culture en zone tempérée (Chouinard *et al.,* 2000). Le pommier fait l'objet d'un important courant commercial. C'est la troisième production fruitière après les agrumes et les bananes d'après la FAO (2018).

I.1. Origine et répartition géographique

Le pommier *Malus domestica* est originaire d'Asie centrale (Hancock *et al.*, 2008; Harris *et al.*, 2002; Velasco *et al.*, 2010). Au 13ème siècle, il a été propagé en Europe pour être cultivé par les Grecs et les Romains. Le pommier fut introduit en Amérique au 16ème siècle par les Européens, en Afrique du Sud en 1650, en Australie en 1788 et en Nouvelle-Zélande en 1814. À la fin du 19 ème siècle, l'espèce avait aussi été introduite dans le Sud et l'Est de l'Asie (Hancock *et al.*, 2008; Luby, 2003). En suite la culture du pommier s'est répandue dans toutes les parties du monde.

Il existe 25 espèces de pommiers sauvages dans la partie tempérée de l'hémisphère Nord et on estime à 7000 le nombre de variétés et cultivars dans le monde. C'est l'arbre fruitier le plus cultivé dans les zones tempérées (Pirotte, 2005).

En Algérie, il existe environ 6000 variétés de pommier cultivées, dont les principales sont (Chaouia *et al.*, 2014; Madr, 2018):

- besoin en froid (400 à 600 heures de froid) : Liorca ; Anna et Dorset golden ;
- besoin moyen en froid (600 à 800 heures) : Golden Reine des reinettes ;
- besoin en froid élevé (> 800 heures) : Starkrimson.

I.2. Importance économique

I.2.1. Dans le monde

Au début du 20ème siècle, les États-Unis et le Canada étaient les deux principaux pays producteurs de pommes dans le monde. À la fin du siècle, l'ancienne Union soviétique était aussi un important producteur mondial. Au tournant du 21ème siècle, la Chine s'était hissée au premier rang des producteurs de pommes, une grande partie de ses récoltes étant exportée sous forme de jus concentré (Luby, 2003; O'Rourke, 2003; Hancock *et al.*, 2008).

D'après FAO (2008), la production mondiale est de plus de 69,5 millions de tonnes, dont 29,8 millions de tonnes en Chine, premier producteur mondial. En Europe, la production est de 12,3 millions de tonnes en 2008 dont les principaux pays producteurs : la Pologne (2,8 millions de tonnes), l'Italie (2,2 millions de tonnes) et la France (1,9 millions de tonnes ; FAO, 2008) (Trillot *et al*., 2002 *in* Fumey, 2012).

Selon les estimations de la F.A.O (2013**)**, la production mondiale de pommes dépasse les 70 millions de tonnes métriques, les principaux pays producteurs étant la Chine, les États-Unis, l'Inde, la Turquie, la Pologne, l'Italie, la France et l'Iran. Dans l'hémisphère Sud, les principaux pays producteurs sont le Brésil, le Chili, l'Argentine, l'Afrique du Sud, la Nouvelle-Zélande et l'Australie, la plus grande partie de leur production étant destinée aux pays de l'hémisphère Nord, durant leur printemps et leur été (FAO, 2013). La production mondiale de pommes s'élevait à 80 millions de tonnes environ selon la FAO Stat (2018). Près de la moitié de la production mondiale est assurée par la Chine, avec 40 millions de tonnes, tandis que celle de l'Union européenne représente 15% de ce total.

I.2.2. Dans Algérie

Selon les statistiques agricoles (2017), l'Algérie est classé le 4ème pays producteur de pommes en Afrique après l'Afrique du sud, le Maroc et L'Egypte, ainsi la culture de pommier occupe une superficie de 46 830 hectares dont 40 418 hectares en rapport avec une production de 4 628 154 tonnes durant l'année 2014. Cette augmentation des rendements peut être attribuée à plusieurs facteurs, principalement l'amélioration des techniques de pomiculture appliquées (mise en production de jeunes vergers, fertilisation, entretien du sol, traitements phytosanitaires, utilisation ordinaire des portes greffes et variétés).

I.3.Taxonomie

D'après Guiheneuf (1998), le pommier se classe comme suite:

- Embranchement : Spermaphytes
- Sous Embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Ordre : Rosales
- Sous Classe : Dialypétales
- Famille : Rosacées
- Sous Famille : Maloïdeae
- Genre : *Malus*
- Espèce : *Malus domestica* (Borkh, 1803)

D'autre synonymes ont été encore donnés au pommier *Malus domestica* (Borkh, 1803) tels que;

- *Malus pumila* (Lamarck)
- *Malus communis* (Mill)

I.4. Caractéristique morphologique du pommier

D'après bretaudeau (1978), le pommier *M. domestica* est un arbre buissonnant de vigueur moyenne, à port arrondi, il atteint 6 à 8 mètres et même 10 mètres d'hauteur avec des branches divergentes, retombantes avec l'âge.

Le *M. domestica* possède deux types de **racines**, des racines permanentes, épaisses et étalées, formant une couche horizontale à moins de 50 cm de la surface, d'où partent de nombreuses racines verticales qui descendent jusqu'à la couche imperméable ou à la nappe phréatique (Jackson, 2003).

Les rameaux du pommier sont à écorce lisse, brune, à lenticelles plus ou moins nombreuses suivant les variétés, devenant rugueuses sur le vieux bois. Ils portent des bourgeons qui peuvent être végétatifs ou inflorescentiels (Bretaudeau, 1978).

Les jeunes tiges sont quelque peu tomenteux (pubescents), alors que les branches plus vieilles sont glabres (lisses) (Webster, 2005). Les bourgeons sont brun violacé, ovoïdes et densément pubescents.

Les feuilles mesurent 4 à 13 cm de longueur et 3 à 7 cm de largeur. Elles sont caduques, alternes, elliptiques-ovées, à base arrondie, entières et dentées sur les bords, velues dans leurs jeunesse, à pétiole plus court et accompagné à sa base de deux stipules foliacées (Bretaudeau, 1975; Massonnet, 2004; Webster, 2005; Rieger, 2006).

Les fleurs sont regroupées en corymbes de 8 à 11 fleurs portées à l'extrémité de rameaux courtes, nommées brindilles couronnées, ou directement sur les brindilles au niveau des boutons axillaires (Coutanceau, 1962). Elles sont hermaphrodites et la reproduction de l'espèce est assurée avec une allogamie prédominante **(**Bore et Fleckinger, 1997). La floraison est préférentiellement croisée (Gautier, 1993 ; Gallais et Bannerot, 1995). L'ovaire de la fleur et les tissus soudés qui l'environnent (bases de Les feuilles filets, des pétales et des sépales) se développent pour former un fruit charnu complexe, de couleur et de goût variable selon les variétés (Massonnet, 2004).

Le fruit est une drupe, à mésocarpe charnu entourant 5 loges cartilagineuses, la chaire croquante de teinte blanchâtre, jaune ou rose, les loges contenant le pépin selon Bretaudeau (1978 *in* Brahim, 2010).

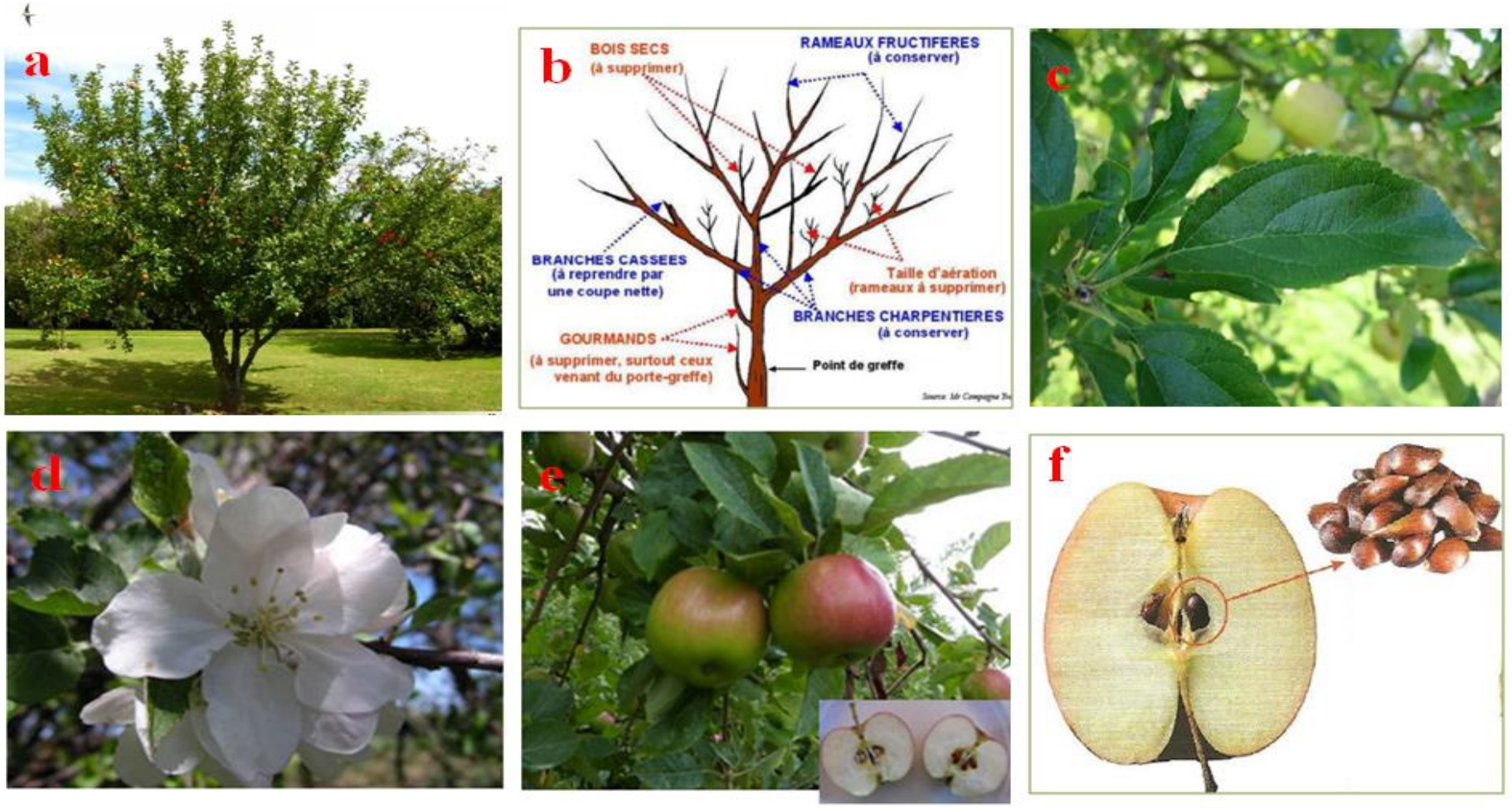


Figure I.1. Différents organe de pommier **(A.C.I.A., 2014).**

a: Arbre du pommier; **b:** Rameaux et tiges du pommier; **c:**Feuilles du pommier; **d:** les fleurs du pommier; **e:** les fruits du pommier; **f:** graines de pommier.

Les graines ou pépins sont lisses, luisantes, leur teinte brune caractérise le fruit mûr (Ziadi, 2001). Dans chaque graine se trouve un embryon, plante en miniature dotée de réserves qui serviront à sa germination (Delahaye *et al.,* 1997).

I.5. Cycle de développement de pommier

Au cours d'une année, l'activité des végétaux fruitiers passe par différentes phases: La levée de la dormance, la floraison, nouaison et maturité (Delanghe *et al.,* 1983 *in* Chenafi, 2017).

Le pommier commence l'année dans un état de **dormance**. Au cours de cette phase, les bourgeons à fruits sont inactifs durant leur hibernation. En fin du printemps s'annonce la levée de la dormance et débute l'activité végétative par la floraison (Chenafi, 2017).

La floraison est le stade phénologique qui annonce, après la dormance, l'entrée en activité reproductive. Sa période s'étale généralement sur 2 à 3 semaines. La floraison s'étale de fin mars à fin mai, selon les variétés. La durée de floraison varie beaucoup d'une année à l'autre en fonction des conditions météorologiques (Trillot et *al.,* 2002; Chenafi, 2017).

Après la chute des pétales, l'ovaire de la fleur se développe à la suite de la fécondation; c'est la période de **nouaison**. Les fruits qui ne sont pas noués tombent peu après avoir jauni, et ces fruits noués poursuivent leurs croissances de façon intense pendant plusieurs semaines (Gautier, 1993).

D'après Bretaudeau et Faure (1991), **la maturité** et **la sénescence** des fruits sont déclenchées à la suite de la diminution ou l'inactivation d'hormones de division et d'élongation (auxine, gibbérellines et cytokinines) et l'augmentation d'hormones de sénescence (acide abscéssique, éthylène) antagonistes des précédentes. Au cours de la maturation, le fruit subit d'importantes transformations physicochimiques: grossissement, évolution de la couleur de l'épiderme et des pépins, baisse de la fermeté, régression de l'amidon, augmentation du taux de sucres solubles, diminution de l'acidité, dégagement d'éthylène (Trillot et *al*., 1993).

Selon Chenafi (2017), la maturation des fruits ayant comme stades: début maturation (les fruits ont atteint leur taille finale, la couleur spécifique de la variété apparaît) - maturité avancée (intensification de la coloration spécifique de la variété) et récolte, pleine maturité gustative (goût et consistance des fruits typiques de la Variété).

La saison se termine avec la tombée de feuilles et le début du repos hivernal (Chenafi, 2017).

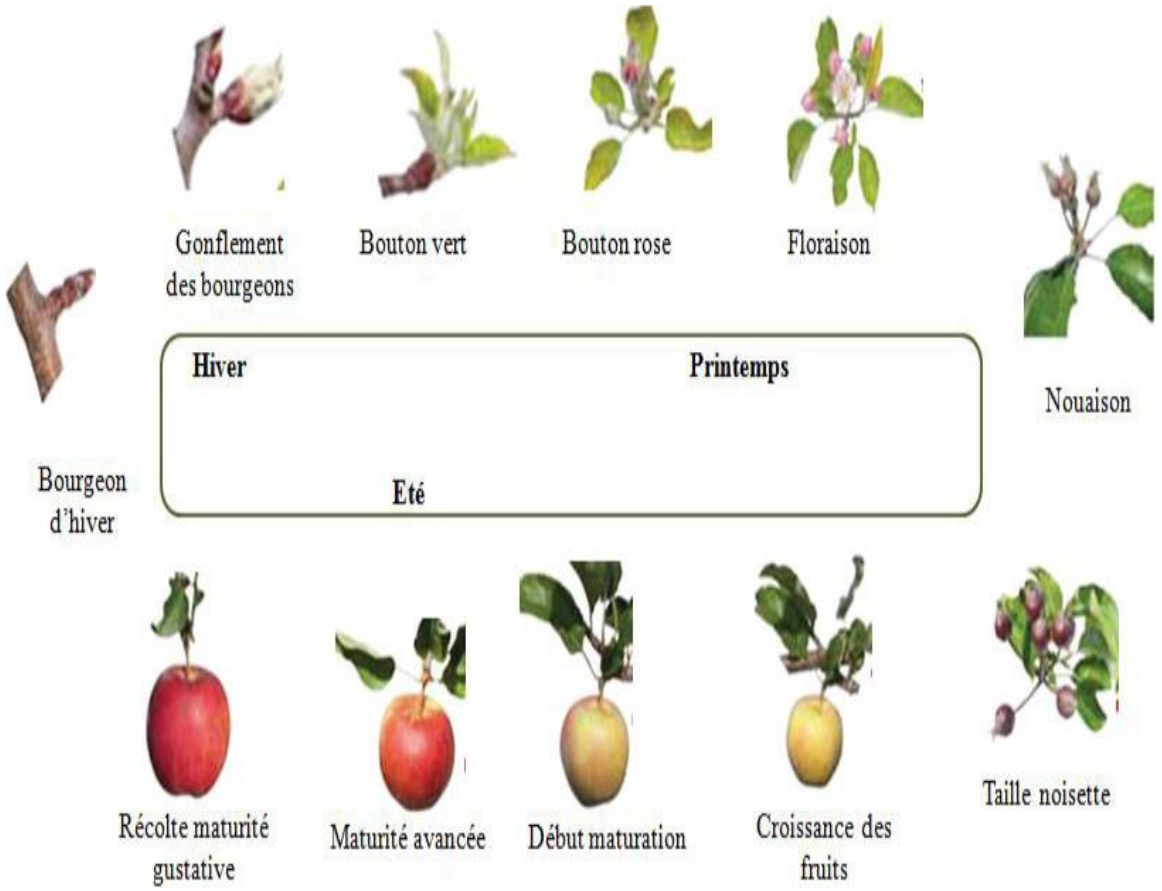


Figure I.2. Stades phénologiques du pommier (Bloesch et Viret, 2013).

I.6. Exigences pédoclimatiques

Les conditions dont lesquelles se développent la culture ont des répercutions directs sur la production en fruits et en matière sèche totale, ainsi que la qualité des fruits. Le pommier préfère des conditions spécifiques pour son développement (Tableau I.1).

I.7. Principaux maladies et ravageurs de la pommier

Un tiers de la production agricole mondiale est détruite d'une année à une autre à cause des différents bioagresseurs (Insectes, nématodes, acariens, bactéries, virus et champignons...etc) qui causent d'énormes dégâts de la culture du semis, jusqu'à leur commercialisation (Guenaoui, 2008 *in* Chougar, 2012). Lae pommier, comme toute autre culture, est attaqué par certain nombre d'ennemis (Charmillot P.-J. et Höhn H. 2006; Linder en 2018) (Tableau I.2; et I.3).

Tableau I.1. Besoins de pommier

Exigences		**Caractéristiques**
Exigences climatiques	**Température**	- Le besoin en froid est de 800 à 1000 heures à une température inférieure à 7°C. - Les seuils de sensibilité au gel hivernal se situent entre 20 à 25°C. - Température en phase de dormance peut attendre jusqu'à -35˚C. - Température moyenne en période de végétation est de 15°C. (Guiheneuf, 1998)
Exigences édaphiques	**Sol**	Sol argileux à limons sableux, profond, fertile et sans excès d'humidité et de bonne structure. (Guiheneuf, 1998)
	pH	pH 6 à 6, 5 assure un meilleur équilibre nutritionnel. (Guiheneuf, 1998)
	Eau	Les besoins varient selon la saison, la région**.** Les besoins les plus forts se manifestent en Juillet-Août. Ils se situent entre 700 à 900 mm/an. (DouEl macane et Skiredj, 2003).

