

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLEB, BLIDA 1
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES ET AGRO-ECOLOGIE**



Projet de fin d'étude

**En vue de l'obtention du Diplôme de Master 2
En Sciences de la Nature et de la Vie**

Option : Agro-environnement et bio-indicateurs

Thème

**Biodiversité des Arthropodes dans un jardin
botanique**

**Présenté par : ZANOUNE Yousra
NOUIDHIR Maroua**

Soutenu devant le jury :

- | | | | |
|--------------------------|------------|-----------------|----------------|
| • Mme ALLAL-BENFEKIH L. | Professeur | U.B.1 | Présidente |
| • Mme DJEMAI I. | M.C.B. | U.B.1 | Examinatrice |
| • Mme DJENNAS- MERRAR K. | M.C.B. | U.B.1 | Promotrice |
| • Mme MARNICHE F. | Professeur | E.N.S.V EL-ALIA | Co- Promotrice |

Année Universitaire : 2020/2021

Dédicaces

Que ce travail témoigne de mes respects :

A mes parents :

Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux. Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.

A mon fiancé MOHAMED

A ma sœur Samira et à mes frères Ramzi, Sami

A la famille Nouidhir. A ma cousine HANAÏ

Ils vont trouver ici l'expression de mes sentiments de respect et de reconnaissance pour le soutien qu'ils n'ont cessé de me porter.

A tous mes professeurs :

Leur générosité et leur soutien m'oblige de leurs témoigner mon profond respect et ma loyale considération.

A tous mes amis et mes collègues YOUSRA , MADJDA , HALIM , SOHAÏB et toute la promos de AEB 2021 . Ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.

MAROUA

Dédicaces

À mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

À mes chères sœurs DJOUHAINA HOUDA WIAM pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

À mes chers frères YASSER et ABDESSALAM pour leur appui et leur encouragement

À ma chère binôme MAROUA pour sa entente et sa sympathie

À ma chère amie MADJDA pour son aide et son support dans les moments difficiles

À tout mes professeurs et leurs soutien, que dieu vous protège

À toute ma promotion de AEB

Et à toutes les personnes qui m'ont apporté leur soutien tant moral que physique et qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail

Merci d'être toujours là pour moi

yusra

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu, notre créateur, pour nous avoir donné la force et le courage pour accomplir ce travail.

Nous tenons à remercier Madame **DJENNAS-MERRAR K.**, Maitre de conférences B au Département des Biotechnologies et Agroécologie à l'université de Blida 1, qui en tant qu'encadreur, s'est toujours montrée à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce travail, à son inspiration, ses conseils, son aide et le temps qu'elle a bien voulu nous consacrer. Sans elle ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Nous ne manquerons pas à remercier Madame **MARNICHE F.**, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'El-Alia, pour son sérieux et ses efforts. Nous la remercions pour son dévouement.

Nos sincères remerciements s'adressent aux membres du jury :

Madame **ALLAL BENFKHIIH L.**, Professeur au Département des Biotechnologies et Agroécologie à l'université de Blida 1, pour avoir accepté de présider ce jury et Madame **DJEMAI I.**, Maitre de conférences B au Département des Biotechnologies et Agroécologie à l'université de Blida 1, qui a bien voulu juger et évaluer ce modeste travail.

Nos sincères reconnaissances et nos vifs remerciements sont adressés à la Direction du jardin d'essai du Hamma, plus particulièrement Monsieur **BOULAHIA A.**, Directeur du jardin et Madame **BENMENNI K.**, Conservatrice du jardin.

Nous remercions vivement Mr. **DJENNAS K.**, Ingénieur à l'Agence Nationale pour la Conservation de la Nature, pour son aide précieuse sur le terrain. Qu'il trouve ici toute l'expression de notre respect et gratitude.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous nos enseignants de la spécialité.

Enfin, Nous remercions nos amis et camarades de promotion pour tous les moments passés ensemble.

Résumé : Biodiversité des Arthropodes dans un jardin botanique

Le présent travail réalisé dans le jardin botanique du Hamma porte sur l'étude de la biodiversité des arthropodes à partir de deux méthodes d'échantillonnage (pots Barber et bacs jaunes). L'échantillonnage réalisé sur 4 mois de février à mai 2021, nous a permis de recenser 86 espèces réparties entre 6 classes, 10 ordres et 46 familles. Dans les pots Barber, les espèces capturées appartiennent à 29 espèces réparties en 5 classes, 9 ordres et 23 familles alors que dans les bacs jaunes, on note 57 espèces réparties en 5 classes, 11 ordres et 40 familles. La classe des insectes domine aussi bien dans les pots Barber que dans les bacs jaunes avec 67,55% dans les pots Barber (4 ordres et 13 familles) et 90,82% dans les bacs jaunes (6 ordres, 33 familles). Suivie par les Malacostraca (19,21) puis les Gastropoda (10,60%) dans les pots Barber et les Collembola (3,63%), les Malacostraca (2,73%) et les Arachnida (1,21%) dans les bacs jaunes. La richesse totale la plus élevée est remarquée dans les pots Barber au mois de mars avec 40 espèces et 39 espèces en avril dans les bacs jaunes. Concernant les richesses moyennes, dans les pots Barber, elle est élevée en mai (2,63 espèces) et en avril (2,13 espèces). Dans les bacs jaunes, la richesse moyenne la plus élevée est signalée au mois d'avril avec (1,18 espèces). Le calcul des abondances relatives des espèces montre que *Armadillidium vulgare* domine en février dans les pots Barber avec 26,92 %, dans les bacs jaunes, il s'agit de *Anaspis* sp. avec 23,85 % en mai. Les valeurs de l'indice de Shannon-Weaver (H') les plus élevées sont enregistrées dans les bacs jaunes en avril (4,42 bits) contre (3,61 bits) toujours en avril dans les pots Barber. Les valeurs de l'équitabilité (E) des espèces piégées dans les pots Barber et les bacs jaunes tendent vers 1, ce qui prouve que les espèces inventoriées sont équitablement réparties.

Mots clés : Biodiversité, Arthropodes, jardin botanique du Hamma, pots Barber, bacs jaunes

Abstract: Biodiversity of Arthropods in a botanical garden

The present work carried out in the botanical garden of Hamma concerns the study of the arthropod biodiversity using two sampling methods (Barber pots and yellow bins). The sampling carried out over 4 months from February to May 2021, allowed us to identify 86 species distributed among 6 classes, 10 orders and 46 families.

In the Barber pots the species caught belong to 29 species divided into 5 classes, 9 orders and 23 families while in the yellow bins, there are 57 species divided into 5 classes, 11 orders and 40 families.

The insect class dominates both in Barber pots and in yellow bins with 67.55% in Barber pots (4 orders and 13 families) and 90.82% in yellow bins (6 orders, 33 families). Followed by the Malacostraca (19,21) then the Gastropoda (10.60%) in Barber and Collembola pots (3.63%), Malacostraca (2.73%) and Arachnida (1.21%) in the yellow bins.

The highest total wealth is noted in Barber pot in March with 40 species and 39 species in April in yellow bins.

Regarding the average wealth, in Barber pots, it is high in May (2.63 species) and in April (2.13 species). In the yellow bins, the highest average wealth is reported in April with (1.18 species).

The calculation of the relative abundances of species shows that *Armadillidium vulgare* dominates in February in Barber pots with 26.92%, in the yellow boxes it is *Anaspis sp.* with 23.85% in May.

The values of the highest Shannon-Weaver index (H') are recorded in the yellow boxes in April (4.42 bits) versus (3.61 bits) still in April in Barber pot.

The values of the equity (E) of the species trapped in the Barber pots and the yellow bins tend towards this which proves that the inventoried species are equitably distributed.

Key words: Biodiversity, Arthropods, Hamma botanical garden, Barber pots, yellow bins

Table des matières

Dédicaces	
Remerciements	
Résumé	
Abstract	
مہخص	
Table des matières	
Liste de abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction.....	2
Chapitre I : Jardin botanique et biodiversité	
1. 1 Généralités sur les jardins botaniques	5
Définitions.....	5
Rôles et missions des jardins botaniques	5
Critères et caractéristiques du jardin botanique	6
1. 2 . Notion de biodiversité.....	6
Importance de la biodiversité	7
Services éco-systémiques rendus par la biodiversité	7
Régulation (prédateurs et parasitoïdes)	7
Pollinisation	8
Bio-indicateurs	9
Chapitre II : Présentation de la région d'étude	
Situation générale du jardin d'essai du Hamma.....	11
Présentation et description du jardin d'essai du Hamma	11
Jardin anglais	12
Jardin français	13
Voies d'accès.....	14
Allées principales	14
Allées secondaires.....	15
Routes carrossables	15
Serres	15
Carrés.....	15
Carré floriculture	15

Carré systématique (botanique)	15
Carré de semis	15
Carré des plantes utilitaires.....	16
Points d'eau	16
Herbier et banque de semences.....	16
Parc zoologique	17
Facteurs abiotiques	18
Climat	18
Relief	19
Pédologie	19
Facteurs biotiques.....	19
Flore	19
Faune	20
Chapitre III : Matériel et méthodes	
Choix de la parcelle d'étude	23
Matériel utilisé.....	24
Matériel de terrain	24
Matériel de laboratoire	25
Inventaire floristique.....	25
Méthodologie adoptée pour l'inventaire des arthropodes.....	26
Méthode des Pots Barber:.....	26
3.4.2 Méthode des bacs jaunes.....	27
3.4.3. Dispositif d'échantillonnage.....	28
3.4.5. Tri et conservation des espèces capturées	30
3.4.6 Identification des espèces au laboratoire.....	30
3.5 Méthodes d'exploitation des résultats	30
1 Indices écologiques de composition.....	30
Richesse totale (S).....	30
Richesse moyenne (S m)	31
Fréquence centésimale (FC%) ou Abondance relative (AR%)	31
Indices écologiques de structure.....	31
Indice de diversité de Shannon-Weaver	32
Indice de diversité maximale.....	32

Equitabilité (E)	32
Chapitre IV : Résultats et discussions	
Résultats portants sur l'inventaire des espèces d'arthropodes capturées dans les pots Barber et les bacs jaunes au jardin d'essai du Hamma	34
Inventaire global (bacs jaunes et pots Barber) des espèces piégées dans le jardin d'essai du Hamma.....	34
Inventaire des espèces d'arthropodes capturées dans les pots Barber au jardin d'essai du Hamma	36
Inventaire selon les classes des espèces capturées par la méthode des Pots Barber au jardin d'essai du Hamma.....	37
Inventaire des ordres d'insectes capturés dans les pots Barber au jardin d'essai du Hamma.....	38
Inventaire des espèces d'arthropodes capturés dans les bacs jaunes au jardin d'essai du Hamma	39
Inventaire selon les classes des espèces capturées par la méthode des bacs jaunes au jardin d'essai du Hamma.....	41
Inventaire des ordres d'insectes capturés dans les bacs jaunes au jardin d'essai du Hamma.....	43
Indices écologiques de composition appliqués aux espèces inventoriées par les méthodes des pots Barber et des pièges jaunes au jardin d'essai du Hamma	44
Richesses totales et moyennes des espèces capturées dans les pots Barber et les bacs jaunes au jardin d'essai du Hamma	44
Abondances relatives des espèces piégées dans les pots Barber et les bacs jaunes au jardin d'essai du Hamma.....	45
Indices écologiques de structure appliqués aux espèces inventoriées par les méthodes des pots Barber et des pièges jaunes au jardin d'essai du Hamma	46
Diversité de Shannon-Weaver (H'), diversité maximale (H'_{max}) et équitabilité (E) des espèces capturées dans les pots Barber et les pièges jaunes au jardin d'essai du Hamma	47
4.2 Discussions	49
Conclusion générale et perspectives	52

Références bibliographiques

Annexe

Liste des abréviations

Fig : Figure

Tab : Tableau

sp. : Espèce

Ind : Indéterminée

ANN : Agence nationale pour la conservation de la nature

BGCI : Botanic Gardens Conservation International

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

Liste des Figures

Fig.1 : Situation géographique du jardin d'essai du Hamm (Google Earth, 2021)...	11
Fig. 2: Plan du jardin d'essai du Hamma d'Alger (EPA jardin d'essai, 2014).....	12
Fig. 3: Jardin anglais (DJAFRI et LABZA, 2018).....	13
Fig.4: Jardin français (BAFOULOULOU, 2008)	14
Fig.5 : Principales allées du jardin d'essai du Hamma.....	15
Fig.6 : Source naturelle d'eau (ANN, 2008).....	17
Fig.7: Parc zoologique du jardin d'essai du Hamma (ANN, 2008).....	19
Fig.8 : Carré botanique du jardin d'essai du Hamma (ORIGINALE)	23
Fig.9 : Matériel utilisé sur le terrain (ORIGINALE).....	24
Fig.10 : Matériel utilisé au laboratoire (ORIGINALE).....	25
Fig.11 : Pot Barber disposé sur le terrain (ORIGINALE)	27
Fig.12 : Bacs jaunes placés sur <i>Bauhinia purpurea</i> (ORIGINALE)	28
Fig. 13 : Disposition des pots Barber et des bacs dans la station d'étude (ORIGINALE)	29
Fig .14 : Photographies quelques des espèces d'arthropodes inventoriées dans les pots Barber et Bacs jaunes dans jardin d'essai du Hamma en 2021 prises à la loupe binoculaire Gr : 10×2.5 (Originale).....	36
Fig .15 : Distribution des classes d'arthropodes piégées dans les Pots Barber au jardin d'essai du Hamma en 2021.....	38
Fig. 16 : Distribution des ordres d'insecta capturées dans les Pots Barber à jardin d'essai du Hamma en 2021	39
Fig .17 : Distribution des classes d'arthropodes piégées dans les Bacs jaunes à jardin d'essai du Hamma en 2021.....	42
Fig. 18 : Distribution des ordres d'insectes capturées dans les Bacs jaunes à jardin d'essai du Hamma en 2021	43

Liste des tableaux

Tableau 1: Inventaire des espèces d'arthropodes piégées dans les Pots Barber à jardin d'essai du Hamma en 2021	36
Tableau 2 : Inventaire selon les classes des espèces capturées par la méthode des Pots Barber au jardin d'essai du Hamma	37
Tableau 3 : Inventaire des ordres d'insectes capturés par la méthode de Pot Barber à jardin d'essai du Hamma	38
Tableau 4 : Inventaire des espèces d'arthropodes capturés dans les bacs jaunes à jardin d'essai du Hamma en 2021	39
Tableau 5 : Inventaire selon les classes des espèces capturées par la méthode des Bacs jaunes à jardin d'essai du Hamma	42
Tableau 6 : Inventaire des ordres d'insectes capturés par la méthode de Bacs jaunes à jardin d'essai du Hamma	43
Tableau 7 : Richesses totales (S) et richesses moyennes (Sm) des espèces capturées dans les Pots Barber et les Bacs jaunes au jardin d'essai du Hamma en 2021 ...	44
Tableau 8 : Abondances relatives des principales espèces piégées dans les Pots Barber et les Bacs jaunes au jardin d'essai du Hamma en 2021	45
Tableau 9 : Diversité de Shannon-Weaver (H'), diversité maximale (H'_{max}) et d'équitabilité (E) des espèces capturées dans les Pots Barber et les Pièges jaunes au jardin d'essai en 2021	46

Introduction

Introduction

Introduction

L'étude de la biodiversité permet la connaissance des rôles et des fonctions des gènes, des espèces et des écosystèmes. De même, elle entraîne la compréhension des liens complexes entre les systèmes modifiés et naturels et l'application de ce savoir pour favoriser le développement durable (PNUE, 1994). Dans le cadre de l'étude de la biodiversité, d'importants travaux ont été menés ces dernières décennies dans le monde, mais ceux-ci ont surtout concernent les plantes et les mammifères. Ce constat, HEBERT (1999) l'a fait en soulignant que les problématiques de la biodiversité ont presque été associées aux vertébrés ou aux plantes avec comme résultat logique que la majeure partie des espèces reconnues comme vulnérables, menacées ou encore en danger appartiennent à ces groupes.

