

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



UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES ET AGROECOLOGIE

Mémoire

en vue de l'obtention du diplôme de Master académique
en Sciences de la nature et de la vie

Spécialité : Phytopharmacie et protection des végétaux

Thème :

**Connaissance de la régulation naturelle des phytophages du
bigaradier en zone urbaine**

Présenté par **Makhrouf Mohamed Amine**

Devant le jury composé de :

Présidente :	M^{me} Djemai. I	MCB	USD Blida 1
Promotrice :	M^{me} Allal. L	PR	USD Blida 1
Examinatrice :	M^{me} Baba Aissa. k	MAA	USD Blida 1

ANNEE UNIVERSITAIRE 2020/2021

Remerciements

Tout d'abord, je remercie DIEU le tout puissant et le Miséricordieux de m'avoir illuminé et ouvert les portes du savoir en me donnant la volonté, le courage et la patience

afin d'accomplir ce modeste travail.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à ma promotrice Professeure Mme ALLAL L, Je la remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé

*Mes remerciements et reconnaissances s'adressent aux membres du jury
notamment :*

Mme DJEMAI I Maître de Conférences B au Département des Biotechnologies et Agroecologie pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury.

Et Mme BABA AISSA K Maître assistante au Département des Biotechnologies et Agroecologie de m'avoir fait l'honneur également de participer au jury et examiner mon travail.

Un merci particulier à ma famille en qui j'ai trouvé un soutien constant et pour leurs encouragements. Je remercie également toute personne ayant contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail

Connaissance de la régulation naturelle des phytophages du bigaradier en zone urbaine

RESUME

Le présent travail est une contribution à l'étude de l'entomofaune phytophage et bénéfique inféodée aux bigaradiers d'ornement, en zone urbaine. Deux milieux ont été sélectionnés dans les communes de Béni Mered et Blida, respectivement près des habitations en bordures des routes et au niveau des espaces verts d'un établissement de formation. Les populations de phytophages et d'auxiliaires rencontrés ont fait l'objet d'un monitoring durant la période printanière entre les mois de mars et juin. L'échantillonnage du feuillage des bigaradiers a mis en évidence une répartition différente des fréquences d'abondance entre les catégories des phytophages mais pas entre les habitats et les dates de suivi. Les cochenilles suivies par les aleurodes et les pucerons étaient les plus représentés des phytophages. L'analyse du parasitisme, aussi bien au niveau du feuillage (milieu urbain à Béni Mered) qu'au niveau des captures des taxons bénéfiques (milieu urbain à Blida), a fait ressortir une bonne diversité des espèces spécialistes des trois catégories de phytophages rencontrés, les Aphelinidae, les Encyrtidae et les Figitidae. Les bigaradiers d'ornement en zone urbaine pourraient donc contribuer comme corridors biologiques pour les échanges de flux d'ennemis naturels avec les vergers d'agrumes situés dans le paysage environnant.

Mots clés : agrumes. *Citrus aurantium*, contrôle biologique, la biodiversité, milieu urbain.

معرفة التنظيم الطبيعي لنباتات البرتقال المر في المناطق الحضرية

ملخص

هذا العمل هو مساهمة في دراسة الحشرات النباتية المفيدة والمرتبطة بأشجار البرتقال المر للزينة في المناطق الحضرية. تم اختيار بيئتين في بلديتي بني مراد والبليدة، بالقرب من مساكن على جوانب الطرق وفي مساحات خضراء لمنشأة تدريب. تمت مراقبة أعداد الحشرات النباتية والمساعدين التي تمت مواجهتها خلال فترة الربيع بين مارس وجوان. كشف أخذ عينات من أوراق الشجر البرتقالية عن توزيع مختلف لتواتر الوفرة بين فئات الحشرات نباتية ولكن ليس بين الموائل وتواريخ المراقبة. كان البق الدقيقي الذي يليه الذباب الأبيض والمن هو الأكثر شيوعاً للحشرات النباتية. كشف تحليل التطفل، سواء على مستوى أوراق الشجر (البيئة الحضرية في بني مراد) أو على مستوى التقاط الأصناف المفيدة (البيئة الحضرية في البليدة)، عن وجود تنوع جيد في الأنواع المتخصصة في ثلاثة فئات (افلنات ومتقوصات) لذلك يمكن لأشجار البرتقال المر للزينة في المناطق الحضرية أن تساهم كممرات بيولوجية لتبادل تدفقات العدو الطبيعي مع بساتين الحمضيات الموجودة في المناظر الطبيعية المحيطة

. كلمات مفتاحية: حمضيات. البرتقال المر، التحكم البيولوجي، التنوع البيولوجي، البيئة الحضرية

Knowledge of the natural regulation of bitter orange phytophages in urban areas

ABSTRACT

This work is a contribution to the study of the phytophagous and beneficial entomofauna associated with ornamental bitter orange trees, in urban areas. Two environments were selected in the communes of Béni Mered and Blida, respectively near dwellings along roadsides and in green spaces of a training establishment. The populations of phytophages and auxiliaries encountered were monitored during the spring period between March and June. Sampling of bitter orange foliage revealed a different distribution of abundance frequencies between phytophagous categories but not between habitats and monitoring dates. Mealybugs followed by whiteflies and aphids were the most common phytophagous. The analysis of parasitism, both at the level of the foliage (urban environment in Béni Mered) and at the level of the catches of beneficial taxa (urban environment in Blida), revealed a good diversity of species specializing in the three categories of phytophages encountered., Aphelinidae, Encyrtidae and Figitidae. The ornamental bitter orange trees in urban areas could therefore contribute as biological corridors for the exchange of natural enemy flows with the citrus orchards located in the surrounding landscape.

Keywords : citrus. *Citrus aurantium*, biological control, biodiversity, urbanenvironment.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS

RESUME

ABSTRACT

ملخص

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

Introduction.....

CHAPITRE 1

IMPORTANCE DE LA VEGETATION EN ZONE URBAINE

1.1. Introduction	4
1.2. Les arbustes... ..	4
1.2.1. Arbustes d'ornement... ..	5
1.3. Les espèces arborées.....	6
1.4. La différence entre arbre et arbuste	7
1.4.1. Croissance différente entre l'arbre et l'arbuste.....	7
1.5. Intérêts... ..	8
1.6. Entretien	9
1.7. Importance écologique de plante.....	9
1.8. Rôle des arbres et arbustes en milieu construit... ..	10
1.9. Importance des espaces verts... ..	11

CHAPITRE 2

PRESENTATION DU BIGARADIER

2.1. Historique	14
2.2. Généralités sur la bigarade	14
2.2.1. Le bigaradier.....	14
2.2.2. Classification botanique... ..	15
2.3. Description... ..	16

2.3.1 L'appareil végétatif	16
2.3.2. L'appareil reproducteur	17
2.4. La culture du bigaradier	19
2.4.1. Les exigences climatiques.....	19
2.4.2. Les exigences édaphiques	20
2.5. La plantation.....	20
2.6. Entretien.....	21
2.7. Les insectes ravageurs du bigaradier.....	21
2.8. Auxiliaires entomophages des ravageurs du bigaradier	23

CHAPITRE 3

MATERIELS ET METHODES

3.1 Présentation de la région d'étude.....	27
3.2. Situation géographique de la wilaya de Blida	27
3.3. Etude climatique.....	27
3.4. Climat de la wilaya de Blida	28
3.5. Diagramme Ombrothermique.....	30
3.6. Présentation de la zone d'étude.....	31
3.7. Méthode d'échantillonnage	33
3.7.1. L'échantillonnage des feuilles.....	34
3.7.2. Captures par les pièges jaunes englués.....	34
3.8. Exploitation des résultats.....	38

CHAPITRE 4

RESULTAT ET DISCUSSION

4.1. Abondance des principales espèces de phytophages rencontrées sur le feuillage du bigaradier au niveau des deux habitats urbains à Blida et Béni Mered.....	38
4.1.1. Variation temporelle des moyennes d'abondance globale	38
4.1.2. Comparaison des moyennes d'abondance totale des phytophages rencontrés.....	41

4.1.3. Variation des catégories de phytophages selon les classes d'abondance	42
4.2. Analyse des communautés des espèces bénéfiques rencontrées au niveau des bigaradiers des deux habitats urbains à Blida et Béni Mered	43
4.2.1. Inventaire des principaux taxons bénéfiques capturés au niveau des bigaradiers de l'IFEG.....	44
4.2.2. Analyse des diversités temporelles des communautés d'auxiliaires capturés au niveau des bigaradiers de l'IFEG.....	46
4.2.3. Diagrammes de fréquence abondance des communautés de l'entomofaune bénéfique rencontrée sur les bigaradiers de l'IFEG	47
4.3. Analyse du nombre d'individus des phytophages parasités sur le feuillage des bigaradiers au niveau de l'habitat urbain de Béni Mered.....	49
Conclusion.....	52

Liste des figures

Figure 1.1 : Arbres et arbustes d'ornement.

Figure 1.2 : Différence entre arbre et arbuste.

Figure 1.3 : Importance de l'arbre en zone urbaine.

Figure 2.1 : Le bigarade.

Figure 2.2 : La feuille du bigaradier.

Figure 2.3 : Fruit du bigaradier.

Figure 3.1 : Situation géographique de la wilaya de Blida.

Figure 3.2 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson relatif à la région de Blida (de Février 2021 à Juin 2021).

Figure 3.3 : Situation du milieu d'étude IFEG (Institut de formation en électricité et gaz) dans la commune de Blida.

Figure 3.4 : Situation du milieu d'étude et arbres de bigaradier étudiés dans la commune de Béni Mered.

Figure 3.5 : Les échantillons des feuilles récoltées du bigaradier.

Figure 3.6 : Observations des captures de l'entomofaune du bigaradier d'ornement au niveau du laboratoire.

Figure 4.1 : Evolution temporelle des moyennes d'abondance totale (exprimée en moyennes des fréquences d'abondance) des principaux phytophages rencontrés sur le feuillage du bigaradier à Béni Mered et Blida. Figure.

Figure 4.2 : Graphes des moyennes d'abondance comparée des phytophages rencontrés sur le feuillage du bigaradier.

Figure 4.3 : Répartition des fréquences d'abondance des principaux phytophages rencontrés sur le feuillage des arbres de bigaradier par habitat. (Les traits figurant au niveau du box plot correspond à la médiane des valeurs).

Figure 4.4 : Diagrammes rang fréquence des communautés de l'entomofaune bénéfique rencontrée dans le milieu urbain à l'IFEG (Blida).

Figure 4.5 : Comparaison des moyennes des effectifs de phytophages parasités sur le feuillage des bigaradiers dans les deux milieux urbains.

Figure 4.6 : Répartition temporelle du nombre d'individus parasités moyen des cochenilles et des aleurodes dans les deux milieux urbains.

Liste des tableaux

Tableau 2.1 : Position systématique de la bigarade

Tableau 2.2 : Caractéristiques du bigaradier

Tableau 3.1 : Températures pour la période de Février à Juin 2021

Tableau 3.2 : Les moyennes pluviométriques mensuelles pour la période de Février à Juin 2021

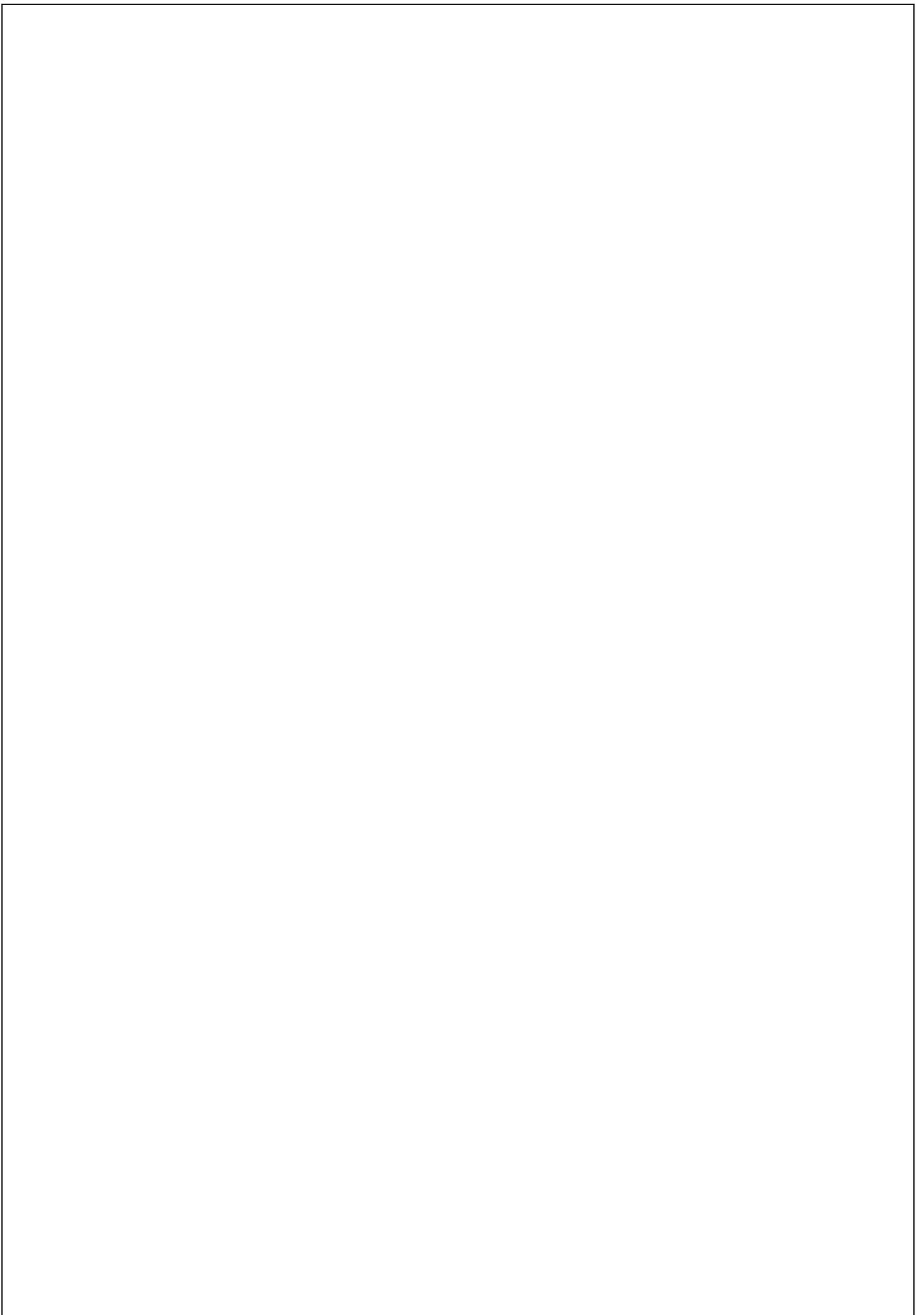
Tableau 3.3 : Moyennes mensuelles de la vitesse du vent pour la période de Février à Juin 2021

Tableau 4.1: Résultats de la comparaison des moyennes d'abondance globale des ravageurs sur le bigaradier durant la période de suivi.

Tableau 4.2 : Présence-absence des espèces entomologiques capturées au niveau des bigaradiers dans la zone urbaine de Beni Mered (Blida)e bigaradier durant la période de suivi.

Tableau 4.3. Indices écologiques des communautés de l'entomofaune capturée au niveau des bigaradiers.

Tableau 4.4. Résultats du GLM (ANOVA, Systat vers. 12.0) relatif à la comparaison des effectifs de phytophages parasités dans les deux milieux urbains



INTRODUCTION

Introduction générale

En milieu urbain, la biodiversité se définit comme la variété des organismes vivants, leurs gènes et la multiplicité des habitats dans les établissements humains et autour de ceux-ci (**Muller, 2010**). La biodiversité offre de nombreux bénéfices aux humains tels que le maintien du fonctionnement des écosystèmes et de nombreux services dont la régulation du climat, la formation et la rétention du sol, la résistance aux espèces envahissantes, la pollinisation des plantes et le contrôle des organismes nuisibles et de la pollution (**Millennium Ecosystem Assessment, 2005**). Les corridors écologiques qui font partie des techniques de restauration de la biodiversité (**Tewksbury et al., 2002**), sont des éléments linéaires du paysage dont la fonction est de relier et de favoriser les flux écologiques entre des parcelles d'habitat pour la dissémination des espèces.

Dans ce sens, les espaces verts en l'occurrence les arbres et arbustes d'ornement aménagés en jardins ou plantés le long des axes routiers ou encore près des habitations créent une zone végétalisée susceptible d'avoir un rôle important en tant que corridor biologique.

Parmi les arbres d'ornement rencontrés en zone urbaine figurent les bigaradiers.

Le Bigaradier *Citrus aurantium* L. est un arbre à usages multiples en Algérie. Outre son utilisation en tant que principal porte greffe des agrumes, il est planté pour ses fleurs pour l'extraction du néroli et de l'eau de fleur d'oranger et aussi pour sa valeur paysagère en tant qu'arbre ornemental dans les régions où la culture en plein air des agrumes est possible.

Le bigaradier orne de nombreux sites de la plaine de Blida. Il n'y a pas si longtemps, la commune de Blida bénéficiait financièrement de la vente de ses oranges amères. En plus de son aspect décoratif, l'orange amère est exploitée pour son fruit - bigarade - et pour ses feuilles et ses fleurs parfumées. Comme pour les autres agrumes, les fruits sont transformés en confiture. Les fleurs et les feuilles de bigaradier étaient distillées pour en extraire une huile essentielle qui était ensuite utilisée en parfumerie comme arôme alimentaire ou en médecine traditionnelle.

Si à notre opinion, certaines études en Algérie s'intéressent aux espaces verts à travers une prise de conscience du besoin de prendre en considération l'évaluation de l'environnement urbain (**Ali Khodja, 2000 ; Ali Khodja, 2001 ; Lamri, 2012**); peu d'attention est accordée à l'état des lieux sanitaire et à la protection de ces espaces végétalisés.