Tableau I.2. Principales maladies du pommier

Maladies / agents causals	Symptômes / Dégâts / Lutte
N.C.: Tavelure **A.C.: *Venturia inaequalis*** 	La tavelure s'attaque à tous les organes herbacés du pommier. Sur feuilles, les premières taches sont d'abord translucides puis deviennent olivâtres et prennent un aspect velouté en s'agrandissant. En cas de fortes attaques, les taches deviennent confluentes. Les fruits se déforment et se crevassent plus ou moins profondément. Lors d'infections tardives, les symptômes n'apparaissent que pendant la conservation. **Lutte chimique ; Utilisation des Variétés résistantes**
N.C.: Oïdium **A.C.: *Dosphaera leucotricha*** 	Les tiges et les feuilles des pousses atteintes se recouvrent d'un feutrage mycélien gris blanchâtre. Les feuilles sont en général enroulées. **Lutte prophylactique:** Couper les rameaux atteints lors de la taille d'hiver et durant la période de végétation
N.C. Moniliose **A.C. *Monilia laxa, M. fructigena* et *M. fructicola*** 	Les bouquets floraux et les rameaux infectés sèchent. Les fruits brunissent et se momifient; selon le champignon, ils sont recouverts de sporulations circulaires brunâtres (*M. fructigena*) ou grises (*M. laxa*). Les rameaux atteints et les fruits momifiés doivent être éliminés lors de la taille d'hiver.
N.C. Feu bactérien **A.C. *Erwinia amylovora*** 	Les pédoncules deviennent sombres, les feuilles brunissent depuis les pétioles et montrent un triangle typique. Les jeunes fruits sont brun foncé et ratatinés. Les jeunes pousses se recourbent en forme de crosse. Les organes malades peuvent présenter des exsudats de bactéries. Lors d'une contamination dans un verger, un traitement de débourrement au cuivre est recommandé.

Tableau I.3. Principaux ravageurs du pommier

Ravageurs / Nom scientifique	Symptômes / Dégâts / Lutte
N.C. Carpocapse **N.S. *Cydia pomonella*** 	Les jeunes chenilles forent une galerie en spirale sous l'épiderme ou pénètrent par la mouche ou la cavité pédonculaire. Elles s'enfoncent ensuite plus à l'intérieur des fruits et consomment généralement la zone des pépins. Les galeries sont encombrées d'excréments visibles également au point de pénétration, où une partie de ceux-ci sont rejetés. Dans les vergers hébergeant une forte population de carpocapses résistants, une combinaison de la lutte par confusion et du virus de la granulose est recommandée.
N.C. Petite tordeuse des fruits **N.S.*Grapholita lobarzewskii*** 	Dégâts semblables à ceux du carpocapse, mais la chenille fore tout d'abord une galerie en spirale sous l'épiderme avant de pénétrer plus profondément dans le fruit. Galeries sans excréments. Lutte par confusion et du virus de la granulose
Pucerons divers 	Les pucerons (ci-contre des pucerons cendrés) sucent les feuilles et les jeunes pousses et produisent du miellat. Celui-ci favorise le développement de la fumagine qui macule les fruits. Ils peuvent engendrent une réduction de croissance, déformations des feuilles, des pousses et des fruits. Lutte chimique et biologique

Chapitre II

CHAPITRE II. DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LE PUCERON VERT DU POMMIER *APHIS POMI* (De Geer, 1773)

- ***Introduction***

Les pucerons sont un sérieux problème en agriculture malgré qu'ils forment un petit groupe d'insecte d'environ 4000 espèces dans le monde (Dedryver, 2010). Près de 250 espèces sont des ravageurs redoutables des cultures et des forêts (Iluz, 2011).

Les pucerons ont longtemps fait l'objet de recherches intenses pour plusieurs raisons: ils causent d'importantes pertes économiques, ils ont développé un cycle de vie complexe alternant reproduction asexuée et sexuée, ils ont montré une remarquable plasticité phénotypique et enfin ils transmettent des centaines de virus aux plantes (Uzest *et al.*, 2010).

II.1.Origine et distribution géographique

Le puceron vert du pommier, Aphis pomi est un insecte originaire de l'Amérique du nord. Elle a été décrite pour la première fois en 1844 en Pennsylvanie (Foottit *et al.*, 2006). En 1907 l'espèce a été signalée au Colorado. Par la suite, il s'est répandu dans toutes les parties du monde où la culture du pommier est présente.

II.2. Position systémique

La position systématique du puceron vert du pommier est la suivante (Iluz, 2011):

- **Règne** : Animalia
- **Embranchement** : Arthropoda
- **Classe** : Insecta
- **Super-ordre** : Hémiptéroïde
- **Ordre** : Homoptera
- **Famille** : Aphididae
- **Genre** *: Aphis*
- **Espèce** *: Aphis pomi* (De Geer, 1773)

II.3. Description morphologique

Les oeufs sont d'un noir brillant, Ovale et d'une longueur d'environ 0,5 mm. Les jeunes **larves** sont vert jaunâtre à vert.

Les **adultes** ont un corps ovale et globuleuse, d'environ 1,3 à 2,3 mm de longueur, velouté, de couleur verdâtre avec des pattes foncées. Les siphons de forme convergente

sont également foncés et dépassent l'abdomen. Les aptère sont vert clair avec antennes, cornicules et cauda noires tandis que les ailé sont vert de petites taches noires circulaires sur les segments abdominaux antérieurs ainsi qu'une tache hémicirculaire en avant et en arrière de chaque cornicule, cornicules droites, foncées et dépassant de l'abdomen, antennes foncées cauda noire et digitiforme (Sud Arbo, 2012).



Figure II.2. Adulte d'*Aphis pomi* (De Geer, 1773) (Schaub *et al.*, 1995)

III.4. Biologie

Les pucerons ont une capacité de reproduction considérable, ce qui conduit à la prolifération de nombreuses générations. Leur cycle évolutif est hétérogonique, caractérisé par l'alternance entre une génération amphisexuelle et une ou généralement plusieurs générations ne comportant que des femelles parthénogénétiques (Dedryver, 1982).

Aphis pomi, est une espèce holocyclique monoecique : elle effectue l'intégralité de son cycle sur le pommier. Après avoir passé l'automne et l'hiver sous forme d'oeufs sur l'hôte primaire, les fondatrices aptères émergent lors de l'ouverture des bourgeons de l'hôte au printemps. Elles engendrent par parthénogénèse des virginipares aptères qui se succéderont jusqu'à l'apparition d'une génération de femelles sexupares à l'automne. Cette génération engendre des individus sexués et ailés qui réalisent l'unique reproduction sexuée du cycle biologique et pondent des oeufs sur l'hôte (en octobre et novembre). Les oeufs sont pondus sur les rameaux, de préférence au sommet des pousses de l'année (Foucher, 2017; Masquin *et al.*, 2020). En parallèle, des générations de virginipares ailées apparaissent dès la fin du printemps, lors de l'augmentation de la densité des colonies, pour se propager en colonisant de nouveaux hôtes.

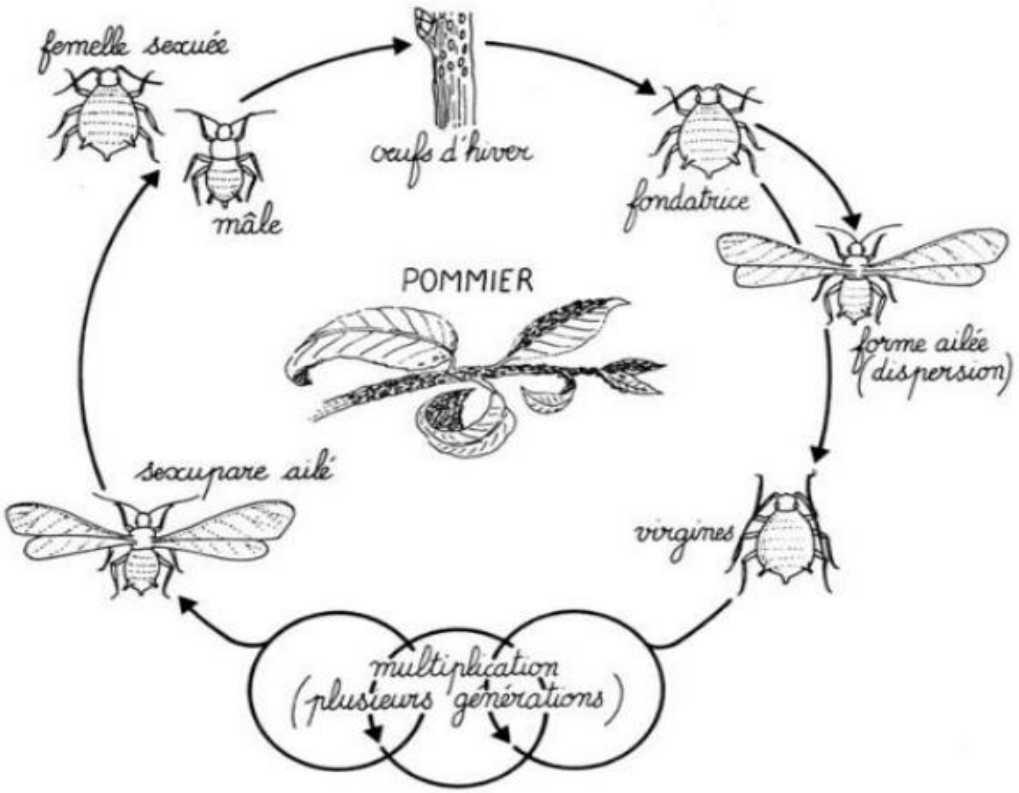


Figure II.2. Cycle de développement d'*Aphis pomi* (Marc, 2004 *in* Masquin *et al.*, 2020).

I.5. Plantes hôtes

Aphis pomi (Hémiptère : Aphididae) est une espèce monoécique (elle nécessite des plantes hôtes d'une seule famille botanique pour réaliser son cycle biologique). Les hôtes de *A. pomi* sont les espèces de la famille des rosacées (Rosales : Rosaceae), particulièrement le pommier *Malus domestica*, le pêcher *Prunus persica*, le Cognassier *Cydonia oblonga* et les espèces d'aubépine *Crataegus spp* (Masquin *et al.*, 2020).

I.6. Symptômes et dégâts

Le puceron attaque les feuilles, les pétioles et les bourgeons en absorbant des quantités importantes de sève, et en injectant en même temps une salive toxique. Les arbres attaqués présentent une réduction de croissance en raison de défoliation successive (Janssens et Nef, 1982; Delplanque, 1988). En cas de forte abondance les populations du puceron vert du pommier provoquent l'enroulement des feuilles, une diminution de la croissance des bourgeons, des jeunes pousses et des fruits, et une diminution du carbone dans les pousses, les racines et les feuilles (Dealmeida, 2012). Les arbres à forte croissance (les jeunes arbres ou l'apport important d'azote) sont les plus sensibles (Foucher, 2017).

De plus, les pucerons sécrètent du miellat par leurs cornicules, un liquide jaune et sucré qui enduit les fruits et les feuilles d'un revêtement collant (Dealmeida, 2012). Ce miellat non toxique en lui même, peut soit agir directement en occultant les stomates, soit

lorsqu'il est trop abondant, provoqué à la surface des feuilles un effet osmotique de nature à créer un appel d'eau à travers la membrane semi perméable constituée par l'épiderme de la feuille, l'eau ainsi soutirée de la plante s'évapore très facilement, et le miellat agit alors comme un drain dessicant très actif, rapidement mortel dans des conditions favorisants l'évaporation (Comeau, 1992).

Le miellat est d'autant plus problématique qu'il sert de support à la fumagine, un champignon noir qui recouvre les fruits et réduit la photosynthèse des feuilles (Dealmeida, 2012).



Figure II.3. Dégâts d'*Aphis pomi* sur les feuilles de pommier (Fericean et Corneanu, 2016)

II.7. Moyens de lutte

La lutte contre les pucerons ne présente généralement pas de grande difficulté car de nombreux produits permettent d'obtenir de bons résultats. Sous forme de pulvérisations, les esters phosphoriques assurent une mortalité de 95% en 60 heures ; cette mortalité peut même atteindre 100% si l'on prend la précaution de pulvériser l'insecticide sur les deux faces de la feuille. Cette efficacité peut se trouver contre versé dans la mesure où les pucerons sécrètent une substance cireuse pratiquement imperméable aux produits insecticides (Chararas, 1972).

Le seuil de dommage économique du puceron vert du pommier est atteint lorsque 10% des jeunes pousses de pommiers possèdent des colonies de pucerons. En cas d'infestation, des insecticides appartenant à différentes familles (carbamates, néonicotinoïdes, organochlorés, organophosphatés, pyréthroïdes, pyridinecarboxamides, etc.) sont appliqués pour tuer les adultes (Masquin *et al.*, 2020).

Le puceron vert du pommier a plusieurs prédateurs connus dont les principaux sont les larves et les adultes de Coccinellidae (une dizaine d'espèces présentes parmi lesquelles *Coccinella septempunctata L., Harmonia axyridis* Pallas, *Coleomegilla maculata* De Geer

et *Propylea quatuordecimpunctata* L.); des larves de Syrphidae et de Cecidomyiidae *(Aphidoletes aphidimyza)* ainsi que des Araneae. Il existe également plusieurs autres prédateurs en verger tels que des adultes de Miridae, d'Anthocoridae, de Pentatomidae ainsi que des larves d'Hemerobiidae. Les prédateurs peuvent avoir un bon contrôle sur le puceron vert du pommier mais sont en partie anéantis lors des applications d'insecticides (Masquin *et al.*, 2020).

Chapitre III

CHAPITRE III.
NOTION DE LUTTE BIOLOGIQUE

- ***Introduction***

Sans contrôle des insectes ravageurs, des agents responsables de maladies (champignons, bactéries ou virus) et des mauvaises herbes, les pertes agricoles et forestières peuvent être très importantes. Ainsi, il est indéniable que l'expansion et la productivité agricole passent par une gestion optimale de ces ravageurs, maladies et mauvaises herbes en minimisant leurs effets sur l'environnement (Bambara et Tiemtoré, 2008).

Pour lutter contre ces ennemis des cultures, les producteurs ont eu souvent recours à l'utilisation des pesticides chimiques qui présentent plusieurs inconvénients tels que l'accroissement de la résistance chez les nuisible, l'effet sur les organismes non cibles dû au fait que beaucoup de ces composés ont un large spectre d'action, détruisant non seulement les agents nuisibles, mais également les autres populations de l´écosystème, crée également un déséquilibre entre les populations composant les agro-écosystèmes et pouvant générer en fine une altération des services éco-systémiques (Bambara et Tiemtoré, 2008; Kouassi, 2001 *in* Tchaker, 2018). En effet, ces pesticides utilisés peuvent affecter et perturber la relation ravageurs-ennemis naturels, dont la conséquence est non seulement la résurgence c'est-à- dire la réapparition du ravageur, mais encore plus sa pullulation (Regnault-Roger, 2002; Ilboudo, 2009; Burte, 2018). Selon Delimi *et al.*, (2013), les produits chimiques présentent des taux de toxicité très élèves induisant la contamination de l'environnement (air, sol, eau) et ayant des répercussions sur la sante des écosystèmes et par là, la sante humaine même à très faibles doses.

Pour ce faire, des solutions de substitution plus inoffensives pour l'homme et les animaux ont été adoptées parmi lesquelles la lutte intégrée, la lutte physique, la lutte biochimique et la lutte biologique. Cette dernière se définit comme étant une procédure qui fait intervenir l'emploi d'organismes vivants ou de substances actives pour lutter contre d'autres organismes néfastes. Elle englobe l'utilisation de prédateurs, parasitoïdes, insecticides botaniques et de micro-organismes parmi lesquels les bactéries, les virus, les protozoaires, les nématodes et les microchampignons. Puisque l'utilisation de cette stratégie est plutôt saine pour la santé et l'environnement, elle est devenue la majeure préoccupation pour conquérir tout organisme nuisible (Bambara et Tiemtoré, 2008).

III.2. Lutte biologique

III.2.1. Définition

La lutte biologique est une méthode de lutte contre les populations d'espèces nuisibles par l'utilisation d'une autre espèce qui agit par prédation, parasitisme,

pathogénicité ou compétition (Boivin, 2001 *in* Ismail, 2011). Les méthodes de lutte biologique exploitent donc les mécanismes de régulation naturelle des populations de phytophages. Cette régulation résulte en un équilibre entre les insectes nuisibles et les auxiliaires dans l'environnement. Plus précisément, la lutte biologique, c'est l'exploitation délibérée des organismes vivants ou de produits dérivée d'organisme vivants, dans le but de faire répression d'organisme nuisible. Le terme répression signifie une intervention reposant sur l'action directe d'un **agent biocide** et donc capable de causer la mort des individus (Cloutier, 1986 *in* Tchaker, 2011).

Il existe deux types de lutte biologique selon la nature de **l'agent biocide** répresseur utilisé: Le premier type visant l'exploitation de **biocides inertes**, est l'approche « **bio-pesticide** ». Le second type est l'exploitation de **biocides autonomes** «entomophages microbiens, prédateurs et parasitoïdes», que l'on peut relâcher selon une stratégie de lutte classique, inoculative ou inondative (Vincent *et al.,* 2000; Bambara et Tiemtoré, 2008; Sellami *et al.,* 2015).

Selon Bambara et Tiemtoré, (2008), la lutte biologique a subit une évolution et intègre dans sa définition toutes les formes non chimiques de contrôle des ravageurs des récoltes et des mauvaises herbes. Cette définition extensible rajoute à l'utilisation des biocides autonomes ou inertes, les méthodes culturales, la résistance variétale, les phéromones et juvénoides (inhibiteurs du développement des insectes), les insecticides botaniques et même les méthodes physiques de lutte. Ces méthodes biologiques offrent des solutions viables à cause de l'automatisme des micro-organismes entomopathogènes ou phytopathogènes, de leurs variété, spécificité, compatibilité intrinsèque avec la nature et de leur capacité d'évoluer avec et sans intervention humaine.

La lutte biologique donc est pour le but de remplacer, en totalité ou en partie, les pesticides chimiques qui représentent actuellement la méthode la plus utilisée en agriculture et en foresterie pour protéger les cultures contre les ravageurs (Lambert, 2010; Boivin 2001 *in* Ismail, 2011).

III.2.2. Organismes utilisés en lutte biologique

En lutte biologique, le ravageur est un organisme indésirable, tels que mauvaises herbes, insectes ou parasite et l'auxiliaire est un organisme différent, ennemi naturel du ravageur, qui le tue à plus ou moins brève échéance ou qui tout au moins limite son développement. On divise les auxiliaires en quatre groupes principaux (Boivin, 2001 *in* Eyraud, 2014).

