

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

Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou
Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques
Département de sciences biologiques

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master Académique Sciences Biologiques
Option : Biologie de la conservation

Thème

**Inventaire des qualitatif et quantitatif des invertébrés
dans une parcelle du grenadier *Punica granatum* L dans la
région d'Isoumaten à Azeffoun**

Réalisée par

soutenu le : 12/07/2023

SADAT Dihia

SAFER Hanane

Membres du jury :

Présidente de jury : Mme. GUERMAH.D

MCB

Promotrice : Mme. MEDJDOUBE-BENSAAD.F

Professeur

Examineur : M. RAMDINI. R

MAB

Mme. SMAALI. M

Doctorante

Promotion : 2022 / 2023

REMERCIEMENT

Nous tenons à remercier en premier le bon Dieu de nous avoir données la volonté et le courage pour réaliser ce travail.

On exprime nos profonds remerciements à notre promotrice de mémoire **Mme MEDJDOUB-BENSAAD Ferroudja** professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour avoir proposé ce sujet, ses conseils éclairés, ses connaissances approfondies dans le domaine ont grandement enrichi notre mémoire, nous tenons également à souligner sa disponibilité et sa patience.

Un merci particulier à Mme **Guermah Dihia**, MCB à l'Université Mouloud Mammeri, de me faire l'honneur de présider le jury. Nous lui exprimons nos vifs remerciements pour l'aide constante durant l'élaboration de ce travail. Nous la remercions également pour ses conseils, ses multiples fonctions, ses compétences scientifiques et sa qualité humaine.

Nous remercions également les membres du jury. Monsieur **Ramdini R. MAB** et Mme **Smaali M.** Doctorante pour avoir acceptés d'examiner ce mémoire.

Nous remercions également Mr **Moufak S.** le propriétaire du verger d'étude.

Nous adressons tous nos remerciements aux personnes qui ont participé, de près à la réalisation de ce travail. Mr **Yennek A.** et **Belkacem K.**

Enfin, nous ne pourrions pas terminer sans remercier nos chers parents et tous les membres de nos familles respectives de nous avoir soutenu et encouragé pour terminer le présent travail.

Dédicaces

JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL

A mes chers parents, Mr **SAFER Ali** et Mme **Iaoudarène Tassadit**. C'est avec une immense gratitude que je prends la plume aujourd'hui pour vous dédier ces quelques mots, témoignages sincères de l'affection et de l'admiration que je vous porte. Vous avez été mes piliers tout au long de ma vie m'encourageant sans relâche à poursuivre mes rêves et à atteindre mes objectifs . Que le bon Dieu les protèges.

A mes chers frères : **Hocine, Moussa, Haroun** et **Toufik** pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral, Vous êtes mes complices de toujours, mes partenaires de jeux et mes confidents secrets. Cette petite phrase est un témoignage de l'amour inconditionnel et de la complicité qui nous lié pour toujours.

A toute ma famille maternelle et paternelle

A mon binôme et ma meilleure amie **Sadat Dihia**. A travers les défis partagés et les réussites accomplies, nous avons tissés un lien indéfectible, une amitié chérie, dans cette aventure que nous traversons main dans la main. Je tiens à te dédier ces mots sincères et pleins. Toi qui m'as soutenue dans les moments les plus sombres, qui a su raviver la flamme de l'espoir quand tous semblaient sombre. Tu es la lumière qui illumine mes jours, Que notre amitié soit infinie. Avec toute mon admiration cette dédicace est pour la famille « SADAT ».

A tous mes amis : **Farida B., Melissa, Lamia, Samir, Kamel, Samir, Aissa** et **Anis**. Vous êtes les piliers de ma vie, les rayons de soleil qui m'éblouissent. Cette dédicace est pour vous mes amis, pour votre présence et disponibilité

A mes entraîneurs : **Aziz Yennek** et **Aziz Ourad**. A vous deux qui êtes mes guides et mes soutiens inconditionnel, je suis profondément reconnaissante pour votre aide précieuse dans ma vie, Votre présence est un trésor qui illumine mon chemin.

Hanane SAFER.....



DÉDICACES

JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. A mes chers parents **Boukhalefa** et **Zoiuna** Pour tous leurs sacrifices, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études. Que le bon Dieu les protèges

A mes frères : **Faredj, Samir, Ghilas,** et **Syfax.**

Mes anges gardien et mes fidèles compagnons dans les moments les plus délicats de cette vie mystérieuse.