Les profanes dénomment grossièrement « insectes » toutes sortes d'être vivants, tels qu'Araignées, Acariens, Scorpions, Mille pattes et même les Cloportes, ou encore les crustacés. Il est vrai que, quoique différents des insectes, les animaux ci-dessus cités sont aussi membres d'un vaste groupe appelé les Arthropodes qui constituent le plus grand embranchement du règne animal (ZAHRADNIK, 1984). Les Arthropodes sont des invertébrés et regroupent plusieurs classes dont les plus importantes sont les Crustacés, les Myriapodes, les Arachnides et les Insectes. Ils sont caractérisés par un squelette externe rigide et des appendices articulés, d'où leur nom. (ROTH, 1980).

Le jardin d'essai du Hamma est un jardin historique à la végétation luxuriante et au patrimoine architectural remarquable. Ce dernier par sa localisation géographique, constitue un foyer important de biodiversité en Algérie, par la présence des espèces rares et protégées sur le plan national.

Beaucoup de travaux ont porté sur les invertébrés du Sahel algérois et même au jardin d'essai du Hamma, ce sont notamment BENZARA (1982); DOUMANDJI (1984) et DOUMANDJI et BICHE (1986) ; OMODEO et MARTINUCCI (1987), BAHA et BERRA (2001) et OMODEO et *al.* (2003) ; SAIGHI et *al.* (2005) ; SETBEL et DOUMANDJI (2005) ; DEHINA et *al.* (2007); BOUSSAD et *al.* (2008); HADDOUM et BICHE (2008); TAIBI et *al.* (2008); ABBAD (2016);BENDJILALI (2016) ainsi que ZAARIR et ZIDANE (2020).

Dans le souci et le but de connaître la richesse en arthropodes du jardin d'essai du Hamma, une étude sur la biodiversité de ces derniers est menée. Le présent travail

Introduction

porte sur quatre chapitres. Après une introduction, le premier chapitre relate les données bibliographiques sur les jardins botaniques et la biodiversité. En second lieu, la présentation de la région d'étude. Le troisième chapitre porte sur le matériel et les méthodes de travail utilisées dans le cadre de cette étude. Les résultats et les discussions sont consignés dans le quatrième chapitre. Enfin, ce travail s'achève par une conclusion générale accompagnée de perspectives.

Chapitre I

Jardin botanique et biodiversité

1. 1 Généralités sur les jardins botaniques

Définitions

Un jardin de botanique est un espace de terrain quelconque où l'on cultive à la fois un grand nombre de plantes diverses, tant indigènes qu'exotiques (LAMARCK, 1789). À la fin du XIX^{ème} siècle, LITTRE (1877) définit le jardin botanique comme étant un jardin où l'on rassemble un grand nombre de plantes pour l'étude et la curiosité. Un jardin botanique est aussi une institution qui rassemble des collections documentées de végétaux vivants à des fins de conservation, de recherche scientifique, d'exposition et d'enseignement (BGCI, 1999 et 2002). Cependant DEGREEF en 2002 considère qu'un jardin botanique est à la fois une source de matériel pour la recherche scientifique, la conservation de la biodiversité végétale et une havre de paix à la périphérie des villes.

Rôles et missions des jardins botaniques

Les jardins botaniques ont assumé dans l'histoire de nombreux rôles qui interfèrent largement entre eux, à savoir la contribution à la connaissance de la flore spontanée, la conservation des espèces et des milieux menacés, l'inventaire des plantes cultivées et la préservation de leur diversité génétique, sans oublier les recherches préliminaires sur les usages potentiels de la flore sauvage et les recherches éco-physiologiques (CHAUVET et DELMAS ,1993).

Selon WYSE (2000), les missions traditionnelles des jardins botaniques sont de trois ordres :

- **Scientifique** : Les jardins botaniques sont des organes de recherche et de diffusion de la connaissance botanique. Ils participent à la connaissance de la flore sauvage, indigène et exogène. Ce sont des lieux de ressources avec leurs collections végétales vivantes, leurs herbiers, leurs fonds documentaires et leurs banques de graines.

-**Conservation** : Les jardins botaniques participent à la conservation des espèces végétales les plus menacées des flores régionales et exogènes en liaison avec les

partenaires nationaux et internationaux , en suivant les cahiers des charges et guides des bonnes pratiques pour la multiplication et la conservation de ces espèces.

-Enseignement : Les jardins botaniques communiquent la connaissance sur le monde des plantes en proposant à différents publics (scolaires, touristes, amateurs, professionnels...) une découverte du monde végétal et un approfondissement des connaissances par des activités de médiation comme les visites guidées, les conférences, les expositions, et les excursions botaniques et autres.

Critères et caractéristiques du jardin botanique

Selon HEYWOOD (1989), l'Association Internationale des Jardins Botaniques définit les caractéristiques d'un jardin botanique qui sont :

- L'étiquetage adéquat des végétaux ;
- La création d'une base scientifique pour les collections des végétaux
- La communication des informations aux différents jardins, institutions et organisations ainsi au large public
- L'échange de graines ou d'autres matériaux avec d'autres jardins botaniques, ou stations de recherche (en respectant les lignes directives des conventions internationales, des lois nationales et des règlements douaniers) ;
- L'engagement à long terme et une responsabilité dans la gestion des collections végétales
- La gestion des programmes de recherche dans la taxonomie végétale en association aux herbiers.

1. 2.1 Notion de biodiversité

La biodiversité ou biodiversité biologique est la variété du vivant à tous ses niveaux, les gènes, les espèces, les populations, les écosystèmes les paysages et les processus naturels qui assurent la perpétuation de la vie sous toutes ses formes (CHRISTIAN, 2008).

La Convention sur la Diversité Biologique (CDB) en 1992, définit la diversité biologique comme étant la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, les écosystèmes terrestres, marins, autres systèmes aquatiques et les

complexes écologiques dont ils font parties. Elle comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes. Elle précise dans sa définition que la biodiversité concerne l'ensemble du vivant, qu'il soit naturel (biodiversité sauvage), ou bien géré par l'homme (biodiversité domestique).

Importance de la biodiversité

Selon DAJOZ (2008), la biodiversité joue un rôle important dans le maintien de la structure, de la stabilité et du fonctionnement des écosystèmes et en particulier de leur productivité. Le maintien d'une biodiversité élevée est indispensable au maintien de l'ensemble des services fournis par l'écosystème.

La biodiversité est considérée comme étant la base de l'agriculture. Son maintien est indispensable pour répondre aux besoins nutritionnels et de subsistance. La biodiversité des paysages agricoles fournit et maintient les services des écosystèmes indispensables à l'agriculture.

Services éco-systémiques rendus par la biodiversité

Les services éco-systémiques sont les multiples avantages que la nature apporte à la société. Cette notion a été intégrée aux politiques internationales entre 2001 et 2005, notamment par le biais de l'exercice d'expertise internationale du Millennium Ecosystem Assessment (MERAL, 2012)

DAILY (1997) définit les services éco-systémiques comme l'ensemble des conditions et des processus à travers lesquels les écosystèmes naturels et les espèces qui y trouvent refuge soutiennent la vie humaine. Ces services se résument en :

Régulation (prédateurs et parasitoïdes)

Il s'agit de l'activité des prédateurs et des parasites dans les écosystèmes, qui contribue à la lutte contre les populations d'organismes nuisibles et de vecteurs potentiels de maladies (FAO, 2000).

Les parasitoïdes sont des organismes qui se développent sur ou dans un autre organisme, leur hôte, en tirent leur subsistance et le tuent comme résultat direct ou

indirect de leur développement (EGGLETON et GASTON 1990). Ces organismes ont une importance considérable autant d'un point de vue écologique que de lutte biologique.

Selon CLAUSEN (1940), chez les Hémiptères, on trouve des familles prédatrices aquatiques comme les Notonectidae, les Pleidae, les Naucoridae, et les Belostomatidae etc.. Et des familles prédatrices terrestres exemple les Anthocoridae, Nabidae, Reduviidae, Pentatomidae, Miridae, Phymatidae et Lygaeidae. Alors que la famille des Miridae, dénombre plusieurs espèces prédatrices phytophages. Cependant la majorité des espèces d'insectes prédateurs appartiennent à l'ordre des Coléoptères les plus connues sont les Coccinellidae, Carabidae, Staphylinidae, Cicindelidae, Dytiscidae et Gyrinidae. Quant aux Diptères, seules quelques espèces de certaines familles sont prédatrices, telles les Tipulidae, Culicidae, Chironomidae, Rhagionidae, Asilidae, Empidae, Dolichopodidae, Drosophilidae. Alors que pour la famille des Cecidomyiidae, Syrphidae et Chamaemyiidae la majorité des espèces ont un mode de vie de prédation.

Pollinisation

La pollinisation joue un rôle fondamental dans le développement des fruits, des légumes et des semences par le biais des insectes et de facteur mécanique tels que le vent.

La pollinisation par le vecteur animal est un service éco-systémique qui est principalement assuré par des insectes, mais également par les oiseaux et les chauves-souris. Dans les écosystèmes agricoles, les agents pollinisateurs sont des auxiliaires indispensables pour l'arboriculture fruitière, l'horticulture, la production fourragère, et la production de semences des végétaux cultivés pour leurs racines et leurs fibres. Les agents pollinisateurs, comme les abeilles, les oiseaux et les chauves-souris, contribuent à 35 % pour la production végétale mondiale, en augmentant à 75 % la production des principales cultures alimentaires partout dans le monde (FAO, 2000).

Bio-indicateurs

Les problématiques de la biodiversité ont presque été associées aux vertébrés ou aux plantes, tandis que la plupart des espèces sont reconnues comme vulnérables et menacées. HILTY et MERENLENDER (2000) affirment que la majorité des invertébrés sont également plus sensibles aux perturbations environnementales comparés aux angiospermes et aux vertébrés. Les arthropodes en général et les insectes en particulier, constituent un outil précieux pour l'étude des écosystèmes et l'évaluation de leur état de santé (CHOUIHET, 2013).

L'avifaune a été très largement utilisée comme indicateur de la « qualité globale des biocénoses » (LEBRETON et PONT, 1987), en raison du caractère intégrateur des oiseaux (BLONDEL, 1980 et 1995) mais aussi, de la rapidité des relevés de terrain nécessaires. En effet, la description des communautés d'oiseaux est relativement aisée, si l'on compare au travail considérable que demande généralement la collecte et la détermination des insectes, qui constituent pourtant plus de la moitié de la biodiversité en forêt (PETERKEN, 1981). De plus, les oiseaux sont de grands régulateurs de l'entomofaune et de la flore.

Chez les coléoptères en particulier les carabidés sont fréquemment utilisés comme un groupe indicateur de la biodiversité. En effet, ils sont très sensibles aux conditions écologiques du milieu (humidité, température, pH, lumière) et aux impacts des actions anthropiques (HURKA et SUSTEK, 1995). Ils sont pour la plupart prédateurs, bien que quelques espèces aient une tendance phytophage ou polyphage.

Chapitre II

Présentation de la région d'étude

Situation générale du jardin d'essai du Hamma

Le jardin d'Essai du Hamma ($36^{\circ} 44' 53''$ Nord et $3^{\circ} 04' 34''$ Est) est situé au fond de la baie d'Alger dans la partie Nord-Est, dans le quartier du Hamma à Alger. Il s'étend en amphithéâtre, au pied du Musée National des beaux-arts d'Alger, de la rue Mohammed Belouizdad à la rue Hassiba Ben Bouali, et à l'Ouest par l'esplanade du Hamma avec l'hôtel Sofitel et la bibliothèque nationale (ANN, 2008) (Fig .1). Sa superficie est de 32 ha. Quant à l'altitude, elle varie de 10 à 100 m.

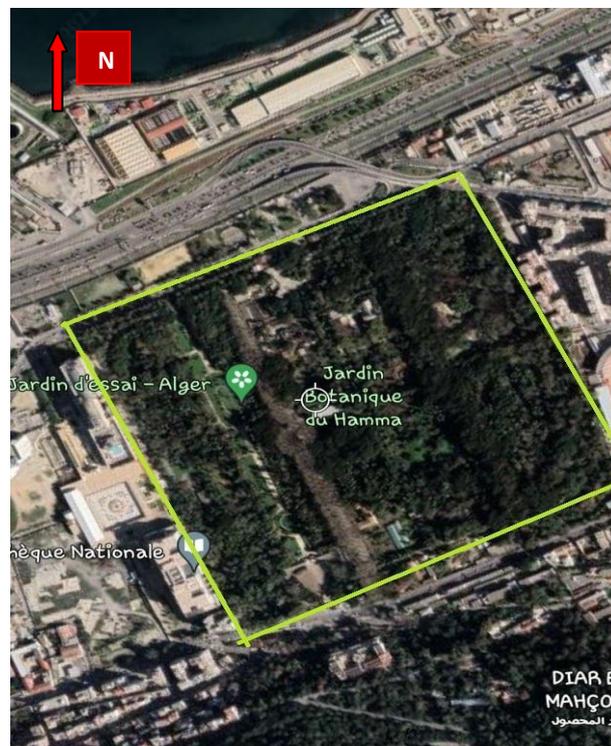


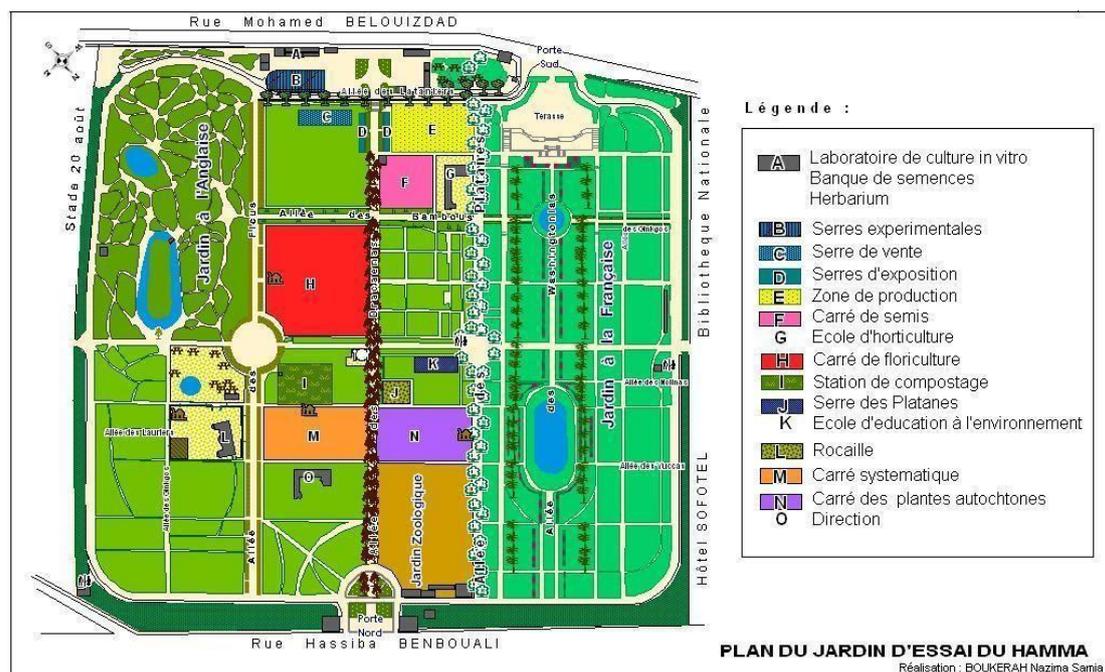
Fig. 1 : Situation géographique du jardin d'essai du Hamma
(Google Earth, 2021)

Présentation et description du jardin d'essai du Hamma

Le jardin d'essai créé en 1832 est un espace naturel conçu par des professionnels pour offrir à l'utilisateur un contraste évident avec la ville qui l'entoure (Alger). Dès le XVIII^e siècle, apparaissent en Europe des jardins d'acclimatation des plantes exotiques, avant

même que la révolution industrielle permette de suppléer aux orangeries et aux cloches par des châssis vitrés et des serres pour protéger les plantes de la chaleur du climat. Sous les tropiques, les européens constituent des réseaux de jardins d'introduction afin de mettre en valeur les régions dont ils avaient pris (CHALON, 1872).