III.2.2.1. Micro-organismes

L'agent pathogène auxiliaire peut être un champignon, une bactérie, un protozoaire ou un virus. Il infecte souvent l'hôte par ingestion où il se multiplie et cause sa mort par

destruction de tissus, par septicémie, ou parfois par l'émission d'une substance toxique (Eyraud, 2014).

III.2.2.2. Parasitoïdes

La plupart des parasitoïdes vivent de manière indépendante en tant qu'adultes, mais leur reproduction et leur développement sont dépendants d'un insecte hôte, lequel meurt à l'achèvement du développement. On retrouve des espèces ayant un mode de vie parasitoïde dans six ordres d'insectes, dont 67000 espèces chez les Hyménoptères qui représentent environ 75% des parasitoïdes. On peut citer par exemple les guêpes de la famille des *Ichneumonidae* dont les larves parasitent majoritairement les lépidoptères et les coléoptères, mais aussi *Aleochara bilineata*, un coléoptère prédateur d'œufs de diptères au stade adulte mais dont le premier stade larvaire est un parasitoïde des pupes de diptères (Eyraud, 2014).

III.2.2.3. Nématodes entomophages

Ce sont de petits organismes vermiformes (0,4 - 1 mm), qui vivent dans le sol au détriment des larves des insectes. Ils ont le grand avantage de pouvoir être produit en bioréacteurs et de se conserver à basse température pendant des mois. Ils contaminent l'insecte par les ouvertures naturelles ou par perforation de la cuticule. Une fois à l'intérieur de l'hôte, le nématode libère des micro-organismes symbiotiques qui se multiplient et transforment l'insecte en un milieu idéal pour la reproduction des nématodes, provoquant la mort de l'insecte dans les 24 à 72 heures. On peut citer par exemple l'espèce *Steinernema carpocapsae* qui peut être utilisée dans la lutte contre *Mamestra brassicae*, la noctuelle du choux, en tant qu'alternative au traitement par la toxine de *B. thuringiensis* (Eyraud, 2014).

III.2.2.4. Prédateurs

L'auxiliaire prédateur peut être un oiseau, un poisson insectivore, un nématode ou dans la plupart des cas un autre insecte. Les prédateurs tuent et mangent plusieurs proies au cours de leur développement, contrairement aux parasitoïdes. On peut citer par exemple le poisson *Aphyosemion gularis* qui est un prédateur naturel de larves d'anophèles et qui est utilisé pour la protection des populations contre le développement des maladies vectorielles, dans de nombreux pays tels que l'Argentine ou l'Iran. On retrouve des espèces prédatrices de façon importante chez neuf ordres d'insectes, principalement chez les Hémiptères, Coléoptères, Diptères et Hyménoptères. On peut citer en exemple la coccinelle (F: Coccinellidae), qui peut ingérer au cours de sa vie plus de 5000 pucerons, mais aussi les punaises du genre *Orius* qui semblent être les prédateurs les plus voraces des thrips. C'est le seul auxiliaire qui lutte aussi contre les thrips adultes. Il se nourrit également d'œufs d'insectes, de petites chenilles et peut dévorer plus de 30 acariens de la famille des Tetranychidae en une journée (Eyraud, 2014).

III.2.3. Les différentes méthodes de lutte biologique

La lutte biologique peut être divisée en trois catégories bien distinctes : classique, par augmentation et par protection.

III.2.3.1. La lutte biologique classique par introduction ou l'acclimatation

Lorsque qu'une nouvelle culture est introduite dans un continent, que les ravageurs ou maladies de son continent d'origine arrivent accidentellement dans la nouvelle zone de culture, cette méthode de lutte biologique consiste à rechercher les ennemis naturels dans la zone d'origine et à les introduire dans la nouvelle zone de culture. Son appellation a connu différentes variantes telles que « *neoclassical biological control* » ou bien « *new associations biological control* » (Damien, 2018).

Par exemple, le manioc, originaire d'Amérique du sud a été cultivé en Afrique à partir du XVIème siècle. La cochenille du manioc est apparue accidentellement en Afrique au XXème siècle, causant des ravages importants en absence d'ennemis naturels. Plusieurs espèces de coccinelles et de parasitoïdes sud-américains ont alors été introduites en Afrique pour réguler cette cochenille. Elle se différencie de la lutte biologique par **inoculation** dans la mesure où cette dernière, après importation, ne permet pas de s'établir de manière pérenne, et nécessite des nouvelles inoculations régulières après sa mise en place (Damien, 2018).

III.2.3.3. La lutte biologique par augmentation

La lutte biologique par augmentation consiste à augmenter la densité en auxiliaires naturels (indigènes ou non) pour lutter contre un ravageur. Les auxiliaires exotiques ou indigènes sont périodiquement libérés à des périodes choisies, soit en inondant un champ avec un grand nombre d'individus sans que l'établissement et la reproduction de ceux-ci soient visés (**lutte biologique inondative**), soit en inoculant de relatives faibles quantités d'auxiliaires qui doivent s'établir, se multiplier et coloniser une zone donnée et c'est donc leur descendance qui sera efficace (**lutte biologique inoculative**). Cependant cet établissement n'est généralement pas permanent et des introductions doivent être faites une ou plusieurs fois par saison. Cette tactique est employée souvent dans des systèmes agricoles fermés comme les serres (Dib, 2010).

III.2.3.3. La lutte biologique par conservation

L'objectif est de modifier l'agro-système ou les pratiques culturales afin de protéger et de favoriser la présence d'ennemis naturels locaux, facilitant ainsi leur capacité à contrôler les populations d'insectes nuisibles à un seuil économiquement satisfaisant (Hance, 2021 *in* Ismail, 2011). Ce type de lutte biologique nécessite de connaître les conditions requises pour la survie et la multiplication des ennemis naturels. C'est sans doutes le mode de lutte biologique le plus important et facilement disponible car il

demande souvent peu d'efforts et que les ennemis sont adaptés à l'environnement visé (Weeden *et al*., 2007 *in* Lambert, 2010). Néanmoins, différentes stratégies ont été mises au point *(*Ismail, 2011):

- Créer des abris ou des microclimats susceptibles de favoriser l'installation et la pérennisation des auxiliaires;
- Mettre en place des sources de nourriture pour les auxiliaires adultes;
- Protéger les ennemis naturels contre les pratiques agricoles qui les détruisent.

III.3. Biopesticides

III.3.1. Définition

Les bio-insecticides ou agents de lutte biologique peuvent se définir au sens large comme des pesticides d'origine biologique, c'est-à-dire, organismes vivants ou substances d'origine naturelle synthétisée par ces derniers, et plus généralement tout produit de protection des plantes qui n'est pas issu de la chimie (Ferron, 1978 *in* Tchaker, 2011).

Selon IBIS (2010), un biopesticide est défini comme un produit de protection des plantes d'origine biologique qui peut être un organisme vivant ou une substance d'origine naturelle. Les produits dits « naturels » et surtout les extraits de plante ont un usage reconnu depuis l'Antiquité et font actuellement l'objet d'un regain d'intérêt du fait, notamment de l'ecotoxicité des pesticides de synthèse. Outre leur sélectivité remarquable envers leur cible, ils présentent l'avantage d'être biodégradables.

Les biopesticides peuvent être aussi bien utilisés en agriculture conventionnelle qu'en agriculture biologique, certains permettent aux plantes de résister à des stress abiotiques et d'une manière générale, ils sont moins toxiques que leurs homologues chimiques. Même s'ils ont souvent la réputation d'être moins efficaces que ces derniers, les biopesticides sont l'objet d'un intérêt croissant de la part des exploitants, notamment dans le cadre de stratégies de lutte intégrée (Deravel *et al*., 2014). Selon le même auteur, le développement futur des biopesticides est dépendant de nombreux facteurs, comme les politiques gouvernementales tant en matière de soutien à la recherche que de règlementation, les stratégies des grands industriels du secteur phytosanitaire et l'évolution des choix des consommateurs.

III.3.2. Types de biopesticides

Les biopesticides peuvent être classés en trois grandes catégories, selon leur nature:

- **Les Biopesticides microbiens:** Cette catégorie comprend les bactéries, champignons, oomycètes, virus et protozoaires. L'efficacité d'un nombre important d'entre eux repose sur des substances actives dérivées des micro-organismes. Ce sont, en principe,

ces substances actives qui agissent contre le bio-agresseur plutôt que le micro-organisme lui-même (Deravel *et al*., 2014).

- **Biopesticides botaniques:** Les plantes produisent des substances actives ayant des propriétés insecticides, aseptiques ou encore régulatrices de la croissance des plantes et des insectes. Le plus souvent, ces substances actives sont des métabolites secondaires qui, à l'origine, protègent les végétaux des herbivores (Deravel *et al*., 2014).

- **Les pesticides biochimiques:** sont des substances qui sont synthétisées naturellement pour contrôler les organismes nuisibles par des mécanismes non toxiques. Ils comprennent des substances telles que les phéromones sexuelles des insectes qui interfèrent dans l'accouplement ainsi que des extraits variés de plantes parfumées qui attirent les insectes nuisibles dans les pièges. Plusieurs familles de molécules sont identifiées comme phéromones, parmi lesquelles, des dérivés d'acides gras, d'alcaloïdes et de terpènes (Tafifet, 2010).

III.4. Les insecticides d'origine botanique

Pendant des siècles, les communautés humaines ont utilisé des biopesticides à base de plantes pour lutter contre les ravageurs des cultures. Ces produits constituent sans aucun doute l'une des clés du développement durable des activités agricoles mondiales (Philogène *et al.,* 2008).

Selon Barthélémy Yarou *et al.* (2017), les biopesticides d'origine végétale est toutes formulations à base de substances actives d'origine végétale, destinées à la protection des produits végétaux.

III.4.1. Extraits de plantes

Selon Aouinty *et al.* (2006), les extraits sont des méthodes couramment utilisées par les fermiers africains qui réalisent un trempage de matière végétale (feuilles, tiges, fruits, racines et bois) dans l'eau pour obtenir une solution à effet insecticides.

Les extraits aqueux de plusieurs plantes sont impliqués dans différents secteurs depuis longtemps, en effet le pyrèthre, la nicotine et la roténone sont déjà connus comme agents de lutte contre les insectes ravageurs des cultures dans nombreux pays. Selon Sellami *et al.* (2015), Plus de 59 familles et 188 genres de plantes possédant une propriété anti-appétence, répulsive et insecticide sont déjà identifiés. En effet, les plantes constituent une source de substances naturelles qui présente un grand potentiel d'application contre les insectes et d'autres parasites des plantes et du monde animal (Bouzouita *et al.,* 2008 *in* Mondédji *et al.,* 2014). Des recherches scientifiques ont été développées pour l'extraction, l'identification et la quantification et aussi l'amélioration de ces substances d'après Sanchez-Moreno (2002). En outre, de nombreux travaux sont effectués dans ce contexte et ont montré une efficacité des extraits des plantes (Mondédji *et al.,* 2014).

III.4.2. Huile essentielle

Les huiles essentielles (HEs) sont des substances huileuses, volatiles, d'odeur, de saveur généralement fortes et généralement de composition complexe, extraites à partir des différentes parties de certaines plantes aromatiques, par les méthodes de distillation, par enfleurage, par expression, par solvant ou par d'autres méthodes (Wichtel et Anthon, 1999 *in* Lamamra, 2018). La norme française AFNOR NF T75-006 définit l'huile essentielle comme: «un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, et qui sont séparés de la phase aqueuse par procédés physiques » (Garnero, 1996 *in* Lamamra, 2018). La Pharmacopée précise que la matière première peut être fraîche ou sèche.

Les huiles essentielles se rencontrent dans tout le règne végétal. Cependant, elles sont particulièrement abondantes chez certaines familles telles que : les Conifères, les Rutacées, les Ombellifères, les Myrtacées, les Lamiacées, les Poacées. Elles sont présentes dans différents organes végétaux producteurs, variant en fonction de la zone productrice du végétal: les sommités fleuries (ex: lavande, menthe...), dans les racines ou rhizomes (ex: vétiver, gingembre), dans les écorces (ex: cannelles), le bois (ex: camphrier), les fruits (ex: citron), les graines (ex: Muscade) et sont contenues dans des structures spécialisées à savoir : les poils, les canaux sécréteurs et les poches (Lakhdar, 2015).

III.5. Avantages et inconvénients des biopesticides

L'utilisation de biopesticides en agriculture comporte des avantages et des inconvénients (Deravel *et al.,* 2013; Meksem, 2018).

- **Avantages**

Les biopesticides offrent de nombreux avantages qui sont comme suit (Deravel *et al.,* 2013; Meksem, 2018):

- Restreindre ou éliminer l'utilisation d'insecticides chimiques;
- Moins toxique que les pesticides chimiques;
- Favoriser lors d'une utilisation en serre (culture serricole de haute valeur économique);
- Diminuer les risques de développer de la résistance;
- Favoriser par le nombre restreint d'insecticides homologués en serre;
- Plus grande spécificité d'action;
- Améliorer la qualité de vie des travailleurs agricoles;
- Prévoir aucun délai avant la récolte;
- Offrir aux consommateurs des produits sains;
- Avoir une meilleure presse auprès des consommateurs;
- Dégradation rapide des biopesticides, diminuant les risques de pollution;
- Maintenir la biodiversité des biotopes.

- **Inconvénients**

Certains des avantages écologiques des biopesticides, comme leur faible rémanence ou le fait qu'un produit soit actif contre un faible spectre de nuisibles, peuvent être considérés comme des inconvénients. En effet, ces deux avantages écologiques combinés à leur activité souvent dépendante des conditions climatiques et environnementales rendent les biopesticides moins efficaces que leurs homologues chimiques. Certains professionnels de l'agriculture estiment que les biopesticides ne leur conviennent pas car ils ne sont pas assez efficaces. Ces derniers évaluent les résultats du biopesticide à court terme, comme s'il s'agissait d'un substitut aux produits phytosanitaires chimiques. Cependant, la mise en place et l'efficacité d'un contrôle biologique doivent être évaluées sur la durée suit (Deravel *et al.,* 2013; Meksem, 2018).

Chapitre IV

CHAPITRE IV
MATÉRIEL ET MÉTHODES

IV.1. Objectif

L'objectif de la présente étude est d'évaluer l'effet des extraits aqueux d*'Urginea maritima* (L.) Baker (Asparagale / Asparagaceae) par comparaison à un principe actif ACETAMIPRIDE, sur l'abondance et la population résiduelle du puceron vert du pommier *Aphis pomi* (De Geer, 1773).

IV.2. Présentation de la région d'étude

IV.2.1. Situation géographique

La wilaya de Médéa est située au cœur de l'Atlas Tellien. Elle s'étend sur une superficie cadastrale de 8775,65 Km^2. Géographiquement elle se situe a une Latitude 36° 16′ 3″ Nord, une longitude de 2° 45′ 0″ Est et une altitude élevée de 600 à 1200 m. La wilaya est limitée: au Nord par Blida, à l'Ouest par les wilayas de Ain Defla et Tissemsilt, à l'Est par la wilaya de M'sila et Bouira et au Sud par la wilaya de Djelfa.: une altitude (Figure IV.1) (Skender, 1978).

IV.2. 2. Bioclimat des régions d'étude

La température est un facteur écologique capital agissant sur le contrôle de l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition géographique de tous les êtres vivants dans la biosphère (Dreux, 1980 *in* Ababsa, 2012).

Les valeurs thermique sont représentées par les températures moyennes minimales (m), maximales (M) et moyennes mensuelles [(M+m)/2] (Emberger, 1955).



Figure IV.1. Limites géographiques de Médéa (Google earth, 2021).

Les différentes valeurs thermiques enregistrées à Médéa au cours de la période 2010-2021, montrent que le mois le plus chaud est juillet avec une température moyenne minimale de 19,5°C et une température moyenne maximale de 34,8°C tandis que le mois le plus froid est Janvier avec une température moyenne minimale de 5,5°C et une température moyenne maximale de 11,00°C.

A Médéa, les précipitations sont caractérisées par une grande variabilité en fonction des années, et aussi en fonction des mois de la même année. Les relevées pluviométriques durant la période 2010-2021, montrent que le mois de Avril est le plus pluvieux avec 75,85 mm alors que le mois le plus secs est juillet avec 1,66 mm (Tableau IV.1.).

Tableau IV. 1. Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie à Soumâa (Période 2010-2021)

	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
T° Min	3,5	3,6	6,6	8,0	11,8	15,2	19,5	18,3	16,3	11,4	7,0	5,4
T° Max	11,0	13,0	16,8	18,2	23,2	30,9	34,8	31,5	28,7	21,6	15,8	14,4
T° Moy	5,01	6,95	9,75	11,4	15,13	20,42	24,66	22,22	19,91	14,69	10,1	8,36
P (mm)	64,25	61,5	58,8	75,85	33,17	18,02	1,66	3,9075	18,875	45,275	73,85	60,62

Institut technique de l'arboriculture fruitière (I.T.A.F.);National des Ressources Hydrauliques (ANRH)

IV.2.3. Synthèse climatique

Les données climatiques de la région d'étude nous ont été fournies par l'Agence National des Ressources Hydrauliques (ANRH) de Blida et l'Institut technique de l'arboriculture fruitière (I.T.A.F.) de Médéa.

IV.2.3.1. Diagramme Ombrothermique Bagnouls et Gaussen

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

Le diagramme Ombrothermique de (2010 à 2021) (Figure IV.2), montre deux périodes fondamentales: l'une humide de sept mois s'étalant de janvier à Avril puis de octobre à décembre, l'autre sèche d'un interval de cinq mois de mai à septembre.