Les bigaradiers sont menacés en raison de leurs sensibilités à une large communauté de ravageurs pouvant endommager la plante hôte à différents stades phénologiques, Face aux

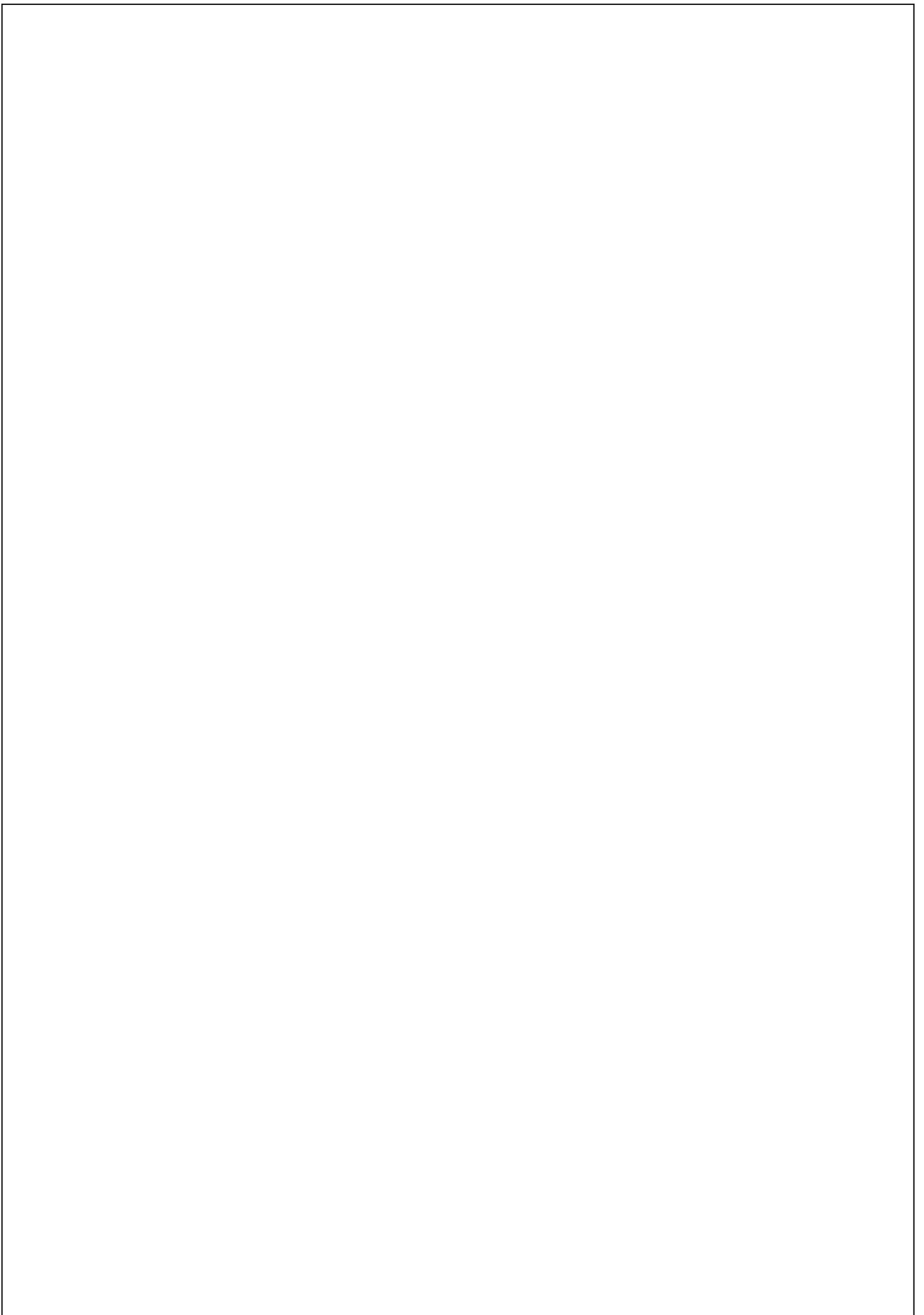
INTRODUCTION

attaques de différents ravageurs, différents insectes parasitoïdes et prédateurs participent à la protection du bigaradier et se distinguent suivant leur mode d'attaque ou de parasitisme.

Cependant, la connaissance de la diversité et de l'abondance des insectes utiles associés aux espaces urbains ou suburbains du bigaradier au niveau de la région de Blida n'a pas fait l'objet d'études concrètes à ce jour.

C'est dans ce contexte que le présent travail a été réalisé et qui s'articule autour de quatre chapitres.

Les deux premiers chapitres bibliographiques concernent la présentation de l'arbre urbain en général ainsi que la présentation du bigaradier. Les troisièmes et quatrièmes chapitres présentent la méthodologie d'étude réalisée sur des bigaradiers d'ornement en zone d'agglomération dans les communes de Blida et Béni Mered ainsi que les résultats obtenus et leur discussion. Une conclusion et des perspectives sont données à la fin de ce document.



CHAPITRE 1

**IMPORTANCE DE LA VEGETATION EN ZONE
URBAINE**

1.1. Introduction :

Les arbres et les arbustes sont les formes les plus développées du règne végétal et constituent une composante majeure des paysages. La présence de ces formes végétales en ville répond à des questions sociales d'amélioration du cadre de vie et d'accompagnement des usages (Soares, 2010). Parmi les diverses formes des végétaux d'ornement en ville, on trouve les arbres d'alignement, qui sont des plantations aménagées en bordure des principales voies de communication, rues, avenues, boulevards, quais, sur les places de promenades (Haddad, 1996).

Les végétaux dans la ville et en particulier les arbres jouent un rôle primordial principalement pour adoucir la ville, accompagner et structurer des aménagements urbains ou plus franchement apporter une part importante de nature (Marylise, 2012).

L'arbre dans le milieu urbain joue un rôle essentiel dans l'écologie urbaine, comme élément de décor, d'aménagement et participant légèrement à atténuer la pollution de l'air et les pics thermo hygrométriques propres aux microclimats urbains. Dans l'espace public, en dehors des grands parcs, ces arbres ont une espérance de vie ne dépassant généralement pas 30 ans. En raison de la bulle de chaleur urbaine et de la pollution lumineuse, le débourrement est souvent plus précoce, et la chute des feuilles beaucoup plus tardive. Selon la NASA, ils produisent 20% de moins d'oxygène que les mêmes arbres dans la nature (Bovin, 2008).

En général la plantation des arbres dans les sols des villes, revêtus de goudron, et leur gestion, posent des difficultés spécifiques aux services techniques des villes, en raison du système racinaire mais aussi de la fragilité des arbres vis-à-vis des organismes ravageurs (Subburayalu et Sydnor, 2012).

1.2. Les arbustes :

Les arbustes sont des plantes indispensables pour structurer et aménager un jardin. Ils assurent le décor de fond en arrière-plan d'un massif, donnent de la hauteur aux plates-bandes et créent des haies de toutes sortes. Il est possible d'associer aux 4 saisons de l'année des arbustes qui fleurissent au printemps, d'autres en été, d'autres encore avec un feuillage automnal, sans oublier les arbustes à intérêt hivernal. Ces arbustes à feuillage persistant gardent leurs feuilles même en hiver et évitent que le jardin se retrouve nu durant la saison froide.

CHAPITRE 01 IMPORTANCE DE LA VEGETATION EN ZONE URBAINE

Les arbustes sont cultivés dans un but ornemental dans les parcs, les jardins et le bord des routes. Parmi les arbres et les buissons, certains sont cultivés pour leurs fruits ou pour leur bois.

Un arbuste, en botanique, est voisin de l'arbrisseau chez les plantes ligneuses, mais la tige est à la base simple et unie; elle n'atteint pas de fortes dimensions, ni en diamètre, ni en hauteur. L'arbuste est un petit arbre de moins de 6-8 mètres de hauteur à taille adulte. Il porte généralement des feuilles et produit des fleurs. L'arbrisseau n'a pas de tronc, contrairement à l'arbuste. **(Marylise, 2012).**

Un arbuste est une plante ligneuse de petite à moyenne taille. Contrairement aux herbacées, les arbustes ont des tiges ligneuses persistantes au-dessus du sol. Ils se distinguent des arbres par leurs tiges multiples et leur hauteur plus courte, et mesurent habituellement moins de 6 m. Les plantes de nombreuses espèces peuvent pousser soit en qualité d'arbustes ou d'arbres, en fonction de leurs conditions de croissance. Les petits arbustes, généralement de moins de 2 m de hauteur, comme la lavande et la plupart des petites variétés de rosiers, sont souvent appelés sous-arbrisseaux.

Les arbustes ont besoin d'un certain climat, ensoleillement, arrosage... pour pouvoir croître et survivre. Ils attirent les insectes comme les pucerons, mais aussi les papillons... de petits animaux comme les oiseaux et les grenouilles, les colibris...

Les arbustes dans la pratique du jardinage commun sont généralement considérés comme des plantes à larges feuilles, bien que certains conifères plus petits tels que le pin des montagnes et le genévrier commun soient également de structure arbustive. Les espèces qui poussent dans une forme arbustive peuvent être soit à feuilles caduques ou à feuilles persistantes.

En botanique et en écologie, un arbuste est plus spécifiquement utilisé pour décrire la structure physique particulière ou la forme de vie végétale des plantes ligneuses qui ont moins de 8 mètres de hauteur et qui ont généralement beaucoup de tiges à la base ou à proximité **(Mullaney et al., 2015).**

1.2.1. Arbuste d'ornement :

Les arbustes sont décoratifs par divers aspects (fig.1) : feuillage coloré, fleurs, fruits, forme des branches, coloris des rameaux, etc. Les uns ont un feuillage caduc, les autres un feuillage persistant. Leurs dimensions varient d'une dizaine de centimètres de hauteur jusqu'à plusieurs mètres. Certains ont des rameaux dressés, d'autres une végétation étalée ou encore des pousses

très longues et souples, sortes de lianes permettant de couvrir un support quelconque (MacMillan, 1976).



Figure 1.1 : Arbres et arbustes d'ornement.

1.3. Les espèces arborées :

Un arbre est une plante vivace possédant une tige ligneuse nommée 'tronc'. Il existe une extrême diversité de formes et de hauteurs d'arbres.

Le feuillage peut être caduque ou persistant selon l'espèce. La majorité des arbres sont des angiospermes, c'est à dire qu'ils produisent des graines issues d'un ovaire. Les fruits qui les contiennent sont souvent secs ou charnus.

Seuls les conifères sont gymnospermes car ils se reproduisent à partir d'ovules nus situés généralement sur les écailles des cônes.

Le port des arbres peut être très varié : arrondi (*Fagus*), colonnaire (*Quercus pontica*, *Juniperus communis*...), conique (Cyprès de Florence) ou encore pleureur (*Salix babylonica*) (Anonyme 1974).

1.4. La différence entre arbre et arbuste :

CHAPITRE 01 IMPORTANCE DE LA VEGETATION EN ZONE URBAINE

Les arbres sont généralement plus grands que les arbustes et se reconnaissent par leurs troncs parfois imposants et généralement non-ramifiés.

Le port a une grande importance dans la différenciation des deux sortes de végétaux (fig. 1.2). Ceci est dû à leur différente manière de croître. Dans le cas d'un arbre, on parlera d'acrotonie', c'est à dire que la croissance des bourgeons terminaux sera privilégiée sur les jeunes sujets afin de former le tronc qui caractérise les arbres. La tige principale va donc se développer à partir de son bourgeon terminal. Après quelques années, les bourgeons latéraux les plus proches formeront le premier verticille. Sur les rameaux ainsi formés, le bourgeon terminal va se développer et ainsi de suite jusqu'à ce que les bourgeons latéraux les plus proches du bourgeon terminal se développent.

Dans la majorité des cas, le bourgeon secondaire situé au-dessous se développe plus que le bourgeon situé au-dessus chez les arbres (hypotonie) contrairement aux arbustes chez qui c'est l'inverse (épitonie). Cette différence influe évidemment sur le port des végétaux et sur leur structure générale ce qui permet de mieux les différencier (Vilmorin, 1994).

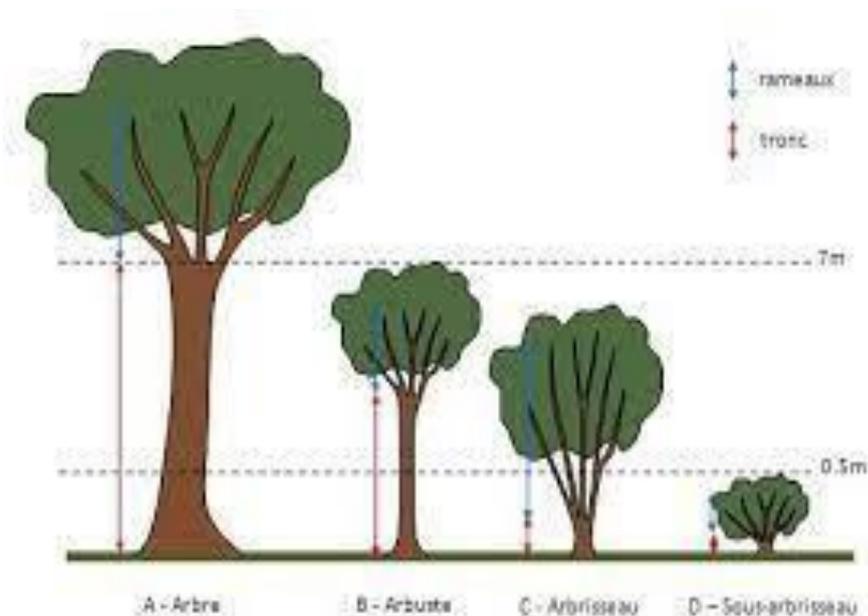


Figure 1.2 : Différence entre arbre et arbuste (Vilmorin, 1974)

1.4.1. Croissance différente entre l'arbre et l'arbuste :

CHAPITRE 01 IMPORTANCE DE LA VEGETATION EN ZONE URBAINE

Sur le plan de la croissance, les arbres ont tendance à pousser plus en hauteur et leurs branches sont plus éloignées du sol, tandis que les arbustes peuvent pousser dans tous les sens et leurs feuilles sont généralement plus basses. Le houx et l'oranger, par exemple, sont considérés comme des arbustes.

L'arbre est plus grand ne possède qu'un seul tronc, tandis que les deux types de végétaux possèdent une tige ligneuse. De manière générale, l'arbre se distingue par son tronc unique de couleur brune et de forme plus large. En effet, si on le compare à l'arbuste, l'arbre est de taille généralement plus imposante ; pouvant atteindre jusqu'à 100 mètres, il est plus haut et plus large que son congénère.

De plus petite taille, l'arbuste dépasse tout au plus sept mètres – certains arboristes parlent de huit – et sa base est composée de plusieurs tiges, souvent ramifiées, qui sont plus minces que les troncs d'arbre, qui sont rarement ramifiés. Un exemple d'arbuste que l'on pourrait facilement confondre avec un arbre est le lilas.

Possédant plusieurs tiges, le lilas est un arbuste caduc pouvant atteindre jusqu'à sept mètres de haut et dont les feuilles sont larges et vertes. D'autres arbustes peuvent être confondus avec des arbres, et cela s'explique par leur ressemblance en tout point avec leurs congénères (**Thomas, 2001**).

1.5. Intérêts :

a. L'intérêt paysager et esthétique :

Ce critère a également une grande importance pour certains projets et doit être pris en compte dans le choix des espèces à planter. Il est ainsi intéressant de diversifier les espèces sélectionnées selon leur port (arboré, arbustif ou lianescent) et leur période de floraison.

Le fait d'associer des ligneux à floraison précoce et d'autres à floraison plus tardive présente en effet un intérêt esthétique et écologique, en apportant par exemple une ressource alimentaire variée pour la faune (insectes pollinisateurs, oiseaux et petits mammifères).

Par ailleurs, la plantation s'intégrera d'autant mieux dans le paysage qu'elle est constituée d'espèces déjà implantées localement (**Jens, 1999**).

b. Les intérêts techniques et écologiques :

CHAPITRE 01 IMPORTANCE DE LA VEGETATION EN ZONE URBAINE

Le choix des espèces est guidé par le type de plantation effectué ainsi que par les fonctions qu'elles remplissent. Les espèces sélectionnées dans le cas d'un reboisement ne seront pas les mêmes que celles adaptées à la réhabilitation de ripisylves. Dans le cas de la plantation d'une haie, il peut être aussi intéressant d'implanter des espèces mellifères ou productrices de fruits propices à la petite faune (**Anonyme. 1989**).

1.6. Entretien :

a. Arrosage

Les arbres et arbustes fraîchement plantés doivent être abondamment arrosés directement après la plantation. Avec leur faible système racinaire, ils sont encore sensibles pendant un certain temps à la sécheresse, surtout sur sol perméable et en situation ensoleillée, tant que la masse racinaire ne peut pas encore compenser l'évaporation par la masse foliaire (**Steiger et Glauser, 2016**) . Les premières années, un arrosage peut donc être nécessaire en cas de sécheresse. Des feuilles qui se flétrissent indiquent une situation déjà très précaire (**Edelin, 1991**).

b. Fumure

En général, aucune fumure n'est nécessaire pour les ligneux indigènes en bonne santé, plantés dans des sols de bonne terre.

c. Contrôle des tuteurs des arbres

Les liens reliant l'arbre au tuteur peuvent être trop lâches et donc ne servir à rien en cas de vent. Au contraire, ils peuvent aussi être trop serrés et blesser la jeune écorce par frottement. Le tuteur lui-même peut aussi froter contre l'arbre. Après trois à cinq ans, l'enracinement de l'arbre est en général suffisant et le tuteur peut être enlevé.