Le jardin d'essai dispose de deux principaux jardins avec deux styles architecturaux différents: le jardin anglais et le jardin français (Fig. 2)



**Fig. 2: Plan du jardin d'Essai du Hamma d'Alger
(EPA jardin d'essai, 2014)**

Jardin anglais

Appelé aussi jardin à l'anglaise qui simule le pittoresque d'un paysage naturel varié. Situé au Sud-Est du jardin d'essai, il est aménagé autour d'une pièce d'eau ombragée, bordée d'un grand arbre à lianes, qui aurait servi de décor au tournage du film de Tarzan en 1932 (CARRA et GUEIT, 1952) (Fig. 3).



Fig. 3: Jardin anglais (DJAFRI et LABZA, 2018)

Jardin français

Le jardin français se caractérise par son tracé régulier (carrées, rectangles), en présentant deux grands miroirs d'eau (bassins), de formes classiques, bien réguliers, occupant la ligne centrale du jardin français. Il est nettement étendu, environ 2/3 de la surface du jardin d'essai (ANN, 2008) (Fig. 4).

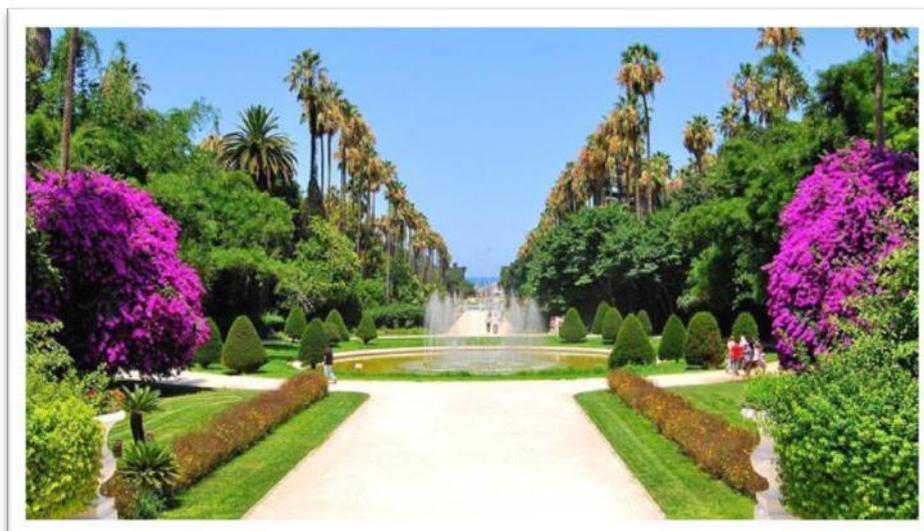


Fig.4 : Jardin français (BAFOULOULOU, 2008)

Voies d'accès : Il existe trois voies d'accès:

Allées principales

Ce sont l'allée des Platanes large, située près du jardin français, plantée en 1845, l'allée des Dracaena, qui longe le jardin de l'entrée Nord jusqu'à l'allée des Latania, plantée en 1847 (ANN, 2008). C'est une allée très ombragée par ses arbres qui forment de véritables voûtes laissant à peine pénétrer la lumière, son ambiance est unique (HAMMOUNI, 2005) et l'allée des Ficus gigantesques, avec des arbres à tronc large et au feuillage étalé, située du côté Est du jardin, plantée en 1863 (ANN, 2008) (Fig.5).



a- Allée des Platanes (ANN, 2008)



b- Allée des Ficus (ANN, 2008)



c- Allée des Dracaena (ANN, 2008)

Fig.5 : Principales allées du jardin d'essai du Hamma

Allées secondaires

Les allées secondaires sont moins remarquables, en nombre de 4. Ce sont l'allée des Bambous, l'allée des Merytha, l'allée des Yuccas et l'allée des Washingtonias.

Routes carrossables

Les routes carrossables délimitent le jardin anglais à l'est et au sud.

Serres

Plusieurs types de serres sont présentes au jardin d'essai du Hamma : une serre de vente et des serres de multiplication ainsi que deux palmariums expérimentaux.

Carrés

Au niveau du jardin d'essai, on retrouve plusieurs carrés :

Carré floriculture

Autrefois destiné à la fleur coupée, aujourd'hui ce carré est fermé pour aménagement

Carré systématique (botanique)

Ce carré regroupe une collection systématique ou taxonomique. Il s'agit d'une collection de plantes étroitement apparentées, assemblées pour montrer l'évolution des plantes et l'ordre systématique allant des pré-gymnospermes, aux gymnospermes puis les angiospermes monocotylédones et dicotylédones. Au total 384 espèces y sont représentées appartenant à 130 familles botaniques (CARRA et GUEIT, 1952).

Carré de semis

Carré destiné à la multiplication des plantes d'ornement annuelles et bisannuelles et pour l'embellissement des plates-bandes du jardin d'essai.

Carré des plantes utiles

A l'origine, il abritait des plantes médicinales, par la suite la collection s'est agrandie par l'introduction de plantes autochtones, bien aménagé et bien éclairé.

Points d'eau

Au jardin d'essai du Hamma, existe 8 points d'eau dont 5 se trouvent dans la partie Sud et 3 dans la partie Nord (Fig. 6). Il est signalé que le jardin d'essai est également alimenté par le réseau urbain (eau potable) à partir du château d'eau située au niveau de la colline des bois des arcades au Sud (ANN, 2008).



**Fig. 6 : Source d'eau naturelle au jardin d'essai du Hamma
(ANN, 2008)**

Herbier et banque de semences

Selon l'ANN (2008), l'herbier du jardin d'essai du Hamma est formé d'une ancienne collection de plantes datant de la période coloniale et d'une collection plus récente

formée de plantes spontanées et d'espèces exotiques du jardin. La banque de graines du jardin est un lieu protégé où l'on maintient les graines, parfois en congélation. La banque de semences présente deux types de chambres froides : une chambre froide à 4 C°, réservée pour les semences présentant un taux d'humidité supérieur à 24% et une chambre froide à -20°C, réservée pour les semences dont le taux d'humidité est inférieur à 24%.

Parc zoologique

L'origine du parc zoologique du Hamma remonte aux années 1900. D'une superficie d'environ 1 ha, ce dernier se situe près de l'entrée Nord du jardin (Fig .7).

Le parc zoologique contribue à l'échange d'animaux avec les zoos du monde entier et à l'introduction de certaines espèces d'animaux exotiques afin d'assurer leurs multiplications. Mise à part son rôle attractif et sa curiosité, ce parc offre aussi un aspect éducatif en donnant l'occasion au public d'admirer une faune locale et exotique et par la même occasion le sensibiliser.

Le zoo rassemble une faune diversifiée provenant des quatre coins du monde. Les premiers animaux ayant occupés le zoo étaient des autruches, un dromadaire, un sanglier et quelques singes. Au fil du temps, la collection s'est enrichie par des gazelles, des mouflons, des lions, des guépards, des chacals, un gorille, des oiseaux et autres (ANN, 2008).

D'après Mr BAALI, Docteur Vétérinaire au zoo du jardin d'essai du Hamma, ce parc est divisé en 04 secteurs :

Le secteur des herbivores avec particulièrement le Lama (*Lama glama*) (Linné ,1758), la Gazelle de Cuvier (*Gazella cuvieri*) (Ogilby, 1841) et le Mouflon à manchettes (*Ammotragus lervia*) (Pallas, 1777).

Le secteur des volailles, avec la Perruche à croupion rouge (*Psephotus haematonotus*) (Gould, 1838), l'Amazone à front jaune (*Amazona ochrocephala*) (Gmelin, 1788) et le Lorique à tête bleue (*Trichoglossus haematodus*) (Linné, 1771).

Le secteur des carnivores avec principalement, le Fennec (*Vulpes zerda*) (Zimmermann, 1780), le Lion d'Afrique (*Panthera leo*) (Linné, 1758) et le Tigre du Bengale (*Panthera tigris tigris*) (Linné, 1758).

Le Secteur des primates et des rapaces avec l'Aigle Royal (*Aquila chrysaetos*) (Linné ,1758) et l'Ours brun (*ursus arctos*) (Linné, 1758).



Fig.7: Parc zoologique du jardin d'essai du Hamma (ANN, 2008)

Facteurs abiotiques

Les **facteurs abiotiques** sont des facteurs non-vivants, c'est-à-dire des caractéristiques du milieu de nature physique ou chimique qui influencent les êtres vivants.

Climat

La situation topographique du jardin d'essai lui confère un climat exceptionnel et unique en Afrique du Nord. La proximité immédiate de la mer jouant au mieux en cette zone son rôle tampon contre les oscillations thermiques, la présence de la colline des Arcades qui s'oppose au vent du sud, Siroco desséchant et brulant en été; vents chargés de courants froids en hiver, font régner sur sa superficie un climat tempéré et chaud peu différent dans ces moyennes mensuelles de celui qui caractérise le Sahel mais où les températures minima et maxima sont très sensiblement adoucies.

Sa puissante couverture renforce son action régulatrice. Le thermomètre ne s'abaisse jamais au-dessous de 2° C et ne s'élève que très rarement au-dessus de 35 °C (CARRA et GUEIT, 1952).

Le climat du jardin d'essai est un climat méditerranéen caractérisé par deux saisons distinctes: une saison hivernale pluvieuse et froide et une saison estivale chaude et sèche. Le jardin est caractérisé par un microclimat qui a une grande influence sur le développement de la végétation (ANN, 2008).

Relief

A l'origine, le terrain du jardin d'essai était un marécage, des travaux de drainage ont été réalisés, des aménagements ont permis la création de terrasses au niveau du jardin français. C'est ainsi que l'évacuation des eaux se fait selon une pente douce qui varie entre 2 % et 5 % sur l'ensemble du jardin (ANN, 2008).

Pédologie

Selon ECREMENT(1966), le sol du jardin forme un ensemble assez homogène, à texture fine, riche en matière organique et présentant des risques d'asphyxie en profondeur. Ces sols d'apport artificiel ont subi une pédogenèse. Ils sont pour la plupart de nature calcaire et de couleur brune.

Facteurs biotiques

Flore

Plusieurs auteurs se sont intéressés à la richesse floristique du Sahel algérois qui s'avère très importante du point de vue scientifique et économique. Ce sont notamment les travaux de BATTANDIER et TRABUT (1888, 1895) rapporté par DUCCELLIER (sans date), CARRA et GUEIT (1952), QUEZEL et SANTA (1962, 1963), AUGÉ et *al.* (1993), DJENNAS-MERRAR (2002) et ANN (2008).

Le jardin d'essai à un aspect tropical dominé par sa végétation exotique. Les familles botaniques les plus représentatives sont les Moraceae avec *Ficus magnolioides* (Antonino ,1897), *Ficus parcelii* (forst,) et *Ficus sycomorus* (Linné) ; les Pinaceae avec *Cedrus atlantica* (Carrière, 1855) et *Pinus pinea* (Linné, 1775); les Cycadaceae

avec *Cycas revoluta* (Thunb, 1782) et *Cycas circinalis* (Linné, 1775); les Musaceae avec *Musa sapientum* (Linné, 1753); les Areaceae avec *Syagrus romanzoffiana* (Glassman, 1968) et *Sabal umbraculifera* (Schult.f., 1830); les Fabaceae avec *Leuceana glauca* (Linné, 1775) et *Robinia pseudoacacia* (Linné, 1753) ; les Myrtaceae avec *Myrtus communis* (Linné, 1753) et *Eugenia myrtifolia* (Gaertn., 1788) et les Anacardiaceae avec *Pistacia atlantica* (Desf., 1799) et *Rhus tripartitum* (Linné, 1753).

Faune

La faune du Sahel algérois et du jardin d'essai du Hamma a été abordée par plusieurs auteurs : de BALACHOWSKY (1948, 1950, 1953, 1954), DOUMANDJI (1984) et DOUMANDJI et BICHE (1986). Les invertébrés ont été abordés par OMODEO et MARTINUCCI (1987), BAHA et BERRA (2001) et OMODEO et *al.* (2003) pour l'embranchement des Helminthes, la classe des Oligocheta (Acanthodrilidae). BENZARA (1982), BOUSSAD et *al.* (2008) pour l'embranchement des Mollusques, la classe des Gastropoda (Helicida, Leucochroida). BOULFEKHAR-RAMDANI (1998) et BOUNACEUR et *al.* (2014). pour l'embranchement des Arthropoda, la classe des Arachnida (Acaria, Oribatidae, Araneidae,). SAIGHI et *al.* (2005), SETBEL et DOUMANDJI (2005), DEHINA et *al.* (2007), HADDOUM et BICHE(2008), TAIBI et *al.* (2008) pour les Crustacea, les Myriapoda, les Collembola, les Thysanourata et les Insecta. Les vertébrés ont été étudiés par ARAB et DOUMANDJI (1995), ARAB et *al.* (2000) pour la classe des Reptilia (Testudinidae, Amphisbaenidae). MOULAI et DOUMANDJI (1996), BOUGHELIT et DOUMANDJI (1997), DJENNAS-MERRAR (2002), CHIKHI et DOUMANDJI (2007), BENDJOUDI et *al.* (2008), MILLA et *al.* (2012), TERGOU et *al.* (2014), DJENNAS-MERRAR et *al.* (2016) pour la classe Aves (Turdidae, Fringillidae, Columbidae, Paridae, Sylviidae). OCHANDO-BLEDA (1985), AHMIM (2004), BAZIZ et *al.* (2008) et AMROUCHE-LARABI et *al.* (2014), MARNICHE et *al.* (2018) pour la classe Mammalia (Muridae, Leporidae, Suidae).

Chapitre III

Matériel et méthodes

Ce chapitre porte sur le choix et la description de la station. Le matériel et les méthodes utilisés pour l'inventaire des arthropodes sont présentés, suivis par les méthodes d'exploitation des résultats.

Choix de la parcelle d'étude

Le présent travail a été réalisé au niveau de la parcelle du carré des plantes systématiques ou carré botanique (Fig.8). Ce choix est justifié par la richesse et la diversité floristique au sein de ce carré d'une part et la facilité d'accès au terrain ainsi que la sécurité d'autre part.



**Fig. 8: Carré botanique du jardin d'essai du Hamma
(ORIGINALE)**

Matériel utilisé

Le matériel utilisé sur le terrain et au laboratoire est présenté.

Matériel de terrain

Le matériel utilisé sur le terrain est composé de pots Barber, bacs jaunes, eau, détergent, passoire, pioche et marqueur pour mentionner la date et le numéro de piège (Fig.9).



Fig.9 : Matériel utilisé sur le terrain (ORIGINALE)

Matériel de laboratoire

Le matériel utilisé au laboratoire est constitué d'une loupe binoculaire, de boîtes de pétri, d'une pince, d'alcool à 70° et d'épingles entomologiques (Fig.10).