A mes sœurs : **Ferroudja, Souhila,** et **Timila.**

Les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous.

A toute ma famille maternelle et paternelle

A mon binôme : **Hanane SAFER,** cette dédicace est une façon pour moi de te remercier pour tous ce que tu as apporté dans ma vie, ton amitié a été une source de réconfort et de joie. Je suis honorée de pouvoir partager cette aventure avec toi, que notre amitié continue de grandir.

A mon ami : **Aziz Y.** Aujourd'hui cette dédicace est une petite façon pour moi de te dire merci d'être cette personne extraordinaire qui éclaire ma vie de mille feux merci d'être là simplement je suis honorée de t'appeler mon meilleur ami. Je suis impatiente de continuer à partager de merveilleux moment ensemble encore et encore

A mon amie bien aimée **Farida B.** je suis honorée de t'avoir à mes côtés et je te dédie cette phrase pour te rappeler à quel point t'es précieuse pour moi.

A tous mes ami(e)s sans exception

DIHA SADAT.....



Liste des figures

Figure 01 : Répartition géographique de la grenade en Afrique (Elodie, 2009)	4
Figure 02 : Racine du grenadier	5
Figure 03 : Tige de grenadier (Originale, 2023)	6
Figure 04 : Feuilles de grenadier (Originale, 2023)	7
Figure 05 : Fleur du grenadier (Originale, 2023)	7
Figure 06 : Différentes parties de la fleur	8
Figure 07 : Différents organes de la grenade	9
Figure 08 : Puceron, ravageur de grenadier	13
Figure 09 : Mouche méditerranéenne	13
Figure 10 : Papillon du genre Zygene, ravageur de grenadier	14
Figure 11 : Coléoptère ravageur de grenadier	15
Figure 12 : Principales variétés de grenades dans le monde (Melgarejo et Valero, 2012) ...	20
Figure 13 : Différentes types de consommation de la grenade	22
Figures 14 : Différents usages de grenadier.....	22
Figure 15 : Localisation de la commune d’Azeffoun sur la carte (Googlemaps, 2023.....	25
Figure 16 : localisation de village d’Isoumaten (Google Earth, 2023	26
Figure 17 : localisation du verger d’étude (Originale, 2023	26
Figure 18 : Températures moyennes mensuelles, minimum et maximum de la région de TiziOuzou durant l’année (2022) couvrant la période d’étude (ONM, 2022.....	28
Figure 19 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Tizi-Ouzou durant l’année (2022) couvrant la région d’étude (ONM, 2022	29
Figure 20 : Humidité relative (en %) de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans (2010-2020) couvrant la région d’étude (ONM, 2020)	29
Figure 21 : Nombre d’heures d’insolation dans la région de Tizi-Ouzou (ONM, 2020)	30
Figure 22 : Diagramme Pluviothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans couvrant la période d’étude (2010 - 2020)	31
Figure 23 : Climagramme Pluviothermique d’Emberger de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans couvrant la période d’étude (2010 – 2020	32
Figures 24 : Pots Barber (Originale, 2023	34
Figure 25 : Récipient jaune installé sur un grenadier (Original, 2023	36
Figure 26 : parapluie japonais (originale, 2023)	38

Figure 27 : Représentation de la manière de tri (Originale, 2023)	40
Figure 28 : Classification des invertébrés recensés sur le grenadier dans la région d'Isoumaten	50
Figure 29 : Abondance relative des ordres d'invertébrés capturés par pots Barber.....	51
Figure 30 : Abondances relatives des ordres des invertébrés capturés pas les pièges aériens	52
Figure 31 : Abondances relatives des ordres des invertébrés capturés pas le parapluie japonais.....	53
Figure 32 : Abondances relatives des régimes alimentaires des invertébrés capturés par l'utilisation des pièges colorés et des pots Barber et parapluie japonais.....	53
Figure 33 : Valeurs des indices de diversité de Shannon pour les trois techniques de piégeage utilisées.....	54

Liste des tableaux

Tableau 01 : Principales variétés de grenadiers dans le monde et en Algérie (Martinez et al., 2006)	18
Tableau 02 : La production de grenadier en Algérie (DSA, 2018). Wilaya Production (Qx) Superficie plantée (Ha)	20
Tableau 03 : La quantité moyenne des différents nutriments présents dans 100g net de grenade	24
Tableau 04 : Représentation des différentes espèces d'invertébrés capturés durant l'inventaire	43
Tableau 05 : Qualités d'échantillonnage (Q) des espèces capturées	50
Tableau 06 : Richesses totales des espèces d'invertébrés capturés	51