1.7. Importance écologique de l'arbre

L'arbre, par son envergure, cache la lumière aux espèces végétales en dessous. Il s'agit d'une interaction biologique connue comme l'allélopathie. On dit de la structure d'un arbre qu'elle est horticloïde quand ses branches sont plagiotropes et verticillées ; par exemple, l'espèce *Abies alba*. Est alsophile un organisme qui vit dans des groupes d'arbres isolés.

Par essence, un arbre est un végétal pérenne. Un arboretum est un jardin botanique présentant une collection et une association végétale uniquement composée d'arbres. Certaines

CHAPITRE 01 IMPORTANCE DE LA VEGETATION EN ZONE URBAINE

associations sont appelées fruticetum, pinetum..., en fonction d'une spécialisation dans l'association.

La position des feuilles sur plusieurs niveaux permet à l'arbre de jouer un rôle dans la photosynthèse grâce notamment à l'augmentation de la surface d'échange des gaz (CO₂ et O₂).

L'arbre joue donc un rôle majeur dans le fonctionnement écologique, en raison de sa capacité à stocker le carbone, à prendre une part active dans le cycle de l'eau et de manière générale à constituer les écosystèmes complexes que sont les forêts, sources et refuges de la biodiversité. Le rôle écologique de l'arbre se fait également sentir dans l'évolution et conservation des sols dans la mesure où il apporte une protection mécanique se manifestant par l'obstacle opposé au ruissellement et en empêchant le tassement du sol par les pluies battantes fréquentes (**Kadiata, 2010**).

Ecologiquement les arbres jouent les fonctions telles que l'assèchement des marais ; comme rideau comme brise-vent ; lutte contre l'érosion ; fixation du gaz carbonique (puits de carbone)

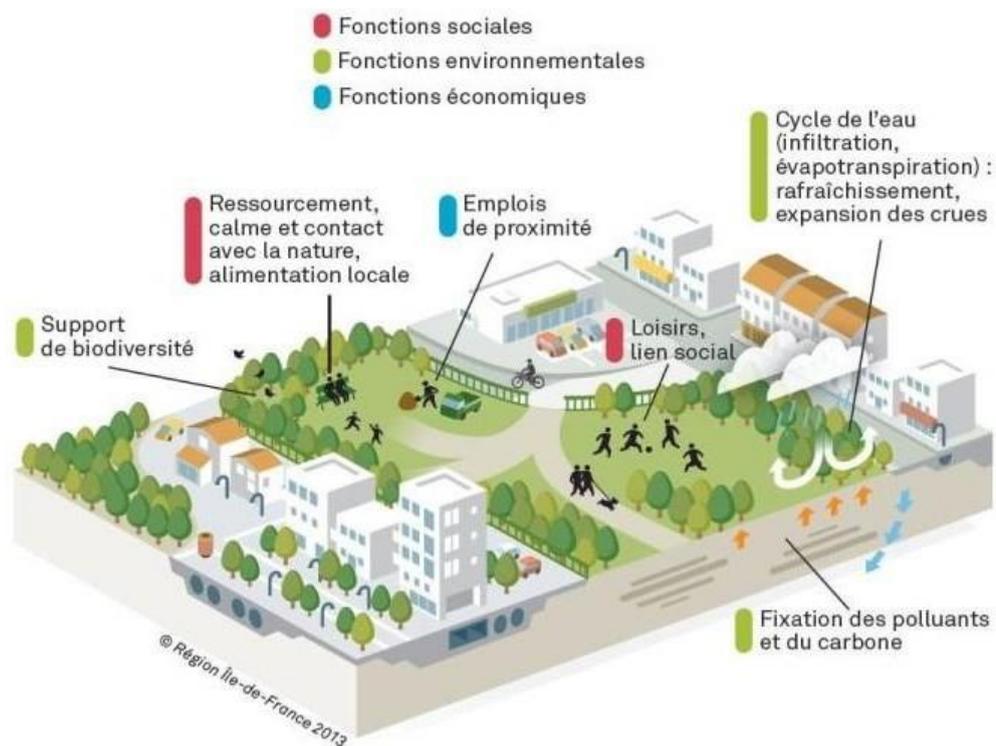


Figure 1.3 : Importance de l'arbre en zone urbaine

1.8. Rôles des arbres et arbustes en milieu construit :

a. Filtre à poussière

Avec leur grande surface foliaire, les arbres et arbustes sont un important filtre à poussière surtout dans le milieu construit fortement exposé. Lorsque l'air circule à travers la couronne des arbres, les particules fines sont retenues. Cette poussière, plus ou moins fortement liée aux feuilles selon le type d'arbre, est ensuite lessivée par la pluie et fixée sur le sol.

b. Humidité de l'air et température

Par des déviations des courants et l'effet d'ombrage, les arbres modifient le microclimat autour des maisons. Lors de chaudes journées d'été, les arbres amènent une fraîcheur bienvenue. En raison de l'évaporation de centaines de litres d'eau par arbre et par jour, le climat estival des agglomérations bien pourvues en arbres est beaucoup plus supportable. Les températures des toits peuvent atteindre en été plus de 60 °C, mais restent en moyenne autour de 26 °C à l'ombre d'un arbre. Les grandes surfaces vertes sont capables de tempérer de façon mesurable une surface construite du double de leur taille.

c. Santé

Des espaces naturels autour des maisons, des allées d'arbres le long des routes et des parcs structurés au moyen d'arbres et d'arbustes donnent un sentiment de sécurité et contribuent à la réduction du stress et au délasserement. Avoir de nombreux arbres dans son environnement a un effet positif avéré sur la pression sanguine et le diabète. La couleur verte a un effet apaisant sur les humains. Les arbres émettent des terpènes, des molécules qui leur servent à lutter contre les parasites. Ces terpènes ont aussi un effet positif sur l'homme.

1.9. Importance des espaces verts

Plus une ville où une agglomération est construite densément, plus les espaces verts n'ont d'importance comme lieux de délasserement. Les loisirs doivent être sciemment planifiés à partir du pas de la porte, c'est-à-dire qu'il faut donner plus d'importance à l'aménagement des alentours lors de la planification de parcs, de places de jeu, d'espaces routiers verts et de quartiers d'immeubles. Les espaces verts en milieu construit ne doivent plus être de simples éléments secondaires lors de la planification, mais doivent être un facteur essentiel à intégrer

CHAPITRE 01 IMPORTANCE DE LA VEGETATION EN ZONE URBAINE

dans la planification stratégique. De nombreuses études montrent leur importance à augmenter la valeur des constructions, la santé et le bien-être des humains et la diversité des animaux et des plantes (**Jean-Claude 1989**).

a. Conserver les arbres

Alors que l'importance des espaces verts et des arbres en particulier est connue, de trop nombreux vieux arbres sont toujours abattus sans réelle nécessité. Lors de nouvelles constructions, il faut veiller à conserver au maximum les arbres présents. Avec l'accord des voisins, les arbres peuvent être plantés proche de la limite de propriété. En général, ce sont justement ces arbres qui sont conservés lors de transformations.

b. Voiture et arbre

Un problème croissant réside dans la construction de garages souterrains presque jusqu'en bordure de propriété. De grands arbres n'ont aucune chance de survie sur les minces sols surmontant ces garages et il ne reste pratiquement aucune place à côté de la construction pour planter des arbres. Les places de parc requises ne devraient pas être prioritaires sur le maintien de vieux arbres. Les deux problèmes requièrent dans de nombreuses régions une révision des lois existantes et une planification plus consciente.

c. Changements climatiques

Parfois, la plantation d'arbres exotiques est exigée en raison des changements climatiques puisqu'ils seraient mieux adaptés à la chaleur et la sécheresse. Mais si les essences indigènes sont bien choisies et si l'on laisse aux arbres suffisamment d'espace racinaire, elles sont tout aussi capables de survivre. Les arbres exotiques ne peuvent guère être utilisés par les animaux indigènes. Le milieu construit perdrait ainsi beaucoup de sa valeur pour la biodiversité (**Amman, 2001**).

CHAPITRE 2

PRESENTATION DU BIGARADIER

CHAPITRE 2 : PRESENTATION DU BIGARADIER

2.1. Historique :

Des bigaradiers ont été trouvés en Chine au 3^{ème} siècle. Il y resta un moment jusqu'à ce que le développement de la communication dans le pays le permette dans les pays voisins : d'abord en Inde, au Japon, après l'Egypte, la Palestine...

Dans les pays arabes, les bigaradiers sont connus depuis le X^{ème} siècle. L'arbre a ensuite été introduit en Espagne pendant la période arabe. Il y servait de plante ornementale pour décorer les cours des palais espagnols (exemple : le patio de Los Naranjos de la grande mosquée de Séville construite en 976 par le Calife Al Mansour). Dans ce pays, la culture de l'orange amère se fait principalement en Andalousie.

L'arbre fruitier gagne au XI^{ème} siècle la Sicile et les navigateurs génois et vénitiens l'introduisent en Italie à partir du XIII^{ème} siècle. Son apparition au Sud-Est de la France date de la période des croisades (XI-XIV^{ème} siècle). Puis, la culture du bigaradier finit par s'étendre au reste du monde :

Christophe Colomb l'introduisit sur l'île d'Hispaniola (ancien nom de l'île d'Haïti) lors de son deuxième voyage le 22 novembre 1493 à partir de graines d'oranger provenant des Canaries. Les Hollandais font pénétrer cet arbre sur le sol sud-africain au XVII^{ème} siècle. Enfin, l'espèce se répand dans les différentes régions du globe là où le climat et la nature du sol sont adaptés à sa culture. (**Brosse et Girre , 1997**).

2.2. Généralités sur la bigarade :

2.2.1. Le bigaradier

Citrus aurantium (la bigarade, l'orange amère ou l'orange de Séville) (fig. 2.1) est l'un des agrumes appartenant à la famille *Rutaceae*, et connue pour son goût extrêmement amer et aigre (**Bocco et al., 1998**).

Elle se distingue des oranges douces par leurs fruits à peau plus épaisse et plus rugueuse et à pulpe acide et amère (**Leroy, 1968**). En raison de leur goût aigre et amer, les oranges amères ne sont pas employées comme fruits comestibles, elles sont plutôt utilisées pour la fabrication de jus et des marmelades (confitures d'orange) (**Ersus et Cam, 2007**).



Figure 2.1 : La bigarade

2.2.2. Classification botanique :

D'après (Kimball, 1999 ; Manner et al., 2006), la position systématique de la bigarade est comme suit :

Tableau 2.1 : position systématique de la bigarade

Règne	Végétal
Division	Embroyophyta
Sous-division	Angiospermes
Classe	Dicotyledoneae
Sous-classe	Archychalmydeae
Ordre	Geraniales
Sous-ordre	Geraniineae
Famille	Rutaceae
Sous-famille	Aurantioideae
Tribus	Citreae
Sous-tribus	Citrinae
Genre	Citrus
Espèce	<i>Citrus aurantium</i>

2.3. Description :

Le bigaradier est un petit arbre de 3 à 10 mètres mais dépassant rarement le 6 mètres. Il possède des branches épineuses pourvues de feuille coriaces, vert brillant, et son tronc est ramifié. Ses fleurs blanches sont pourprées et odorantes. Le fruit, plus petit que l'orange, est ovoïde et jaune foncé (**Labreche et Giraud, 1777**).

Les différentes tailles subies par cet arbre sont nécessaires à son développement futur lui conférant une forme arrondie ; on parle de forme en buisson. Cet arbre vit sous les climats tempérés, mais dispose d'une résistance au froid jusqu'à 2°C.

2.3.1. L'appareil végétatif :

2.3.1.1 Le squelette de l'arbre :

Il est formé par les racines, le tronc, les branches et les rameaux de l'arbre.

- Le tronc : C'est la tige principale du végétal. Elle est dure, solide et lisse. On parle de tige ligneuse. Elles ramifiée.

- Les branches et les rameaux : Ce sont également des tiges ligneuses, mais dans ce cas on parle de ramifications secondaires. Ces branches sont garnies de fines épines en position axillaire (c'est-à-dire à la base des feuilles)

2.3.1.2. La feuille :

La feuille du bigaradier (fig. 2.2) est brillante, coriace, persistante, simple, à disposition alterne (une feuille par nœud). Elle est constituée d'un limbe et d'un pétiole

a. **Le limbe** : est entier, à bords droits, de forme ovale, à nervation pennée. Il peut atteindre 5 à 6 cm de long sur 3 à 4 cm de large. Il présente sur sa surface des ponctuations correspondant à des poches sécrétrices schizolysigènes qui forment l'appareil sécréteur.

b. **Le pétiole** : permet l'articulation du limbe à sa base sur la tige. Il mesure 10 à 12 mm de long pour une largeur de 6 à 7 mm due à sa forme ailée-cordiforme (en forme de cœur).

La présence d'un appareil sécréteur rend la feuille fortement odorante après froissement. Elle est de saveur aromatique et amère, après dessiccation, la feuille du bigaradier s'enroule sur elle-même (**Giraud et Labreche , 1777**).

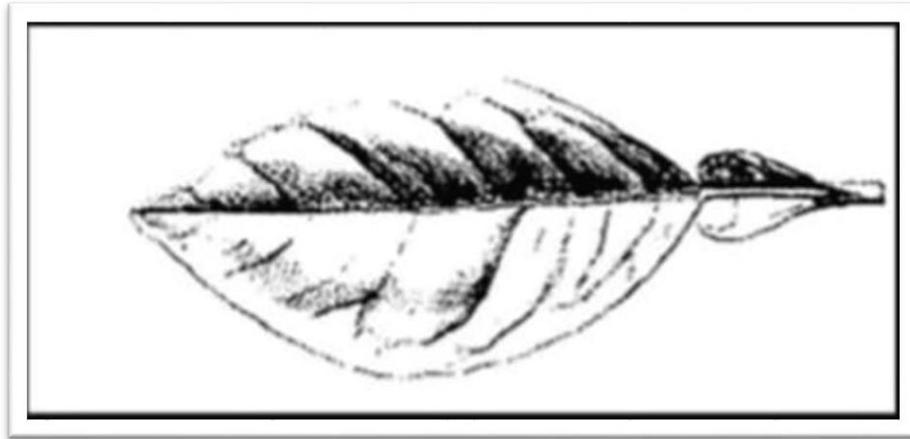


Figure 2.2 : La feuille du bigaradier

2.3.2. L'appareil reproducteur :

2.3.2.1. La fleur :

Les fleurs du bigaradier sont pentamères, actinomorphe, c'est-à-dire de type 5 et symétrique par rapport à l'axe du pédoncule floral, (Weil, 1964)

Formule florale :

$$5S + 5P + (5+5) nE + 5Nc$$

S : sépales

P : Pétales

E : étamines en nombre multiple de 5 réparties sur 2 verticilles

C : carpelles en nombre multiple de 5

Les fleurs sont regroupées par glomérule de 2 ou 3 et prennent naissance l'aisselle des feuilles, elles sont dites axillaire. Elles s'épanouissent de la fin avril au début de juin. Elles sont de couleur blanche et exhalent un parfum aromatique, caractéristique de l'espèce.

Après dessiccation, les fleurs deviennent jaunâtres et moins odorantes. La fleur peut atteindre 25mm de long pour un diamètre maximal de 10mm. Elle possède un pédoncule rigide de 5 à 10 mm de longueur. Ce dernier est surmonté d'un calice court et d'une corolle beaucoup plus haute.

CHAPITRE 2 : PRESENTATION DU BIGARADIER

-Les sépales : Ils sont verts, on dit qu'ils sont sépaloïdes. Ils sont court, épais, cireux, soudés à leur base (on parle de calice gamosépale). De par leur disposition et leur aspect extérieur, ils vont donner un calice cupuliforme se terminant par 5 dent aigues et égales, lui donnant l'aspect d'une étoile.

-Les pétales : Ils sont blancs, dressés, épais et libres entre eux. On parle de corolle dialypétale.

-Les organes sexuels : Ils sont constitués par les étamines, les organes males, et par les carpelles, les organes femelles (du grec karpos = fruit). Ces deux types d'organes sont présent ensemble sur la même fleur, celle-ci est donc hermaphrodite. Les carpelles vont former l'ovaire. Celui-ci repose sur disque nectarifère surmontant le point d'insertion des étamines : on dit qu'il est supère.

2.3.2.2 : Le fruit :

Le fruit du bigaradier est une baie globuleuse cloisonnée à peau chagrinée appelée hespéridé ou agrume. Elle peut également prendre le nom de bigarade. Cette baie est rouge orangé à maturité 7 à 8 cm de diamètre, fort aromatique de saveur amère et acide, ce qui le rend impropre à la consommation. Le fruit (fig. 2.3) est formé de trois parties constituant le péricarpe :

- **Epicarpe** = épiderme externe (flavédo) Il est coriace et comporte de nombreuses poches sécrétrices schizolysigènes contenant l'huile essentielle. Ces poches sont bien visibles à l'œil nu, colorées en jaune par de caroténoïdes. D'une taille variant de 0,4 à 0,6 mm, elles sont réparties de manière irrégulière.

- **Mésocarpe** = tissu médian (albedo) Il forme une couche spongieuse, blanche, mucilagineuse. Il renferme de grandes glandes schizolysigènes à essence. Il est constitué de cellules parenchymateuses polyédriques dans lesquelles sont présents des cristaux d'oxalate de calcium.

- **Endocarpe** = épiderme interne, Il est formé par les carpelles (quartier du fruit). Il constitue la pulpe de fruit par émission, lorsque le fruit est encore jeune, de poils inrtacapellaire renflés, charnus, vésiculeux (**Giraud et Guignard , 1791**).