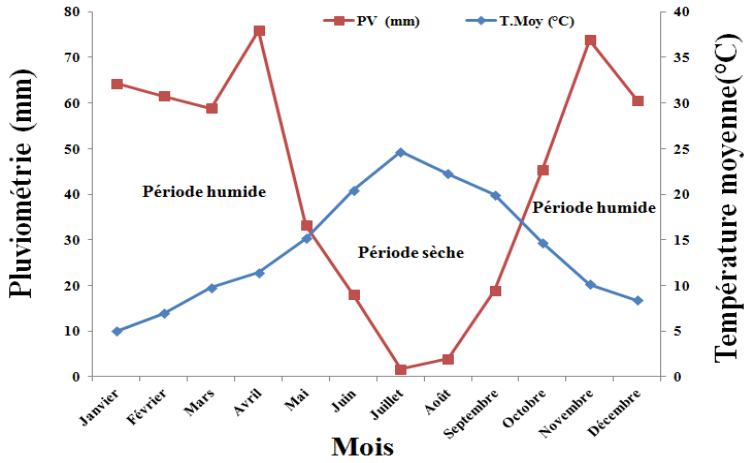


Figure IV.2. Diagramme Ombrothermiques de la région de Médéa (période 2010- 2020)

IV.2.3.2. Étage bioclimatique (Climagramme d'EMBERGER)

Les indices bioclimatiques utilisés de façon traditionnelle en Afrique du Nord et en Méditerranée (Gaussen, 1954; Quezel, 1979**)** on distingue l'indice bioclimatique d'Emberger. L'indice permet la caractérisation des climats et leur classification dans les différents étages bioclimatiques. Ce dernier prend en compte les précipitations annuelles, la moyenne des températures Maximales du mois le plus chaud (M) et la moyenne des minima de température du mois le plus froid (m) (Emberger, 1955). Cet indice est donné par la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{2000 \times P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

- **P**: pluviométrie annuelle (mm) ;
- **M** : Moyennes des températures maximales du mois le plus chaud (K°);
- **m** : Moyennes des températures minimales du mois le plus froid (K°).

1K=T°C+273.

En utilisant la formule donnée précédemment, nous remarquons que le quotient pluviométrique de la zone d'étude est égal à 56,48 (Q_2). En reportant la valeur **Q_2** dans le Climagramme d'Emberger il en ressort que La région de Médéa présente un climat méditerranéen avec variante semi-aride à hiver doux pour les dix ans de 2010 à 2021 (Figure V.3).

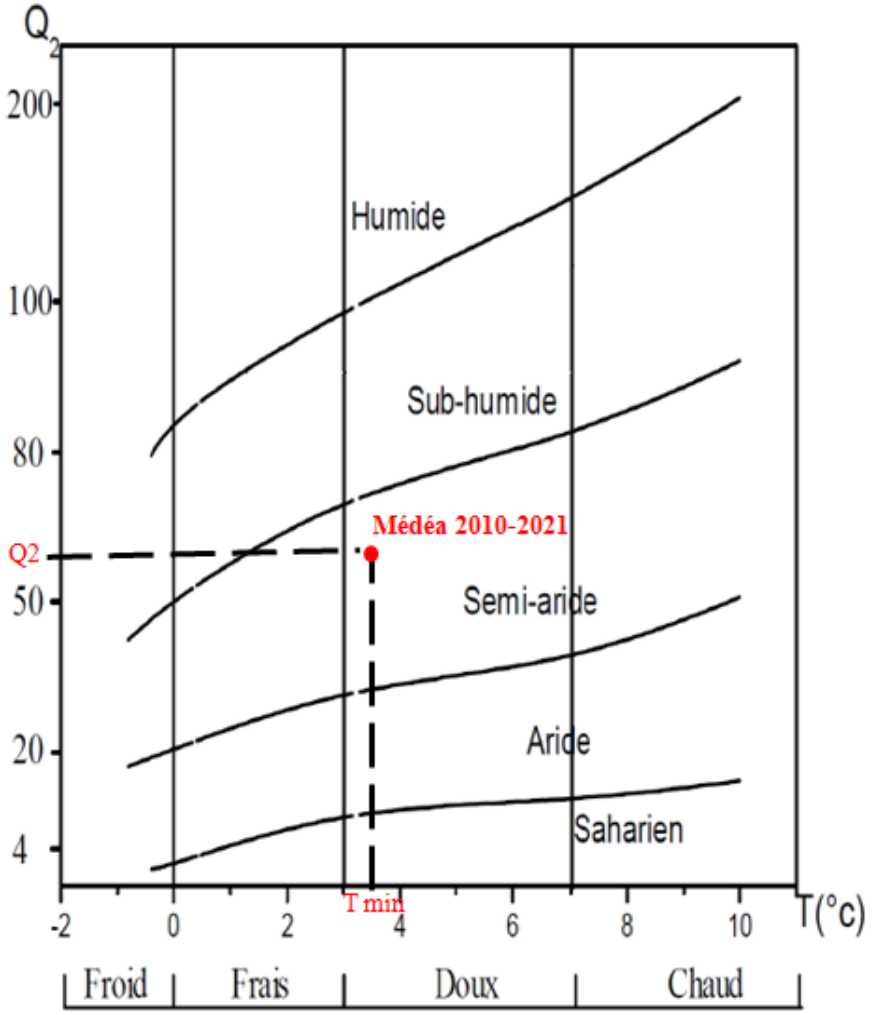


Figure IV 3. Localisation de la région de Médéa dans le Climagramme d'Emberger

IV.3. Présentation de la zone d'étude: Benchicao

La commune de Ben Chicao se situe à une altitude de 1175 m, une longitude 2° 50′ 0″ E et une latitude 36° 11′ 0″ N, caractérise par des pentes de grandes lignes de crêtes formant ainsi plusieurs dépressions. Elle se situe au sud-est du chef-lieu de la wilaya de Médéa, a une distance de 22 km. La commune de Ben Chicao est limitée par la commune d'Ouzera au Nord, la commune de Ouled-Brahim à l'est, Tizi El Mahdi et Si Mahjoub à l'Ouest et Nord-ouest et Berrouaghia au Sud (Figure IV.4).

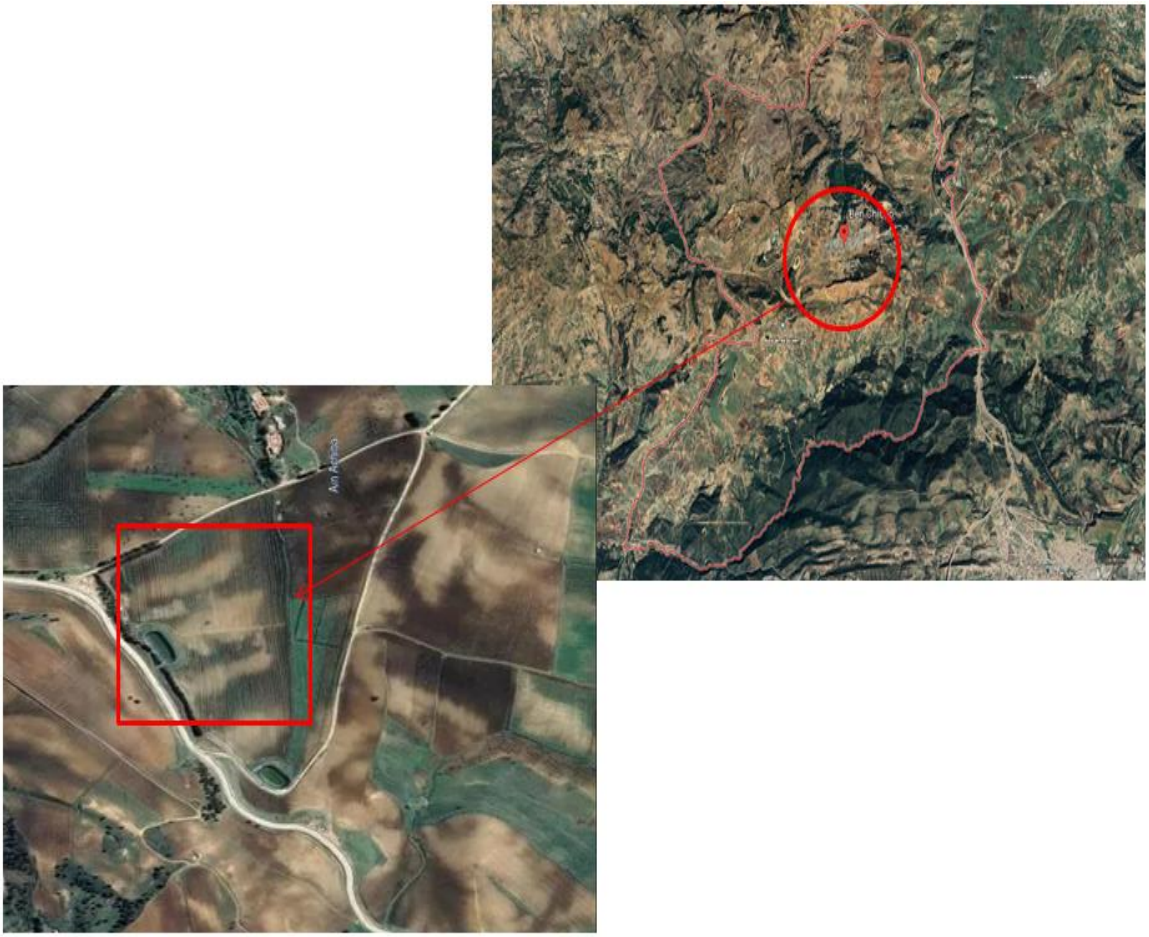


Figure IV.4. Localisation de verge expérimentale sur la station d'étude Ben Chicao (Google Earth, 2021)

IV.4. Matériel d'étude

IV.4.1. Matériel biologique

IV.4.1.1. Matériel biologique végétal

Le matériel végétal qui a été retenu pour la préparation des phytopréparations s'est limité à une plante spontanée très fréquente en région méditerranéenne *Urginea maritima* (L.) Baker (Asparagale / Asparagaceae).

Urginea maritima (syn. *Charaybdis maritima; Urginea indica, Drimia maritima, Urginea scilla, Urginea indica, Scilla maritima*), est une plante herbacée pouvant atteindre 120-150 cm de haut, vivace par un bulbe tuniqué ovoide, volumineux formé d'écailles emboitées (représentant chacune une base de feuilles), insérées sur un plateau qui porte de nombreuses racines adventives (Paris & Moyse, 1967 *in* Merad, 1991; Hammiche *et al.*, 2013; Daoudi et *al.*, 2017). C'est une plante poussant sur les sols secs, sablonneux et caillouteux du pourtour méditerranéen.

Les feuilles sortent en touffe au printemps, elles sont entières, allongées, étroitement oblongues, lancéolées, d'un vert foncé, glabres, épaisses, quelquefois ondulées et mesurant de 50 à 80 cm de long (Merad, 1991). Selon le même auteur, l'inflorescence est une longue grappe dressée vert pâle ou pourpre, à pédicelles alternes, minces, accompagnés d'une bractée linéaire à base éperonnée; la hampe florale peut atteindre 1 à 2 mètres; elle n'apparait qu'en fin d'été alors que les feuilles sont désséchées.

D'après Merad (1991), les fleurs sont disposées serrées tout le long de la grappe. La fleur a un réceptacle court, sur lequel sont insérés 6 sépales étalés en étoile, subégaux, légèrement unis à la base, ovales-aigus, blanc ou teinté de vert; les trois sépales inférieurs sont imbriqués. Les étamines en couche de 6 sont unies à la base du périanthe. Elles ont un filet court et une anthère biloculaire, ovale oblongue, déhiscente par deux fentes longitudinales. Le fruit est une capsule à 3 loges, renfermant chacune 3 à 4 graines aplaties; il est souvent accompagné du périanthe desséché. Les graines séchées, membraneuses, larges, noirâtres, aplaties et dilatées en aile de chaque côté, rapprochées les unes des autres, renferment un albumen charnu et un embryon axile et rectiligne. Le bulbe est le seul responsable de l'activité de la plante. Il est pyriforme, et peut atteindre 15 à 30 cm de diamètre et son poids peut aller jusqu'à 3 à 7 kg. Les écailles sont également appelées tuniques ou squames, de couleur rougeâtres ou blanchâtres suivant les variétés. (Merad, 1991; Hammiche *et al.*, 2013).

Les spécimens ont été récoltés durant la période printanière au niveau de deux régions distinctes soumises à des conditions géostationnelles différentes à savoir:

La région de l'Ouzera (Médea), située à une altitude de 1005 m, une longitude 2° 51′ 0″ E et une latitude 36° 15′ 0″ N. Les précipitations, majoritairement hivernales et printanières, sont caractérisées par une grande irrégularité inter annuelle et inter mensuelle variant entre 617,5 et 1084mm. Pour la température, le mois plus froid est février avec une température moyenne minimale de 3,3°C, tandis que les mois les plus chauds sont juillet et août avec une température moyenne maximale de 32,3°C. La carte climatique de Köppen-Geiger y classe le climat comme étant de type Csa (méditerranéen avec été chaud).

La région de Soumâa (Blida), située à une altitude de 80 à 100 m, une longitude de 2°45'E et une latitude de 36° 35'N (Loucif et Bonafonte, 1977 in Tchaker, 2020). Les précipitations sont caractérisées par une grande fluctuation variant entre 380 mm et 787,88 mm et ont lieu durant l'hiver et le printemps. Sur le plan thermique, le mois le plus froid est janvier avec une température moyenne minimale de 5,03° et une température moyenne maximale de 13,74°C, tandis que les mois les plus chauds sont juillet et août avec des températures maximales respectives de 32,95°C et 33,88°C et de 20,85°C suivie de 21,59°C comme température moyenne minimales (Agence National des Ressources Hydrauliques (ANRH), Blida) (Tchaker, 2020). La carte climatique de Köppen-Geiger y classe le climat comme étant de type Csa (méditerranéen avec été chaud).

Le matériel végétal collecté est mis en sacs en plastique. Les spécimens récoltés sont nettoyés et séparées par organe (Feuilles, bulbes et plante entière). Le matériel végétal est broyé par un mixeur à hélice est conservée pour la préparation ultérieure des bioproduits.

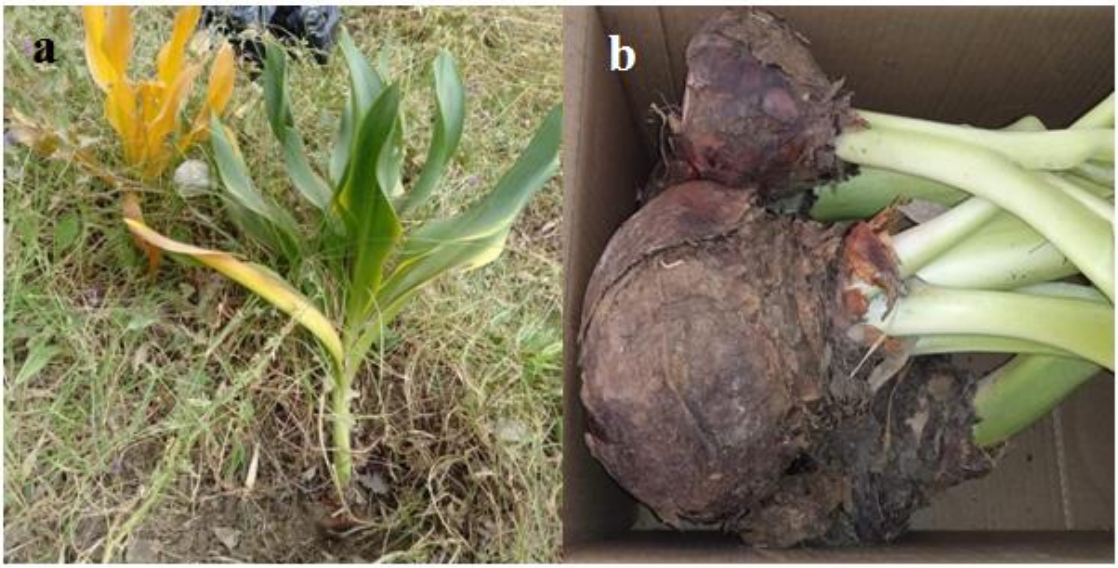


Figure IV.5. *Urginea maritima(L)* (Photo originale)

IV.4.1.2. Matériel biologique animal

Le matériel biologique animal destiné à l'évaluation de l'efficacité des traitements biologiques et chimiques c'est limité aux différents individus d'*Aphis pomi* (De Geer, 1773) (Aphididae, Homoptera) évoluant sur les feuilles sénescentes du pommier *Malus domestica*. Les prélèvements ont été réalisés durant la période estivale au niveau de la commune de Benchicao Médéa.

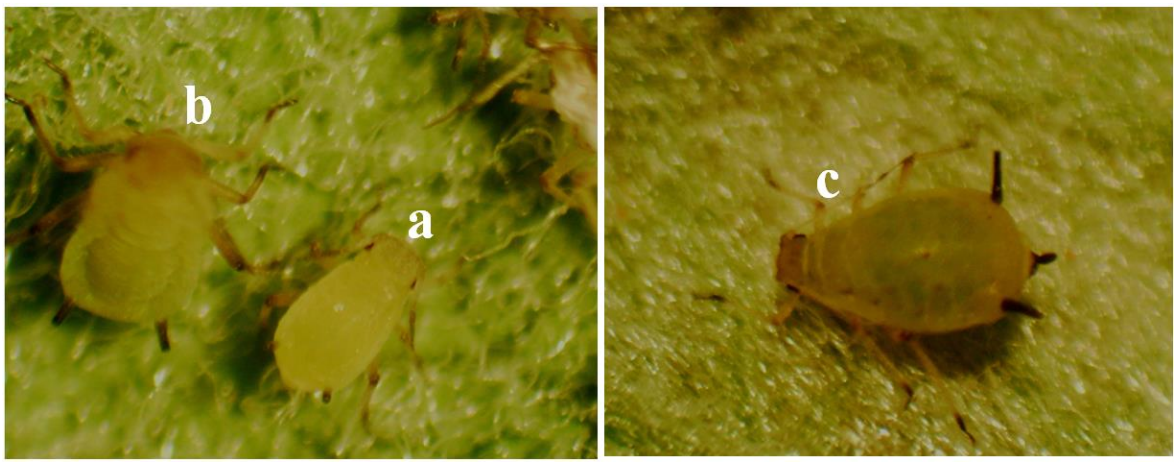


Figure IV.5. Les différents phénotypes d'*Aphis pomi*
(G x20) (Originale, 2021).
a: Larve; b: nymphe; c:adulte.

IV.4.2. Produits phytosanitaire utilises

Les individus d'*Aphis pomi* ont été soumis à un pesticide de synthèse à base de la matière active **ACETAMIPRIDE**

L'ACETAMIPRIDE, de formule brut chimique C_{10} H_{11} Cl N_4, fait partie de la famille des néonicotinoïdes une famille d'insecticides neurotoxique pour les invertébrés (Mikiko, 2012). L'ACETAMIPRIDE, ou (E)-N 1 -[(6-chloro3-pyridyl) methyl]-N 2 -cyano-N 1 –methyl) est soluble dans l'eau mais n'est pas volatile selon ses propriétés physicochimiques. Il est également soluble dans les solvants organiques. Le coefficient de partage octanol / eau indique que L'ACETAMIPRIDE, ne se lie pas fortement à la matière organique et a donc peu de potentiel de bioaccumulation. Il n'est pas persistant dans le sol et est stable à pH compris entre 4 et 7. Le mélange L'ACETAMIPRIDE, est doté de trois modes d'action (contact, ingestion et systémie).