Sommaire

Listes des abréviations

Listes des figures

Listes des tableaux

Introduction 1

Chapitre 1 : plante hôte

1. Position systématique	3
1.1. Classification du Punica Granatum	3
2. Les appellations vernaculaires	4
3. Origine et aire de répartition	4
4. Caractères botanique	5
5. La culture de grenadier	9
5.1. Exigences de milieu	9
5.2. Soins culturaux	10
6. Ravageurs du grenadier	12
7. Maladies du grenadier	15
8. Les variétés du grenadier	17
9. Production mondiale	18
10. Production de grenade en Algérie	19
11. Utilisation traditionnel de Punica granatum L	20
11.1. La grenade en médecine traditionnel	20
11.2. Consommation de la grenade	21
11.3. Autres utilisations	21
12. Usages thérapeutiques	22
13. Valeur nutritionnelle de la grenade	23

Chapitre II : présentation de la région d'étude

1. Présentation de la région d'étude	24
2. Présentation et localisation de la région d'Isoumaten	25

3. Présentation de verger d'étude	26
4. Entretien du verger	27
5. Facteurs climatiques	28
6. Synthèse des données climatiques	31
6.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et de Gausсен	32
6.2. Quotient Pluviothermique d'Emberger	32
7. Facteurs biotiques	32
7.1. Flore	32
7.2. Faune	33

Chapitre III : Matériels et méthodes

1. Méthodologie utilisés sur le terrain	34
1.1. Choix de la parcelle d'étude	34
2. Matériel utilisés pour l'échantillonnage des invertébrés	34
2.1. Méthodes d'échantillonnages utilisées	34
2.2.1. Sur le terrain	34
2.2.2. Méthodes du travail au laboratoire	40
2.2.2.1. Echantillonnage et récolte des données sur les invertébrés	40
3. Traitement des résultats	41

Chapitre IV : Résultats et discussions

1. Résultats d'échantillonnage des populations d'invertébrés dans la parcelle d'étude ...	44
1.1. Classification des invertébrés recensés	50
1.2. Exploitation des résultats par la qualité d'échantillonnage	51
2. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition pour les espèces échantillonnées	52
2.1. Richesse totale des espèces d'invertébrés capturées suivant les trois méthodes d'échantillonnage	52
2.2. Abondances relatives AR (%) appliquées aux espèces recensées par les trois méthodes d'échantillonnage	52

2.3.Comportements trophiques des espèces capturées	55
3. Exploitation des résultats par indices écologiques de structure	55
4. Discussion	57
Conclusion.....	62
Références bibliographique	64
Résumé	

Le grenadier, *Punica granatum* L., est une espèce fruitière pérenne, se distingue par sa tolérance à la sécheresse et sa capacité à prospérer dans des sols pauvres et salins ; il possède une remarquable capacité d'adaptation aux conditions climatiques arides du milieu dans lequel il évolue (Melgarejo et Salazar, 2003). En plus de ses bienfaits environnementaux, le grenadier joue un rôle essentiel dans la protection, la restauration et la stabilisation des sols. Son extension dans différentes régions du monde a entraîné une augmentation significative de la production de fruits (Hmid, 2014). Les grenades ont connu une utilisation répandue dans la médecine traditionnelle de diverses cultures. Ce fruit ancestral possède une histoire médicale illustre et a été étudié depuis plus de 100 ans à travers des critiques classiques (Alhijna et Bourich, 2017).

Le grenadier a une taille moyenne, atteignant entre trois et huit mètres de hauteur, originaire du nord de l'Inde et de l'Iran (Amouretti et Comet, 1992), il a été abondamment cultivée dans la région méditerranéenne, y compris en Irak, au Liban, en Égypte, en Arabie saoudite, en Palestine et en Jordanie. Le fruit se compose de plusieurs parties : graines, jus, pelure, feuilles, fleurs, écorces et racines, chacune offrant des propriétés pharmacologiques intéressantes. Les bienfaits pour la santé des grenades ont été largement étudiés ces dernières années. Au cours de la dernière décennie, de nombreuses recherches sur leur activité antioxydante ont révélé que le jus de grenade contient des niveaux élevés d'antioxydants, surpassant la plupart des autres jus et boissons fruitées (Gil et al., 2000).