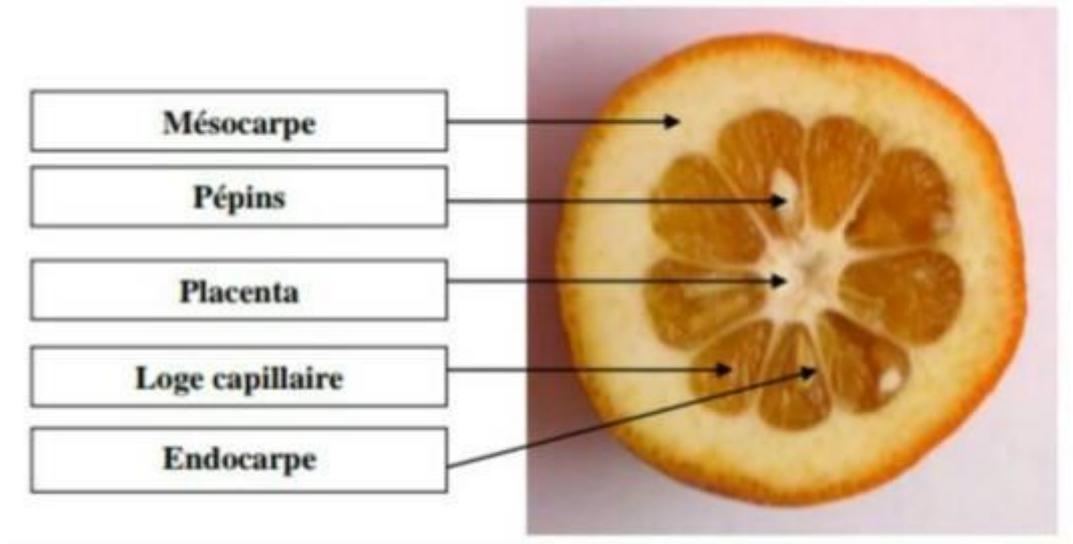


Figure 2.3 : fruit du bigaradier

2.3.2.3. La graine :

Elle résulte de la transformation de l'ovule après fécondation. Dans chaque carpelle, on trouve une ou plusieurs graines fixées au placenta axile. Ce sont les pépins

Ces graines sont entourées de téguments délimitant un ou plusieurs embryons contenant deux cotylédons. Elles sont dépourvues d'albumen (=substance de réserve) qui a été digéré et les produits de dégradation de l'amidon ont migré vers les cotylédons. (**Guignard et Labreche , 1777**).

2.4. La culture du bigaradier :

La culture du bigaradier nécessite la prise en compte d'un certain nombre de critères afin d'obtenir des conditions optimales pour l'exploitation de cette espèce végétale.

2.4.1 : Les exigences climatiques :

Le bigaradier supporte difficilement les grandes amplitudes thermiques. Ainsi, il se développe favorablement en climat tempéré méditerranéen où les températures sont douces l'hiver et chaudes l'été.

Les pluies excessives et les basses températures (en deçà de -3°C) sont néfastes pour le bigaradier. Les fruits disparaissent et des mesures pour lutter contre les gelées doivent alors être

CHAPITRE 2 : PRESENTATION DU BIGARADIER

prises. La culture du bigaradier doit avoir lieu à bonne exposition solaire, à orientation sud-est et à une altitude ne dépassant pas 500 mètres.

2.4.2 : Les exigences édaphiques :

Le bigaradier s'adapte à peu près à tous les types de sol excepté s'ils sont trop calcaires ou trop argileux (répercussion sur les racines et la qualité des fruits).

Cet arbre se développe bien dans des sols de consistance moyenne, bien aérés et bien drainés.

Si les sols sont légers, la croissance du végétal est plus précoce, les racines s'y développent mieux, les fruits sont de meilleure qualité.

La meilleure terre pour la production du bigaradier et des agrumes en général contiennent au moins 5% d'argile, 50% de sable grossier et 5 à 10% de calcaire sans excéder 10% d'argile et 20% de calcaire. Le sol sur lequel est cultivé le bigaradier doit répondre à certaines exigences chimiques qualitatives. Il doit comporter des éléments dits majeurs et d'autres éléments dits mineurs.

-Eléments majeurs : Azote 2%, Acide phosphorique 0,2%, Potasse 0,2%

-Eléments mineurs : Ils sont représentés entre autres par le zinc, le fer, le bore, le manganèse. Ils vont agir sur le métabolisme cellulaire de l'arbre.

Tableau 2.2 : Caractéristiques du bigaradier

Espèce	Nom Commun	Taille De L'arbre	Couleur De fruit	Forme De Fruit	La Pulpe	Epines	Feuilles	Fleurs
<i>Citrus aurantium</i>	Bigaradier (Orange Amère)	5 à 10 m	Rouge, orange	Taille moyenne à peau rugueuse, rond ou ovale	Acide et amère	à court épines	Bien vertes, pointues, fortement ailées	Blanches et très parfumées

2.5. La plantation :

Les plantes greffées sont plantées à l'automne ou en Mars-Avril après les grands froids. Lorsque la plantation a lieu à l'automne, les sujets profitent de la chaleur de l'été accumulée dans le sol et développent rapidement des racelles avant l'arrivée du froid. Cela leur permettra

CHAPITRE 2 : PRESENTATION DU BIGARADIER

de supporter la rudesse de l'hiver. Les plantes greffées ont généralement un an ou mieux deux ans. (**Claude-Francois 1785**)

2.6. Entretien :

L'oranger amer est un arbre qui ne demande pas énormément d'entretien : il nécessite simplement un arrosage régulier (environ toutes les 2 semaines) mais modéré. En hiver, il est impératif de réduire les arrosages et d'attendre que la surface de la terre soit sèche pour les plantes en pot. Celles-ci auront aussi besoin d'engrais spécial agrumes dès la reprise de la végétation au printemps.

Au printemps, le bigaradier pourra être taillé afin de favoriser sa reprise. Il suffit de le débarrasser des bois morts et de couper les branches qui se croisent. Afin de favoriser la ramification, il est possible de pincer le bout des jeunes pousses. Cela freinera leur croissance, mais fera naître de petites branches sur la principale pour rendre l'arbre plus touffu et plus productif. (**Aubert, 1997**).

2.7. Les insectes ravageurs du bigaradier :

2.7.1. Les diptères :

La mouche méditerranéenne des fruits : *Ceratitis capitata* Wiedmann, 1824 La cératite est une petite mouche très colorée avec des yeux verts et qui appartient à la famille des Trypetidae. Ce diptère très polyphage peut causer des dégâts importants. Le point de ponte, puis la galerie creusée par la jeune larve dans le fruit permet la pénétration de pourritures. Les fruits atteints mûrissent plus rapidement et portent des marques plus ou moins apparentes qui entraînent automatiquement leur rejet à l'exportation : les variétés du groupe Navel sont plus spécialement touchées en Algérie (**I.T.A.F., 1995**).

2.7.2. Les Lépidoptères :

La mineuse des feuilles d'agrumes : La mineuse est un microlépidoptère de couleur blanc argenté, appartenant à la famille des Gracillariidae dont les larves sont très voraces. Ce ravageur s'attaque essentiellement aux jeunes feuilles tendres des Citrus où il creuse des galeries sinueuses dans le limbe. Les feuilles ainsi attaquées se dessèchent et tombent. Les larves peuvent miner à la fois les jeunes feuilles, les pétioles et les tiges tendres. Les tissus affectés se nécrosent et se décollent de la partie endommagée (parenchyme transparent) (**I.N.P.V., 1995**).

2.7.3. Les Homoptères :

a. Les Aleurodes : Les adultes possèdent de petites ailes arrondies recouvertes d'une très délicate pubescence blanche. Les larves et les nymphes vivent fixées sur les végétaux qu'elles piquent et sucent. Une asphyxie plus ou moins poussée résulte de la quantité de miellat excrété par les insectes et d'un développement simultané de fumagine ; il en résulte une baisse notable de la floraison, de la fructification, une chute des feuilles, un affaiblissement amenant la mort d'un arbre cinquantenaire en cinq à six années (**Boileau et Giordano, 1980**).

b. Les cochenilles : Les cochenilles sont des insectes piqueurs-suceurs recouverts soit d'un bouclier, d'une matière cireuse ou d'une sécrétion cotonneuse, portant très souvent le nom commun de « poux des plantes ». Pour se nourrir, l'insecte redresse le rostre, et grâce à des stylets perforants, perce les tissus végétaux (**Villeneuve et Desire, 1965**), au détriment desquels il s'alimente en même temps qu'il injecte de la salive plus ou moins toxique (**I.T.A.F., 1995**).

c. Pucerons : Les pucerons sont des insectes qui se caractérisent par leur apparition massive, sous forme de colonies denses et serrées. Ils s'installent pratiquement sur tous les organes végétatifs, mais nous les observons le plus souvent sur le feuillage et les jeunes pousses.

Selon **Dedryver (1982)**, les pucerons se nourrissent, exclusivement, aux dépens des plantes ; ils sont oligophages et possèdent un système buccal de type piqueur-suceur. Ces ravageurs interviennent par leur quantité (**Robert, 1980**).

Ces insectes secrètent un miellat sur lequel se développent les champignons de la fumagine qui salissent le feuillage et les fruits et accentuent les dégâts. Ils sont la cause de l'invasion des fourmis qui se nourrissent du miellat et éloignent les prédateurs des pucerons (**Gamlin et Vines, 1996**).

Leurs piqûres provoquent un boursoufflement irrégulier du feuillage qui se recroqueville complètement (**Delassus et al., 1931**). Leur nuisibilité est renforcée par le fait qu'ils sont souvent vecteurs de viroses (**Georget et Scheromm, 1995**). - *Myzus persicae* Sulzer, 1776, à lui seul, est capable de transmettre plus de 120 maladies à virus (**Leclant, 1982**).

2.8. Auxiliaires entomophages des ravageurs du bigaradier :

2.8.1. Principaux prédateurs

CHAPITRE 2 : PRESENTATION DU BIGARADIER

Parmi les prédateurs entomophages s'attaquant aux bioagresseurs des agrumes, les coccinelles tiennent une place de choix sur les plans quantitatifs et qualitatifs. Viennent ensuite les Diptères Syrphidae les Névroptères Chrysopidae et Coniopterygidae, les Hétéroptères Anthocoridae, et les Arachnides (acariens et araignées). L'action des prédateurs est rapide, directe et non spécifique (**Biche, 2012**).

Les Coléoptères prédateurs constituent l'un des ordres des plus riches en nombres et en espèces d'individus, qui comprend de nombreuses familles avec des espèces prédatrices de très grande importance et de grande variabilité quant aux proies consommées (**Pintureau, et al, 1999**).

- **Les Coccinelles (Coleoptera, Coccinellidae)** : Avec environ 4000 espèces connues, réparties dans le monde entier, elles font partie de l'ordre des Coleoptera, du sous-ordre des Polyphagae et de la superfamille des Cucujoidae, (**Saharaoui et Gourreau, 1998**). Elles sont de petites taille, très bombées et de forme circulaire. Les couleurs sont vives et les dessins très variables. Les espèces peuvent être identifiées à travers les caractéristiques du pronotum et des élytres (**Ronzon, 2006**). Leur cycle de développement comprend 4 stades larvaires séparés du stade adulte par un stade nymphal (**Saharaoui et Gourreau, 1998**).

- **Les carabiques** dont les larves vivent dans le sol. Les adultes sont des chasseurs et consomment essentiellement des limaces, des escargots, des vers de taupin et des pucerons (**Ronzon, 2006**).

- **Les cantharides** : Les élytres sont mous. Les adultes colonisent les graminées et les ombellifères, se nourrissant de pucerons et autres ravageurs des cultures. Les larves, également prédatrices, vivent dans le sol, (**Ronzon, 2006**).

Chez les Diptères, on retrouve des familles où seules quelques espèces sont prédatrices, tels les Tipulidae, Culicidae, Chironomidae, Rhagionidae, Asilidae, Empidae, Dolichopodidae, Drosophilidae et d'autres où la majorité des espèces ont un mode de vie de prédateur : Cecidomyiidae, Syrphidae et Chamaemyiidae (**Boivin, 2001**).

- **Les Syrphidae** comptent, avec les coccinelles, parmi les principaux ennemis naturels de pucerons. La fécondité totale des femelles est de l'ordre de 500 à 1000 œufs (**Remaudiere, et al., 1976**). Chaque larve peut consommer de 400 à 700 pucerons au cours de sa vie qui dure de 8 à 15 jours (**Seguy., 1951; Deguine, et al., 1997**).

- **Les Cecidomyiidae** : Les Cecidomyiidae sont également des diptères réputés comme ayant des larves aphidiphages. Environ 50 espèces se nourrissant de pucerons et une

CHAPITRE 2 : PRESENTATION DU BIGARADIER

larve de cécidomyie peut détruire environ 20 aphides pendant son développement. L'espèce *Aphidoletes aphidimyza* est un prédateur important des pucerons, (**Vincent et Coderre, 1992**).

Enfin, chez les Névroptères, les Chrysopidae, selon **Paulian, (1999)**, sont des insectes qui agissent sur la régulation de beaucoup d'arthropodes ravageurs des cultures et des milieux anthropisés, parcs et jardins. Les larves de chrysopes sont le plus souvent très voraces, ce qui se traduit par une consommation alimentaire élevée et donc un important effet prédateur. En effet une larve de *Chrysoperla carnea* consomme 300 à 450 individus d'*Aphis craccivora* sur 15 à 20 jours. Les adultes sont floricoles.

2.8.2. Principaux parasitoïdes :

Les insectes parasitoïdes, pendant leurs stades immatures se développent sur (ectoparasite) ou à l'intérieur (endoparasite) d'un insecte hôte (ravageur dans le cas de la lutte biologique).

Leur cycle de vie tue ultimement l'hôte (**Vincent et Coderre, 1992**). Ils s'attaquent à un stade particulier de développement de la proie. Les parasitoïdes laissent souvent des traces de leur activité (par exemple, les momies des pucerons). Le mode de vie parasitoïde, représente entre 5 et 20% des espèces d'insectes (**Eggleton et Belshaw, 1992**).

Les parasitoïdes sont désignés par idiobiontes s'ils paralysent de manière permanente ou tuent leurs hôtes au moment de l'oviposition, ou attaquent un stade qui ne se développera plus. Par contre, les parasitoïdes koinobiontes sont ceux qui permettent à leurs hôtes de continuer à se développer après leur parasitisme. Les parasitoïdes peuvent se développer seul ou en groupe (solitaire vs grégaire), à l'intérieur ou à l'extérieur de l'hôte (endoparasitoïde ou ectoparasitoïde).

Parmi les principales familles des parasitoïdes, on retrouve les hyménoptères parasitoïdes : qui figurent parmi les ennemis naturels les plus abondants dans les cultures arboricoles. Les espèces les plus importantes en régulation naturelle appartiennent aux super familles des: Ichneumonoidea, Chalcidoidea et Proctotrupoidea.

La super famille Ichneumonoidea est représentée par deux familles ; Ichneumonidae et Braconidae. La première famille se développe principalement au dépens des larves de lépidoptères et de coléoptères, tandis que la seconde famille avec plus de 40 000 espèces, comprend la sous famille des Aphidiinae qui est spécialisée dans le parasitisme des pucerons.

La super famille Chalcidoidea comprend les familles Aphelinidae, Encyrtidae, Eulophidae, Mymaridae, Pteromalidae et Trichogrammatidae. Les familles les plus importantes en matière

CHAPITRE 2 : PRESENTATION DU BIGARADIER

de lutte biologique classique ont fourni 80 % des succès obtenus contre les insectes déprédateurs des cultures ou des milieux forestiers (**Laborda, 2012**).

Chapitre 03 :

Matériel et méthodes

3.1. Présentation de la région d'étude :

Notre étude s'est déroulée dans un milieu urbain, située dans la Daïra de Blida, précisément au niveau des communes de Blida et de Béni Mered.

3.2. Situation géographique de la wilaya de Blida :

La wilaya de Blida est située dans la partie nord du pays, dans la zone géographique du tell central, au pied du versant nord de l'Atlas Blidéen et au sud de la plaine de la Mitidja, à une altitude de 260 mètres. Elle couvre une superficie de 169000 ha et correspond à une dépression allongée d'Ouest en Est. Elle est limitée au nord par la wilaya de Tipaza et la wilaya d'Alger, à l'ouest par la wilaya de Aïn Defla, à l'Est par la wilaya de Boumerdes (fig. 3.1). Elle ne s'ouvre que sur quelques kilomètres sur la mer Méditerranée (Loucif et Bonafonte, 1977).

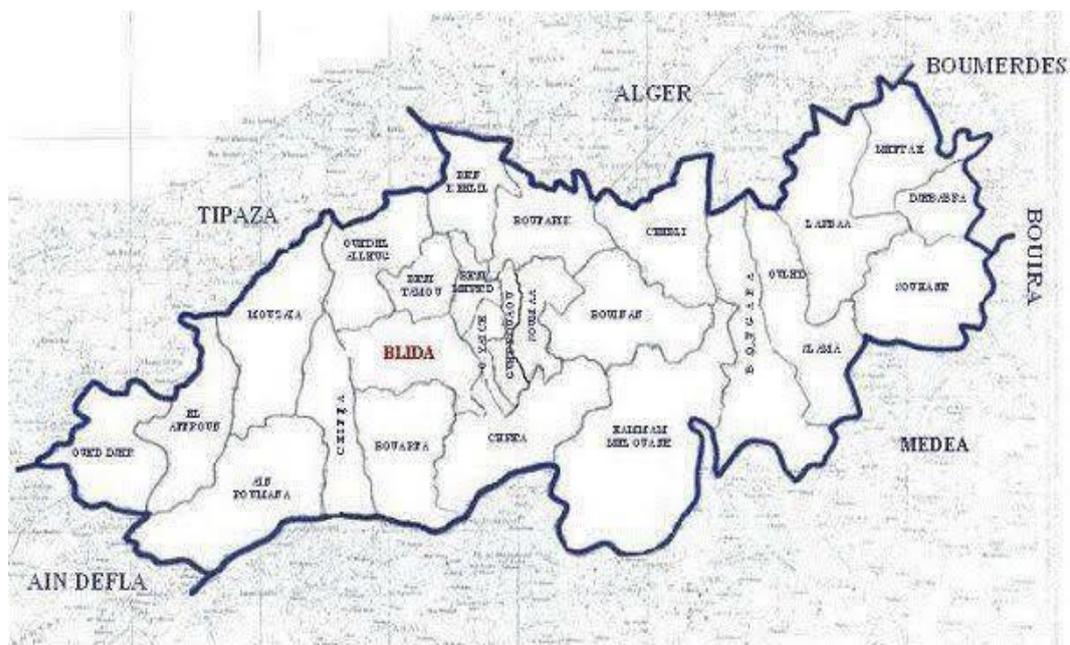


Figure 3.1 : Situation géographique de la wilaya de Blida (DSA 2021).