Fig.10 : Matériel utilisé au laboratoire (ORIGINALE)

3.3. Inventaire floristique

L'inventaire floristique a été réalisé au niveau du carré botanique. Les principales espèces végétales rencontrées dans la parcelle ont été identifiées par Mr DJENNAS, Ingénieur à l'Agence Nationale pour la Conservation de la Nature. Au niveau de ce

carré, plusieurs familles botaniques ont été identifiées. Ce sont notamment les Fabaceae avec *Bauhinia variegata* (Linné, 1735), *Calia secundiflora* (Yakovlev, 1967) et *Ceratonia siliqua* (Linné, 1753) ; les Rosaceae avec *Eriobotrya japonica* (Lindl., 1821) ; les Poaceae avec *Cortaderia selloana* (Schult. et Schult. f. Asch. et Graebn., 1900) et *Phyllostachya puberula* (Rivière et C. Rivière, 1878); les Meliaceae avec *Melia azedarach* (L., 1753); les Moraceae avec *Morus alba* (L., 1753); les Rhamnaceae avec *Paliurus spina-christi* (Mill., 1768) et les Ebenaceae avec *Diospyros lotus* (L., 1753).

1 Méthodologie adoptée pour l'inventaire des arthropodes

L'inventaire des arthropodes du jardin d'essai du Hamma (carré botanique) a été réalisé grâce à deux techniques d'échantillonnages. Ce sont la technique des pots Barber et celle des gobelets mouches. L'échantillonnage s'est effectué sur 4 mois de février à mai 2021 à raison de 4 sorties pour le premier mois (février) et 2 sorties / mois pour mars, avril et mai.

Méthode des Pots Barber:

La méthode des pots Barber (pots pièges) est une technique d'interception et de piégeage d'arthropodes de moyenne et de grande taille (BENKHLIL, 1991). Elle est basée sur l'utilisation de récipients en métal, en matière plastique, ou des gobelets en polystyrène (BOUZID, 2003). Dans le présent travail, ce sont des boîtes de conserve métalliques de tomate, de confiture ou de lait en poudre qui sont placées sur le terrain. Chaque pot piège est enterré verticalement, de façon à ce que l'ouverture coïncide avec le niveau du sol, soit à ras du sol. La terre est tassée tout autour de l'ouverture afin d'éviter l'effet barrière que les petites espèces d'arthropodes peuvent rencontrer. Les pots Barber sont remplis d'eau au tiers de leur hauteur additionnée de détergent, mouillant empêchant les invertébrés piégés de s'échapper (Fig.11). Les pièges sont placés sur une ligne matérialisée par une ficelle le long de laquelle une dizaine de pièges sont installés à intervalles de 5 mètres (BENKHELIL, 1992).

Les espèces piégées sont récupérées dans des boîtes de Pétri portant le numéro du pot-piège et la date du piégeage. Les pots Barber restent sur le terrain durant 48 heures.

Seuls les contenus de 8 pots Barber sont récupérés. Les échantillons sont examinés, déterminés et comptés grâce à une loupe binoculaire. Les recherches taxonomiques sont poussées aussi loin que possible jusqu'à l'ordre, la famille, le genre et même jusqu'à l'espèce (SOUTTOU *et al.*, 2011).



Fig.11 : Pot Barber disposé sur le terrain(ORIGINALE)

Méthode des bacs jaunes

Les bacs jaunes utilisés sont des récipients en plastique de couleur jaune placés au niveau des rameaux des arbres (Fig.12). Ces derniers sont remplis d'eau additionnée de détergeant afin d'attirer les insectes volants. A chaque échantillonnage (chaque mois), sur dix arbres choisis aléatoirement, cinq pièges / arbre sont installés ; quatre dans les quatre directions des points cardinaux et un au milieu de l'arbre. Au total 50 bacs / mois. Après 48h, on récupère le contenu de ces pièges.



Fig.12 : Bacs jaunes placés sur *Bauhinia purpurea* (ORIGINALE)

Dispositif d'échantillonnage

Le dispositif d'échantillonnage des pots Barber et bacs sont présentés dans la figure 13.

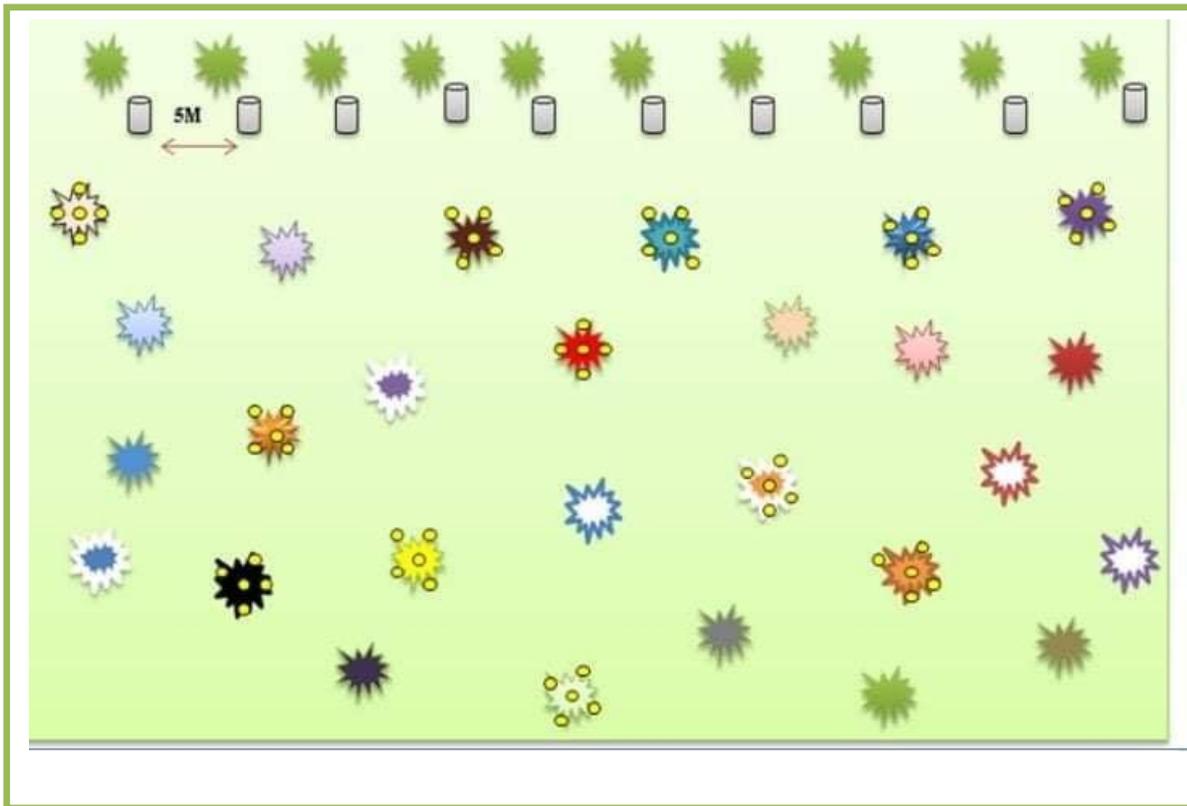


Fig. 13 : Disposition des pots Barber et des bacs dans la station d'étude
(ORIGINALE)

Tri et conservation des espèces capturées

Les pots Barber et les bacs jaunes récupérés après 48h sont filtrés à l'aide d'une passoire. Les espèces sont mises dans des boites de pétri avec des étiquettes où sont mentionnées le type de piégeage, le numéro du pot-piège, la date, l'heure et le nom de l'arbre pour les bacs. Ces derniers sont conservés jusqu'au jour de leur identification.

Identification des espèces au laboratoire

L'identification et la détermination des espèces a été réalisée par Mme MARNICHE, Professeur au Laboratoire de Zoologie de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'El-Alia grâce à une loupe binoculaire et à des clés de détermination.

Méthodes d'exploitation des résultats

L'exploitation des résultats est réalisée grâce à l'utilisation des indices écologiques de composition et de structure.

3.5. 1 Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition utilisés sont la richesse totale, la richesse moyenne et l'abondance relative (fréquence centésimale).

Richesse totale (S)

La richesse totale (S), est le nombre total d'espèces que comporte un peuplement considéré dans un écosystème donné (BLONDEL, 1979). Il s'agit de la mesure la plus fréquemment utilisée dans la biodiversité. Selon RAMADE(2003), elle est exprimée comme suit :

$$S = sp_1 + sp_2 + sp_3 + sp_4 \dots + sp_n$$

S: est le nombre total des espèces observées.

sp1 + sp2+ spn : les espèces observées et collectées

Richesse moyenne (S m)

La richesse moyenne (S m) s'avère d'une grande utilité dans l'étude de la structure des peuplements dont la surface a été fixée arbitrairement (RAMADE, 2003).

Elle permet de calculer l'homogénéité du peuplement. Plus la variance de la richesse moyenne sera élevée plus l'hétérogénéité sera forte (RAMADE, 1984). La richesse moyenne d'un peuplement est la moyenne d'un nombre d'espèces contactées dans chaque relevé. Elle est calculée comme suit :

$$S m = \sum S / N$$

S: est la richesse totale

N:est le nombre de relevés

Fréquence centésimale (FC%) ou Abondance relative (AR%)

La fréquence est le pourcentage des individus d'une espèce (ni) par rapport au total des individus (N) (DAJOZ, 1971).

$$AR\% = ni / N \times 100$$

ni : est le nombre d'individus de l'espèce prise en considération

N : est le nombre total des individus toutes espèces confondues

Indices écologiques de structure

Les indices de structure employés pour l'exploitation des résultats sont l'indice de diversité de Shannon-Weaver, la diversité maximale H'_{\max} et l'équitabilité (E).

Indice de diversité de Shannon-Weaver

DAGOZ en 1976, démontre que l'indice de Shannon-Weaver est une quantité d'informations apportée par un échantillon sur la structure du peuplement dont provient l'échantillon et sur la façon dont les individus y sont répartis entre diverses espèces. Cet indice permet d'évaluer un peuplement dans un biotope (BLONDEL, 1979). Il est mesuré par la formule suivante:

$$H' = - \sum q_i \log_2 q_i$$

Où

$$q_i = n_i / N$$

H' : indice de diversité de Shannon-Weaver exprimé en bits

n_i : nombre des individus de l'espèce i .

N : nombre total des individus.

\log_2 est le logarithme à base 2.

Une communauté sera d'autant plus diversifiée que l'indice H' sera plus grand (BLONDEL, 1979).

Indice de diversité maximale

BLONDEL (1979) exprime la diversité maximale par la formule suivante :

$$H'_{\max} = \log_2 S$$

H'_{\max} : diversité maximale

S : richesse totale.

Equitabilité (E)

C'est le rapport entre la diversité effective de la communauté et sa diversité maximale théorique (RAMADE, 2003). L'équitabilité varie entre 0 et 1, elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement et tend

vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par un nombre semblable d'individus (RAMADE, 2003).

$$E = H' / H \text{ max}$$

H' : est la diversité.

$H \text{ max}$: est diversité maximale exprimée en fonction de la richesse spécifique.

Chapitre IV

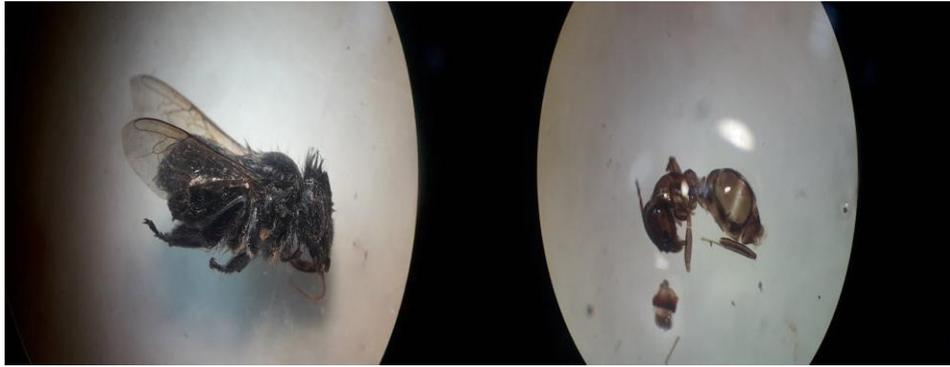
Résultats et discussions

Résultats portants sur l'inventaire des espèces d'arthropodes capturées dans les pots Barber et les bacs jaunes au jardin d'essai du Hamma

Les résultats obtenus à partir des pots Barber et des pièges jaunes sont présentés en premier lieu sous forme d'inventaire global puis regroupés selon les différentes catégories de classes, d'ordres, de familles, de genre et d'espèces par méthode d'échantillonnage. Ils sont ensuite analysés à travers les indices écologiques de composition et de structure.

Inventaire global (bacs jaunes et pots Barber) des espèces piégées dans le jardin d'essai du Hamma

L'inventaire global (pots Barber et bacs jaunes) des espèces inféodées au jardin d'essai du Hamma signale la présence de 86 espèces (435 individus) réparties en 6 classes (Insecta, Collembola, Malacostraca, Gastropoda, Diplopoda et Arachnida), 10 ordres (Diptera, Orthoptera, Choleoptera, Julida, Aranea, Lepidoptera, Entomobryomorpha, Ispoda, Amphipoda et Psocoptera) et 46 familles (Psychodidae, Curculionidae, Coccinellidae, Formicidae, Scarabaeidae, Dermestidae, Calliphoridae, Phoridae...) (Fig.14)



Calliphora sp.
(Insecta, Diptera)

Linepithema humile
(Insecta, Hymenoptera)



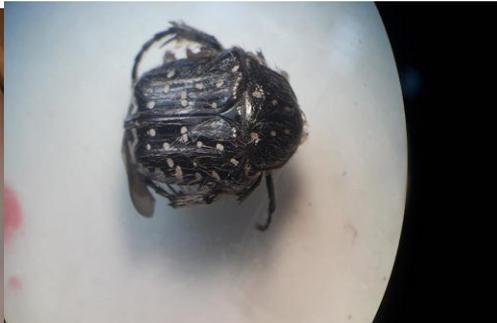
Bradysia sp.
(Insecta, Diptera)



Apis mellifera
(Insecta, Hymenoptera)



Helix sp.
(Gastropoda, Stylommatophora)



Scarabeidea
(Insecta, Coleoptera)

Fig.14 : Quelques espèces d'arthropodes inventoriées dans les pots Barber et les bacs jaunes au jardin d'essai du Hamma (Gr : 10×2,5) (Originales)

Inventaire des espèces d'arthropodes capturées dans les pots Barber au jardin d'essai du Hamma

L'analyse des pots Barber récoltés au jardin d'essai du Hamma fait état de 29 espèces. Ces espèces sont réparties en 5 classes, 9 ordres et 23 familles (Tab .1)

Tableau 1: Inventaire des espèces d'arthropodes piégés dans les pots Barber au jardin d'essai du Hamma

Classe	ordre	famille	genre	espèce	ni	
Insecta	Coleoptera	Curculionidae	<i>Dryocoetes</i>	<i>Dryocoetes affaber</i>	1	
		Scaptidae	<i>Anaspis</i>	<i>Anaspis</i> sp.	1	
		Scarabaeidae	<i>Onthophagus</i>	<i>Onthophagus</i> sp.	1	
		Carabidae	<i>Poecilus</i>	<i>Poecilus</i> sp.	2	
		Dermestidae			sp.ind.	1
			<i>Anthrenus</i>	<i>Anthrenus verbasci</i>		2
		Melyridae	<i>Aplocnemus</i>	<i>Aplocnemus</i> sp.	1	
		Staphylinidae	<i>Staphylinus</i>	<i>Staphylinus</i> sp.		5
				sp.ind.	4	
	Hymenoptera	Formicidae	<i>Pheidole</i>	<i>Pheidole pallidula</i>	2	
			<i>Linepithema</i>	<i>Linepithema humile</i>	24	
		Braconidae		sp.ind.	2	
	Diptera	Calliphoridae	<i>Lucilia</i>	<i>Lucilia</i> sp.	2	
			<i>Calliphora</i>	<i>Calliphora</i> sp.	11	
			<i>Calliphora</i>	<i>Calliphora vicina</i>	27	
		Phoridae	<i>Phora</i>	<i>Phora</i> sp.	4	
			<i>Megaselia</i>	<i>Megaselia</i> sp.	8	
		Muscidae	<i>Hydrotaea</i>	<i>Hydrotaea</i> sp.	1	
		Sciaridae	<i>Bradysia</i>	<i>Bradysia</i> sp.	1	
	Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllus</i>	<i>Gryllus</i> sp.	2	

Gastropoda	Stylommatophora	Helicidae		sp.ind.	2
			<i>Helix</i>	<i>Helix aspersa</i>	8
		Geomitridae	<i>Helicella</i>	<i>Helicella</i> sp.	6
Arachnida	Araneae	Salticidae	<i>Salpesia</i>	<i>Salpesia</i> sp.	1
		Linyphiidae	<i>Linyphia</i>	<i>Linyphia</i> sp.	1
		Lycosidae		sp.ind.	1
Diplopoda	Julida	Julidea	<i>Julus</i>	<i>Julus</i> sp.	1
Malacostraca	Amphipoda	Gammaridae	<i>Gammarus</i>	<i>Gammarus</i> sp.	2
	Isopoda	Armadillidiidae	<i>Armadillidium</i>	<i>Armadillidium vulgare</i>	27
Total	5	9	23	29	29
					151

Inventaire selon les classes des espèces capturées par la méthode des Pots Barber au jardin d'essai du Hamma

Les espèces capturées dans les pots Barber appartiennent à 5 classes. Ce sont Les Insecta, les Gastropoda, les Arachnida, les Diplopoda, et les Malacostraca. La classe des Insecta est la plus importante avec 67,55% suivie par les Malacostraca avec 19,21% puis les Gastropoda avec 10,60 %. Les Arachnida et les Diplopoda sont faiblement représentées (Tab. 2 et Fig.15).