IV.5. Méthodes d'étude

IV.5.1. Préparation de l'extrait aqueux

La méthode d'extraction utilisée dans notre expérience est une macération aqueuse qui admets à réserver la plante en contact avec l'eau à une température ambiante pendant un durée plus ou moins long, dans le but de faire libérer et extraire tout les composants actifs existants chez la plante à étudier *Urginea maritima*. Une macération aqueuse a été effectuée où 500 g de la matière végétale fraiche a été additionné à 2 Litres d'eau distillé, disposée dans des flacons hermétiques et stériles, et soumise à une agitation pendant 3 jours à la température ambiante. Après filtration sur un tissu mousseline, les filtrats sont centrifugés pendant 10 min à 14000 t/min à la température ambiante. Ensuite chaque échantillon a été filtrés sur papier filtre N° 1 et conservés à 4 °C jusqu'à utilisation (Aghofack-Nguemezi *et al.*, 2015).

A partir des extraits obtenus après ultrafiltration, nous avons choisi à évalué l'efficacité des extraits suivants:

- Extrait de la plante entière d'*Urginea maritima*;
- Extrait des feuilles d'*Urginea maritima*;
- Extrait des bulbes d'*Urginea maritima*.

Deux doses d'application ont été arrêtées à savoir la dose complète (Extrait aqueux pur) et la demi-dose (½ d'Extrait / ½ eau distillée).

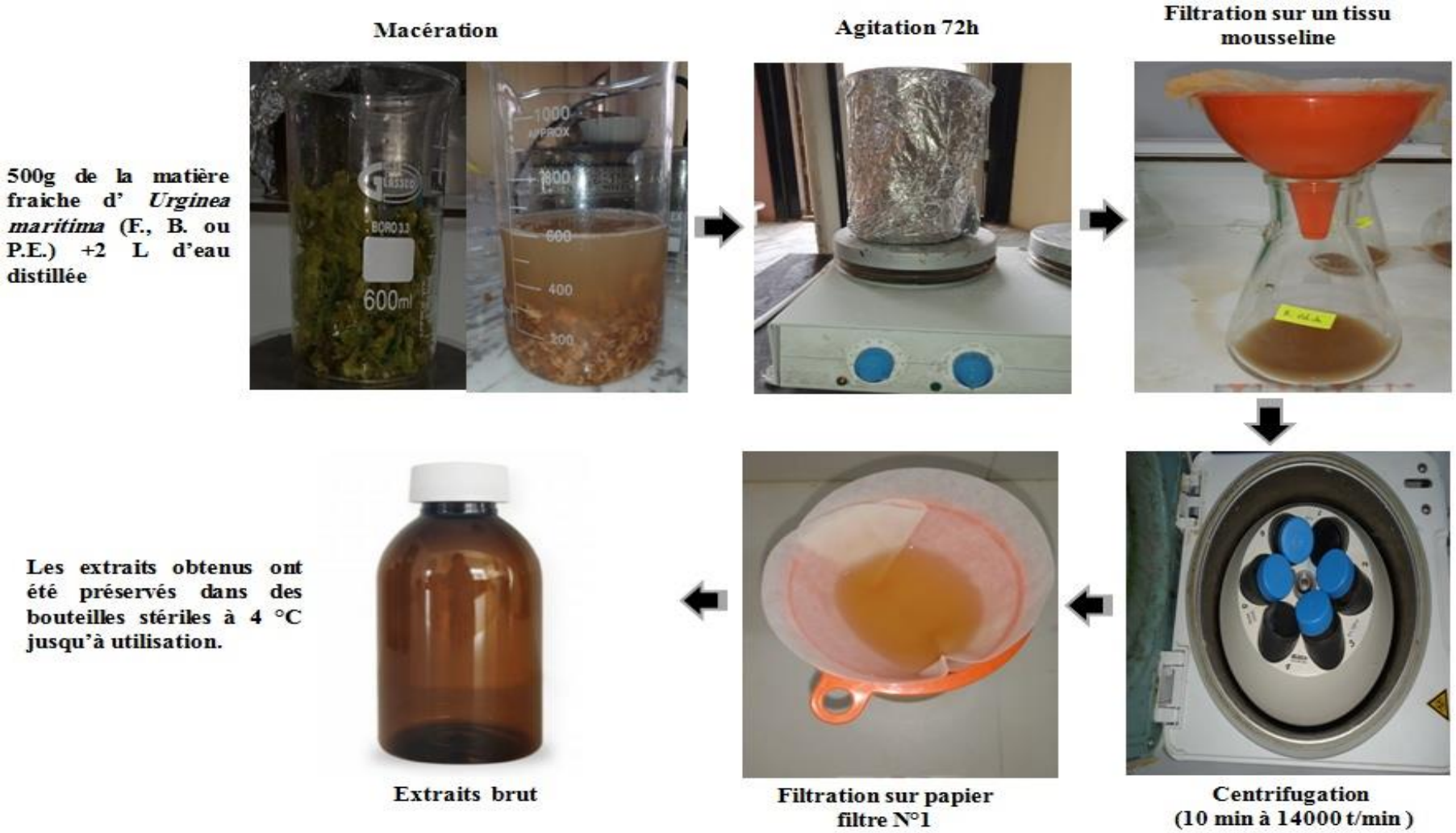


Figure IV.6. Protocole de la préparation de l'extrait aqueux (original, 2021)

IV.5.2. Dispositif expérimental et application des traitements

Au niveau de la station d'étude, nous avons installé des transects linéaire qui seront considérés comme des blocs expérimentaux traité et non traité (Frontier, 1983). Les produits biologique [Extraits aqueux de la plante entière d'*Urginea maritima*, Extraits aqueux des feuilles d'*U. maritima* et Extraits aqueux des bulbes d'*U. maritima* de différentes régions (Ouzera-Médéa et Blida) et differentes doses (Dose complète et Demi-dose)] et chimique ACETAMIPRIDE (Dose prescrite (5 g en 20 litre) et la demi-dose (2,5g en 20 litre)) sont pulvérisées sur la fronde de *Malus domestica* infestées par *Aphis pomi* (Figure IV.7.).

L'expérimentation a été menée en bloc aléatoire complet à trois répétition. Au niveau du bloc traité chaque transects a subit un apport pareille, extraits aqueux ou matière active. Tandis qu'au bloc témoin; une pulvérisation à l'eau courante a été appliquée (Figure IV.7.).

Le suivi des populations a été maintenu pendant 10 jours dés application des Produits. L'estimation de la toxicité de différentes régies sur les individus d'*Aphis pomi* a été évaluée durant 10 jours à partir de la période d'application. A partir des microparcelles obtenues, nous avons prélevés trois feuilles des points cardinaux sur Quatre arbres pris au hasard. Les feuilles sont placées dans un sac en plastique portant toutes les informations nécessaires aux différents traitements. Le dénombrement des spécimens se fait à l'aide d'une loupe binoculaire.

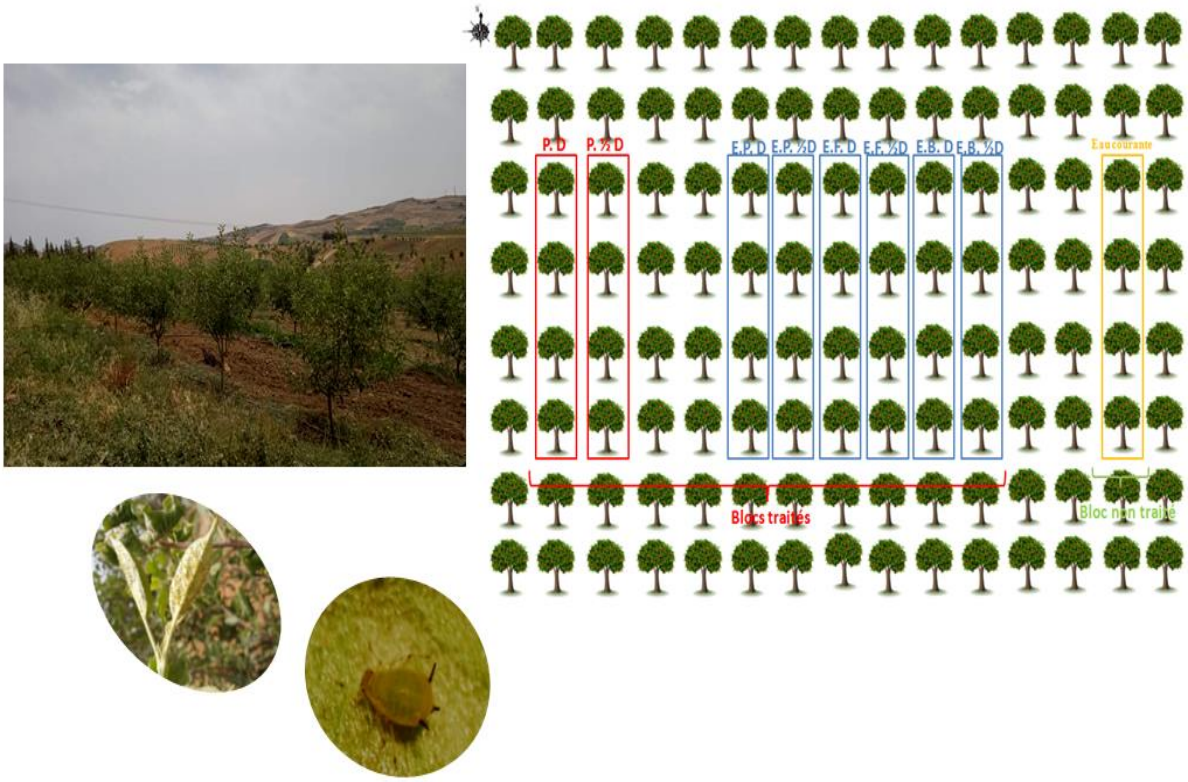


Figure IV.7. dispositif expérimental des traitements

E.P.D.: Extraits aqueux de la plante entière dose complète; E.P. ½ D.: Extraits aqueux de la plante demi-dose; E.F.D.: Extraits aqueux des feuilles dose; E.F. ½ D.: Extraits aqueux des feuilles demi-dose; E.B.D.: Extraits aqueux des bulbes dose; E.B. ½ D.: Extraits aqueux des bulbes Demi-dose; PD: Matière active dose; P ½ D: Matière active Demi-dose (Médéa et Blida).

IV.5.3. Estimation de l'abondance

La technique de dénombrement effectuée sur les individus du puceron vert de pommier *Aphis pomi* obtenus par le biais des transects végétal consiste à prélever des feuilles de chaque point cardinal durant la période d'investigation.

IV.5.4. Evaluation des populations résiduelles

L'évaluation de la toxicité des extraits aqueux et de l'insecticide de synthèse a été réalisée par l'estimation des populations résiduelles (P.R.) selon le TEST de DUNNETT (Magali, 2009).

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

Le Test estime la toxicité des matières active selon les valeurs des P.R. P.R. < 30% molécule toxique, 30% <P.R. < 60% molécule moyennement toxique et P.R.> 60% molécule faiblement toxique ou neutre.

IV.6. Analyse statistiques

Les résultats sont rapportés comme valeurs de trois répétitions sur la base d'un C.V. <15%. Les analyses de la variance (one-way ANOVA) ont été réalisées à l'aide du test F pour les variables suivant la loi normale. Parmi les variables participant le plus souvent à la variance totale, celles dont la contribution est significative au seuil de 0,05 ont été retenues. Le test est déroulé par le logiciel XLSTAT vers. 16.

Dans les cas où plusieurs facteurs sont en jeu, il peut arriver que toutes les interactions entre facteurs ne soient pas pertinentes à tester. Nous avons alors utilisé le modèle linéaire global (G.L.M.). Le test est déroulé par le logiciel SYSTAT vers. 12 .SPSS, 2009.

Dans le cas de variables de type présence-absence, les relations multivariées sont étudiées à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances en composantes principales (A.C.P.). Dans cette analyse, les espèces sont groupées selon leur groupe fonctionnel ou leur guilde. A partir des trois premiers axes de l'analyse factorielle, une classification ascendante hiérarchique des espèces est réalisée dans le but de détecter des discontinuités inter-communautés. Le test est déroulé par le logiciel Past vers. 1.37.

Chapitre V

CHAPITRE V.
RESULTATS

V.1. Variation des abondances d'*Aphis pomi* sous l'effet des extraits aqueux a base d'*Urginea maritima*

Les résultats relatifs à l'effet de l'extrait aqueux d'*Urginea maritima* en fonction des différents compartiments et des doses testées sur l'abondance de puceron vert du pommier *Aphis pomi,* sont projetés dans le tableau V.1. Ces derniers révèlent que les différents extraits aqueux testés ont montré un effet toxique très remarquable sur les abondances du puceron vert en comparaison avec le témoin.

Cependant les extraits aqueux *d'Urginea maritima* collectée dans la région de Médéa semblent plus efficaces sur l'abondance d'A*phis pomi* que ceux collecté dans la région de Blida. Toutefois les résultats corrélatifs à l'effet de différents compartiments testés affirment que les extraits aqueux à base de plante entière et de feuilles montrent un effet plus favorisé que les extraits préparés à base de bulbe.

En ce qui concerne l'effet de la dose des extraits appliqués, les résultats relatifs dévoilent une action plus favorisée de la dose complète (D) en comparaison avec la demi-dose (1/2 D), et ceci est enregistré avec les deux régions (Blida et Médéa) ainsi que les différents compartiments (feuilles, bulbe et plante entière).

Tableau V.1. Effet de extrais aqueux d'*Urginea maritima* sur l'abondance du puceron vert du pommier *Aphis pomi*

Régions		**Région de Médéa**			**Région de Blida**		
Compartiments		**Plante**	**Fuilles**	**Bulbes**	**Plante**	**Fuilles**	**Bulbes**
Molécules	**Doses**	Moy±E.S.	Moy±E.S.	Moy± E.S.	Moy± E.S.	Moy±E.S.	Moy±E.S.
Extraits aqueux	**D**	41,1±6,41	44,5±8,68	56,5±6,65	45,3±8,72	45,2±5,02	58,8± 5,64
	1/2D	43,7±7,82	44,1±7,61	72,5±16,6	48,7±7,79	54,1±6,71	60,5±7,31
Témoin		324±16,98					
P-Value (ANOVA)		**F= 28,33; p=2,1× 10^{-33}***; p < 0,001**					

Dans l'esprit de rationaliser l'utilisation des extraits de plantes a activité biocide, les populations d'*Aphis pomi* sont soumises à des applications par des extraits aqueux d*'Urginea maritima* recueillis des différentes régions Médéa et Blida (Extraits aqueux de la plante entière, extraits aqueux des feuilles et extraits aqueux des bulbes à différentes doses) (Figure V.1.).

L'effet de différents extraits aqueux en référence à la réaction des abondances montre l'installation d'un effet choc très remarquable comparé au témoin. Cet effet de choc s'est maintenu simultanément chez les différents extraits appliqués jusqu'au sixième ou au

septième jour. Au delà de cette période une reprise biocénotique assez timide est installée (Figure V.1.a, c et e).

L'évolution temporelle des abondances montre que les extraits aqueux de la plante entière à différentes doses (Dose et Demi-dose) présentent l'efficacité la plus importante avec une action précoce et une durée plus longue comparée aux extraits aqueux des feuilles et des bulbes. L'évaluation des abondances montre aussi que l'extrait aqueux des feuilles d'*U. maritima* bien qu'il accuse un certain retard dans l'expression de son efficacité, il reste le plus toxique quant a la durée d'efficacité s'il est comparé aux extraits aqueux des bulbes (Figure V.1.a, c et e).

La présentation graphique en BoxPlot «Boites à moustaches» des données expérimentales est avancée dans le but d'apprécier la variation des abondances d'*Aphis pomi* observées sous l'effet des différentes doses des extraits aqueux à base d'*Urginea maritima* (Figure V.1.b et d, f).

La Figures V.1. b, montre que les extraits aqueux de la plante entière d'*U. maritima* expriment une réduction significativement importante (test ANOVA; $p<0,001$) des abondances d'*A. pomi* en comparaison au témoin. Nous remarquons que l'extrait aqueux de la plante entière d'*U. maritima* obtenus de la région Médéa a la dose complète exerce la plus forte efficacité (E.P.M.D) ($Q_1=5,75$, $Q_2=10,00$, $Q_3=45,25$) tandis que la demi-dose de l'extrait aqueux de la plante entière d'*U. maritima* obtenus de la région Blida (E.P.B. ½ dose) provoque la plus faible toxicité a l'égard de la population traitée ($Q_1=11,00$, $Q_2=31,5$ $Q_3=65,75$).

Les résultats révèlent, que les extraits aqueux des bulbes d'*U. maritima* affectent considérablement le potentiel biotique d'*A. pomi* en comparaison au témoin (test ANOVA; $p<0,001$) (Figures V.1.d). Les boites à moustaches relative aux abondances montrent que la toxicité la plus important est signalée sous l'effet de l'extrait aqueux des bulbes d'*U. maritima* obtenus de la région Médéa a la dose complète (E.B.M.D), l'extrait aqueux des bulbes d'*U. maritima* obtenus de la région Blida a la dose complète (E.B.B.D), la demi-dose de l'extrait aqueux des bulbes d'*U. maritima* obtenus de la région Blida (E.B.B. ½ dose) puis la demi-dose de l'extrait aqueux des bulbes obtenus de la région Médéa (E.B.M. ½ dose) en dernier lieu.

L'activité insecticide des extraits aqueux a base des feuilles d*'Urginea maritima* recueillis des différentes régions est très distinctif en termes de réduction des abondances *d'Aphis pomi* en comparaison au témoin (test ANOVA; $p<0,001$) (Figure V.1.f). En référence aux abondances, nous voyons que les extraits aqueux des feuilles obtenus de la région Médéa (Doses et demi-dose) affichent une toxicité avérée sur les individus d'*Aphis pomi* comparé aux extraits aqueux des feuilles obtenus de la région Blida (Doses et demi-dose).