3.3. Etude climatique :

Le climat joue un rôle très important dans la dynamique des populations des insectes. En effet, les êtres vivants ne peuvent se maintenir en vie, que sur des limites bien précises de température, de pluviosité et d'humidité. (Rosen, 1991).

Les facteurs climatiques essentiellement la température, la pluviométrie et l'hygrométrie, contribuent au développement de la végétation et influent la croissance et la durée de développement des ravageurs et leurs ennemis naturels. (**Brown et al. 2004**).

C'est pour cela qu'il est nécessaire de donner un aperçu sur les fluctuations climatiques, à savoir les précipitations, les températures et l'hygrométrie.

3.4. Climat de la wilaya de Blida :

Le climat joue un rôle essentiel dans les milieux naturels. Il intervient en ajustant les caractéristiques écologiques des écosystèmes (**Ramade, 1993**).

En effet, le climat intervient sur la physiologie des végétaux, réglant la phénologie des plantes, ce qui peut avoir une influence sur le comportement des insectes (**Aouar, 2009**). L'action multiple de divers facteurs climatiques sur la physiologie et le comportement des insectes et des autres animaux joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants (**Dajoz, 1998**).

D'après **Ramade (1984)**, parmi les facteurs climatiques, on peut distinguer un ensemble de facteurs énergétiques constitués par la lumière et les températures, de facteurs hydrologiques (précipitation et hygrométrie) et de facteurs mécaniques (vents, enneigement).

La région de Blida est soumise à un climat méditerranéen caractérisé, généralement par une saison douce et humide allant de Novembre à Avril, et d'une saison chaude et sèche, qui s'étend de mois de Mai à Octobre. Les conditions climatiques sont dans l'ensemble favorables. La pluviométrie est généralement supérieure à 600 mm par an en moyenne. Les précipitations atteignent leur apogée en Décembre, Février, mois qui donnent environ 30 à 40 des précipitations annuelles. Inversement, les mois d'été (juin, aout) sont presque toujours secs (**Loucif et Bonafonte, 1977**).

3.4.1. La température :

Selon **Mostefaoui (2009)**, la température représente un facteur limitant de toutes premières important, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère.

Un mois est dit chaud lorsque sa température moyenne est supérieure à 20°C, et froid lorsque sa température moyenne est inférieure à 20°C (**Ramade, 1984**). Les données thermiques, à savoir, les températures moyennes minimales et maximales au cours de l'année (2020-2021) font ressortir que les basses températures sont enregistrées aux mois de Février et Mars. Les hautes températures sont notées au mois de Juin; avec 27°C (tab. 3.1)

Tableau 3.1 : Températures pour la période de Février à Juin 2021 au niveau de la région de Blida (DSA, 2021).

Mois	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
T.moy (C°)	15	15	17	22	27
TM. (C°)	19	18	21	26	32
Tm (C°)	12	11	14	18	25

3.4.2 La pluviométrie :

L'eau est un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres afin d'assurer un équilibre biologique (Mercier, 1999).

Les précipitations mensuelles dans la région de Blida ont un régime typiquement méditerranéen avec un maximum en hiver et un minimum en été (**Anonyme 1998**). Elles varient entre 600 et 900 mm en fonction de la région considérée (localisation géographique de l'altitude) (**Mutin 1977**).

Le tableau 3.2 représente les moyennes pluviométriques mensuelles pour l'année (2020/2021). Le mois le plus pluvieux est celui de Mars avec une valeur enregistrée de 144 mm.

Tableau 3.2 : Moyennes pluviométriques mensuelles pour la période de Février à Juin 2021 dans la région de Blida (DSA, 2021).

Mois	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
P mm	23	144	84	72	16

3.4.3. Le vent :

Chapitre 03 : Matériel et méthodes

Le vent constitue l'un des facteurs climatiques déterminant dans la variation d'un milieu (Seltzer, 1946).

Pour l'année 2020/2021 la moyenne annuelle de la vitesse du vent est de 14 km/h la plus grande valeur a été enregistrée le mois de Février avec 16 km/h.

Tableau 3.3 : Moyennes mensuelles de la vitesse du vent (km/h) pour la période de Février à Juin 2021 (DSA, 2021)

Mois	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Vitesse du vent Km/h	16	12	14	15	13

3.5. Diagramme Ombrothermique :

Afin de caractériser une région donnée du point vue climatique, on se réfère aux données s'étalant sur plusieurs années, fournies par la DAS. Dans notre cas, nous avons tenu compte des données de pluviométrie et de températures moyennes mensuelles de la période de notre étude (mars à juin 2021) pour caractériser les périodes sèche et humide.

En tenant compte des :

- Moyennes mensuelles des précipitations P en (mm)
- Moyenne des températures maximales M °C pour chaque mois
- Moyenne des températures minimale m °C pour chaque mois
- Moyenne mensuelle des températures : $T = (M+m) / 2$

Mois	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
P mm	23	144	84	72	16
T moy°C°	15	15	17	22	27

Durant notre période de suivi qui s'étale entre le mois de février et le mois de Juin 2021, nous remarquons une période humide de la fin février à la fin d'avril et une période sèche comprise entre la fin avril jusqu'à juin (fig. 3.2).

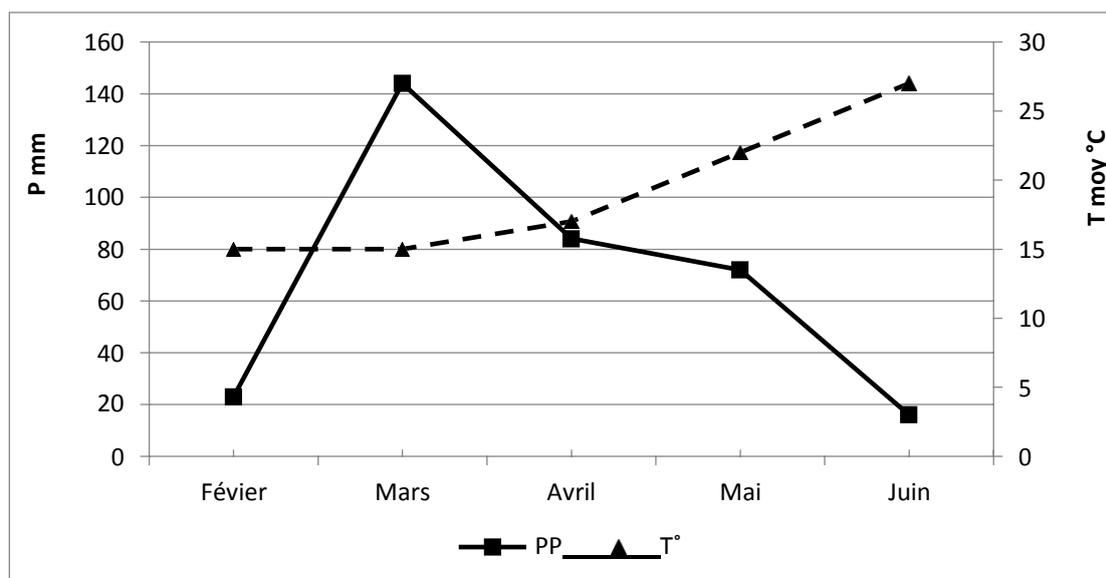


Figure 3.2 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson relatif à la région de Blida (de Février 2021 à Juin 2021).

3.6. Présentation de la zone d'étude :

Pour la réalisation de notre travail, nous avons réalisé un suivi de la distribution de l'entomofaune phytophage et bénéfique rencontrée sur les bigaradiers d'ornement au niveau de deux zones urbaines Blida et Beni Mered situées dans la région de Blida.

3.6.1. Localisation géographique de la zone d'étude dans la commune de Blida :

Dans la commune de Blida, les arbres de bigaradier étudiés se trouvent à l'intérieur de l'institut de formation Technique de Sonelgaz dans la commune de Blida (fig. 3.3). Les arbres du bigaradier d'ornement sont âgés de plus de 30ans, distants l'un de l'autre de 5 mètres.

Les travaux d'entretien de ces arbres sont presque absents. Néanmoins, il est procédé à la taille du bois mort, à un arrosage hebdomadaire, et un seul chaulage annuel des arbres. Au voisinage de ces bigaradiers se trouve des carrés d'espaces verts caractérisés par un couvert végétal très diversifié.

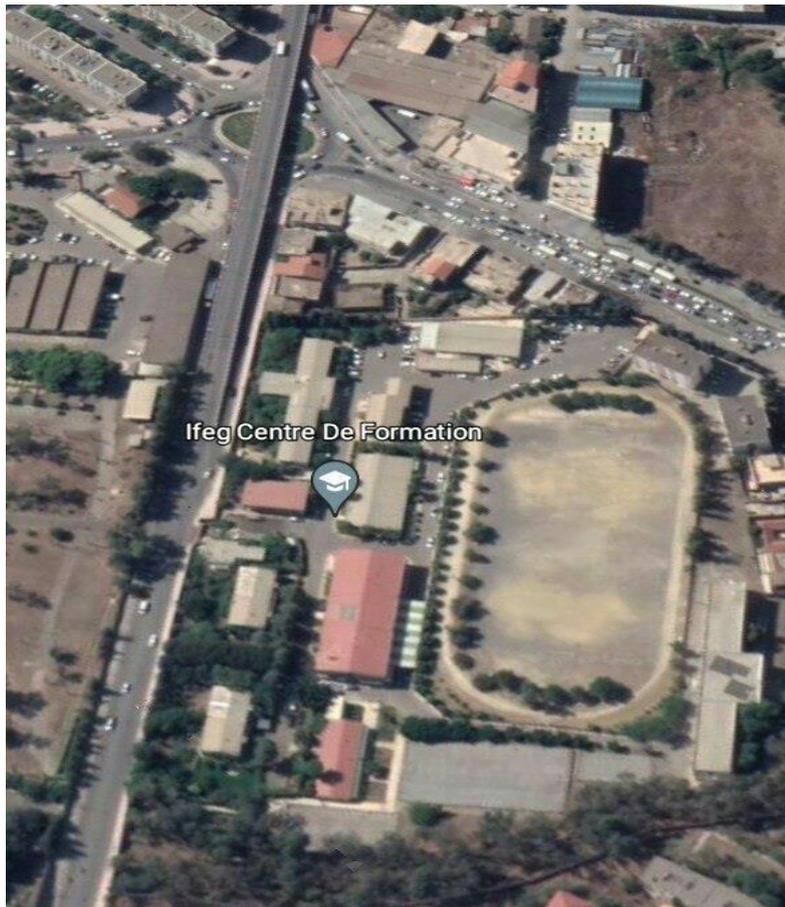


Figure 3.3 : Situation du milieu d'étude IFEG (Institut de formation en électricité et gaz) dans la commune de Blida (Google earth).

3.6.2. Localisation géographique de la zone d'étude dans la commune de Béni Mered :

Les bigaradiers d'ornement étudiés se situent le long des bordures des ruelles qui sont perpendiculaires au Boulevard principal du Centre-ville près de la mosquée de la commune de Béni Mered.

Ces arbres longent les trottoirs de petites habitations privées (fig. 3.4) et quelques commerces, ils sont âgés de plus de 40ans, distants l'un de l'autre de 5 mètres. Les travaux d'entretien se simplifient en la taille une fois par an, un arrosage deux fois par semaine, et à un badigeonnage du tronc à la chaux une fois par an.



Figure 3.4 : Situation du milieu d'étude et arbres de bigaradier étudiés dans la commune de Beni Mered (Google earth).

3.7. Méthode d'échantillonnage :

Au cours de la période s'étant du 3 Avril au 7 juin 2021, des suivis mensuels ont été menés pour étudier sur l'entomocénose des bigaradiers d'ornement au niveau des deux zones urbaines choisies. Le suivi a été basé sur l'échantillonnage du feuillage d'une part et sur l'utilisation de pièges jaunes englués d'autre part.

La première méthode est choisie afin de mettre en évidence les différents phytophages rencontrés sur le feuillage, tandis que la seconde méthode a surtout été utilisée pour les captures des auxiliaires associés ou non à ces phytophages.

3.7.1. L'échantillonnage des feuilles :

Au niveau de chaque milieu, l'échantillonnage a concerné 10 arbres sélectionnés aléatoirement, sur lesquels nous prélevons 10 feuilles par arbre des quatre points cardinaux et le centre de l'arbre. A chaque date d'échantillonnage au total de 100 feuilles sont prélevées.

Les échantillons prélevés des feuilles du bigaradier sont mis dans des sachets en plastique étiquetés (avec mention de la date de suivi et de l'arbre observé) (fig. 3.4) puis sont acheminés au laboratoire de zoologie afin de procéder à l'observation du feuillage.

Les observations au laboratoire sont réalisées le jour même, les échantillons de feuilles restants sont conservés au réfrigérateur pour stopper le développement des insectes.



Figure 3.4: Echantillons des feuilles du bigaradier (original 2021)

3.7.2. Captures à travers l'utilisation des pièges jaunes englués :

Les pièges collants sont couramment utilisés pour l'échantillonnage des ravageurs ainsi que leurs ennemis naturels. Ils permettent de capturer un très grand nombre d'insectes notamment des hémiptères, des diptères, des névroptères, des hyménoptères et certains coléoptères comme les coccinelles. Douze pièges collants de type HORIVER de 150 cm² (25 x 10 cm) de forme rectangulaire de couleur jaune vif et enduit de glu, ont été utilisés. Ces pièges ont été suspendus à une hauteur comprise entre 2 et 2,5 mètres au centre des arbres choisis aléatoirement.

A chaque sortie, durant toute la période d'échantillonnage, les pièges avec les captures sont collectés et remplacés. Ils sont par la suite recouverts par un film alimentaire transparent pour conserver les insectes volants qui y sont tombés. Le comptage et l'identification des insectes capturés (fig. 3.5) ont été réalisés au laboratoire de Zoologie par Mme ALLAL L. en utilisant des guides d'identification taxonomique.

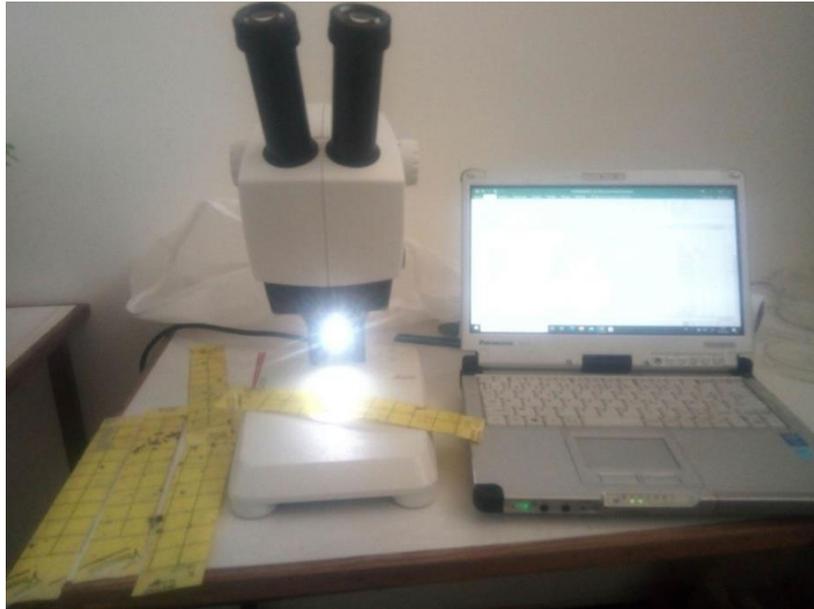


Figure 3.6 : Observations des captures de l'entomofaune du bigaradier d'ornement au niveau du laboratoire (original 2021)

3.8. Exploitation des résultats :

L'analyse des données des observations de l'entomofaune rencontrée sur les bigaradiers d'ornement au niveau des deux zones urbaines à Blida et Béni Mered a fait l'objet de l'utilisation des indices écologiques de structure et de composition et

3.8.1. Indices écologiques :

-La richesse totale (S) : Selon **Muller (1985)** in **Noudjoud (2006)**, la richesse totale représente l'un de paramètres fondamentaux caractéristique d'un peuplement. La richesse totale S est le nombre total des espèces que comporte un peuplement considéré dans un écosystème donné (**Ramade , 1984 in Louadi et al, 2010**).

Chapitre 03 : Matériel et méthodes

-L'Abondance relative : D'après **Dajoz (1971)**, cet indice correspond au pourcentage des individus d'une espèce (n_i) par rapport au nombre total de l'ensemble des individus (N_i) du peuplement considéré.

L'abondance relative est calculée par la formule suivante $P_i = (n_i \times 100) / N$

- P_i : est l'abondance relative ou la fréquence centésimale.
- n_i : est le nombre des individus de l'espèce prise en considération.
- N : est le nombre total des individus de toutes les espèces confondues.

-Indice de diversité de Shannon-Weaver : Parmi les indices synthétiques ou non-paramétriques, basés sur les abondances relatives des espèces, l'indice de **Shannon et Weaver (1963)** in **Marcon (2010)**, sont les plus fréquemment utilisés.

Ces indices synthétisent à la fois le nombre d'espèces et l'équilibre de leur répartition dans le milieu (**Dufrene, 1992 in khalaf et al, 2009**). L'indice de diversité de Shannon-Weaver est calculé par la formule suivante : $H' = - \sum p_i \log_2 p_i$

- H' : est l'indice de diversité exprimé en unité bits.
- \log_2 : est le logarithme à base de deux.
- $P_i = n_i / N$ (abondance relative des espèces) ;
- n_i : le nombre d'individus dans le premier groupe taxonomique.
- N : le nombre d'individus dans la station.