Tableau 2 : Inventaire selon les classes des espèces capturées par la méthode des pots Barber au jardin d'essai du Hamma

Classes	Insecta	Gastropoda	Arachnida	Diplopoda	Malacostraca
AR%	67,55	10,60	1,99	0,66	19,21

AR% : abondance relative

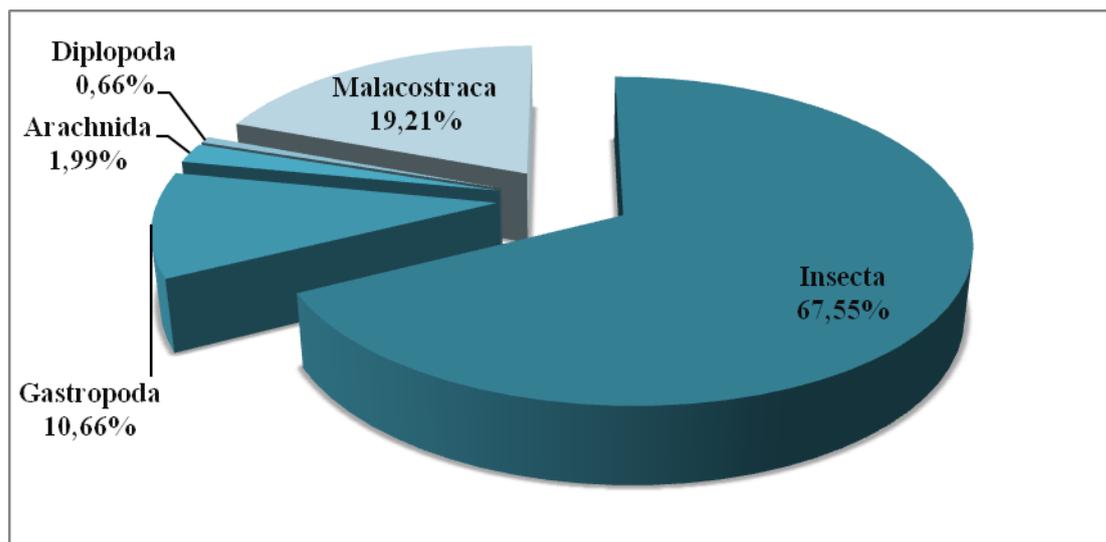


Fig.15 : Distribution des classes d'arthropodes piégées dans les pots Barber au jardin d'essai du Hamma

Inventaire des ordres d'insectes capturés dans les pots Barber au jardin d'essai du Hamma

L'inventaire selon les ordres des Insecta capturés dans les pots Barber montre la présence de 20 espèces réparties entre 4 ordres et 14 familles. Les Diptera et les Hymenoptera sont les ordres les plus représentés avec 7 espèces de Diptera (54 individus) soit 52,94% et 3 espèces d'Hymenoptera (28 individus) soit 27,45%, suivis par les Coleoptera avec 9 espèces (18 individus) soit 17,65 %, et les Orthoptera avec seulement 1 espèce et 1 individu, soit 0,98 %. On retrouve 7 familles faisant partie des Coleoptera avec notamment les Curculionidae, les Dermestidae et les Staphylinidae, 4 familles parmi les Diptera (Calliphoridae, Phoridae, Muscidae, Sciaridae) et seulement 2 familles chez les Hymenoptera (Formicidae, Braconidae) (Tab. 3 et Fig.16).

Tableau 3 : Inventaire des ordres d’insectes capturés par la méthode des pots Barber au jardin d’essai du Hamma

Ordres	Diptera	Hymenoptera	Coleoptera	Orthoptera
ni	54	28	18	1
AR%	52,94	27,45	17,65	0,98

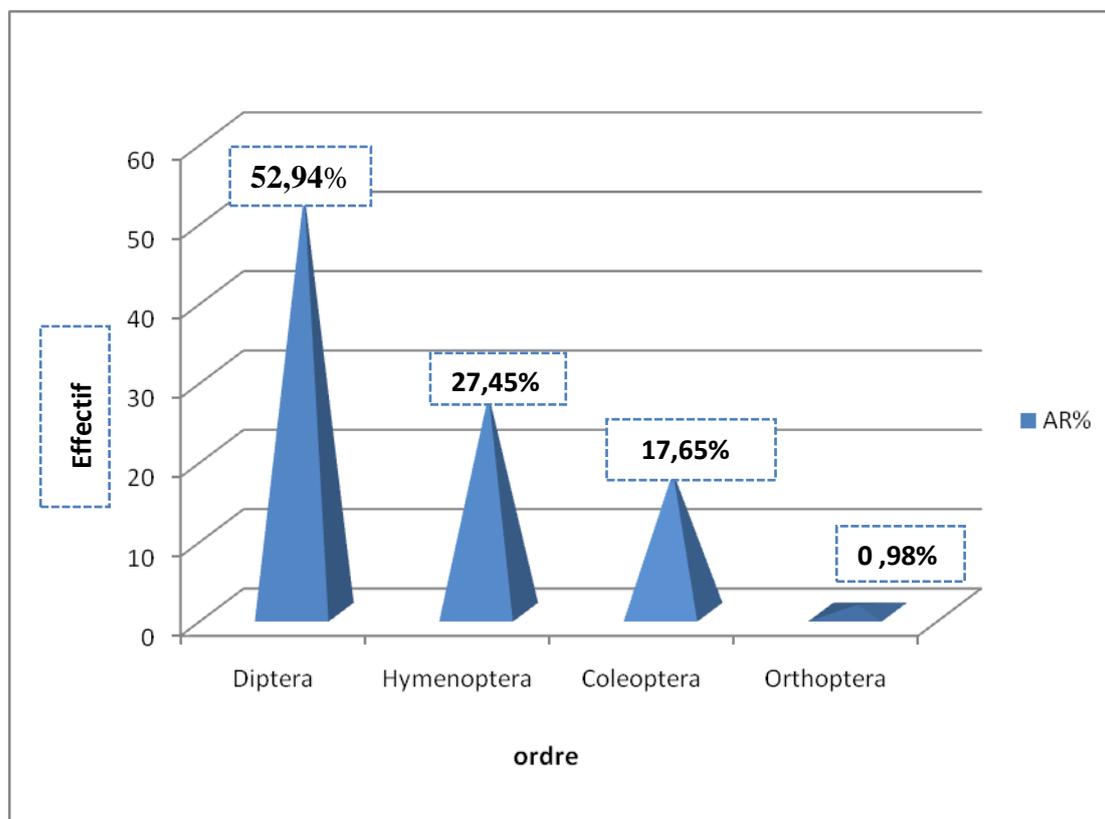


Fig. 16 : Distribution des ordres d’insecta capturés dans les pots Barber au jardin d’essai du Hamma

Inventaire des espèces d’arthropodes capturés dans les bacs jaunes au jardin d’essai du Hamma

Les espèces capturées dans les bacs jaunes sont en nombre de 57. Elles se répartissent en 5 classes, 11 ordres et 40 familles (Tab.4)

Tableau 4 : Inventaire des espèces d'arthropodes capturées dans les bacs jaunes au jardin d'essai du Hamma

Classes	Ordres	Familles	Genres	Espèces	ni	
Insecta	Diptera	Psychodidae	<i>Psychoda</i>	<i>Psychoda phalaenoide</i>	4	
				<i>Psychoda</i> sp.	2	
		Calliphoridae	<i>Calliphora</i>	<i>Calliphora</i> sp.	5	
				<i>Calliphora vicina</i>	3	
				<i>Lucilia</i>	<i>Lucilia</i> sp.	4
		Phoridae	<i>Phora</i>	<i>Phora</i> sp.	7	
				<i>Megaselia</i>	<i>Megaselia</i> sp.	0
		Mycetophilidae	<i>Mycetopilida</i>	<i>Mycetophilida</i> sp.	8	
		Sciaridae	<i>Bradysia</i>	<i>Bradysia</i> sp.	18	
		Hybotidae		sp.ind.	4	
		Sepsidae	<i>Sepsis</i>	<i>Sepsis</i> sp.	2	
		Muscidae	<i>Muscina</i>	<i>Muscinas tabulans</i>	2	
				<i>Hydrotaea</i>	<i>Hydrotea</i> sp.	2
		Piophilidae		sp.ind.	3	
		Anthomyiidae	<i>Delia</i>	<i>Delia</i> sp.	1	
		Tachinidae	<i>Ligeria</i>	<i>Ligeria angusticornis</i>	1	
	Heleomyzidae	<i>Heleomyza</i>	<i>Heleomyza</i> sp.	10		
	Stratiomyidae	<i>Chloromyia</i>	<i>Chloromyia speciosa</i>	0		
	Hymenoptera	Formicidae	<i>Lasius</i>	<i>Lasius niger</i>	2	
				<i>Linepithema</i>	<i>Linepithema humile</i>	2
		Braconidae	<i>Aphis</i>	<i>Aphis</i> sp.	23	
				<i>Alysia</i>	<i>Alysia</i> sp.	3
					sp.ind.	3
		Cicadellidae	<i>Cicada</i>	<i>Cicada</i> sp.	7	
		Halictidae	<i>Lasioglossum</i>	<i>Lasioglossum</i> sp.	5	
		Psyllidae		sp.ind	4	
				<i>Cryptinea</i>	<i>Cryptineasp.</i>	8
		Pompilidae	<i>Auplopus</i>	<i>Auplopus carbonarius</i>	1	
		Aphididae	<i>Macrosiphum</i>	<i>Macrosiphum</i> sp.	1	
				<i>Myzus</i>	<i>Myzus</i> sp.	2
		Bethylidae	<i>Bembidion</i>	<i>Bembidion</i> sp.	2	
		Apidae	<i>Eucera</i>	<i>Eucera</i> sp.	2	
<i>Apis</i>				<i>Apis mellifera</i>	2	
Chrysididae		<i>Chrysis</i>	<i>Chrysis</i> sp.	1		

Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Anaspis</i>	<i>Anaspis</i> sp.	32	
			<i>Hoplia</i>	<i>Hopliaargentea</i>	1	
			<i>Oxythyrea</i>	<i>Oxythyrea funesta</i>	8	
		Dermestidae	<i>Anthrenus</i>	<i>Anthrenus verbasci</i>	14	
				<i>Anthrenus pinpinellae</i>	14	
			<i>Harmonia</i>	<i>Harmonia</i> sp.	1	
		Coccinellidae	<i>Coccinellidae</i>	<i>Rhynchortalia australia</i>	1	
			<i>Scymnus</i>	<i>Scymnus</i> sp.	1	
		Cantharidae	<i>Cantharis</i>	<i>Cantharis</i> sp.	3	
	Melyridae	<i>Dasytes</i>	<i>Dasytes</i> sp.	4		
	Phalacridae		sp.ind.	2		
	Staphylinidae	<i>Staphylinus</i>	<i>Staphylinus</i> sp.	3		
	Lepidoptera	Noctuidae	<i>Autographa</i>	<i>Autographa gamma</i>	2	
			<i>Carpophilus</i>	<i>Carpophilus</i> sp.	1	
		Tineidae	<i>Tinea</i>	<i>Tinea</i> sp.	15	
Trichoptera	Trichoptera		sp.ind.	1		
Psocoptera	Psyllipsocidae	<i>Psyllipsocus</i>	<i>Psyllipsocus</i> sp.	6		
Collembola	Entomobryom orpha	Entomobryidae		sp.ind.	16	
Malacostraca	Ispoda	Armadillidiidae	<i>Armadillidium</i>	<i>Armadillidium vulgare</i>	8	
	Amphipoda	Gammaridae	<i>Gammarus</i>	<i>Amphipoda gammarus</i>	1	
Diplopoda	Julida	Julidae	<i>Julus</i>	<i>Julus</i> sp.	2	
Arachnida	Araneae	Lycosidae		sp. ind.	2	
		Linyphiidae		sp. ind.	2	
Total	5	11	40	54	57	284

Inventaire selon les classes des espèces capturées par la méthode des bacsjaunes au jardin d'essai du Hamma

Les espèces capturées dans les bacs jaunes appartiennent à 5 classes. Les Insecta, les Collembola, les Malacostraca, les Diplopoda et les Arachnida. La classe des Insecta est la plus importante avec 90,82% suivie par les Collembola et les

Malacostraca avec respectivement 3,63% et 2,73%. Les Arachnida et les Diplopoda sont faiblement représentés (Tab.5 et Fig. 17).