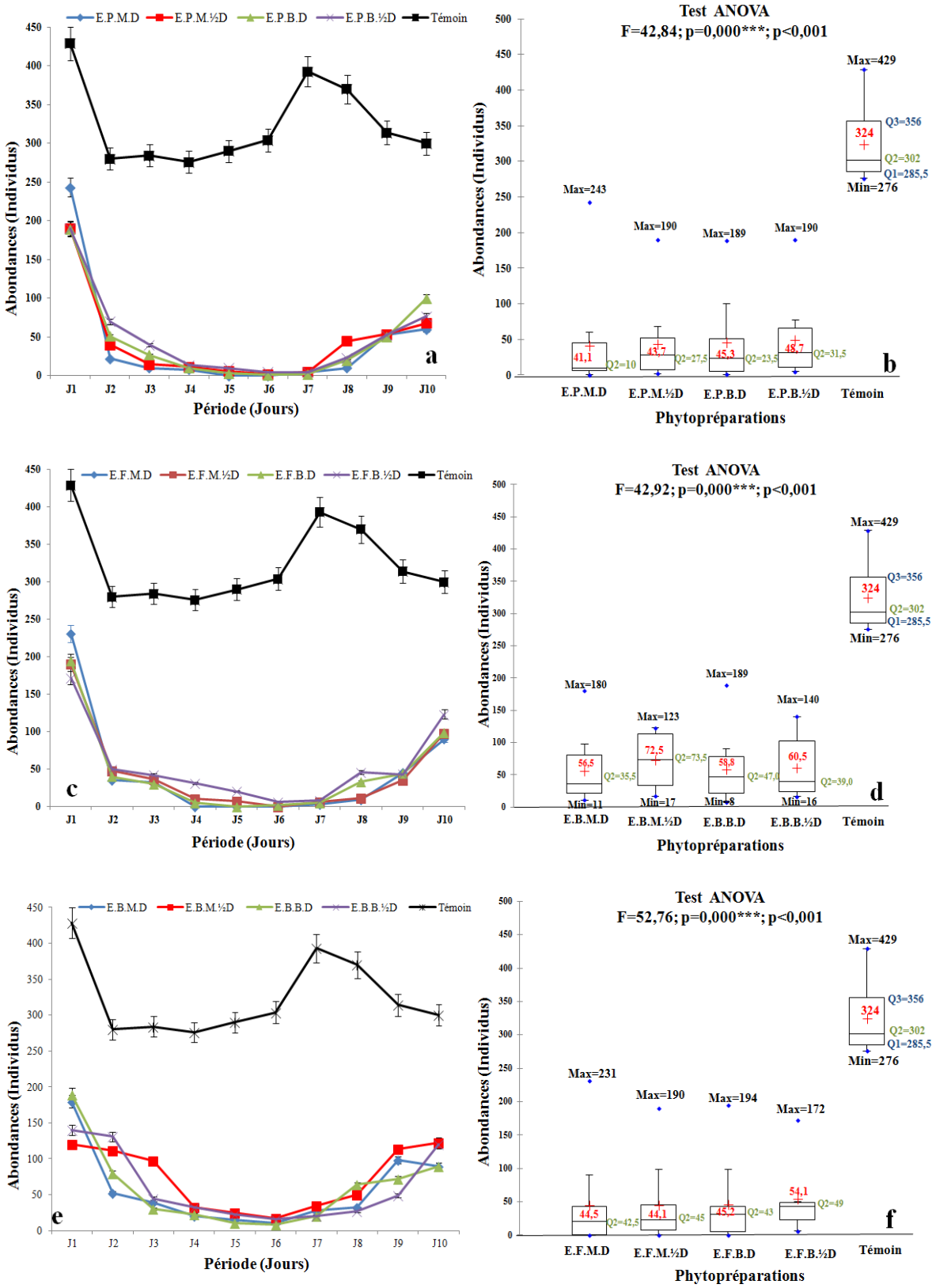


Figure V.1. Variation temporelle des abondances d'Aphis pomi sous l'effet des différentes phytopréparations

E.P.M.: Extraits aqueux de la plante entière de Médéa; E.P.B.: Extraits aqueux de la plante de Blida; E.F.M.: Extraits aqueux des feuilles de Médéa; E.F.B.: Extraits aqueux des feuilles de Blida; E.B.M.: Extraits aqueux des bulbes de Médéa; E.B.B.: Extraits aqueux des bulbes de Blida; D : Dose complete ; ½ D: Demi-dose ; Q:Quartiles ; Max: Maximum; Min :Minimum.

Les résultats relatifs à l'effet de la matière active **ACETAMIPRIDE** en fonction de différentes doses testées sur l'abondance de puceron vert du pommier *Aphis pomi*, sont projetés dans le tableau V.2. Ces derniers prouvent que les deux doses de la matière active ont montré un effet toxique très marqué sur les abondances du puceron vert en comparaison avec le témoin.

Tableau V.2. Effet de la matière active ACETAMIPRIDE sur l'abondance du puceron vert du pommier *Aphis pomi*

Molécules	Doses	Moy±E.S.	P-Value (ANOVA)
Matière active ACETAMIPRIDE	**D**	57,2±9,54	F=36,75;p=1,97 × 10 -8***; p< 0,001
	1/2D	58,2±7,72	
Témoin		324±16,98	

Dans un autre contexte, l'application de la matière active sous dose et demi-dose on montré un effet répressif dès les premières heures d'exposition sur les abondances d'*Aphis pomi*. Notons que l'effet répressif s'est maintenu simultanément chez les deux doses appliquées durant 8 jours. Dès le 9ème jour après le traitement, une reprise biocénotique très intense est appariée (Figure V. 2 a).

La comparaison des abondances observés sous l'effet de la matière active appliqué annonce une similarité d'effet entre de la dose (Q_1=0,75, Q_2=6, Q_3=77,00) et de la double dose (Q_1=4, 25; Q_2=11,5, Q_3=77) (Figure V.2.b). Pour le témoin l'abondance reste à un taux assez élevé.

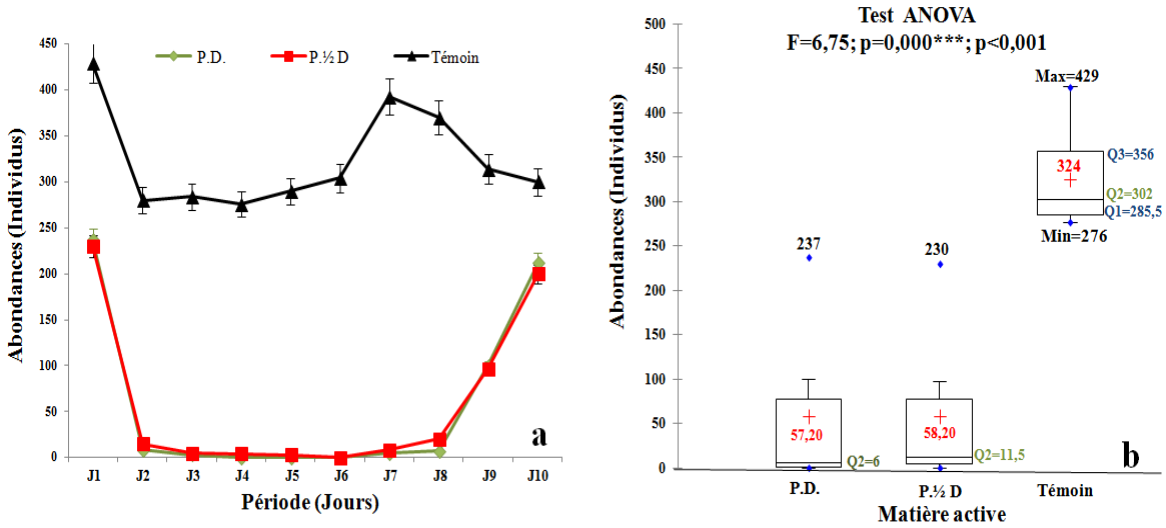


Figure V.2. Variation temporelle des abondances d'*Aphis pomi* sous l'effet de la matière active appliquée

P : Matière active; D : Dose homologue; ½ D: Demi-dose

V.2. Variation des populations résiduelles d'*Aphis pomi* sous l'effet des phytopréparations à base d'extraits aqueux d'*Urginea maritima* (L.)

Dans l'esprit de mieux visualiser les rapprochements de l'effet biocide entre les traitements appliqués, nous avons projeté l'ensemble des valeurs des populations résiduelles issues des essais d'efficacité des extraits aqueux et la matière active sur les axes de l'ACP ($F_1 \times F_2$=92,36%) (Figure V.3).

L'axe 1 (86,08%) montre une certaine distinction légère d'efficacité entre les extraits aqueux et de la matière active sur les populations résiduelles d'*Aphis pomi,* il est à noter aussi qu'il y a une similitude d'effet entre les extraits aqueux issue de la plante entière et des feuilles par comparaison aux extraits issus du bulbe d*'Urginea maritima* (L.) (Figure V.3).

Cependant le deuxième axe 2 (06,28%) démontre que dès le 2ème jour d'application, les populations résiduelles ce se raréfient sous l'effet des différentes molécules. De plus, l'analyse en Composantes Principales (ACP) montre qu'il y a un repeuplement des zones traitées au-delà du 8ème jour de suivi.

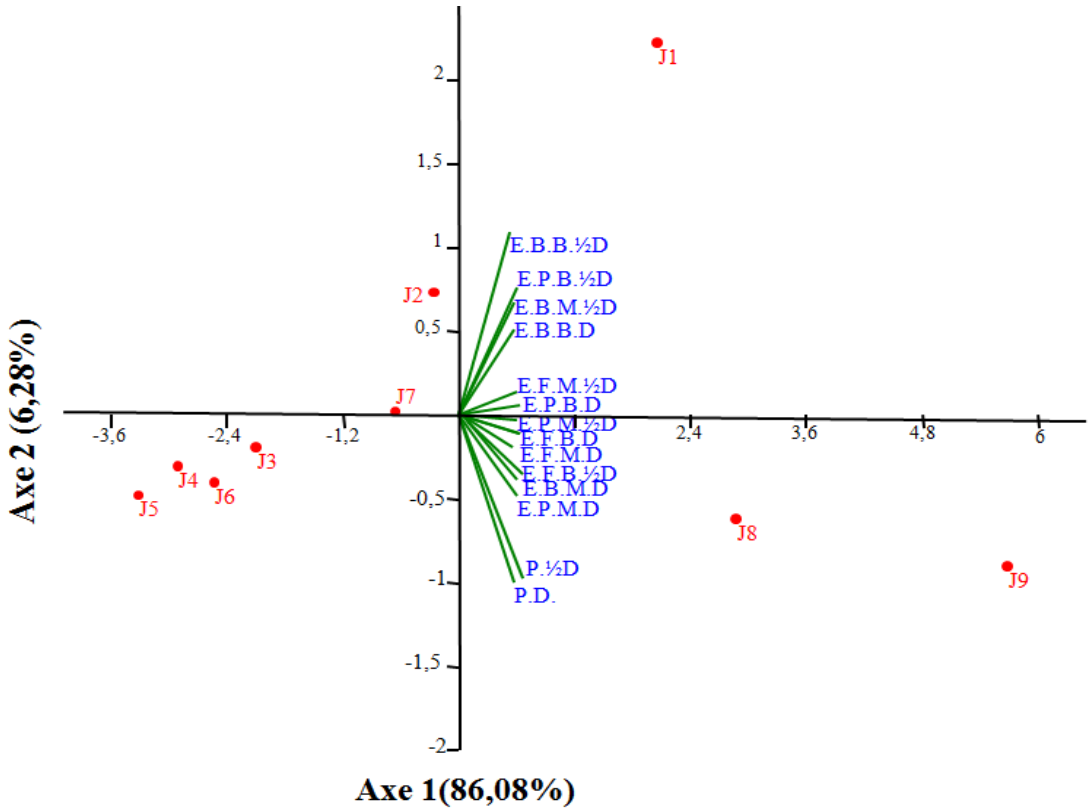


Figure V. 3. Projection des populations résiduelles d'*Aphis pomi* sous l'effet des traitements sur les deux axes de l'ACP

E.P.M.: Extraits aqueux de la plante entière de Médéa; E.P.B.: Extraits aqueux de la plante de Blida; E.F.M.: Extraits aqueux des feuilles de Médéa; E.F.B.: Extraits aqueux des feuilles de Blida; E.B.M.: Extraits aqueux des bulbes de Médéa; E.B.B.: Extraits aqueux des bulbes de Blida; P : Matière active; D : Dose complete ; ½ D: Demi-dose.

Nous avons appliqué le modèle général linéaire (G.L.M.), aux individus sexupares de manière à étudier l'influence des différentes molécules (Extraits aqueux et matière active) sur les populations résiduelles d'*Aphis pomi* (Figure V.4).

Les résultats obtenus suite à l'application de G.L.M. montrent clairement l'existence d'une différence significative (Test G.L.M.; p=0,000; p<0,001) durant toute la période de suivi. Les analyses, étalent que les différentes molécules appliques expriment une activité toxique passagère avec une phase d'effet de six jours et demi à l'égard de la population résiduelle. Ces molécules, perdent leur activité insecticide pour atteindre le rang des produits moyennement toxique appuyé par une reprise moyennement importante (Figure V.4.a).

La comparaison des doses d'application fait ressortir que la dose complete à exercé un effet de choc très remarquable comparé a la demi-dose (Test G.L.M.; p=0,020; p<0,05) (Figure V.4.b).

L'effet d'origine des plantes productrices des extraits aqueux montre la présence d'une différence non significative (Test G.L.M.; p=0,411; p>0,05) sur les populations résiduelles d'*Aphis pomi* avec une toxicité assez importante des extraits aqueux obtenu des plantes d'origine de Médéa (Ouzera) (FigureV.4.c).

L'effet des extraits aqueux des différents compartiments affichent une différence très hautement significative (Test G.L.M.; p=0,000; p< 0,001) avec un effet toxique à l'égard des populations résiduelles. Les résultats démontrent nettement l'effet puissant des extraits aqueux issus de la plante entière et des feuilles d*'Urginea maritima* (L.) par rapport aux extraits issus du bulbe de la même plante (Figure V.4. d).

Les analyses montrent que la molécule chimique provoque un effet toxique moyennement important à l'égard de populations traitées en comparaison à la molécule biologique (Figure V.4.e).

Quant à l'effet traitement sur la population résiduelle des individus d'*Aphis pomi*, nous remarquons que les extraits aqueux à base d*'U. maritima* et la matière active ACETAMIPRIDE montrent un effet insecticide comparable (Test G.L.M.; p=0,573; p>0,05) (Figure V.4.f). Par rapprochement de la toxicité des traitements utilisés, les résultats montrent que la dose complète de l'extrait aqueux de la plante entière obtenu de la région de Médéa (E.P.M.D) exerce la plus forte toxicité, tandis que la demi-dose l'extrait aqueux des bulbes de la même région (E.B.M. ½ dose) entraine la plus faible toxicité sur les individus d'*Aphis pomi*.

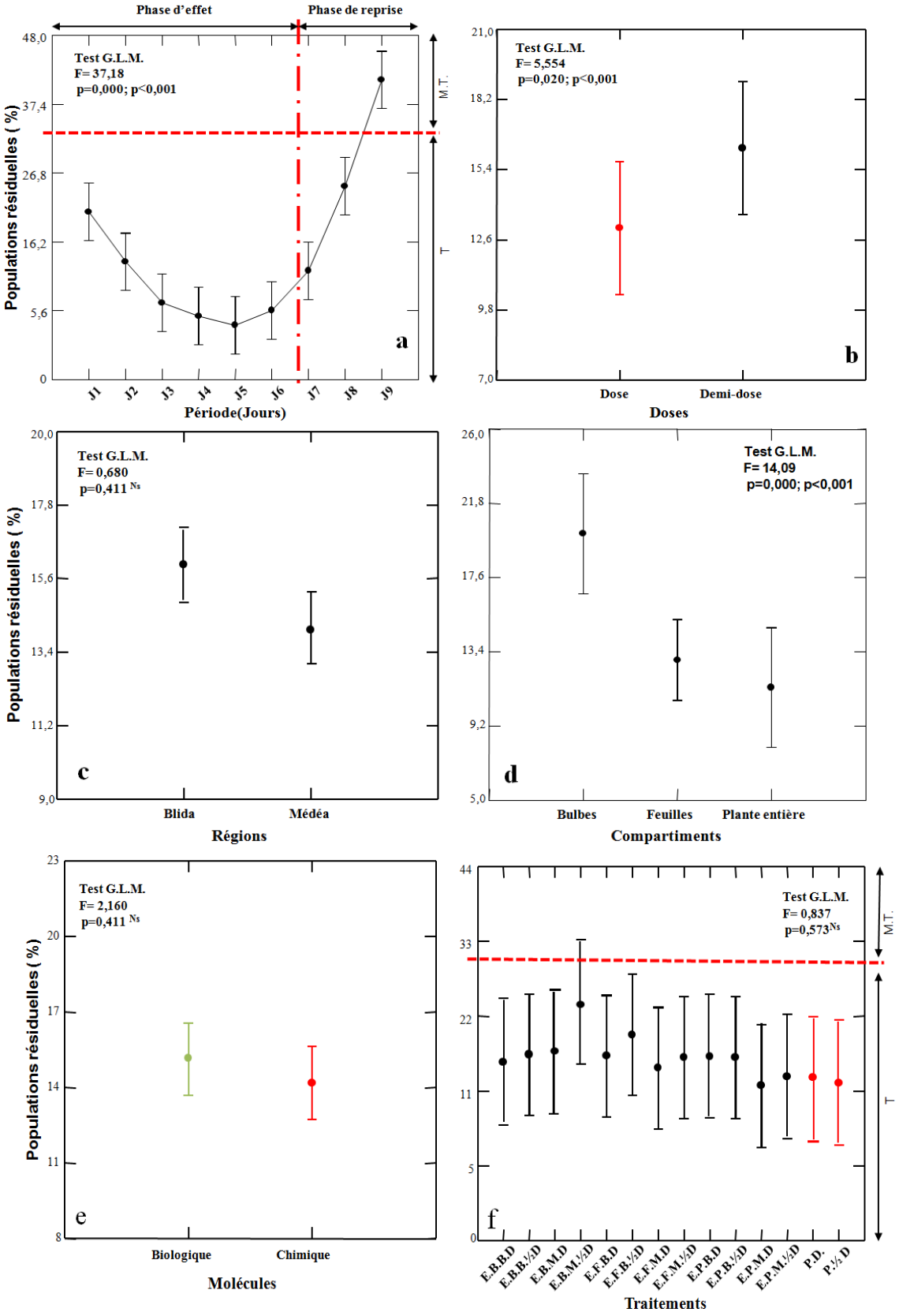


Figure V.4. Estimation de l'efficacité de différentes molécules appliquées sur les populations résiduelles d'Aphis *pomi*

E.P.M.: Extraits aqueux de la plante entière de Médéa; E.P.B.: Extraits aqueux de la plante de Blida; E.F.M.: Extraits aqueux des feuilles de Médéa; E.F.B.: Extraits aqueux des feuilles de Blida; E.B.M.: Extraits aqueux des bulbes de Médéa; E.B.B.: Extraits aqueux des bulbes de Blida; P : Matière active; D : Dose complete ; ½ D: Demi-dose.