Chapitre 4

Résultat et discussion

Résultats et Discussion

L'essentiel des résultats obtenus dans cette étude traite de l'analyse des abondances des principaux phytophages et des ennemis bénéfiques rencontrés sur les bigaradiers d'ornement durant la période comprise entre mars et juin 2021 dans les agglomérations de la ville de Blida.

D'une part, l'analyse des abondances des phytophages a concerné les catégories fréquemment rencontrées infestant le feuillage des bigaradiers des deux milieux urbains à Béni Mered et Blida, pendant la durée des observations qui s'est étalée du 4 mars au 7 juin 2021. En parallèle, nous avons déterminé le nombre moyen comparé des individus parasités entre les deux habitats.

D'autre part, l'analyse des captures de l'entomofaune des auxiliaires à l'aide des plaques jaunes engluées a permis de dresser un inventaire et d'étudier la diversité des communautés puis de comparer les ordres d'arrivée des taxons identifiés pendant la période de suivi, au niveau du milieu urbain à Blida.

4.1. Abondance des principales espèces de phytophages rencontrées sur le feuillage du bigaradier au niveau des deux habitats urbains à Blida et Béni Mered

L'observation du feuillage des bigaradiers des deux habitats urbains nous a amené à répartir le nombre d'individus des phytophages observés en 3 classes d'abondance. Les résultats sont donnés sous forme de variation des moyennes des classes d'abondance des trois principales catégories de phytophages : cochenilles, aleurodes et pucerons qui étaient les phytophages les plus représentés sur le feuillage.

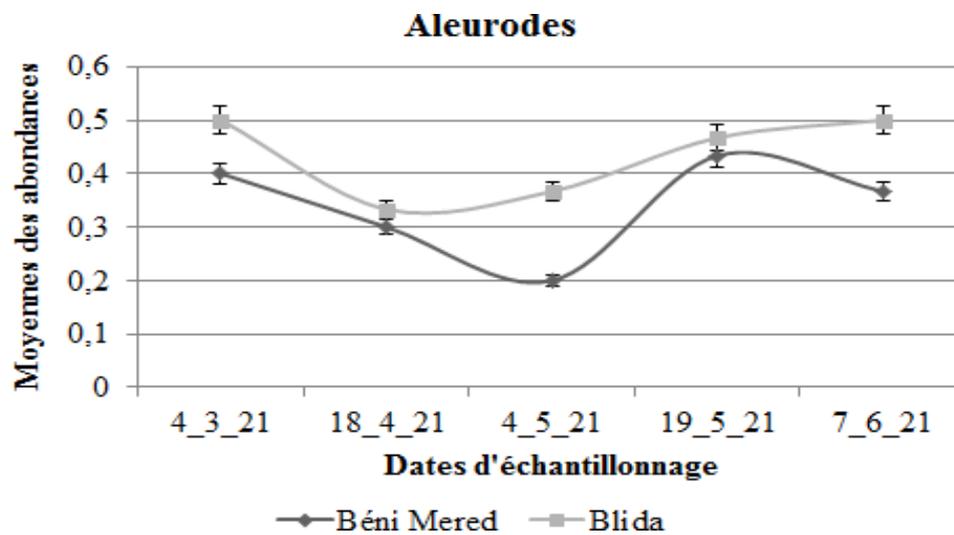
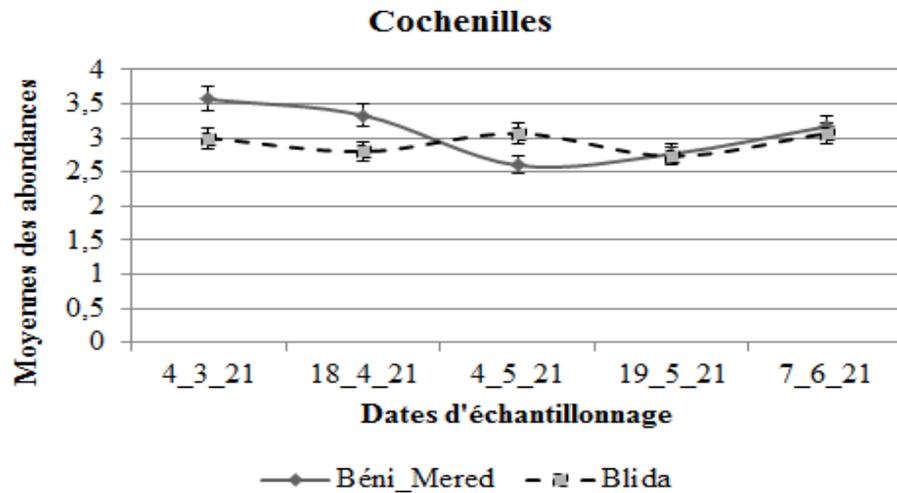
4.1.1. Variation temporelle des moyennes d'abondance globale

Les variations des fréquences moyennes de l'abondance globale des trois catégories d'homoptères (cochenilles, aleurodes et pucerons) rencontrées sur le feuillage des bigaradiers entre mars et juin 2021, sont mentionnées dans la figure 4.1.

Les moyennes des fréquences d'abondance les plus élevées concernent le groupe des cochenilles. Ces fréquences fluctuent entre 2,5 et 3,5 au niveau des bigaradiers situés Béni Mered et entre 2,7 et 3 au niveau des bigaradiers situés à l'IFEG (fig. 4.1). L'évolution de ces fréquences dans le temps ne semble pas très fluctuante, à l'exception d'une légère diminution au début mai sur les bigaradiers à Béni Mered. Par la suite, à partir de la troisième semaine de

CHAPITRE 4 : RESULTAT ET DISCUSSION

mai, on remarque que les moyennes des fréquences de l'abondance totale des cochenilles augmente similairement au niveau des deux habitats jusqu'à la fin de notre suivi au 7 juin 2021 (fig. 4.1). Comparativement, les courbes de l'évolution temporelle des moyennes de fréquences de l'abondance totale des aleurodes et des pucerons montrent de très faibles fréquences d'abondance.



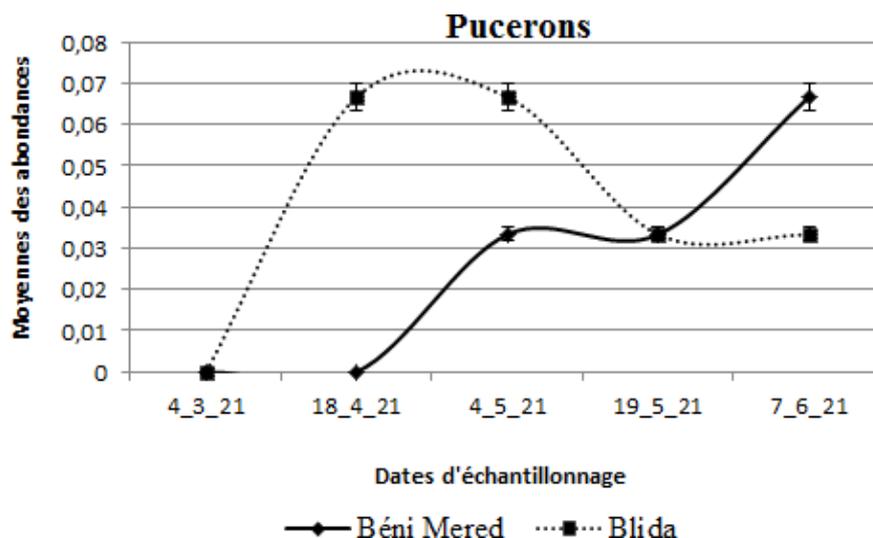


Figure 4.1: Evolution temporelle des moyennes d'abondance totale (exprimée en moyennes des fréquences d'abondance) des principaux phytophages rencontrés sur le feuillage du bigaradier à Béni Mered et Blida.

Ces fréquences ont tendance à diminuer au début de mai pour les aleurodes à Blida et Béni Mered. Ce n'est pas le cas pour les pucerons. En effet, l'évolution des moyennes des fréquences d'abondance augmente jusqu'à la mi avril à Blida puis elle diminue pour se stabiliser à partir de la mi avril (fig. 4.1). Au niveau des bigaradiers à Béni Mered par contre, on assiste à une augmentation de la mi avril jusqu'au début de juin sans diminution, l'effectif des pucerons étant toujours compris dans la classe d'abondance CL1.

La consommation d'organes divers par les phytophages et la ponction de sève par les insectes piqueurs-suceurs affectent fortement le fitness de la plante, entraînant un affaiblissement de l'arbre et un rendement moindre.

Plusieurs espèces de Cochenilles attaquent les agrumes et, suivant l'intensité des attaques, on peut constater le dépérissement partiel ou total de quelques branches, voire, même de l'arbre. En effet, les Cochenilles piquent et sucent la sève élaborée de l'arbre, affaiblissant ainsi ce dernier.

Les cycles de reproduction des cochenilles sont compliqués et s'appuient à la fois sur la reproduction asexuée et sexuée (**Gourmel, 2014**). En côte d'Ivoire, l'incidence des attaques des cochenilles était de $42,7 \pm 3,4$ % chez le Bigaradier (**Minengu, 2018**). L'incidence des attaques varient aussi selon l'âge et l'espèce, les plantes âgées de plus de 20 ans sont plus attaquées que celles de moins de 10 ans (**Mbete et al., 2011**). Selon cet auteur, chez les arbustes âgés, portant

CHAPITRE 4 : RESULTAT ET DISCUSSION

à la fois des vieilles feuilles et des jeunes pousses, l'agression est toujours plus vive sur les vieilles feuilles que sur les jeunes pousses.

L'Aleurode est un insecte grégaire, ce qui explique la densité des attaques dans le cas de fortes infestations. Une femelle pond de 50 à 100 œufs et on peut compter 4 à 5 générations successives en été. Comme pour les Cochenilles, les Aleurodes sécrètent un miellat épais, qui favorise le développement de la fumagine. L'excès de miellat provoque le dessèchement et la chute de feuilles (**Bailet, 2011**).

Les infestations des aleurodes en région agrumicole à fait l'objet de différents travaux notamment ceux de Berkani et Boukhalfa au niveau de la plaine de la mitidja (revue dans mahmoudi, 2019). Sure le bigaradier, les espèces *Aleurithrixus floccosus* et *Dialeurodes citri* provoquent des infestations du feuillage et des fruits avec une importante installation de fumagine.

4.1.2. Comparaison des moyennes d'abondance totale des phytophages rencontrés

Les moyennes des fréquences de l'abondance des trois groupes d'Homoptères rencontrés sur le feuillage des bigaradiers des deux habitats ont fait l'objet d'une analyse de la variance à 2 facteurs (temps et habitat) sans les interactions (Modèle linéaire global, Systat vers. 12.0) (fig. 4.2 et tab. 4.1).

On peut constater que les moyennes des fréquences les plus élevées concernent les cochenilles, suivies par celles des aleurodes et celles des pucerons (fig. 4.2). Elles varient significativement entre les trois groupes d'homoptères ($p < 0,001$, tab. 4.1).

Par ailleurs, nous n'avons pas remarqué de variation temporelle des fréquences d'abondance pour tous les groupes d'homoptères sauf au début et à la fin de notre suivi, où elles semblent plus élevées. Les résultats de l'analyse de la comparaison des moyennes de fréquence montrent en effet qu'il n'ya pas d'effet temps ($p=0,356$, différence non significative, tab. 4.1, fig. 4.2).

CHAPITRE 4 : RESULTAT ET DISCUSSION

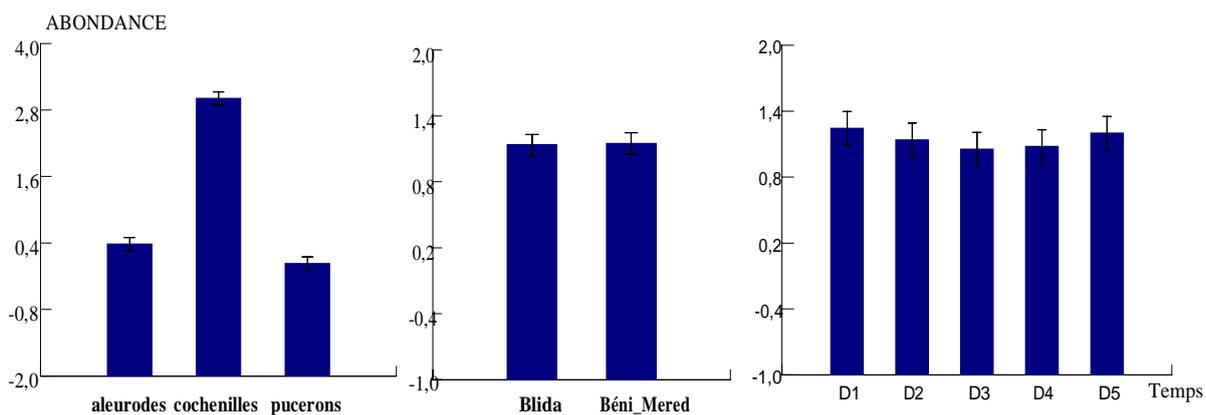


Figure 4.2. Graphes des moyennes d'abondance comparée des phytophages rencontrés sur le feuillage du bigaradier, (D1 : 4/3/21, D2 : 18/4/21, D3 : 4/5/21, D4 : 19/5/21, D5 : 7/6/21).

De même, durant la période de suivi, nos résultats montrent qu'il n'y a pas de différence significative des fréquences d'abondance de tous les groupes entre les deux habitats urbains ($p=0,817$, différence non significative, tab. 4.1, fig. 4. 2).

Tableau 4.1: Résultats de la comparaison des moyennes d'abondance globale des ravageurs sur le bigaradier durant la période de suivi.

Source	Type III SS	df	Mean Squares	F-ratio	p-value
Date de suivi	0,153	4	0,038	1,157	0,356
Habitat	0,002	1	0,002	0,055	0,817
Ravageurs	52,891	2	26,445	801,377	0,000
Erreur	0,726	22	0,033		

4.1.3. Variation des catégories de phytophages selon les classes d'abondance

Pour rappel, les abondances estimées des individus des 3 groupes d'homoptères observés sur le feuillage des bigaradiers ont été réparties en 3 classes (CL1 : de 0 à 10 individus, CL2 : de 11 à 30 individus, CL3 : de 31 à 50 individus), nous avons rajouté une 4^e classe d'abondance CL4 > 50 individus) que nous n'avons pas trouvé dans nos prélèvements du feuillage réalisés au hasard. Différents travaux sur les ravageurs des agrumes utilisent en effet des échelles de classes d'abondance ou classes de fréquence pour évaluer l'intensité des infestations par ces ravageurs sur les compartiments de l'arbre d'agrumes (**Garcia Mari, 2012**).

CHAPITRE 4 : RESULTAT ET DISCUSSION

Les moyennes des fréquences d'abondance des cochenilles, aleurodes et pucerons sont présentées pour chaque classe d'abondance au niveau de la figure 4.3.

D'après nos observations, les abondances des trois catégories de phytophages appartiennent majoritairement à la classe 1, signifiant une faible abondance de cochenilles, des aleurodes et des pucerons sur le feuillage des bigaradiers aussi bien au niveau de l'habitat urbain à Béni Mered que celui de Blida.

Les Box plot de la figure 4.3 montrent néanmoins, que les cochenilles étant donné leur nombre se répartissent également dans les classes d'abondance CL2 (de 11 à 30 individus) et CL3 (de 31 à 50 individus) mais avec des moyennes de fréquences plus faibles que celles observées pour la classe 1.

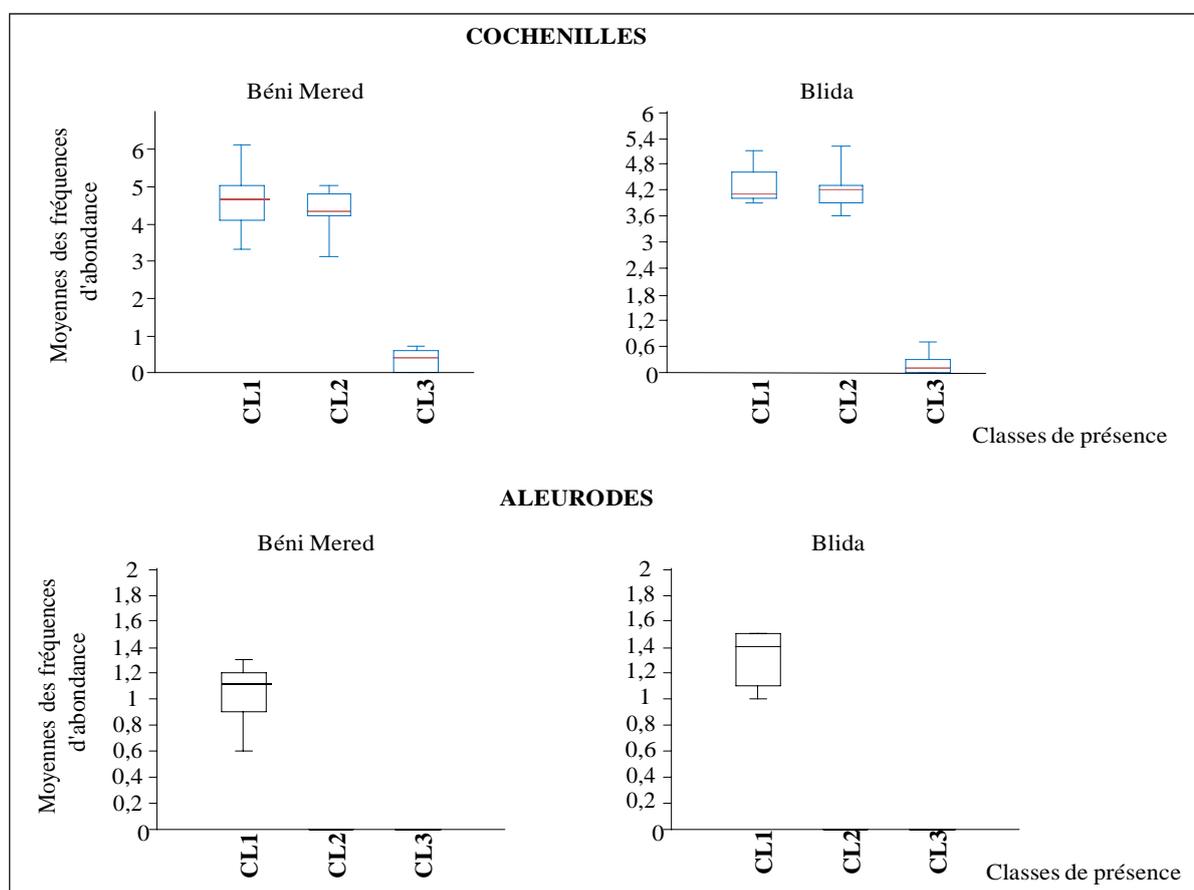


Figure 4.3 : Répartition des fréquences d'abondance des principaux phytophages rencontrés sur le feuillage des arbres de bigaradier par habitat. (les traits figurant au niveau du box plot correspondent à la médiane des valeurs).