Tableau 5 : Inventaire selon les classes des espèces capturées par la méthode des bacs jaunes au jardin d’essai du Hamma

Classes	Insecta	Collembola	Malacostraca	Diplopoda	Arachnida
AR%	90,82	3,63	2,73	0,62	1,21

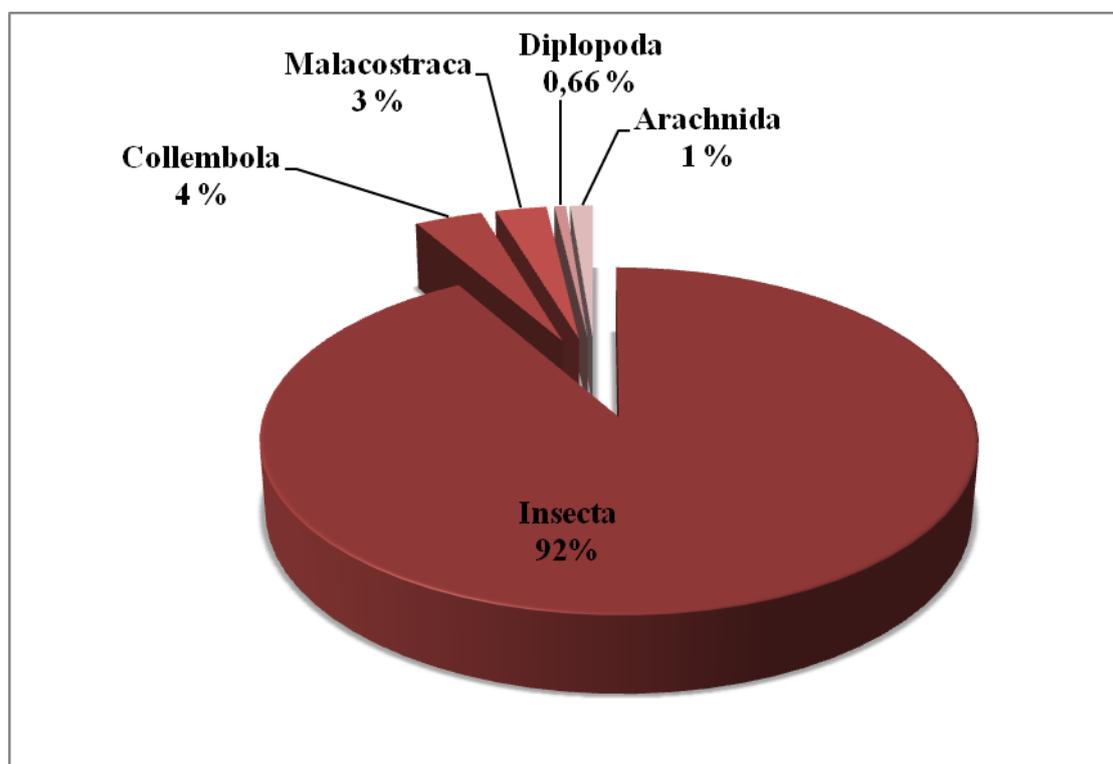


Fig.17 : Distribution des classes d’arthropodes piégées dans les bacs jaunes
Au jardin d’essai du Hamma

Inventaire des ordres d’insectes capturés dans les bacs jaunes au jardin d’essai du Hamma

Il a été capturé par les bacs jaunes 51 espèces d’insectes réparties entre 6 ordres. L’ordre des Diptera est le mieux représenté avec 18 espèces (110 individus) soit 36,30%, suivi par les Hymenoptera avec 16 espèces (84 individus) soit 27,72%, les Coleoptera avec 11 espèces (84 individus) soit 27,72%. Les Lepidoptera se retrouvent avec 5,61%, les Psocoptera avec 2,31% et enfin les Trichoptera avec 0,33% (Tab.6 et Fig.18). Les Diptera comptent le plus de familles (13) (Calliphoridae, Muscidae, Psychodidae ...). Les Hymenoptera se retrouvent avec 10 familles (Formicidae, Apidae, Aphididae ...), quant aux Coleoptera, seulement 7 familles sont présentes (Dermestidae, Coccinellidae, Scarabaeidae...).

Tableau 6 : Inventaire des ordres d’insectes capturés par la méthode de bacs jaunes au jardin d’essai du Hamma

Ordres d'insecta	Diptera	Hymenoptera	Coleoptera	Lepidoptera	Psocoptera	Trichoptera
AR%	36,30	27,72	27,72	5,61	2,31	0,33

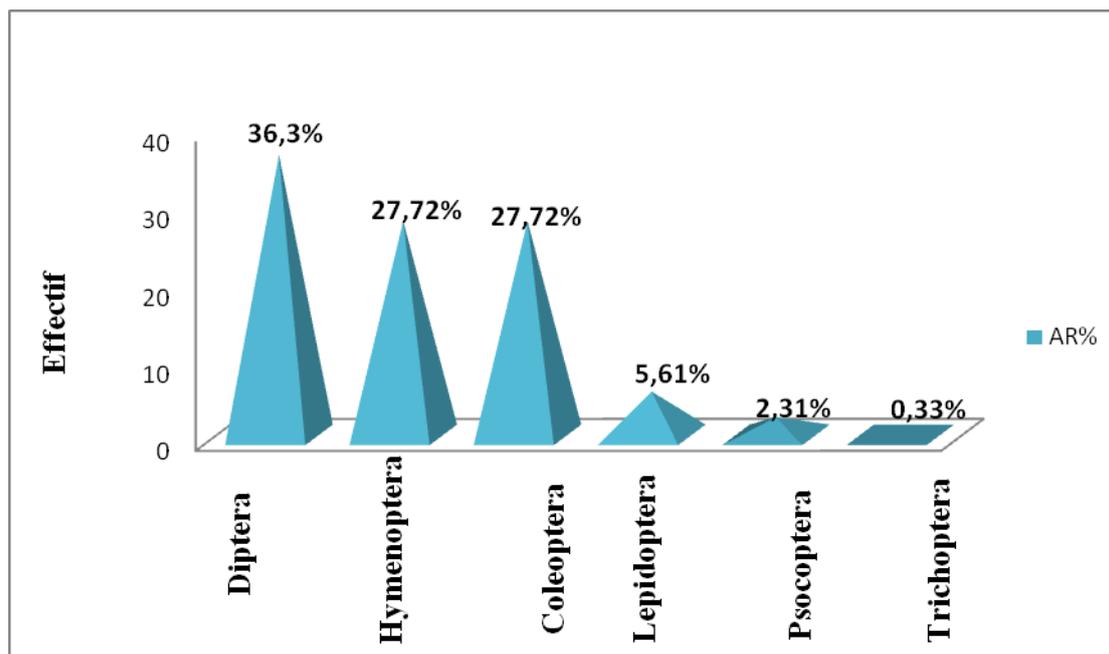


Fig. 18 : Distribution des ordres d'insectes capturés dans les bacs jaunes au jardin d'essai du Hamma

Indices écologiques de composition appliqués aux espèces inventoriées par les méthodes des pots Barber et des pièges jaunes au jardin d'essai du Hamma

Les arthropodes piégés dans les pots Barber et les bacs jaunes au jardin d'essai du Hamma sont exploités par les indices écologiques de composition tels que les richesses totales et moyennes et les abondances relatives.

Richesses totales et moyennes des espèces capturées dans les pots Barber et les bacs jaunes au jardin d'essai du Hamma

Les valeurs des richesses totales et moyennes des espèces capturées dans les pots Barber et les bacs jaunes sont mentionnées dans le tableau 7

Tableau 7 : Richesses totales (S) et richesses moyennes (Sm) des espèces capturées dans les pots Barber et les bacs jaunes au jardin d'essai du Hamma

pièges/Mois		Février	Mars	Avril	Mai
Pots Barber	S	7	40	13	15
	Sm	1,88	2	2,13	2,63
Bacs jaunes	S	23	23	39	24
	Sm	0,48	0,46	1,18	0,6

La richesse totale la plus élevée est remarquée en mars avec 40 espèces dans les pots Barber et 39 espèces en avril dans les bacs jaunes. D'autre part, la plus faible richesse en espèces est notée au mois de février avec 7 espèces dans les pots Barber et 23 espèces dans les bacs jaunes aussi bien en février qu'en mars.

Concernant les richesses moyennes, les valeurs les plus élevées sont rencontrées dans les pots Barber. En effet, elles oscillent entre 1,88 espèce en février et 2,63 espèces en mai. Pour les bacs jaunes, la richesse moyenne la plus élevée est signalée au mois d'avril avec 1,18 espèce. La plus faible est notée en mars avec 0,46 espèce seulement.

Abondances relatives des espèces piégées dans les pots Barber et les bacs jaunes au jardin d'essai du Hamma

Les résultats portant sur les abondances relatives des principales espèces d'arthropodes prises dans les pots Barber et les bacs jaunes sont notés dans le tableau 8.

Tableau 8 : Abondances relatives des principales espèces piégées dans les pots Barber et les bacs jaunes au jardin d’essai du Hamma.

AR%									
Bacs jaunes					Pots Barber				
Espèce/Mois	Février	Mars	Avril	Mai		Février	Mars	Avril	Mai
<i>Megaselia</i> sp.	0	0	0	20,18	<i>Linepithema humile</i>	0	33,33	6,06	13,33
<i>Anaspis</i> sp.	3,38	0	3,19	23,85	<i>Calliphora vicina</i>	19,23	14,58	30,3	11,11
<i>Linepithema humile</i>	8,47	19,11	5,31	13,76	<i>Armadillidium vulgare</i>	26,92	16,67	9,09	20
<i>Bradysiasp.</i>	11,8	2,94	9,57	0	<i>Calliphora</i> sp.	7,69	14,58	6,06	0
<i>Anthrenus pinpinellae</i>	0	2,94	12,76	0	<i>Helix aspersa</i>	11,54	6,25	3,03	2,22
<i>Tineiasp.</i>	8,47	7,35	1,06	3,66	<i>Staphylinus</i> sp.	7,69	6,25	0	0

Selon le tableau 8, dans les bacs jaunes, l’espèce *Anaspis* sp. est bien représentée au mois de mai avec 23,85 %, contrairement à *Tinea* sp. qui se retrouve en avril avec une faible abondance soit 1,06 %.

Concernant les espèces piégées dans les pots Barber, *Armadillidium vulgare* domine en février avec 26,92%. Une faible abondance est notée chez *Helix aspersa* en mai avec 2,22 %.

Indices écologiques de structure appliqués aux espèces inventoriées par les méthodes des pots Barber et des pièges jaunes au jardin d’essai du Hamma

Les indices écologiques de structure se résument à l’indice de diversité de Shannon-Weaver (H’), à la diversité maximale (H’ max) et à l’indice d’équitabilité ou équirépartition (E).

Diversité de Shannon-Weaver (H'), diversité maximale (H' max) et équitabilité (E) des espèces capturées dans les pots Barber et les pièges jaunes au jardin d'essai du Hamma

Les valeurs de la diversité de Shannon-Weaver (H'), diversité maximale (H' max) et l'équitabilité (E) pour les espèces capturées dans les pots Barber et les pièges jaunes sont mentionnées dans le tableau 9

Tableau 9 : Diversité de Shannon-Weaver (H'), diversité maximale (H' max) et équitabilité (E) des espèces capturées dans les pots Barber et les pièges jaunes au jardin d'essai du Hamma

		Février	Mars	Avril	Mai
Pots Barber	S	7	40	13	15
	H'	3,02	2,71	3,61	3,35
	H' max	2,82	5,35	3,72	3,92
	E	1,07	0,51	0,97	0,85
Bacs jaunes	S	23	23	39	24
	H'	4,4	4,06	4,42	3,61
	H' max	4,54	4,54	5,30	4,60
	E	0,96	0,89	0,83	0,78

N: nombre d'individus

H' (bits): indice de diversité Shannon-Weaver

H' max (bits): diversité maximale

E : indice d'équitabilité

Les espèces capturées dans les pots Barber présentent un indice de diversité de Shannon-Weaver (H') qui varie entre 2,71 bits en mars et 3,61 bits en avril. Dans les bacs jaunes l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') oscille entre 3,61 bits en mai et 4,42 bits en avril.

La diversité maximale ($H' \text{ max}$) pour les espèces piégées dans les pots Barber est élevée en mars avec une 5,35 bits. La plus faible est signalée en février avec 2,82 bits. Dans les bacs jaunes, la diversité maximale ($H' \text{ max}$) la plus élevée est notée en avril avec 5,30 bits. La plus faible est de 4,54 bits en février et mars.

La valeur de l'indice d'équitabilité (E) étant proche de 1 (pour toutes les espèces piégées aussi bien dans les pots Barber que dans les bacs jaunes) prouve que les espèces inventoriées sont équitablement réparties.

4.2 Discussions

L'inventaire de la faune arthropodologique dans le jardin d'essai du Hamma au niveau du carré botanique réalisé à partir de deux méthodes d'échantillonnage : bacs jaunes et pots Barber, du mois de février jusqu'à mai 2021 révèle la présence de 86 espèces (435 individus) réparties en 6 classes 10 ordres et 46 familles. NADJI *et al.* (2016) dans le Sahel algérois notent 593 individus à Crescia et 789 individus à Zéralda. De même, dans une forêt de Pin d'Alep à Gouraya, BENSAADA *et al.* (2010), comptent 348 individus appartenant aussi à 6 classes. Par contre, dans une zone oléicole à Bourkika (Tipaza), BENAMAROUCH et BEHIR entre mars et mai 2019, signalent à partir des pots Barber et des bacs jaunes la présence de 178 espèces réparties en 8 classes, 25 ordres et 109 familles.

Dans le présent travail, il a été noté dans les pots Barber, 29 espèces (151 individus) réparties en 5 classes, 9 ordres et 23 familles contre 57 espèces (284 individus) réparties en 5 classes, 11 ordres et 40 familles dans les bacs jaunes. Aussi IKHLEF (2017) dans une oliveraie à Beni-Tamou fait état de 34 espèces par la méthode des pots Barber réparties en 5 classes, 9 ordres et 23 familles et 34 espèces réparties en 3 classes, 8 ordres et 33 familles dans les bacs jaunes. Par contre CHABOU et GROUNE en 2020, toujours en oliveraie à Nador (Tipasa) signalent 9 espèces (120 individus) réparties en 3 classes, 5 ordres et 7 familles dans les pots Barber et 23 espèces (57 individus) réparties en 2 classes, 7 ordres et 19 familles dans les pièges jaunes.

Au jardin d'essai du Hamma, la classe des Insecta domine aussi bien dans les pots Barber (67,55%) que dans les bacs jaunes (90,82%); suivie par les Malacostraca (19,21%) et les Gastropoda (10,60 %) dans les pots Barber. Dans les bacs jaunes, ce sont les Collembola (3,63%) suivis des Malacostraca (2,73%). IKHLEF en 2017 à Beni-Tamou (Blida) dans une oliveraie, à partir des pots Barber, signale aussi que la classe des Insecta est majoritaire avec 44,4 % suivie par les Arachnida avec 22,2 %. Il en est de même pour CHABOU et GROUNE (2020) qui ont signalé que la classe des Insecta est la plus représentative avec 94,7% dans les bacs jaunes soit 22 espèces (54 individus) et 96,7 % dans les pots Barber soit 7 espèces (116 individus).

Dans la présente étude, on note que parmi les insectes, ce sont les Diptera qui dominent avec 7 espèces (54 individus) soit 52,94 % dans les pots Barber et 18 espèces (110 individus) soit 36,30 dans les bacs jaunes. En second lieu, ce sont les Hymenoptera 3 espèces (28 individus) soit 27,45 % dans les pots Barber et 16 espèces (84 individus) soit 27,72 % dans les bacs jaunes. Viennent par la suite les Coleoptera avec 9 espèces (18 individus) soit 17,65 % dans les pots Barber et 11 espèces (84 individus) soit 27,72 % dans les bacs jaunes. Il en est de même pour CHABOU et GROUNE (2020) qui notent une dominance des Diptera (44,4 %), suivis des Hymenoptera avec 33,3% dans les bacs jaunes. Cependant, DJETTI *et al.* (2014) dans la partie orientale de la Mitidja précisent qu'au sein des Insectes, ce sont les Hyménoptères qui dominent avec 54,8 % suivis par les Coléoptères. Selon l'étude réalisée par BOULAOUED *et al.* (2014), aux abords du marais de Réghaïa, ce sont toujours les Hyménoptères qui dominent parmi les insectes avec 83,2 %.

La richesse totale la plus élevée est remarquée en mars avec 40 espèces dans les pots Barber et 39 espèces en avril dans les bacs jaunes. D'autre part, la plus faible richesse en espèces est notée au mois de février avec 7 espèces dans les pots Barber et 23 espèces dans les bacs jaunes aussi bien en février qu'en mars. NADJI *et al.* (2016) dans deux milieux du Sahel algérois, soit Crescia et Zéralda mentionnent à Crescia une richesse totale de 66 espèces. A Zéralda, la richesse totale est de 51 espèces. Quant à l'étude faite dans la forêt domaniale de Pin d'Alep de Tamerchal et (Marsa Ben M'hidi) près de Tlemcen, NICHANE et KHELIL (2014) ont permis de recenser 40 espèces, valeur se rapprochant de nos résultats en mars et en avril. Par ailleurs, Dans un milieu steppique à El- Mesrane (Djelfa), SOUTTOU *et al.* (2007) retrouvent une richesse totale qui varie entre 17 et 42 espèces.