En raison de la valeur nutritive élevée des fruits de grenadier, comparables en termes de valeur nutritive à des fruits juteux tels que les abricots, les oranges, les pommes, il occupe une place importante sur le plan économique. Chaque année, la production mondiale de grenades est estimée à environ trois millions de tonnes. Les principaux pays producteurs de ces fruits sont l'Inde, l'Iran et la Chine, avec des volumes respectifs de production de 900 000, 800 000 et 250 000 tonnes. Cette production soutenue contribue à la croissance économique et au commerce international, offrant des opportunités commerciales et des revenus pour les pays concernés (Melgarejo et Valero, 2012).

En Algérie, bien que le grenadier soit une plante peu exigeante, les plantations de cette culture ne sont pas très répandues. Il existe une grande diversité de variétés de grenades, chacune ayant des qualités distinctes. Dans la région de l'Oranie, les variétés les plus couramment cultivées sont le Tendral, également appelé Molla ; Blanca ; Si Hueso et Colorado. En Kabylie, on trouve plusieurs types de grenadiers dans de petits jardins. Ces plantations à petite échelle reflètent la diversité et l'adaptation des variétés de grenadiers aux conditions locales, et peuvent être

considérées comme un patrimoine agricole précieux dans ces régions d'Algérie (Chouaki et *al.*, 2006).

Malgré l'importance accordée au grenadier, peu d'attention a été portée à l'étude de la faune d'invertébrés qui y réside, sachant que ces organismes sont impliqués dans une multitude d'interactions écologiques, telles que la pollinisation des fleurs du grenadier par les insectes, la prédation des ravageurs. Ainsi, l'analyse de la biodiversité des invertébrés dans un habitat donné permis d'obtenir des informations précieuses sur les interactions intra et interspécifiques.

Dans cette optique nous nous sommes fixés un objectif principal, qui est donc de réaliser un inventaire exhaustif des invertébrés présents dans une parcelle de grenadiers et les différentes classes trophiques présentent dans le milieu. Cette étude permettra d'améliorer notre compréhension de la diversité, de la composition et de l'abondance de la faune invertébrée associée à cette espèce spécifique.

De plus, cette étude nous permettra d'évaluer l'impact potentiel de l'exploitation agricole et des pratiques de gestion sur la diversité et l'abondance des invertébrés dans cette parcelle de grenadiers. Les pratiques agricoles, telles que l'utilisation de pesticides ou la modification de l'habitat, peuvent avoir des conséquences significatives sur la faune invertébrée. En comprenant les effets de ces pratiques, nous pourrons formuler des recommandations pour promouvoir des approches agricoles plus durables, préservant ainsi la biodiversité et les services écosystémiques fournis par les invertébrés.

Notre étude s'est déroulée dans la wilaya de Tizi-Ouzou, où nous avons choisi la région d'Azeffoun, qui offre les cueillettes les plus florissantes, là où sont combinés tous les facteurs indispensables pour une bonne maturation des grenades.

Pour ce faire, ce mémoire est composé de quatre chapitres :

Le premier chapitre consacré à une synthèse bibliographique sur le grenadier (*Punica granatum L.*). Le deuxième rapportera une présentation de la région d'étude. Le troisième chapitre élucide le matériel et les méthodes de travail utilisés pour la réalisation de cette étude. Enfin, le quatrième chapitre englobe l'ensemble des résultats obtenus suivi par les discussions. Le tout sera clôturé par une conclusion.

Le grenadier, scientifiquement connu sous le nom de *Punica granatum* L., tire son nom du latin "Malumgranatum", qui signifie "fruit à petits grains" (Cyr, 2017). Il a été décrit par Linné et inclus pour la première fois dans sa classification en 1753, révisée en 2003 par un groupe de botanistes appelé Angiosperm Phylogeny Group (APG), ce qui a donné lieu à une nouvelle classification phylogénétique (Wald, 2009 ; Chehboub et al., 2019). La grenade est un fruit symbolique et mystérieux, reconnu depuis l'Antiquité pour ses vertus curatives. Son abondance de graines en fait un symbole de fertilité, de richesse et de pouvoir. Les fleurs rouges de la grenade représentent un amour passionné (Gubernatis, 1882).