L'évolution temporelle des populations résiduelles d'*Aphis pomi* simultanément sous l'effet de l'activité insecticide des différentes molécules (biologique et chimiques) a été confrontée au test ANOVA (Figure V.5.).

Nous remarquons que la matière active provoque une toxicité progressive (PR<30%) jusqu'au septième jour, au-delà de cette période une reprise d'activité biocénotique caractérisée par un accroissement remarquable des effectifs (Figure V.5.a)., en comparaison aux extraits aqueux qui révèlent une toxicité tardive qui se maintien jusqu'au sixième jour. Dès le septième jour une reprise biocénotique modérée est installée (Figure V.5.b).

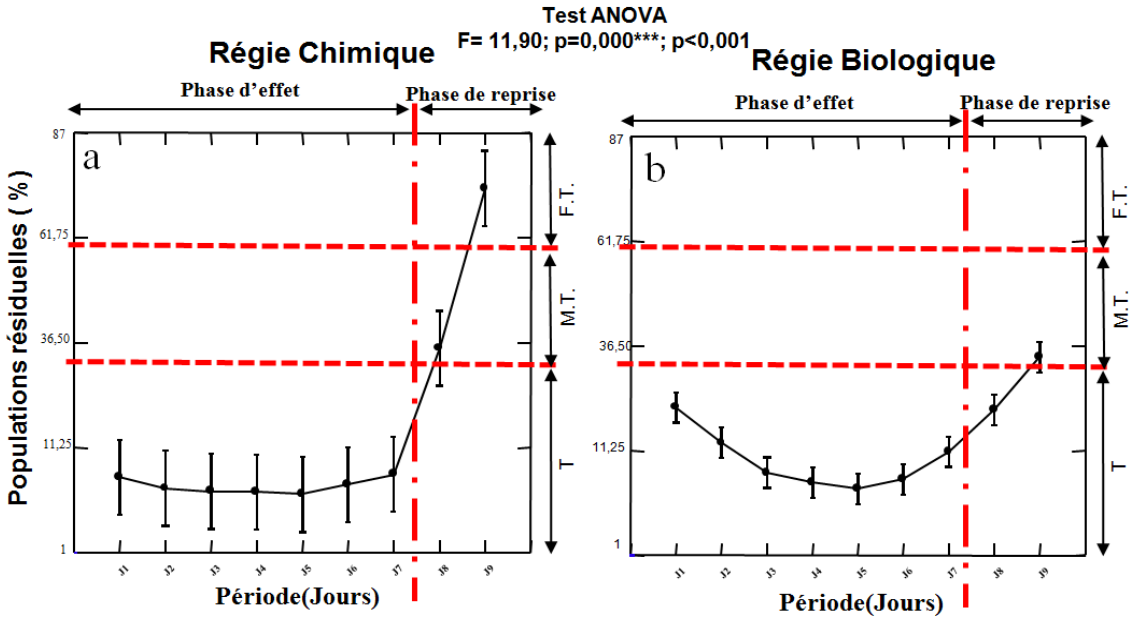


Figure V.9. Estimation de l'efficacité temporelle des différents traitements sur les populations résiduelles d'*Aphis pomi*

J : Jours ; T : Toxique ; M.T. : Moyennement toxique ; F.T. : Faiblement toxique

Chapitre VI

CHAPITRE IV

DISCUSSION

Ces dernières années, l'utilisation des produits chimiques de synthèse pour le contrôle des maladies et des insectes retire plusieurs problèmes sur l'environnement, la biodiversité et la santé humaine, ce qui a conduit à rechercher de nouvelles méthodes de lutte, entre autres la formulation de nouveaux bio-insecticides issus de plantes ciblant et perturbant les fonctions biochimiques de l'insecte. Les avantages reliés à l'utilisation de bio-pesticides devraient, en favoriser le développement commercial ; ils sont biodégradables, très spécifiques aux bio-agresseurs (Copping et Menn, 2000).

Plusieurs auteurs signent que les bio-pesticides d'origine botanique sont appelés à un avenir meilleur, car la demande en produits phytosanitaires sans danger, de faible rémanence et qualifiés de produits verts est actuellement en hausse (Larew et Locke, 1990; Gomez et *al.*, 1997).

Dans ce contexte, la présente étude rentre dans le cadre de la recherche et l'inventaire de la flore naturelle locale pouvant présenter des effets biocides. Elle a pour objectifs de valoriser certaines nouvelles molécules bioactives issues de plantes facilement utilisables par les agriculteurs. Cette étude nous a permis de mettre en exergue l'activité insecticide des extraits aqueux d'*Urginea maritima* en comparaison avec un produit de synthèse sur la structure populationnelle de puceron vert du pommier Aphis pomi.

Les résultats relatifs au produit biologique par le biais des applications des extraits aqueux de la plantes entières (*U. maritima*), des extraits aqueux des feuilles, des extraits aqueux des bulbes (*U. maritima*) et du produit chimique ACETAMIPRIDE ont montré un effet toxique marqué sur la structure populationnelle du puceron vert *Aphis pomi* en comparaison avec le témoin. Les mêmes résultats, montrent l'installation d'une reprise biocénotique très remarquable sous l'effet de la molécule chimique si elle est comparée à la molécule biologique.

Nous pouvons émettre l'hypothèse que les populations cibles ont réagi négativement à la matière active, et que la reprise caractéristique des survivants sous l'action de la molécule chimique est relative à l'activation de son métabolisme et par conséquent le rétablissement de homéostasie (état initial) au bout d'un intervalle temporel réduit.

L'effet toxique des extraits aqueux des plantes nous amène à suggérer que les extraits aqueux peuvent être dotés d'une activité biocide. Nos résultats concordent avec des études qui ont signalé que, les substances d'origine végétale ont toujours constitué une source majeure pour l'élaboration de nouvelles substances aux propriétés thérapeutiques

(Gomez *et al.,* 1997 *in* Tchaker *et al.,* 2016). Copieux travaux, montrent que les extraits de plantes ont été identifiés en générale en tant que ressource naturelle importante des insecticides (Kamaraj *et al.,* 2009 *in* Tchaker *et al.,* 2016).

Urginea maritima L. Baker (Asparagale / Asparagaceae) est une plante bulbeuse très fréquente de la région méditerranéenne (Bruneton, 1996). Selon Pascual-Villalobos et Ferna´ndez, (1999), *U. maritima* est une plante très connue et largement utilisée en phytothérapie. Plusieurs auteurs ont été signalés que activité biologique d'*Urginea maritima* pourrait être due à sa composition chimique constituée majoritairement des glycosides cardiaques, des anthocyanines, des flavonoïdes, des acides gras, des polysaccharides et l'oxalate de calcium sont également présents (Fernandez *et al.,* 1972, Kopp *et al.,* 1996; Spies *et al.,* 1992; Dizaye et Badraldin, 2010; Cogne *et al.,* 2001). Cette espèce renferme aussi des tanins, des composés réducteurs, des anthraquinones combinées, du mucilage, des triterpènes et des stéroïdes (Belhaddad *et al.,* 2017). Ce groupe de composants manifestant des activités biologiques pharmacologiques très marquées. Par ailleurs, la plante a été testée pour ses activités antimicrobienne (Belhaddad, 2017), antioxydante (Satyendra, 2014), antibactérienne (Manigandan *et al.,* 2007), antifongique (Daoudi et al., 2017), nematicide (Nebih Hadj- Sadok *et al.,* 2014) et insecticide (Pascual-Villalobos et Ferna´ndez, 1999).

Selon Maazoun *et al.* (2017), l'activité insecticide des extraits d'*Urginea maritima* ont révélés une bonne toxicité a l'égard de *Sitophilus oryzae* (L.). L'effet toxique des extraits éthanoliques d'*U. maritima* ont été prouvé contre les larves *Tribolium castaneum* Herbst où le taux de mortalité atteint 60 à 100% au bout de 24 heurs (Pascual-Villalobos et Ferna´ndez, 1999).

Les résultats étalent une variabilité d'effet biocide entre les extraits aqueux de la plante entière, des feuilles et des bulbes d'*U. maritima* à l'égard de la structure populationnelle des organismes cibles *Aphis pomi*. En effet, l'extrait aqueux des plantes et des feuilles signale une toxicité accentuée par rapport aux extraits aqueux des bulbes. Cette variabilité d'effet s'explique par la capacité des tissus des compartiments à accumuler des métabolites secondaires différents en quantité et en qualité. Nos résultats sont conformes aux résultats d'une autre étude qui montre que, les métabolites secondaires se répartissent très inégalement à l'intérieur d'une même espèce (Macheix *et al.,* 2005). Plusieurs études montrent que, les plantes peuvent synthétiser plusieurs molécules, la composition de l'ensemble varie quantitativement et qualitativement en fonction de la partie utilisée de la plante, l'âge de la plante et la période du cycle végétatif. Il est donc possible d'extraire différents composants issus d'une même plante qui produisent différents propriétés thérapeutiques (Tchaker, 2020).

Dans la présente étude, les résultats obtenus, révèlent que les extraits de la plante d'*U. maritima* prélevée de la région d'Ouzera Médéa produisent un effet toxique moyennement important sur l'abondance et la population résiduelle d'*Aphis pomi* par

rapport aux extraits de la région la région Blida. Ces résultats nous permettent de suggérer que la capacité de la plante à sécréter differentes substances secondaire est intimement influencé pas les conditions envirenemental.

Selon R*adušienė et al.* (2012), les plantes de la même espèce qui se développent dans des environnements différents peuvent avoir des concentrations en métabolites secondaires différentes. Au cours de leur croissance, les plantes interagissent avec leur environnement, et les différents composants abiotiques tels que l'eau, la lumière, la température, le sol et les éléments minéraux. Une disponibilité plus ou moins importante de ces composants abiotiques a une influence directe ou indirecte sur l'accumulation des métabolites secondaires (Al Naser, 2018). Selon le même auteur, les teneurs en métabolites secondaires varient en fonction de la saison et sont plus importantes dans le site qui présente les conditions climatiques les plus contraignantes.

De copieux travaux, montrent que le changement de température, précipitation, la période de la journée, la durée d'ensoleillement et l'amplitude thermique entre le jour et la nuit affectent directement la physiologie et la biochimique des plantes. Egalement l'humidité influe sur le processus métaboliques des plantes (Hughes 2000 *in* Tchaker 2020). Salvi *et al.* (2002 *in* Tchaker 2020), signalent qu'en altitude, pour se protéger du rayonnement solaire, les plantes synthétisent des substances de défense aux propriétés antioxydantes et antiradicalaires.

Par ailleurs, nous remarquons à travers les résultats de la présente étude que les potentialités biocide des traitements appliqués s'accentuent avec l'augmentation des doses. Nos résultats sont confirmés par ceux trouvés par Rahuman *et al.* (2009), qui ont montré que le degré de toxicité des extraits est en rapport avec la dose utilisée.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Les moyens de lutte utilisés pour limiter les pertes générées par les insectes ravageurs des cultures consistent à l'application de traitements basés principalement sur des produits chimiques, qui, malgré leur efficacité, restent nocifs pour l'homme et l'environnement. Afin de faire face aux risques de la lutte chimique, de nombreux travaux se sont intéressés à la recherche de méthodes alternatives, notamment le recours aux biopesticides botaniques.

Cette étude à été mené dans le cadre de l'évaluation de l'efficacité des extraits aqueux *d'Urginea maritima* par comparaison à un produit de synthèse sur la population du puceron vert du pommier *Aphis pomi* (De Geer, 1773) (Aphididae, Homoptera).

Les résultats semblent être intéressants et confirment l'activité insecticide des extraits aqueux *d'Urginea maritima* sur le puceron vert du pommier. Les résultats montrent que les extraits aqueux de la plante entière et de feuilles *d'Urginea maritima* provoquent un effet toxique marqué dont l'expression c'est manifestée par une mortalité importante et un temps de couverture phytosanitaire acceptable par comparaison aux extraits aqueux de bulbes. De plus, il est très important de signale que les extraits obtenus des plantes originaires de la région Médéa exercent une pression très importante sur les individus d'*A. pomi* comparé aux extraits obtenus des plantes issues de la région de Blida.

Nos résultats montrent que *U. maritima* peut constituer un outil alternatif très prometteur pour combattre les bio-agresseurs des cultures.

En fin, il serait intéressant de tester l'activité de ces extraits sur d'autres ravageurs et agents pathogènes en particulier.

Il serait aussi d'intérêt de rechercher et caractériser les matières bioactives existantes chez l'espèce spontanée étudiée afin de les formuler et les utiliser comme produits stables.

REFERENCES BIBILIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBILIOGRAPHIQUES

1. **Ababsa L ., 2012.** Régime alimentaire et reproduction de quelques espèces aviennes dans la région d'Ouargla. Thèse de Doctorat, ÉNSA, El Harrach, Alger, Algérie, 60 p.

2. **Agence canadienne d'inspection des aliments (A.C.I.A.)., 2014.** La biologie du *Malus domestica* Borkh. (Pommier commun).

3. **Aghofack-Nguemezi J., Passannet A. S. et Valère T., 2015.** Effets des extraits ou de la poudre de *Spirulina platensis* et *Jatropha curcas* sur la croissance et le développement de la tomate. *J. Appl. Biosci.*, 90:8413 – 8420.

4. **Al Naser O., 2018.** Effet des conditions environnementales sur les caractéristiques morpho physiologiques et la teneur en métabolites secondaires chez *Inula montana* « Une plante de la médecine traditionnelle Provençale ». Université d'Avignon, 2018. Français. NNT : 2018AVIG0341. tel-0191497, 178p.

5. **Aouinty B., Oufara S., Mellouki F et Mahar S., 2006.** Les extraits aqueux. Biotechnol. Soc. Environ.67p.

6. **Bambara D. et Tiemtoré J., 2008.** Efficacité biopesticide de *Hyptis spicigera* Lame., *Azadirachta indiça* A. Juss. et *Euphorbia balsamifera* Ait. sur le niébé *Vigna unguculata* L. Walp. *Tropicultura*, 26(1) : 53-55.

7. **Bagnouls F. et Gaussen H ., 1953.** Saison sèche et indice xérothermique. Bull. *Soc. Hist. Nat*. Toulouse, 88 : 193-239.

8. **Barthélémy., Silvie P., Assogba Komlan F., Alabi T.,Verheggen F. et Francis F ., 2017.** Mensah A. «Plantes pesticides et protection des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest (synthèse bibliographique). Biotechnol. Agron. Soc. Environ, 21(4), 2.

9. **Belhsaine M ., 2014.**étude des portes greffes de quelques rosacées a pépinière d'état de Tlemcen. P: 52.

10. **Belhaddad OE ., Charef N ., Ammamra S ., Zerargui F ., Baghiani A ., Khennouf S et Arrar L ., 2017.** Chromatographic fractionation, antioxidant and antibacterial activities of Urginea maritima methanolic extract.Pakisten. *Journal of pharmaceutical seinces*, 30: 127-134.

11. **Bore J.M. et Fleckinger J., 1997.** Pommier à cidre. Variétés de France. Ed. INRA, P : 771.

12. **Boutaleb A. et Joutei A., 2010**. synthèse des résultats de recherche sur l'utilisation de quelque biopesticides d'origine végétale sur les cultures d'importance économique au Maroc (2010).Proceeding du septième Congrèsde l'association Marocaine de protection des plantes, Rabat, Maroc Proceedings su septième congrès de l'association marocaine de protection des plantes. Rabat ,Maroc. Vol 2. 377-389.

13. **Brahim I .,2010.** Étude du comportement de ponte du carpocapse (Cydia pomonella L.) (Lepidoptera, Tortricidae) sur deux variétés de pommier. Mémoire de Magister, Universite de Batna, Algérie, 133p.

14. **Bretaudeau J.et Faure Y ., 1991.** Atlas d'arboriculture. Vol2. Edition Lavoisier. Paris. 66p.

15. **Bretaudeau J., 1975 .**Atlas d'arboriculture fruitière. Vol 1. Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Paris, P 245

16. **Bretaudeau J ., 1978.** Atlas d'arboriculture fruitière. Volume 02. Ed. J.B. Baillière et Fils. Paris, P : 173.

17. **Bruneton J., 1996.** Poisonous Plants.In: Plants dangerous to humans and animals .Tec & Doc Lavoisier (Paris), p: 529.

18. **Burte V., 2018.** Étude des stratégies de mouvement chez les parasitoïdes du genre Trichogramma : apports des techniques d'analyse d'images automatiques. Microbiologie et Parasitologie. COMUE Université Côte d'Azur (2015 - 2019), 2018. Français. NNT : 2018.

19. **Chaouia C. H., Mimouni N., Trabelsi S., Benrebiha, F.Z., Boutekrabt, T.F. et Chisholm P., Gardiner M., Moon E., Crowder D.W., 2014.** Tools and techniques for investigating impacts of habitat complexity on biological control. Biological Control In Press.

20. **Charara C ., 1972.**Les insectes du peuplier, biologie, écologie, nocivité, méthodes de Production. Ed. Lib. de la faculté des sciences, paris, 272p.

21. **Chenafi A., 2017.** Gestion de la contrainte de l'irrigation en goutte à goutte avec la double gaine enterrée sur un verger de pommier de type Gala. Thèse de doctorat, Biskra, Algérie, 133 p.

22. Chougar S., 2011. Bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (MEYRICK, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de tomate sous serre (Zahra, Dawson et Tavira) dans la wilaya de Tizi-Ouzou. UNIV-Mouloud MAMMER I. mémoire de magister

23. Charmillot P.-J. et Höhn H ., 2006. Guide de traitements POM M IER. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 38 (1): 26-27.

24. Chouinard G., Firle J. A., Vanoosthuyse F. et Vincent C ., 2000. Guide d'identification des ravageurs des pommiers et leurs ennemis naturels. IRDA et Saint- Laurent. Québec, 69 p.

25. Coutanceau M ., 1962 . Arboriculture fruitière. Technique et économie des Cultures de rosacées fruitières ligneuses. Ed. Baillère et fils, Paris, P : 46-47.

26. Copping L.G. et Menn J.J., 2000: Biopesticides: a review of their action, Applications and efficacy. *P est Management Science*, **6**:651-616. 24.