Au jardin d'essai du Hamma, dans les pots Barber, parmi les Diptera, on note les Calliphoridae avec *Calliphora vicina* et *Calliphora* sp. ; Chez les Hymenoptera, ce sont les Formicidae qui prédominent avec *Linepithema humile*. Parmi les Coleoptera, il est signaler les Staphylinidae avec *Staphylinus* sp., les Carabidae et les Dermestidae. Dans les bacs jaunes, ce sont toujours les Diptera avec les Sciaridae et l'espèce *Bradysia* sp., les Heleomyzidae avec *Heleomyza* sp. Les Hymenoptera avec les Braconidae et l'espèce *Aphis* sp. Les Coleoptera avec les Scarabaeidae et l'espèce *Anaspis* sp.; les Dermestidae avec *Anthrenus verbasci* et *Anthrenus pinpinella*.

Les espèces capturées dans les pots Barber présentent un indice de diversité de Shannon-Weaver (H') qui varie entre 2,71 bits en mars et 3,61 bits en avril. Dans les bacs jaunes (H') oscille entre 3,61bits en mai et 4,42 bits en avril. La diversité maximale (H' max) pour les espèces piégées dans les pots Barber est élevée en mars avec une 5,35 bits. La plus faible est signalée en février avec 2,82 bits. Dans les bacs jaunes, (H' max) la plus élevée est notée en avril avec 5,30 bits. La plus faible est de 4,54 bits en février et mars. BELMADANI *et al.* (2014) à Tadmait notent dans un verger de poiriers au sol une valeur de H' égale à 2,4 bits proche de la valeur retrouvée en mars dans les pots Barber au jardin d'essai du Hamma. DJETTI *et al.* (2015), dans une culture de maïs à Tissemsilt calcule un indice de diversité d'une valeur de 3,58 bits, niveau confirmé par celui trouvé à en avril dans les pots Barber. Selon OUDJIANE *et al.* (2014), dans la région de Tigzirt, dans un milieu composé de deux strates, l'une herbacée et l'autre arbustive, la diversité maximale la plus élevée est mentionnée en avril avec une valeur de 5,32 bits confirmée par celle retrouvée aussi en avril dans les bacs jaunes du jardin d'essai.

Dans le présent travail, l'équitabilité des espèces piégées dans les pots Barber et les bacs jaunes au jardin d'essai du Hamma tendent vers 1, ce qui montre que les effectifs des espèces capturées ont tendance à être en équilibre entre eux. Il en est de même pour SOUTTOU *et al.* en 2007, dans la région de Djelfa, qui retrouvent des valeurs de l'équitabilité qui tendent vers 1, ce qui permet de conclure que la régularité des espèces est élevée et qu'elles sont équitablement réparties. Par ailleurs, NICHANE et KHELIL (2014) remarquent dans une forêt domaniale de Pin d'Alep à Tlemcen, une valeur de E égale à 0,81 qui stipule que les effectifs de ces espèces inféodées à cette forêt ont tendance à être en équilibre entre eux.

Conclusion générale et perspectives

Conclusion générale et perspectives

Conclusion générale et perspectives

Le présent travail vise l'étude de la biodiversité des arthropodes dans le jardin botanique du Hamma, grâce à deux méthodes d'échantillonnage: les pots Barber et les bacs jaunes. L'échantillonnage réalisé sur 4 mois de février à mai 2021 a permis de faire les constatations suivantes :

Le nombre total des espèces rencontrées est de 86, réparties en 6 classes, 10 ordres et 46 familles. L'inventaire à partir des pots Barber montre que les espèces capturées appartiennent à 29 espèces. Ces espèces sont réparties en 5 classes, 9 ordres et 23 familles. La classe des Insecta est la plus importante (67,55%) avec 4 ordres, 13 familles, suivie par les Malacostraca (19,21%) avec 2 ordres, 2 familles, 2 genres et 2 espèces; puis les Gastropoda (10,60%). Les familles les plus rencontrées sont les Calliphoridae (*Lucilia* sp., *Calliphora* sp., *Calliphora vicina*), les Formicidae (*Linepithema humile* et *Pheidole pallidula*,) et les Helicidae (Helicidae sp.ind, et *Helix aspersa*).

Pour les espèces récoltées par les bacs jaunes, on note 57 espèces réparties en 5 classes, 11 ordres et 40 familles. La classe des Insecta est toujours dominante (90,82%) avec 6 ordres, 33 familles; suivie par les Collembola (3,63%), les Malacostraca (2,73%) et les Arachnida (1,21%).

La richesse totale la plus élevée est remarquée en mars avec 40 espèces dans les pots Barber et 39 espèces en avril dans les bacs jaunes. D'autre part, la plus faible richesse en espèces est notée en février avec 7 espèces dans les pots Barber et 23 espèces dans les bacs jaunes aussi bien en février qu'en mars.

Concernant les richesses moyennes, les valeurs les plus élevées sont rencontrées dans les pots Barber. En effet, elles oscillent entre 1,88 espèce en février et 2,63 espèces en mai. Pour les bacs jaunes, la richesse moyenne la plus élevée est signalée au mois d'avril avec 1,18 espèce. La plus faible est notée en mars avec 0,46 espèce seulement. Les valeurs des abondances relatives des espèces capturées dans les pots Barber montrent que *Armadillidium vulgare* est l'espèce la plus abondante avec 26,92 % en février. Les moins abondantes sont *Helix aspersa* avec 2,22 % en mai. Concernant les espèces capturées par les bacs jaunes, l'espèce *Anaspis* sp. domine en mai avec 23,85 %. La moins abondante étant *Tineia* sp. avec 1,06 % en avril.

Conclusion générale et perspectives

Les espèces capturées dans les pots Barber présentent un indice de diversité de Shannon-Weaver (H') qui varie entre 2,71 bits en mars et 3,61 bits en avril. Dans les bacs jaunes l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') oscille entre 3,61 bits en mai et 4,42 bits en avril.

La diversité maximale ($H' \text{ max}$) pour les espèces piégées dans les pots Barber est élevée en mars avec une 5,35 bits. La plus faible est signalée en février avec 2,82 bits. Dans les bacs jaunes, la diversité maximale ($H' \text{ max}$) la plus élevée est notée en avril avec 5,30 bits. La plus faible est de 4,54 bits en février et mars.

La valeur de l'indice d'équitabilité (E) étant proche de 1 (pour toutes les espèces piégées aussi bien dans les pots Barber que dans les bacs jaunes) prouve que les espèces inventoriées sont équitablement réparties.

Au terme de ce travail, Il est constaté que cette étude est une approche à la connaissance de la richesse et la biodiversité des arthropodes du jardin botanique du Hamma. Il serait souhaitable dans le futur de poursuivre ces travaux en collaboration avec des chercheurs. Utiliser d'autres méthodes d'échantillonnage sur le terrain (plaques engluées, parapluie japonais...). S'approfondir sur l'entomofaune du jardin d'essai afin de créer un insectarium pour les collections d'insectes, et pourquoi pas une cellule d'élevage de certains insectes utiles. Enfin, étendre les travaux à d'autres jardins de l'Algérois et même à travers le territoire national.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. A.N.N., 2008 – *Note sur le Jardin d'essai du Hamma*. Ed. Agence. Nati. Conserv. Natu., Collab. Unesco, M.E.A, 20p.
2. ARAB K. et DOUMANDJI S., 1995 – Etude et régime de la tarente de Mauritanie *Tarentola mauritanica* Linné, 1758 (Reptilia, Geckonidae) dans un parc d'El Harrach. I^{ère} Journée Ornithol., 21 mars 1995, *Dép. zool. agri. for., Inst. nati. agro., El Harrach.*
3. AUGÉ P., BOUCHACHI A., ALLEMAND P. et OLIVIER L., 1993 - *Restauration du Jardin d'essai d'Alger, Inventaire récapitulatif des familles, genres, espèces présents dans le jardin*. Ed. Fondation Total, Agence nati. conserv. natu., Alger et Conserv. bot. nati. de Porquerolles, Hyères, 118 p.
4. BAHÀ M. et BERRA S., 2001 – *Proselodrilus doumandjiin.sp.*, a new lumbricid from Algeria. *Tropical Zoology*, 14: 87 - 93.
5. BALACHOWSKY A. S., 1953 - *Les cochenilles de France, d'Europe, du Nord de l'Afrique, et du Bassin méditerranéen. Monographie des Coccoidea Diaspidinae – IV- Odonaspidini-Parlatorini.* Ed. Hermann et Cie, Paris, Coll. « Entomol. appl. », Vol. 4, pp. 726 – 929.
6. BALACHOWSKY A.S., 1948 – *Les cochenilles de France, d'Europe, du Nord de l'Afrique et du Bassin méditerranéen. Monographie des Coccoidea. - Classification – Diaspidinae (première partie)*. Ed. Hermann et Cie, Paris, Coll. « Entomol. appl. », Vol. 4, pp. 244 - 392.
7. BALACHOWSKY A.S., 1950 - *Les cochenilles de France, d'Europe, du Nord de l'Afrique et du bassin méditerranéen. Monographie des Coccoidea. Diaspidinae (deuxième partie) Aspidiotini*. Ed. Hermann et Cie, Paris, Coll. « Ent. Appl. », Vol. 5, pp. 398 – 555.
8. BALACHOWSKY A.S., 1954 - *Les cochenilles paléarctiques de la tribu des Diaspidini*. Ed. Institut Pasteur, Paris, Coll. ‘‘Mémoires Sciences’’, 450 p.
9. BARABE D., (1991). *Les approches didactiques et le jardin botanique*- pp. 150-159 in Musées vol. 13 n° 3

10. BATTANDIER J. A. et TRABUT, 1888 - *Flore de l'Algérie. Ancienne flore d'Alger transformée. Description des plantes spontanées en Algérie. Dicotylédones. Thalamiflores.* Ed. Librairie F. SAVY, Paris, 1^{er} fascicule, 846 p.
11. BATTANDIER J. A. et TRABUT, 1895 - *Flore de l'Algérie. Description des plantes spontanées en Algérie et catalogue des plantes du Maroc. Monocotylédones.* Ed. Libr. Adolphe Jourdan, Alger, J.B. Baillière et Fils, A. Challamel et P. Klincksieck, Paris, 256 p.
12. BELMADANI K., HADJSAID H., BOUBEKKA A., METNA B. et DOUMANDJI S., 2014 - Arthropods distribution according to vegetal strata in pears trees orchards near Tadmait (Gdekabylie). *International Journal agri. sci. res. (Ijasr)*, Vol. 4 (3): 1- 8.
13. BENAMROUCH K. et BEHIR F., 2019 – *Contribution à l'étude de l'Arthropodofaune dans un verger d'olivier.* Mém. Mast. , Dept. Biotech. Fac. Sci. Nat. Vie., Univ. Saad-Dahleb, Blida 1,64p.
14. BENDJOUDI D., DOUMANDJI S. et VOISIN J.F., 2008 - Diagnostic écologique du peuplement avien de la Mitidja. 3^{èmes} *Journées nationales Protec. Vég.*, 7-8 avril 2008, *Inst. nati. agro., El Harrach*, p. 38.
15. BENKHELLIL M., 1991. *Les techniques de récoltes et de piégeage utilisées en entomologie terrestre.* Ed. Office des publications universitaires, Alger, 57 p.
16. BENZAADA F., DERDOUKH W., DOUMANDJI S. et KALOUA B., 2010 - Contribution à l'étude de la biodiversité de l'entomofaune de deux forêts de Pin d'Alep dans la région de Gouraya. *Journées nationales Zoologie agri. for.*, 19–21 avril 2010, *Dép. Zool. agri. for., Ecole nati. sup. agro., El Harrach*, p. 114
17. BENZARA A., 1982 – Importance économique et dégâts de *Milax nigricans* (Gastéropodes, Pulmonés terrestres). *Bull. zool. agri., Ins. nati. agro., El Harrach*, (5): 33 - 36.
18. BLONDEL J, 1980 - *L39;influence du morcellement des paysages sur la structure des communautés.* *Acta OEcologica / OEcol. Gener.*, Pp91-100.
19. BLONDEL J., 1995 - *Biogéographie. Approche écologique et évolutive.* Pp225-226
20. BOUGHELIT N. et DOUMANDJI S., 1997 – La richesse d'un peuplement avien

dans deux vergers de néfliers à Beni Messous et à Baraki. 2^{ème} Journée protec. vég., 17 mars 1997, *Dép. zool. agri. for., Inst. nati. agro., El Harrach*, p. 103.

21. BOULAOUAD B. A., BERKANE S., DAOUDI-HACINI S. et DOUMANDJI S., 2014 – Biodiversité entomologique inventoriée par l'utilisation de la technique des pots Barber aux abords du marais de Reghaia (Alger). *Séminaire National, Biodiv. faunist., 7-9 décembre 2014, Dép. zool. agri. foret., Ecole nati. sup. agro., El Harrach*.
22. BOULFEKHAR-RAMDANI H., 1998 - Inventaire des acariens des Citrus en Mitidja. *Ann. Inst. nati. agro. El Harrach., Vol. 19, (1-2): 30 - 39*.
23. BOUNACEUR F., MILAT-BISSAAD F.Z., SNOUCI H., DJEMAI I. et DOUMANDJI MITICHE B., 2014 – *Diversité et distribution géographique de l'acarofaune viticole en Algérie*.
24. BOUSSAD F., OUDJIANE A. et DOUMANDJI S., 2008 - Les Invertébrés de la culture de la fève capturés par la technique du secouement des plants. *3èmes Journées nationales protection végétaux, 7-8 avril 2008, Inst. nati. agro., El Harrach, p. 55*.
25. CARRA P. et GUEIT M., 1952 – *Le Jardin d'essai du Hamma*. Ed. Gouvernement Génér. Algérie, Dir. Agri., Alger, 114 p.
26. CHABOU B. et GROUNE R., 2020 – *Inventaire de la faune entomologique associée à l'olivier*. Mém. Mast., Dept. Biotech. Fac. Sci. Nat. Vie., Univ. Saad-Dahleb, Blida 1,66p.
27. CHALON J., 1872 - *Notes d'un touriste: le jardin d'essai d'Alger*. La Belgique horticole, p. 200-230
28. CHAUVET M. et DELMAS.M., 1991-*Jardins Botaniques et Arboretums de demain* Ed.Lavoisier,Paris,286p.
29. CHOUIHET N., 2013- *Biodiversité des invertébrés notamment des Arthropodes des Oasis de la vallée du M'Zab*. Mém. Magister, Ec.Nati.Sup.Agro., El-Harrach, 206 p.
30. CLAUSEN J.HIESEY W., 1940 -*Experimental studies on the nature of species. I. Effects of varied environments on western North American plants.Publication 520*.Carnegie Institute of Washington, Washington, D.C.
31. COSTANZA R., RUDOLF B., SUTTON C., PLOEG B., SHAROLYN J. ANDERSON D., KUBISZEWSKI A. , FARBER E. , KERRY R., 2014 -

Changes in the global value of ecosystem services d'économie française en Algérie. : la table ronde, Paris,258p.