4.2. Analyse des communautés des espèces bénéfiques rencontrées au niveau des bigaradiers des deux habitats urbains à Blida et Béni Mered

CHAPITRE 4 : RESULTAT ET DISCUSSION

Lors de notre échantillonnage, nous avons réalisé pour des conditions pratiques l'analyse des populations des principaux auxiliaires des bigaradiers urbains en deux aspects.

Dans le premier aspect, nous avons appréhendé l'étude du parasitisme sur le feuillage des bigaradiers proches des habitations au centre ville de Béni Mered. Les pièges englués n'ont pas pu être utilisés. Le déplacement ou l'arrachage des pièges aurait induit des pertes de données d'observations des captures.

Dans le second aspect, nous avons plus cerné une analyse de la diversité des communautés d'ennemis naturels se trouvant au niveau des bigaradiers de l'IFEG à Blida. Cette partie a été réalisée pour 3 temps d'observations durant le mois de mai jusqu'au début juin 2021.

4.2.1. Inventaire des principaux taxons bénéfiques capturés au niveau des bigaradiers de l'IFEG

L'inventaire des espèces ayant pu être identifiées soit au niveau spécifique, générique ou au niveau de la famille taxonomique a permis de mettre en évidence la disponibilité de 30 taxons appartenant à 4 ordres (Hymenoptera, Coleoptera, Neuroptera, Heteroptera), au niveau des bigaradiers de l'IFEG durant la période de suivi (tab. 4.2).

Les 30 taxons inventoriés sont répartis en 4 familles d'espèces prédatrices (Staphylinidae, Coccinellidae, Coniopterygidae, Anthocoridae et Chrysopidae) et 9 familles d'espèces parasitoïdes primaires et secondaires (tab. 4.2) (Aphelinidae, Encyrtidae, Eulophidae, Megaspilidae, Scelionidae, Pteromalidae, Ceraphronidae, Braconidae, Figitidae).

De manière globale, la grande majorité de ces taxons ont été capturés à travers les plaques jaunes aux 3 dates de suivi en mai et début juin, (tab. 4.2).

Certains taxons ne sont observés qu'à une date donnée (début juin) : par exemple *Coccophagus* (parasitoïde de cochenilles) et *Lysiphlebus* (parasitoïde d'aphides), *Semidalis* (aleurodiphage), *Coccinella algerica* (aphidiphage), *Chilocorus quadrimaculatus* (aphidiphage), *Orius* (polyphage) et *Chrysoperla carnea* (polyphage).

CHAPITRE 4 : RESULTAT ET DISCUSSION

Tableau 4.2 : Présence-absence des espèces entomologiques capturées au niveau des bigaradiers dans la zone urbaine de Beni Mered (Blida)

Taxons	Ordre/Famille	10/05/ 2021	24/05/ 2021	12/06/ 2021
<i>Encarsia</i> sp	Aphelinidae (Hym.)	+	+	+
Cynipoidea	Figitidae (Hym.)	+	+	+
<i>Aphelinus</i>	Aphelinidae (Hym.)	+	+	+
<i>Aphytis</i>	Aphelinidae (Hym.)	+	+	+
<i>Aphytis hispanicus</i>	Aphelinidae (Hym.)	+	+	+
<i>Cales noacki</i>	Aphelinidae (Hym.)	+	+	+
<i>Coccophagus</i>	Aphelinidae (Hym.)	-	+	+
<i>Lysiphlebus</i>	Braconidae (Hym.)	-	+	+
<i>Metaphycus</i>	Encyrtidae (Hym.)	+	+	+
<i>Syrphophagus</i>	Encyrtidae (Hym.)	-	+	-
Eulophidae sp ind	Eulophidae (Hym.)	+	+	+
Megaspilidae sp ind	Megaspilidae (Hym.)	+	+	+
Scelionidae sp ind	Scelionidae (Hym.)	+	+	+
Pteromalidae sp ind	Pteromalidae (Hym.)	+	+	+
Ceraphronidae sp ind	Ceraphronidae (Hym.)	+	-	+
Braconidae sp ind	Braconidae (Hym)	+	+	+
Encyrtidae sp ind	Encyrtidae (Hym.)	-	-	+
Staphylinidae sp ind	Staphylinidae (Col.)	-	-	+
<i>Aphidius</i>	Braconidae (Hym.)	+	+	+
<i>Stethorus punctillum</i>	Coccinellidae (Col.)	+	+	+
<i>Rhyzobius lophantae</i>	Coccinellidae (Col.)	+	+	+
<i>Chilocorus bipustulatus</i>	Coccinellidae (Col.)	+	-	+
<i>Semidalis</i>	Coniopterygidae (Nev.)	-	+	-
<i>Coccinella algerica</i>	Coccinellidae (Hym.)	-	-	+
<i>Chilocorus quadrimaculatus</i>	Coccinellidae (Col.)	-	-	+
<i>Clitostethus arcuatus</i>	Coccinellidae (Col.)	+	+	+
<i>Symnus subvillosus</i>	Coccinellidae (Col.)	-	-	+
<i>Orius</i>	Anthocoridae (Het.)	-	-	+
Coniopterygidae sp ind	Coniopterygidae (Nev.)	+	+	-
<i>Chrysoperla carnea</i>	Chrysopidae (Nev.)	-	-	+

Les entomophages prédateurs se retrouvent chez les Coccinellidae, les Coniopterygidae et les Chrysopidae. La présence et la persistance de ces aphidiphages dépendent de la disponibilité en proies mais également de la composition végétale des habitats adjacents des cultures (Alhmedi ,2006).

Les entomophages parasitoïdes primaires figurent parmi les Aphelinidae, les Braconidae, les Encyrtidae, les Eulophidae parmi lesquels *Citrostichus phyllicnistoides* qui est

CHAPITRE 4 : RESULTAT ET DISCUSSION

un un parasitoïde koinobionte de la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella*, les Mymaridae, les Platigastridae, les Scelionidae et les Ceraphronidae.

Chez les Aphelinidae plus particulièrement, les *Encarsia* et l'espèce *Cales noacki* attaquent les aleurodes. Les genres *Aphytis* et *Coccophagus* se développent aux dépens des cochenilles. L'espèce *Cales noacki*, un ennemi naturel de l'une des espèces d'aleurodes, *Aleurothrixus floccosus*, est sans doute l'hyménoptère parasitoïde le plus abondant dans les vergers d'agrumes (Soler, 2000) ; (Alonso, 2003). *Aphytis melinus* est considéré comme le parasitoïde le plus efficace dans le contrôle d'*Aonidiella Aurantii* dans presque toutes les régions d'agrumes du monde où il a été introduit (Asplanato, et Garcia-Mari, 2002).

4.2.2. Analyse des diversités temporelles des communautés d'auxiliaires capturés au niveau des bigaradiers de l'IFEG

Les indices écologiques de structure et de composition ont été pris en considération pour caractériser les communautés de l'entomofaune bénéfique rencontrée sur les bigaradiers de l'IFEG de la mi mai à la mi juin. Respectivement, les richesses, abondances globales, les indices de dominance, les indices de diversité (Indice de Shannon et indice de Simpson) et l'équitabilité sont données selon le programme de calcul organisé dans le logiciel Past vers. 9.11 (tab. 4.3).

Les richesses temporelles sont sensiblement égales, elles augmentent de la mi mai avec 25 espèces rencontrées à 28-29 espèces capturées vers la mi juin. L'effectif global de tous les individus capturés évolue jusqu'à la fin du suivi de 73 individus dénombrés à la fin de la 1^e semaine de mai, à 141 individus dénombrés à la mi juin. Les indices de diversité de Shannon sont compris entre 2,23 et 2,74 bits. La diversité la plus élevée a été notée à la fin de mai d'après nos observations (tab. 4.3). L'indice de diversité de Simpson tend vers 1. Cet indice permet d'exprimer la dominance d'une espèce lorsqu'il tend vers 0, ou la codominance de plusieurs espèces lorsqu'il tend vers 1. Il faut noter que cet indice de diversité donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. Le fait d'ajouter des espèces rares à un échantillon, ne modifie pratiquement pas la valeur de l'indice de diversité.

Enfin, l'équitabilité tend vers 1 pour les trois communautés temporelles avec des valeurs comprises entre 0,69 et 0,82 (tab. 4.3). Néanmoins, le pool des espèces caractérisant le début du mois de mai, semble caractérisé par la dominance de certaines espèces puisque l'équitabilité traduit une valeur inférieure à celle notée pour les communautés de la fin mai et de la mi juin (tab. 4.3).

Tableau 4.3. Indices écologiques des communautés de l'entomofaune capturée au niveau des bigaradiers.

	10/5/21	24/5/21	12/6/21
Richesse	25	28	29
Abondance	73	97	141
Dominance_D	0,2658	0,119	0,1862
Shannon_H	2,23	2,747	2,523
Simpson_1-D	0,7342	0,881	0,8138
Equitabilité	0,6929	0,8243	0,7492

4.2.3. Diagrammes de fréquence abondance des communautés de l'entomofaune bénéfique rencontrée sur les bigaradiers de l'IFEG

La gestion des habitats peut être considérée comme un ensemble de méthodes de lutte biologique de conservation (**Fielder et al., 2008**) qui touche aux peuplements végétaux abritant des auxiliaires à l'échelle d'une parcelle, d'une exploitation, ou du paysage. On cherche ainsi non seulement à augmenter la quantité mais aussi à améliorer la qualité des habitats des ennemis naturels.

En autres, ces habitats peuvent constituer une ressource alimentaire alternative pour les adultes, en nectar ou pollen, des sites de refuge (microclimat), passage de la saison froide, une ressource en proies ou hôtes alternatifs.

Nous avons établi des diagrammes rang fréquence des espèces pour appréhender l'ordre de recrutement des ennemis naturels au sein d'une communauté temporelle donnée (fig. 4.4).

Bien que diversifiées, les communautés temporelles de l'entomofaune bénéfique des bigaradiers du milieu urbain à Blida montrent des disparités relatives à la distribution des abondances des espèces (fig. 4. 4).

CHAPITRE 4 : RESULTAT ET DISCUSSION

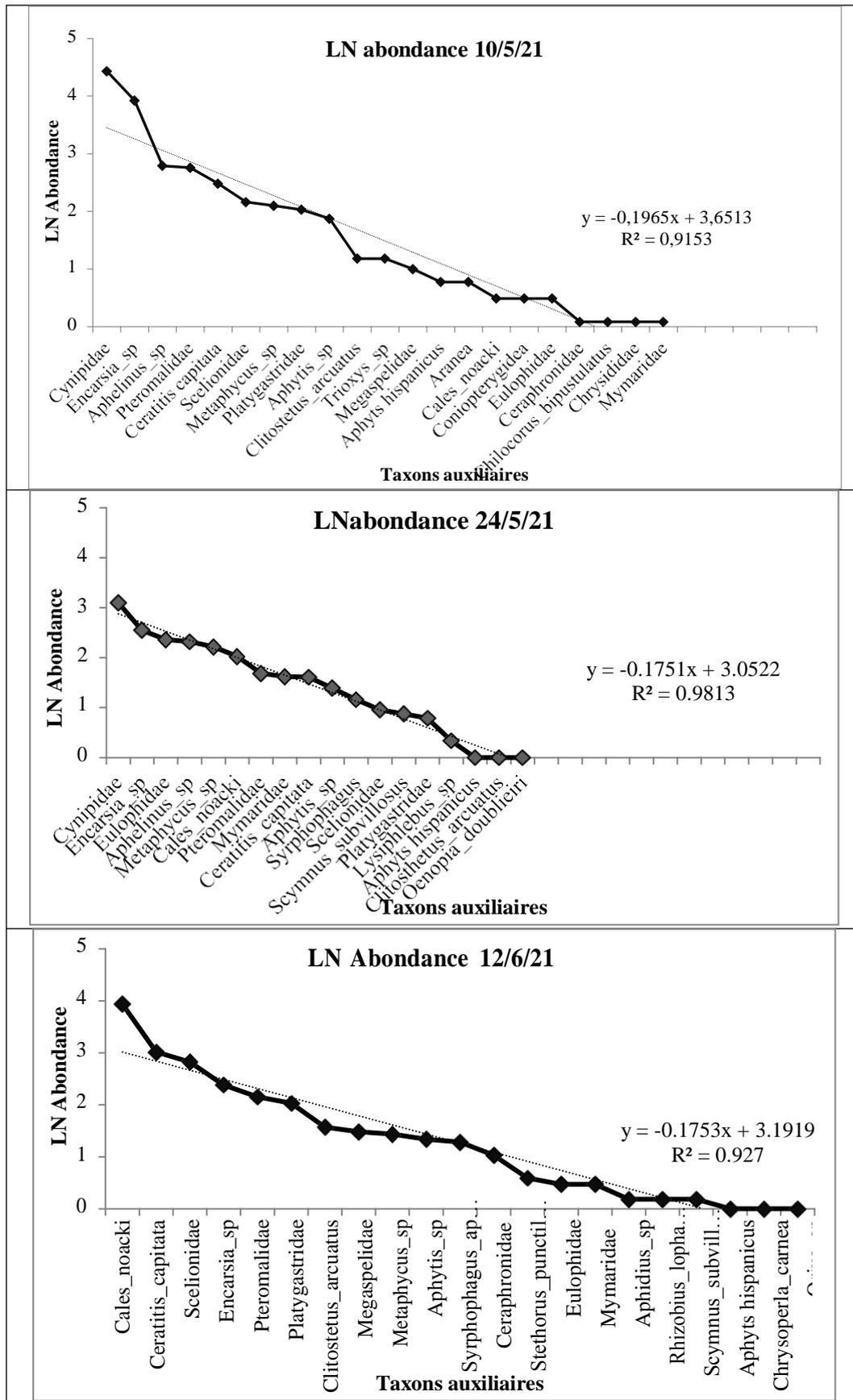


Figure 4.4. Diagrammes rang fréquence des communautés de l'entomofaune bénéfique rencontrée dans le milieu urbain à l'IFEG (Blida)

CHAPITRE 4 : RESULTAT ET DISCUSSION

Le classement des espèces selon leur ordre d'abondance fait ressortir certaines espèces caractéristiques de ces communautés temporelles. C'est le cas des Cynipoidea (Figitidae), *Aphelinus*, *Encarsia* et les Pteromalidae pour le pool des Hymenoptera du 10 mai 2021.

Concernant, la communauté des auxiliaires du 24 mai 2021, on retrouve le groupe précédent auquel se rajoutent les *Metaphycus* et *Cales noacki*. La communauté de Juin se caractérise par l'abondance de *Cales noacki*, *Encarsia* sp, les Scelonidae et les Pteromalidae qui sont des parasitoïdes secondaires.

Les hyperparasitoïdes de pucerons sont obligatoires puisqu'ils ne peuvent se développer sur des pucerons sains (**Brodeur 2000**). Ils réduisent la prochaine génération de parasitoïdes primaires via l'hyperparasitisme; et incitent les parasitoïdes primaires adultes à quitter hâtivement les colonies de pucerons (**Brodeur et Rosenheim 2000**).

Contrairement au groupe des parasitoïdes, on peut constater une très faible abondance des prédateurs qui se classent dans les derniers rangs de la communauté. Le groupe des prédateurs (Coleoptera, Neuroptera et Heteroptera) englobe des Coccinellidae, des Chrysopidae et des Coniopterygidae. Les espèces appartenant aux Coccinellidae contribuent à la régulation des populations de ravageurs. Les coccinelles ont démontré un important rôle régulateur des populations de pucerons, de cochenilles et autres organismes nuisibles. Ce sont souvent les entomophages qui ont le plus grand impact sur eux (**Dixon et al. 1997**).

4.3. Analyse du nombre d'individus des phytophages parasités sur le feuillage des bigaradiers au niveau de l'habitat urbain de Béni Mered

Les moyennes d'effectifs des phytophages parasités sont présentées dans la figure 4.5.