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

28. Cogne AL ., Marston A ., Mavi S et Hostettmann K ., 2001. Study of two plants used in traditional medicine in Zimbabwe for skin problems and rheumatism: Dioscora sylvatica and Urginea altissima. *Journal of ethnopharmacology*, 75: 51-53.

29. Cox C. et Surgan M., 2006. Unidentified Inert Ingredients in Pesticides: Implications for Humanand Environmental Health. Environmental Health Perspectives • volume 114, number 12.

30. Damien M., 2018. Favoriser les ennemis naturels de ravageurs par la diversité végétale dans un contexte hivernal. Thèse de doctorat, Université Rennes, France, 293p. NNT : 2018REN1B027. tel-01998652.

31. Daoudi A ., Bammou M., Haloui Z ., Ibijbijen J et Nassiri L ., 2017. Activite Antifongique Des Extraits Aqueux De Calendula Officinalis L, Urginea Maritima (L.) Baker Et Chenopodium Ambrosioides L,. European Scientific Journal August 2017 edition Vol.13, No.24

32. Dajoz R ., 1985. *Précis d'écologie*. Ed. Bordas, Paris, 505 p.

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

34. Dealmeida J ., 2012. Aménagement d'une plate-bande de fleurs pour améliorer la lutte naturelle de deux ravageurs du pommier, *Hoplocampa testudinea* (Tenthredinidae) et *Aphis pomi* (Aphididae). Université du Québec, 77p.

35. Delimi.; Taibi F., Fissah A ., Gherib S ., Bouhkari M et Cheffrour A ., 2013. « Bio-activité des huiles essentielles de l'Armoise blanche Artemessia herba alba : effet sur la reproduction et la mortalité des adultes d'un ravageur des denrées stockées *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera). *Afrique SCIENCE,* 09(3): 82- 90.

36. DelahayE T. et VIN P ., 1997 . Le pommier. 1er Edition ACTES SUD. Paris.88

37. Delplanque A ., 1988 . Les insectes associés aux peupliers. Memor, Bruxelles, 350 p.

38. Deravel J., Krier F., Jacques P., 2014. Les biopesticides, compléments et alternatives aux produits phytosanitaires chimiques (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.,* 18(2): 220-232.

39. Dib H., 2010. Rôle des ennemis naturels dans la lutte biologique contre le puceron cendré, Dysaphis plantaginea Passerini (Hemiptera : Aphididae) en vergers de pommiers. Sciences agricoles. Université d'Avignon, 2010. Français. NNT: AVIG0635, tel-00665080.

40. Dou el macane w.L. et Skiredj A ., 2003. L'abricotier, le prunier, le poirier, et le pommier. Transfert de Technologie en Agriculture. Fiches techniques. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat ; Bulletin Mensuel D'information et de liaison du pntta transfert de Technologie en Agriculture royaume du Maroc, ministère de l'agriculture et du développement ruralmader/derd, août 2003, N°107, 1-4.

41. El Guilli M., Achbani E., Fahad K. et Jijakli H ., 2009. *Biopesticides: Alternatives à la lutte chimique.* Paper presented at the Symposium international AGDUMED.

42. Emberger .L., 1955. Une classification biogéographique des climats. Trav. Lab. Bot. Zool. *Fac. Sci. Serv. Montpellier* 7, 3-43 pp

43. Eyraud V., 2014. Étude d'un insecticide naturel nommé PA1b : mécanisme d'action et expression hétérologue. Thèse de doctorat, Université Lyon, France, 189p.

44. Fernandez M ., Vega FA ., Arrupe T et Renedo J ., 1972. Flavonoids of squill,

Urginea maritima. *Phytochemistry*, 11: 1534.

45. Foottit R.G., Halbert S.E., Miller G.L., Maw H.E.L., et Russell L.M., 2006. Adventive aphids (Hemiptera: Aphididae) of America north of Mexico. Proceedings of the Entomological Society of Washington, 108: 583–610.

46. Foucher L., 2017. Évaluation de l'impact de bandes fleuries sur la régulation de pucerons en verger de pommier et culture de courge. Sciences du Vivant [q-bio], dumas-01650934, 89p.

47. Frah N., Khelil M. A. et Medjdoub-Bensaad F ., 2009. Circulating entomofaune in orchards of apple trees in the region of the Aurés (Eastern - Algeria*).African Journal of Agricultural Research*, 4 (3):178-186.

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

49. Fumey D., 2012. Approche architecturale de la réponse du pommier à la taille : de l'expérimentation a l'élaboration d'un modèle réactif. Thèse doctorat, université de Montpellier, France, 218p.

50. Gallais A. et Bannerot H ., 1995 . Amélioration des espèces végétales cultivées : Objectifs et critères de sélection. Ed. INRA, France, P : 578-594.

51. Gaussen, H., 1954. Théorie et classification des climats et microclimats. Actes VII Congr. Int. Bot. Paris, pp. 125-130.

52. Gautier M., 1993 . Arbre fruitier. Vol l.2eme édition .Ed.j.B. BAILLIERE. P : 594.

53. Gomez B., Mertes L. A. K., Phillips J. D., Magilligan F. J. et James, L. A ., 1995:.Sediment characteristics of an extreme flood: 1993 upper Mississippi River valley', Geology, **23:** 963–966.

54. Guiheneuf Y.,1998 . Production fruitière. Edition synthèse Agricole. Bordeaux. Rance.276p.

55. Guettala Frah N., 2009. Entomofaune, Impact Economique et Bio- Ecologie des Principaux Ravageurs du Pommier dans la région des Aurès. Mémoire de Magister, Université de Batna, Algérie, 166p.

56. Harris S. A., Robinson J. P., et Juniper B. E ., 2002. Genetic clues to the origin of the apple. Trends in Genetics 18(8):426-430.

57. Hammiche V., Merad R. et Azzouz M ., 2013. Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour méditerranéen. Springer-Verlag Paris, France, 408p.

58. Hancock J. F., Luby J. J., Brown S. K., et Lobos G. A., 2008. Apples. Pages 1-37 *in* J. F. Hancock, dir. Temperate Fruit Crop Breeding: Germplasm to Genomics. Springer Science+Business Media B.V., New York (NY).

59. Heuskin S., Verheggen F. J. , Haubruge E., Wathelet J-P et Lognay G ., 2011. The use of semiochemical slow-release devices in integrated pest management strategies. *Biotechnology, agronomy, society and environment*, 15**:** (3) 459-470.

60. Herbert GT., Chetan R ., Jie F., Jorge LP., Chaouki TA ., 2012. Finite abstractions for hybrid systems with stable continuous dynamics. Discrete Event Dynamic Systems, 22(1): 83-99.

61. IBIS (*I*ntégrer la *Bi*odiversité dans les *S*ystèmes d'exploitations agricole)., 2010. Méthodes alternatives aux produits phytosanitaires, *Pratiques*, N°4, 23-28p.

62. Ilboudo Z., 2009. Activité biologique de quatre huiles essentielles contre Callosobruchus maculatus (Coleoptera : Bruchidae), insecte ravageur des stocks de niébé au Burkina Faso. Thèse de doctorat en sciences biologiques appliquées. Université d'Ouagadou, 150 p.

63. Iluz D., 2011. The plant-aphid universe. C*ellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology.* 16: 91-118.

64. Ismail M., 2011. Plasticité de la réponse a l'exposition au froid chez *Aphidius ervi* dans le cadre des processus de stockage utilises en lutte biologique. Thèse de doctorat, Université Rennes, France, 170 p.

65. Janssens F.et Nef L., 1982. Les insectes nuisibles au peuplier en Belgique et en Europe occidentale. En Europe occidentale. Ed I.R.S.I.A., Louvain-la-Neuve103p.

66. Jaques R. P., Hardman J. M. , Laing J. E. , Smith R. F. et Bent E ., 1994. Orchard trials in Canada on control of *Cydia pomonella (Lep: Tortricidae)* by granulosis virus.*Entomophaga*, 39: 281-292.

67. Jackson J. E., 2003. Biology of apples and pears. Cambridge University Press, Cambridge.

68. Kogan M., 1998. Integrated Pest Management: Historical Perspectives and Contemporary Developments. *Annual review of entomology*, 43:243-270.

69. Kopp B ., Krenn L ., Draxler M ., Hoyer A ., Terkola R ., Vallaster P et Robien W ., 1996. Bufadienolides from Urginea maritima from Egypt. *Phytochemistry*, 42: 513-522.

70. Lakhdar L., 2015. Evaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles marocaines sur aggregatibacter actinomycetemcomitans : étude in vitro. Thèse de doctorat, Université RABAT, Maroc, 154p.

71. Lamamra M., 2018. Activités biologiques et composition chimique des huiles essentielles d'*Ammiopsis aristidis* Coss. (Syn. *Daucus aristidis* Coss.) et d'*Achillea santolinoides* Lag. Thèse de doctorat, Université de Sétif, Algérie, 156p.

72. Lambert N., 2010. Applicabilité de la lutte biologique aux ravageurs au Québec. Univ. Sherbrooke, Québec, Canada, 87p.

73. Larew HG. et Locke JC. , 1990. Repellency and toxicity of horticultural oil against whitefly on *Chrysanthemum. HortScience* **25 (11),** p. 1406–1407.

74. Luby J. J., 2003. Taxonomic classification and brief history. Pages 1-14 *in* D. C. Ferree, I. J. Warrington, dir. Apples: Botany, production and uses. CABI International

75. Magali C., 2009. Lutte intégrée en serres florales et en verger de pomme. Revue éditée dans le cadre du Programme National Agriculture et Développement Durable.

76. Manigandan R ., Priya P ., Suresh R, Giribabu K, Munusamy S, Praveen k ., 2007. Antibacterial Activity of U. indica Extract Obtained by Maceration Method. International Journal of Innovative Research in Science & Engineering ISSN (Online) 2347-3207

77. Masquin P., Lauri P-É. et Cassagne N., 2020. Le pommier en agroforesterie : Dynamique des ravageurs et de leurs ennemis naturels. [Stage] INRAE. hal-03030308, 75p.

78. Massonnet C., 2004. Variabilité architecturale et fonctionnelle du système aérien chez le pommier (Malus domestica Borkh.) : Comparaison de quatre cultivars par un approche de modélisation structure – fonction .Thèse Doctorat. Développement et Adaptation des Plantes .Ecole nationale supérieure agronomique de Montpellier. France, P : 184.

79. Macheix J-J., Fleuriet A. et Jay-Allemand C., 2005. Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaires. Ed. PPUR presses

polytechniques, ISBN, 2880746256, 9782880746254, 192 p.

80. Maazoun A. M., Hlel T. B., Hamdi S. H., Belhadj, F., Jemâa J. M. B., et Marzouki, M. N., 2017. *Screening for insecticidal potential and acetylcholinesterase activity inhibition of Urginea maritima bulbs extract for the control of Sitophilus oryzae (L.). Journal of Asia-Pacific Entomology, 20(3), 752–760.*doi:10.1016/j.aspen.2017.04.004.

81. Meksem N., 2018. Étude de l'effet biopesticide des extraits naturels de deux plantes de la famille des myrtacées : *eucalyptus globulus, eucalyptus camaldulensis.* Thèse de doctorat, Université Annaba, Algérie, 134p.

82. Merad R., 1991. *Scilla maritima* L. Baker. Centre Anti-Poisons, Bab-El-Oued, Alger, Algérie.

83. Mikiko U., Eiki W., Shigekazu I., Seiji I. et Shiro M., 2012. Development of immunoassay based on monoclonal antibody reacted with the neonicotinoid insecticides tea and its transfer from processed tea to infusion. J. Chemosphere, 111: 5-10.

84. Mondédji A.D., Kasseney B. D., Nyamador W.S., ABBEY G. A., Amévoin K., Ketoh G.K. et 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. *Int. J. Biol. Chem. Sci*. 10(4): 1666-1677.

85. M'ziane S. et Fekier R., 2018. Influence de traitements phytosanitaires sur le teneur et l'activité biologique des métabolites secondaires du pmmier, Universite Saad dahleb de Blida p19.

86. Ndomo A. F., Tapondjou A.L., Tendonkeng F. et Tchouanguep F. M ., 2009. Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera; Bruchidae). *TROPICULTURA*, **27**, 3, 137-143

87. Nebih Hadj- Sadok D., Hadroug S. et Taoussi F., 2014. Activité nématicide in vitro des extraits aqueux des plantes médicinales «Artemisia campestris, Ziziphus lotus, Datura stramonium et Urginea maritima» sur des larves de meloidogyne. Dixième conférence inter - nationale sur les ravageurs en agriculture montpellier – 22 et 23 octobre 2014. 7p.

88. O'Rourke D., 2003. World production, trade consumption and economic outlook

for apples. Pages 15-29 *in* D. C. Ferree, I. J. Warrington, dir. Apples: Botany, production and uses. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, Royaume Uni.

89. **Pascual-Villalobos M.J. et Ferna´ndez M., 1999.** Insecticidal activity of ethanolic extracts of *Urginea maritima* (L.) Baker bulbs. Industrial Crops and Products 10 (1999) 115–120

90. **Pirotte S., 2005**. Etat des vieux verges sur la commune de Theux et étude de leur intérêt ornithologique. Dep. Agro. Haut-Maêt, Reid, 136p.

91. **Quezel P., 1979.** La Région Méditerranéenne française et ses essences forestières. Signification écologique dans le contexte circum- méditerranéen. *Font Medit. 1 (1): 7-18.*

92. **Radušienė, J., Karpavičienė, B et Stanius, Ž ., 2012.** Effect of external and internal factors on secondary metabolites accumulation in St. John's worth. Bot. Lith. 18, 101–108

93. **Rahuman AA., Bagavan A., Kamaraj C., Saravanan E., Zahir AA. et Elango G ., 2009.** Efficacy of larvicidal botanical extracts against Culex quinquefasciatus Say (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.,* 104:1365–1372.

94. **Regnault-Roger C et Hamraoui A ., 993.** Influence d'huiles essentielles aromatiques sur Acanthoscelidesobtectus Say, bruche du haricot (Phasoelusvulgaris L.),Acta Botanica Gallica, 140 :2, 217-222, DOI : 10.1080/12538078.1993.10515584.

95. **Regnault-Roger.; Phellogène BJ.R. et Vincent C ., 2002.** Biopesticides d'origine végétale. Tec et Doc, Paris, 301-312.

96. **Rieger M., 2006**. Introduction to fruit crops. Food Products Press, Binghamton.

97. **Sanchez-Moreno C., 2002.** Methods used to evaluate the free scavenging activity in foods and biological systems, *Food Sci. and Technol. Inter.* **8**(3):121-137.

98. **Sauphanor B., Brosse V., Bouvier J-C., Speich P., Micoud A. et Martinet C ., 2000 .**Monitoring resistance to difubenzuron and deltamethrin in French codling moth populations(Cydia pomonella L.). Pest Management Science, 56: 74-82**.**

99. **Schaub L., Bloesch B., Grat B. et Höhn H., 1995.** Puceron cendré et des galles rouges du pommier. Revue. Suisse de Vit. Arb. Hort. N° 2: 94- 95.

100. Sellami S., Tounsi S. et Jamoussi K ., 2015. La lutte biologique, alternative aux produits phytosanitaires chimiques. Journal of new sciences, *Agriculture and Biotechnology*, 19(5): 736-743.

101. Spies T., Praznik W., Hofinger A ., Altmann F., Nitsch E et Wutka R ., 1992. The structure of the fructant sinistrin from *Urginea maritima*. *Carbohydrate research*, 235:221-230.

102. Sud Arbo., 2012. Les pucerons du pommier et du poirier. Fiches Techniques, 4p.

103. Tafifet L., 2010. Effet bactericide, fongicide et nematicide *in vitro* de quatre espèces végétales spontanées. Mémoire de Magister, Université de Blida, Algérie, 195p.

104. Tchaker F.Z., 2011. Évaluation des effets des extraits aqueux d*'Inula viscosa* en combinaison avec un bio-adjuviant sur la qualité phytochimique, la densité des sexupares de *Chaitophorus leucomelas* (*Homoptera: Aphididae)* et sur la reprise biocénotique. Mémoire de Magister, Université de Blida, Algérie, 241p.

105. Tchaker F. Z.; Merah O. et Djazouli Z-E., 2016. Toxicity Evaluation of Dittrichia viscosa L's Aqueous Extracts in Combination with Bio-Adjuvant Silene fuscata on Chaitophorus leucomelas Koch. (Hom., Aphididae) and on Biocenotic Resumption of Functional Gr. Jordan Journal of Agricultural Sciences, Volume 12, No.3 2016.

106. Tcharek F.Z. et Djazouli Z.E., 2020. Effet biocide des extraits méthanolique et aqueux du bigaradier *Citrus aurantium* l. (1753) sur le charançon du blé *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758). *Revue Agrobiologia* (2020) **10** (2): 2168-179.

107. Trillot M., Masseron A., Mathieu V., Bergougnaux F., Hutin C et Yves L ., 2002. Le pommier. Centre technique interprofessionnelle des fruits et légumes. (Ctifl).Edition Lavoisier. Paris. 287p

108. Trillot M., Masseron A et Tronel C., 1993. Pomme les variétés. Centre technique interprofessionnelle des fruits et légumes. (Ctifl). Edition Lavoisier. Paris. 203p.

109. Uzest M., Gargani D., Dombrovsky A., Cazevieille C., Cot D. et Blanc S., 2010. The ″acrostyle″: A newly described anatomical structure in aphid stylets. Arthropod Structure & Development. 39: 221-229.

110. Velasco R., Zharkikh A., Affourtit J., Dhingra A., Cestaro A., Kalyanaraman A., Fontana P., Bhatnagar S. K., Troggio M. et Pruss D ., 2010. The genome of the domesticated apple (*Malus* x *domestica* Borkh.). Nature Genetics:833-839.

111. Vincent C., Panneton B. et Fleurat-Lessard F ., 2000. La lutte physique en

phytoprotection. Ed. Quae, Paris, France, 337p.

112. Webster, A. D., 2005. The origin, distribution and genetic diversity of temperate tree fruits. Pages 1-11 *in* J. Tromp, A. D.

113. Zhi-lin, Y., Chuan-chao, D. et Lian-qing, C ., 2007. Regulation and accumulation of secondary metabolites in plant-fungus symbiotic system. Afr. J. Biotechnol. 6.

114. Ziadi S., 2001. Les génies PR -10 du pommier (Malus domestica) .Identification caractérisation et analyse de l'expression spatio-temporelle en réponse à une induction par l'acibenzolar S-methyl (ASM), un analogue fonctionnel de l'acide salicyclique. Thèse de Doctorat. Universite Rennes1, P : 182