32. DAILY G., 1997-*Nature's services. Societal dependence on natural ecosystems. Island Press, Washington, dc. 392 pp. isbn 1-55963-475-8 hbk), 1 55963 476 6 (soft cover).*
33. DAJOZ R., 2008- *La biodiversité : l'avenir de la planète et de l'homme. Ed. Ellipses, Paris, vol. 1, 434 p.*
34. DALAGE. A et METAILLIE. G, 2000. *Dictionnaire de biogéographie végétale*
35. DEGREEFJ., 2000-Éditorial :Quel avenir pour les jardins botanique. *Rev. Biotechnol. Agron.Soc.Envir., vol4(3) :131-133.*
36. DEHINA N., DAOUDI-HACINI S. et DOUMANDJI S., 2007 – *Arthropodofaune et place des Formicidae dans un milieu à vocation agricole. Journées Internati. zool. agri. for., 8-10 avril 2007, Dép. zool. agri. for.,Inst. nati. agro., El Harrach, p.198.*
37. DJENNAS-MERRAR K., 2002 - *Place, régime alimentaire et biométrie de l'étourneau sansonnet Sturnus vulgaris (Linné, 1758) (Aves, Sturnidae) à partir des contenus des tubes digestifs dans le jardin d'essai du Hamma (Alger). Thèse Magister, Inst. Nati. Agro., El Harrach, 188 p.*
38. DJENNAS-MERRAR K., BERRAÏ H., MARNICHE F. and DOUMANDJI S., 2016 - *Fall-winter diet of the starling (Sturnus vulgaris) between foraging areas and resting areas near Algiers. Rev. Aensi Journals, Advances Environm. Biol., 10 (8),: 11 - 18.*
39. DJETTI T., HAMMACHE M. et DOUMANDJI S., 2014 – *L'arthropodofaune associée à la culture de maïs dans la station expérimentale de l'E.n.s.a. d'El-Harrach. Séminaire nati.,Biodiv. faunist., 7-9 décembre 2014, Dép. zool. agri. for., Ecole nati. sup. agro., El Harrach.*
40. DUCCELLIER C., s.d. – *Aperçu phytogéographique sur les dunes de la baie d'Alger, Bull., Alger : 64 – 72.*
41. ECREMENT Y., 1996. *Etude pédologique du jardin d'essai* Institut National de Recherche, Alger, 190 p

42. EGGLETON P, GASTON K (1990) "Parasitoid" species and assemblages: *convenient definitions or misleading compromises? Oikos Clausen CP (1940) Entomophagous insects*. Ed. McGraw-Hill, New York. Nature, 387: 253–260.
43. FAURIE C., FERRA C., MEDORI P et DEVAUX J. ; 2012 –*Ecologie. Approche scientifique et pratique*. Ed .Lavoisier ; paris, 488 p. .
44. FOU DI A, 1997. *Etude diachronique avec cartographie durant la période 1995-1996-1998 et proposition d'aménagement du jardin anglais (Jardin d'essai du Hamma)*.Mémoire d'Ingénieur d'état : Ecosystèmes forestier, Université des Science et de la Technologie Houari Boumediene, Alger (84p).
45. HADDOUM M. et BICHE M., 2008 - Impact de *Encarsia citrinus* (Hymenoptera, Aphelinidae) dans la régulation des niveaux d'infestation du Pou noir de l'oranger *Parlatoria ziziphi* (Homoptera, Diaspididae) sur Clémentinier à Boufarik. *3èmes Journées nati. Protec. vég., 7-8 avril 2008, Inst. nati. agro., El Harrach, p. 90.*
46. HAMMOUNI Z., 2005 -« Le Jardin d'Essais : Joyau Touristique de la Capitale». *vies des villes. Vol. 3 : p. 4*
47. HEBERT, C., 1999. Utilisation des insectes dans le processus de détermination des critères de développement durable en foresterie. In « Réflexions sur la biodiversité et l'état de la recherche » Symposium tenu à Hull, au Canada, le 26 octobre 1999. *Antennae, vol. 7 n° 1 Hiver 2001. 12 p*
48. HILTY J. et MERENLENDER A., 2000- *Faunal indicator taxa selection for monitoring*
49. HURKA K. et SUSTEK Z., 1995 - Caraboidea, *Terrestrial Invertebrates of the Pálava Biosphere Reserve of UNESCO*, II. Folia Fac., Science Nature University.
50. IKHLEF S., 2017 – *Biodiversité des Arthropodes dans une Olivier*. Mem. Master, Dept. Biotech. Fac. Sci. Nat. Vie., Univ. Saad-Dahleb, Blida 1,62p.
51. JANON-ROSSIER C., 1966 - *Ces maudits colons, cent trente-deux années d'économie française en Algérie.:* la table ronde, Paris, 258p.
52. LAMARCK J., 1789 - *l'Encyclopédie méthodique – Botanique. Ed. Hotel de Thou .Rue de Poitvine*
53. LEBRETON P., BROYER J. et PONT B., 1987 - Avifaune et altérations forestières : l' avifaune des boisements résineux du Haut- Beaujolais. Relations structurales végétation-avifaune. Rev. Écol. (Terre et Vie), supplément 4: 71-81.

54. LITTRE E., 1886 - Dictionnaire de la langue française: supplément Ed. Hachette et Cie, Paris, 486 p.
55. MARNICHE F., MILLA A., TIMTAOUCINE K. et BACHA A., 2018 – Coproscopie de mammifères sauvages : le cas du renard roux *Vulpes vulpes* (Thomas Say, 1823), du chacal commun *Canis aureus* (Linné, 1758) et du sanglier *Sus scrofa* (Linné, 1758) dans le marais de Réghaia (Alger). *Muzeul Olteniei Craiova. Olténie. Studiiși comunicări. Tiințele Naturii. A M.* 34, n° 2 : 89-96
56. MERAL P., 2012. *Le concept de service écosystémique économique: origin tendances récentes.* Natures sciences sociétés, 20 (1), 3-15.
57. MILLA A., MARNICHE F., MAKHLOUFI A., DAOUDI-HACINI S., VOISIN J.-F. et DOUMANDJI S., 2012 - Aperçu de l'avifaune du Sahel algérois. *Algerian journal arid environm., Vol. 2* (1): 3 - 15.
58. MOULAI R. et DOUMANDJI S., 1996 – Essai d'estimation des populations d'étourneaux sansonnet *Sturnus vulgaris* (Linné, 1758) (Aves, Sturnidae) dans leurs dortoirs dans le Jardin d'essai du Hamma. 2^{ème} Journée Ornithol., 19 mars 1996, *Dép. Zool. agri. for., Inst. nati. agro., El Harrach*: 10 – 11.
59. MUTIN G ; 1977- *La Mitidja. décolonisation et espace géographique.* Ed office Publ. Univ. Alger, 697 p.
60. OCHANDO-BLEDA B., 1986 - Les rapaces d'Algérie prédateurs de rongeurs. 1^{ères} Journ. *Etud. Biologie ennemis des cultures, dégâts et moyens de lutte*, 25 - 26 mars 1986, *Dép. zool. agri. for., Inst. nati. agro. El- Harrach*,: 74 - 79.
61. OMODEO P. and MARTINUCCI G., 1987 – *Earthworms of the Maghreb in BONVICINI PAGLIAI A. M. and OMODEO P., (eds): On Earthworms. Selected Symposia and Monographs.* Mucchi, Modena: 235 - 250.
62. OMODEO P., ROTA E. and BABA M., 2003 – The megadrile fauna (Annelida : Oligochaeta) of Maghreb: a biogeographical and ecological characterization. *Pedobiologia. the 7th internati. Symposium earth worm Ecol., Cardiff. Wales,* (47): 458 – 465.
63. FAO, 2000- La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture, organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

64. OUDJIANE A., DOUMANDJI S., DAOUDI-HACINI S. et BOUSSAD F., 2014 –Biodiversité des inventaires entomologiques dans la région de Tizirt. *Afpp-10^{ème} conf.internat. ravag. agri., Montpellier, p. 7.*
65. PETERKEN, G.F., 1981. *Woodland conservation and management.,Chapman and Hall, London. XVI, 328p*
66. PNUE, 1994. *Stratégie mondiale de la biodiversité. Bureau des ressources génétiques, France, 259 p.*
67. QUEZEL P. et SANTA S., 1962 - *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales.* Ed. Centre nat. rech. sci., T. I, Paris, 558 p.
68. QUEZEL P. et SANTA S., 1963 - *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales.* Ed. Centre, nat. rech. sci., T. II, Paris,: 571 - 1170.
69. RAMADE F., 2002 -*Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement,* Ed. Dunod, France, 704 p.
70. ROTH M., 1980 - *Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes.* ORSTOM, Paris : 11 - 12
71. . SAIGHI H, DOUMANDJI S. et BICHE M, 2005 - Les Cochenilles Diaspines du Jardin d'Essai du Hamma (Alger) et leurs ennemis naturels (Hemiptera, Diaspididae), *Bulletin de la Société entomologique de France, vol 110, N° 4/5 : 429-433*
72. SAUVAGE CH., 1961 - *Recherches botanique sur les subéraie marocaines .Trav .Inst .Sci.Cherifien Bot ., 462 p.*
73. SETBEL S. et DOUMANDJI S., 2005 – Essai d'un inventaire des Invertébrés dans la Mitidja. II^{ème} *Atelier International Nafrinet, réseau nord-africain de taxonomie, 24 - 25 septembre 2005, Centre Univ. Cheikh Larbi Tbessi, Dép. biol., Tebessa, p. 38.*
74. TAIBI A., BENDJOUDI D., DOUMANDJI S. et GUEZOUL O., 2008 a – Biodiversité de l'entomofaune dans la partie orientale de la Mitidja. *Séminaire internati. biodiversité conservation zones humides nord-africaines, 2 - 4 décembre 2008, Univ. Guelma, p. 66.*
75. TERGOU S., BOUKHEMZA M, MARNICHE F, MILLA A et DOUMANDJI S, 2014 – Caractéristiques Diététiques Distinctives de Chouette hulotte, *Strix aluco* (Linné, 1758) et Effraie des clochers, *Tyto alba* (Scopoli, 1759) dans Jardins du Sahel algérien, El Harrach, Jardin d'essai du Hamma. *Pakistan J. Zool., vol. 46(4) : 1013-1022.*

76. WYSE J. et SUTHERLAND A., 2000 - *Agenda International pour la Conservation dans les Jardins Botaniques*. Botanic Gardens Conservation International, U.K.
77. ZAARIR F. et ZIDANE M., 2020 – *Place des arthropodes dans un jardin botanique*. Mém. Master 2, Phytophar. Prot. Vég., Départ. Biotech., Blida 1, 67 p.
78. ZAHRADNIK, J., 1984. *Guide des Insectes*. Ed.Hatier, 2^{ème} Edition, 318 p.

AUTRE REFERENCE

GOOGLE EARTH, 2021- <http://www.google.dz/search>.

ANNEXE

Annexe: Inventaire floristique du carré botanique du jardin d'essai du Hamma

Familles botaniques	Espèces
Agavaceae	<i>Agave americana</i> (Link, 1771)
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> (Linné, 1775)
	<i>Schinus therebinthus</i> (Linné, 1775)
	<i>Mangifera indica</i> (Linné, 1775)
	<i>Pleiogynium solandra</i> (Augustin, 1952)
Asclepiadaceae	<i>Periploca graeca</i> (Linné, 1753)
Asparagaceae	<i>Yucca aloifolia</i> (Linné, 1753)
Asteraceae	<i>Tithonia tagetiflora</i> (Linné, 1775)
Aceraceae	<i>Acer negundo</i> (Linné, 1775)
Berberidaceae	<i>Nandina domestica</i> (Thunb, 1878)
Betulaceae	<i>Corylus avellana</i> (Linné, 1753)
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i> (Don, 1882)
Calycanthaceae	<i>Chimonanthus praecox</i> (Link, 1822)
Cannaceae	<i>Canna generalis</i> (Linné, 1753)
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> (Linné, 1759)
Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i> (Linné, 1775)
	<i>Cupressus dupreziana</i> (Camus, 1926)
Ebenaceae	<i>Diospyros lotus</i> (Linné, 1775)
Ehretiaceae	<i>Ehretia acuminata</i> (Robert, 1810)
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia abyssinica</i> (Gmel, 1791)
	<i>Cinnamomum camphora</i> (Presl, 1825)
	<i>Triadica sebifera</i> (Presl, 1825)
Fabaceae	<i>Calia secundiflora</i> (Guennadi Yakovlev, 1967)
	<i>Bauhinia variegata</i> (Linné, 1775)
	<i>Bauhinia picta</i> (Kunt, 1825)
	<i>Prosopis juliflora</i> (Olof, 1825)
	<i>Bauhinia racemosa</i> (Lamarck)
	<i>Albizia julibrissin</i> (Durazz, 1772)
<i>Ceratonia siliqua</i> (Linné, 1775)	
Ginkgoaceae	<i>Ginkgo biloba</i> (link, 1771)
Hydrangeaceae	<i>Deutzia staminea</i> (Thunb., 1781)
	<i>Philadelphus coronarius</i> (Linné, 1775)
Verbenaceae	<i>Vitex agnuscastus</i> (Linné, 1775)
Lauraceae	<i>Cinnamomum camphora</i> (Presl, 1825)
	<i>Persea americana</i> (Mill., 1768)
	<i>Laurus nobilis</i> (Linné, 1775)
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> (Linné, 1753)

Myrtaceae	<i>Acca sellowiana</i> (Burret, 1941)
	<i>Callistemon citrinus</i> (Curtis, 1913)
	<i>Psidium guajava</i> (Linné, 1775)
	<i>Syzygium jambolanum</i> (Linné, 1775)
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i> (Denis choisy, 1849)
Oleaceae	<i>Ligustrum japonicum</i> (Thunb, 1781)
	<i>Olea europea</i> (Linné, 1775)
	<i>Jasminum noumeens</i> (Linné, 1775)
	<i>Fraxinus ornus</i> (Linné, 1775)
Pinaceae	<i>Pinus halepensis</i> (Mill, 1768)
	<i>Pinus nigra</i> (Legay, 1785)
Pittosporaceae	<i>Pittosporum undulatum</i> (Louis Ventenat)
	<i>Pittosporum tobira</i> (Gaertn, 1788)
Plumbaginaceae	<i>Plumbago capensis</i> (Lamarck, 1786)
Poaceae	<i>Gynerium argenteum</i> (Graebn, 1900)
	<i>Bambusa macroculmis</i> (Schrad, 1808)
	<i>Phyllostachya chrysantha</i> (Rivière, 1878)
	<i>Arundo donax variegata</i> (Linné, 1775)
Podocarpaceae	<i>Podocarpus elatus</i> (Endl, 1847)
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i> (Mill, 1754)
Rosaceae	<i>Prunus laurocerasus</i> (Linné, 1775)
	<i>Eriobotrya japonica</i> (Linné, 1821)
	<i>Cydonia japonica</i> (Spach, 1834)
	<i>Spiraea avanhouttei</i> (Carrière, 1876)
Rubiaceae	<i>Gardenia thunbergia</i> (thunb,)
Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i> (Linné, 1775)
Salicaceae	<i>Populus alba</i> (Linné, 1775)
	<i>Dovyalis caffra</i> (William Henry et Joseph Dalton, 1907)
Sapindaceae	<i>Aesculus hippocastanum</i> (Linné, 1775)
	<i>Harpullia pendula</i> (Linné, 1775)
	<i>Sapindus saponaria</i> (Linné, 1775)
Sapotaceae	<i>Argania spinosa</i> (Skeels, 1911)
Solanaceae	<i>Iochroma cyaneum</i> (Benth, 1845)
	<i>Solanum rantonnetii</i> (Bitter, 1920)
	<i>Solanandra grandiflora</i> (Swartz, 1787)
Taxodiaceae	<i>Taxodium distichum</i> (Rich, 1810)
Tiliaceae	<i>Grewia occidentalis</i> (Linné, 1753)
	<i>Tilia euchlora</i> (Koch, 1866)
Ulmaceae	<i>Celtis australis</i> (Link, 1822)