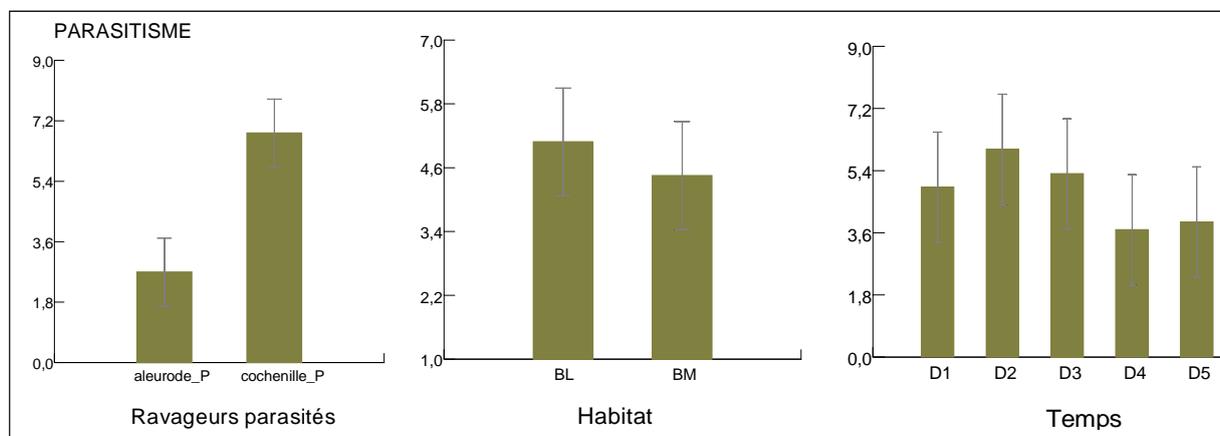


Figure 4.5. Comparaison des moyennes des effectifs de phytophages parasités sur le feuillage des bigaradiers dans les deux milieux urbains.

CHAPITRE 4 : RESULTAT ET DISCUSSION

Sur le feuillage, le parasitisme des cochenilles est plus marqué que celui des aleurodes (fig. 4.5) quelque soit l'habitat. Généralement, les compartiments des arbres d'agrumes sont souvent infestés par différentes espèces de cochenilles notamment le pou noir *Parlatoria ziziphi* qui est responsable des plus importantes infestations chez les Diaspidae. Les effectifs des individus de cochenilles parasités varie significativement de celui des aleurodes ($p < 1\%$, tab. 4.4 et fig. 4.5).

Le nombre moyen d'individus parasités des deux catégories de phytophages est plus élevé dans le milieu urbain à l'IFEG par rapport au milieu urbain situé au centre de la ville de Béni Mered mais les différences ne sont pas significatives (fig. 4.5, tab. 4, $p = 0,357$). On peut émettre l'hypothèse que le milieu des bigaradiers de l'IFEG (Blida) est un espace protégé d'une part car il s'agit d'un établissement de formation qui assez éloigné du trafic routier. D'autre part, ce même milieu est beaucoup plus végétalisé du fait qu'il comprend des espaces verts composés d'une flore diversifiée. Par contre, les bigaradiers situés en bordures des ruelles près des habitations sont assez distants des autres espèces végétales qu'on trouve au niveau des trottoirs du boulevard principal de la ville.

Tableau 4.4. Résultats du GLM (ANOVA, Systat vers. 12.0) relatif à la comparaison des effectifs de phytophages parasités dans les deux milieux urbains

Source	Type III SS	df	Mean Squares	F-ratio	p-value
Temps	15,132	4	3,783	1,722	0,205ns
Habitat	2,005	1	2,005	0,913	0,357ns
Rav. parasités	85,688	1	85,688	39,001	0,000***
Erreur	28,562	13	2,197		

Enfin, les résultats montrent que le nombre moyen d'individus parasités ne varie pas significativement dans le temps (Tab 4.4, $p = 0,205$).

Nous avons illustré la distribution du parasitisme sur le feuillage selon les dates de suivi au niveau des deux habitats urbains (Béni Mered et Blida) (fig. 4.6).

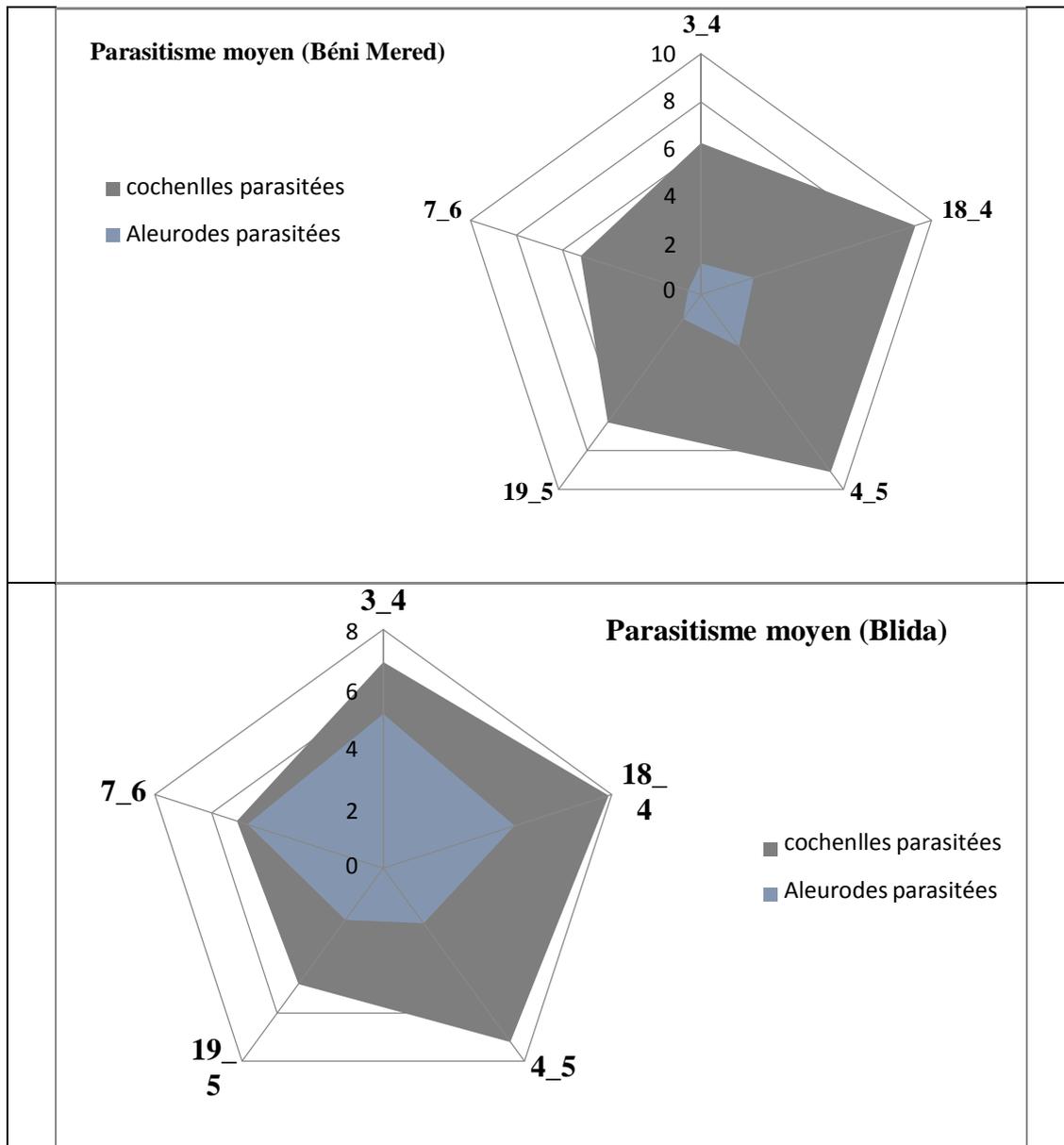


Figure 4.6. Répartition temporelle du nombre d'individus parasités moyen des cochenilles et des aleurodes dans les deux milieux urbains.

CONCLUSION

Conclusion et perspectives

L'une des stratégies de la lutte biologique est la préservation et la valorisation des auxiliaires indigènes en utilisant leur diversité biologique et en promouvant la conservation de leurs habitats.

Ce travail préliminaire est une contribution à la connaissance de la régulation naturelle des phytophages sur les bigaradiers des milieux urbains.

Nous avons mis en évidence des différences de répartition des phytophages, du parasitisme et de la diversité temporelle des communautés de l'entomofaune bénéfique capturée durant la période de cette étude de mars à juin 2021.

Les bigaradiers en zone urbaine étudiée semblent en bon état sanitaire puisque les abondances des phytophages sur le feuillage sont acceptables, nous avons surtout trouvé une abondance de cochenilles par rapport aux aleurodes. Cependant, le parasitisme des aleurodes était plus marqué dans la zone de Blida que dans la zone de Béni Mered et vice versa concernant les cochenilles.

L'essentiel que l'on peut tirer de cette étude est cette disponibilité d'auxiliaires notamment les espèces de parasitoïdes primaires et secondaires spécialistes des aleurodes et des pucerons. En effet, cette disponibilité source et réservoir de biodiversité est importante sur le plan de la lutte par conservation notamment au niveau des agrosystèmes environnants.

La prospection d'autres espaces verts en zone urbaine pourrait être une perspective intéressante à l'approfondissement de ce travail.

References bibliographies:

Aidoo O F, Kyerematen R, Akotsen-Mensah C, Afreh-Nuamah K. (2016). Abundance and Diversity of Insects Associated with Citrus Orchards in Two Different Agroecological Zones of Ghana. *American Journal of Experimental Agriculture*. 13 (2): 1-18.

Ali Khodja A., 2000. L'espace vert public dans la ville de Constantine. Thèse du Doctorat d'Etat en architecture, Institut d'Architecture, Université Mentouri, Constantine, Algérie.

Ali-Khodja A., Kenoucha T., 2001. L'espace vert public dans la ville algérienne. Actes de la journée d'études nationales sur l'urbanisme : où vont les villes algériennes ? Le laboratoire de recherches Projet Urbain, Ville et Territoire (PUVIT), Sétif : 137-143.

Ali, S. I. & S. M. H. Jafri, eds. 1976. Flora of Libya

Ansjel J.L. Les arbres à parfums. Paris : édition Erolles, 2001. -147p

Anonyme., protection biologique des espèces verts et des arbres urbains, Lyon 8

Aroun M.-E.-F. (1985). Les aphides et leurs ennemis naturels en vergers d'agrumes de la Mitidja. Mém. Magister. I.N.A. El Harrach, 125 p

Aubert, B., & Vullin, G. (1997). Pépinières et plantations d'agrumes. Editions Quae.

Aubert, B., & Vullin G. (1998). Citrus nurseries and planning technique, Ed. Cirad 183p

Ayres A. J., 2001. Le contrôle des agrumes en Brésil Chine/FAO p109

Bailet J.M. 2011 - Les ravageurs de nos jardins. Mémoires de l'Institut Océanographique Paul Ricard, Parc Phoenix, Nice France 9-15.

Biche M. (2012). Les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels. Guide pratique. 4-5

B.I.H.A., 2009 Fiche variétale d'agrumes. Maroc, n 14377, p25

Becket, K. P., Freer-Smith, P. H., & Taylor, G. (2000). Particulate pollution capture by urban trees: effect of species and windspeed. *Global Change Biology*.

Berche J. C. biologie végétale, (collection abrégés de science) 2009 p278

Boullard B. la nature des arômes. Estem, 1995 -224p

Boukhalfa H. et Bonafonter P. 1997 observation dans la plaine de Mitidja pendant la période hivernale. *Rev.fruits* 42-43

Brebion G. Carcouet. Et Marcrauphie J. C. 1999. L'histoire des agrumes.

Bremnes L. (1996). Les plantes aromatiques et médicinales - Citrus (oranger et citronniers). Ed. Bordas. p. 46-47

Bovin J. 2001 Parasitoïde et lutte biologique, centre de recherche agroalimentaire France, la revue en science de l'environnement sur web 2

Colombo, A. 2004. La culture des agrumes. Vecchi S.A, Paris. 8548.133p

Courboulex et Lorrain., 1998 : Les agrumes –M. Courboulex & H. de Lorrain – Edditions

Rustica.

Ctifl .2011. La culture fruitières et légumières. N°31.

Craker, L. E. & J. E. Simon, eds. 1986-1987. Herbs, spices, and medicinal plants, 2 vols

Fabrice et Valérie Le Bellec. 2007. Le verger tropical : Cultiver les arbres fruitiers

Fiedler A. K., Landis D. A., Wratten S.D., 2008. Maximizing ecosystem services from conservation biological control : the role of habitat management. Science Direct. 254-271.

Florysage. (2017, mai). L'arbre en ville : du bon choix à la plantation.

France AgriMer. (2017). LES PLANTES ATTRACTIVES POUR LES ABEILLES – Plantes nectarifères et pollinifères à semer et à planter. MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION.

Francesca Di Pietro et Lotfi Mehdi, 2017 « Végétation des espaces boisés et paysage urbain », Projets de paysage [En ligne], mis en ligne le 07 juillet 2017, consulté le 21 juin 2021. URL : <http://journals.openedition.org/paysage/5621> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/paysage.5621>

Ghédira, K. Goetz, P. Citrus aurantium. Var. Amara Link. Phytothérapie 2015 p320

Gillig, C.-M., Bourgery, C., & Amann, N. (2008). L'arbre en milieu urbain, conception et réalisation des plantations. InFolio.

Girre L. les plantes médicinales 2005 -32p

Gontier L. L'oranger collection le nom de l'arbre 2000 -89p

Gourmel C., 2014. Catalogue illustré des principaux insectes ravageurs et auxiliaires des cultures de Guyane, 77 p.

Jacqueumond C. Agostini D. et Curk., 2009 Des agrumes pour l'Algérie

Jean Merlet, 1967. Nouvelle Instruction pour connoître les bons fruits : selon les mois de l'année

Jullien, E. &. (2010). Guide écologique des arbustes.

Labreche J.C (1777) - Dictionnaire de la botanique p33-41

Lamri S., 2012 - Espace vert urbain et périurbain de Sétif : Etat des Lieux et place dans la gestion municipale. Thèse de Magister, Université Ferhat Abbas, Sétif, 168P.

Lavorel S., & Garnier E. (2002). Predicting the effects of environmental changes on plant community composition and ecosystem functioning: revisiting the Holy Grail. Functional Ecology, 16 : 545-556.

Laïle, P., Provendier, D., & Colson, F. (2013). Les bienfaits du végétal en ville, Synthèse des travaux scientifiques et méthodes d'analyse.

Le Gourrierec, S. (2012). L'arbre en ville : le paysagiste concepteur face au milieu urbain

Lieutaghi, P. (2004). Le Livre des arbres, arbustes et arbrisseaux.

Louis Albertini, 2007. L'agriculture en Al-Andalus (Ibérie arabe) Paris, p356

Loussert R. 1985 Les agrumes paris p131.

Loussert, R.1989. Les agrumes. Volume 1 Arboriculture. Paris. France. Technique et Documentation Lavoisier. 113p.

Loussert R., 1989 : Techniques agricoles méditerranéennes, les agrumes, l'agriculture Lavoisier, Paris. Vol I et II

Mackee, H. S. 1994. Catalogue des plantes introduites et cultivées en Nouvelle-Calédonie. Deuxième édition. Flore de Nouvelle-Calédonie et Dépendances. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 164 pp.

Mbete P., Maryse C., Itoua-Apoyolo C., 2011. Evaluation des dégâts causés aux Agrumes par la Cochenille (*Praelongorthezia proelonga*) dans les quartiers Sud de la ville de Brazzaville. Journal of Applied Biosciences, 39, 2619-2625.

Minengu J de Dieu, MPUPU B., DISHIKI E., KOSHI F., C. Maziamu 2018 - Dynamique des populations des principales espèces de cochenilles des agrumes dans la ville de Kikwit (République Démocratique du Congo). Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture 2018; 1(1), 12-18.

Mullaney, J., Lucke, T., Trueman, S. J., 2015 « A review of benefits and challenges in growing street trees in paved urban environments », Landscape and Urban Planning, vol. 134

Muller, N., 2010 - The biodiversity of historic domestic gardens a study of wolhemian Quarter of Erfurt, (Germany), p. 309-322.

Nicole T. François G. 2013. Des fruits et des graines comestibles du monde entier, Lavoisier p48.

Nietzel, Dietrich. 1941. Jstore plant « Citrus aurantium L ».

Oporto A. Séville bitter orange tree Parfumer 2004. -16p

Parloran J C., 1971 : Les agrumes, Paris, maison neuve et la rousse ; 565p.

Peter Steiger, C. G. (2016). (B. Suisse, Éd.) (877).

Pintureau B. (2010). Les Hyménoptères parasitoïdes oophages d'Europe. Collection. Guide pratique, EdsQuae, 84p.

Quilici S., Vincenot D., Franck A. (2003). Les auxiliaires des cultures fruitières à l'île de la Réunion. Editions Quae. 168p.

Saharaoui L., Hemptinne J.-L. (2009). Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera: Coccinellidae) sur agrumes et interactions avec leurs proies dans la région de Rouiba (Mitidja orientale) Algérie. Annales de la société entomologique de France. 45(2) : 245-259

Subburayalu, S., Sydnor, T. D., 2012 « Assessing street tree diversity in four Ohio communities using the weighted Simpson index », Landscape and Urban Planning, vol. 106, n° 1

Tewksbury, J.J., D.J. Levey, N.M. Haddad, S. Sargent, J.L. Orrock, A. Weldon, B.J. Danielson, J. Brinkerhoff, E.I. Damschen et P. Townsend, 2002 - Corridors affect plants, animals, and their interactions in fragmented landscapes, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 99, pp. 12923-12926.

Wiersema, J. H. & B. León. 1999. World economic plants

Sites web :

<https://plants.jstor.org/search?qtype=names&query=Citrus+aurantium>

https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/966887

http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=10781

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Bigaradier>

<https://www.detentejardin.com/plantes/fruits-et-verger/cultiver-le-bigaradier-279>

https://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=orange_ame_re_ps

<https://jardinage.ooreka.fr/plante/voir/1199/bigaradier>

<https://www.aujardin.info/fiches/reussir-plantation-arbuste.php>

<https://www.aujardin.info/fiches/arbres-ou-arbustes.php>

Millennium Ecosystem Assessment, 2005 - Ecosystems and human well-being : biodiversity synthesis. World Resources Institute, Washington, DC. [En ligne] URL: <http://www.unep.org/maweb/documents/document.354.aspx.pdf>