1. Position systématique

Le grenadier a été décrit par Linné et introduit dans sa classification en 1753. En 1998, une nouvelle classification des angiospermes, c'est-à-dire des plantes à graines, est créée par un groupe de botanistes, l'APG. Cette classification a été révisée en 2003, donnant naissance à la classification phylogénétique APGII (Reguieg et al., 2019). Au sein de cette classification, la position du grenadier est la suivante :

- Embranchement Angiospermes
- Sous-embranchement Dicotylédones
- Classe Rosidées
- Ordre Myrtales
- Famille Lythraceae
- Genre *Punica*
- Espèce *Punica granatum* L.

Il convient donc de retenir que dans cette nouvelle classification, la famille des Punicacées n'existe plus. Le grenadier appartient alors à la famille des Lythracées, famille comportant 30 genres et 600 espèces (Spichiger et al., 2004). Que ce soit dans la classification de Linné ou dans la classification APGII, le genre *Punica* est représenté par seulement deux espèces : d'une part *P. granatum*, et *P. protopunica*. D'autre part, cette dernière espèce est exclusivement présente sur l'île de Socotra ou Socotora, située dans l'océan Indien, au large des côtes de la Somalie (Gadouche, 2018).

2. Appellations vernaculaires

Le grenadier possède une multitude de noms vernaculaires suivant les régions et les peuples (Amouretti et al., 1992).

- Noms français : Arosse, Balaustier, Granatier, Grenadier, Migranier ;

- Noms espagnols : Granado, Mangrano ;
- Noms italiens : Granata, Granato, Melograno, Me Pagrana ;
- Noms Anglais : Carthaginian-apple, Dwarf Pomegranate, Pomegranat, Pomegranate ;
- Nom flamand : Granaatboom ;
- Nom japonais : Zakuro ;
- Noms Portugais : Granatbaum, Româ, Romanzeiro, Romazeira ;
- Nom arabe : Romane ;
- En Kabylie : Aremane.

3. Origine et aire de répartition du grenadier

Le grenadier est l'une des espèces fruitières les plus anciennement cultivées, aux côtés du figuier, de l'olivier, du palmier dattier et de la vigne. Originaire d'Iran et d'Afghanistan, où il pousse spontanément depuis plus de 4000 ans, il est largement répandu en Asie occidentale et centrale. Aujourd'hui, sa culture s'est étendue à travers tout le bassin méditerranéen, ainsi qu'en Chine, en Inde et dans le sud-ouest des États-Unis (Elodie, 2009).

Le grenadier est cultivé depuis des siècles dans le bassin méditerranéen et au Proche-Orient, incluant des pays tels que l'Iran, l'Arménie, l'Égypte, l'Espagne, l'Algérie, la Tunisie, le Maroc, la Syrie, le Liban, Israël et l'Anatolie. Également cultivée en Inde, comme condiment. Dans l'Égypte antique, il est considéré comme un symbole d'ambition ou de prospérité, les grenades sont fermentées pour produire un vin puissant. Certaines variétés de grenades peuvent être cultivées dans des régions d'Europe centrale au climat hivernal doux (Elodie, 2009).

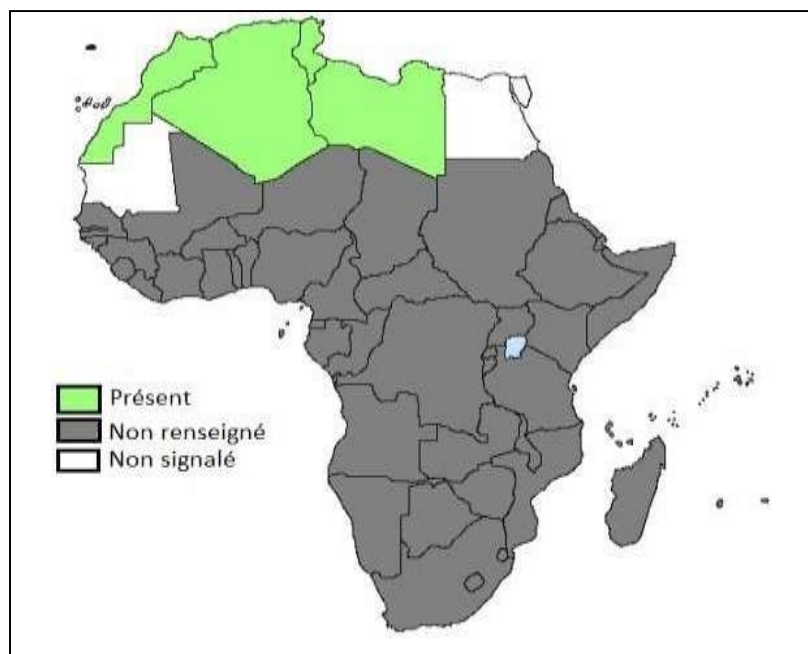


Figure 01 : Répartition géographique de la grenade en Afrique (Elodie, 2009).

4. Description générale du grenadier

Le grenadier est un arbre ou arbuste buissonnant de 2 à 5 m de hauteur, légèrement épineux, au feuillage caduc et au tronc tortueux. Il croît majoritairement dans toute la région méditerranéenne, de façon subspontanée ou cultivée (Garnier et *al.*, 1961).

4.1. Racines

D'après Guibourt (1850), la racine de grenadier est ligneuse. L'écorce de la racine se compose de sections sporadiques, enroulées ou tordues, d'un millimètre d'épaisseur. Selon Garnier et al. (1961), une section transversale de l'écorce révèle, sous le suber. Le liber, exceptionnellement épais et en forme de faisceaux ogivaux, est composé de petits éléments carrés ajustés dynamiquement. Les faisceaux médullaires sont généralement disposés en une seule rangée, ce qui donne à la coupe une apparence de stries régulières (Fig. 02).



Figure 02 : Racine du grenadier

4.2. Tige

Selon Garnier (1961), la tige se présente généralement sous forme de morceaux tubulaires ou incurvés, plus longs que ceux de la racine, avec une surface externe lisse et intacte ou rugueuse et fissurée, comportant de nombreuses lenticelles arrondies (Fig. 03).



Figure 03 : Tige de grenadier (Originale, 2023).

4.3. Feuilles

Selon Gubernatis (1991), les feuilles de grenadier présentent une disposition inverse. Elles peuvent se substituer aux pousses ou former des touffes sur les pousses courtes. Ces feuilles sont lisses des deux côtés et arborent une couleur vert pâle sur le dessus, avec une nervure médiane clairement visible. Sur le côté inférieur, d'un vert clair, est observée une nervure médiane distinctive. Les feuilles sont pleines, de formes lancéolée, plutôt rugueuse et brillante, avec un bord incurvé prolongé, mesurant de 3 à 8 cm de long. Leur extrémité peut être pointue ou allongée. D'après Garnier et al. (1961). Les feuilles possèdent un court pétiole, mesurant de 1 à 5 mm, qui est principalement de couleur rougeâtre sur le dessus et ne présentent aucune bordure (Fig. 04).



Figure 04 : Feuilles de grenadier (Originale, 2023).

4.4. Fleurs

Les fleurs de grenadier sont très décoratives. Elles fleurissent dans des teintes de rouge sang ou grenat et sont portées par de courts pédoncules, se trouvant soit individuellement dans les aisselles des feuilles, soit en petits groupes au sommet des branches.

Selon Planchon et Collin (1875), elles s'épanouissent du mois de mai jusqu'au mois de juillet, sont actinomorphes, ce qui signifie qu'elles ont une symétrie radiale et elles sont bisexuelles (Courchet, 1897). Lorsqu'elles sont sèches, les fleurs ne dégagent aucune odeur. Elles ont une saveur dure et astringente et elles confèrent à la broche une coloration violacée (Collin, 1875) (Fig. 05).



Figure 05 : Fleur du grenadier (Originale, 2023).

4.4.1. Différents organes de la flore

La grenade présente une structure florale complexe. Son calice se compose de 4 à 8 sépales courts, charnus et épais, de couleur rouge vif, qui restent sur la plante après la fécondation comme observée par Garnier et al. (1961) (Fig. 06). Les pétales de sa corolle, au nombre de 4 à 8, sont fins, brillants et peuvent varier en nuances de rouge orange éclatant, blanc, jaune clair, crème ou saumon. Ils se replient vers le haut et peuvent se multiplier pour former des assortiments de fleurs doubles dans la grenade cultivée (Courchet, 1897).

Selon Garnier et al. (1961), le gynécée est constitué de 8 ou 9 carpelles fusionnés, disposés en deux verticilles, avec un ovaire infère et un style conique terminé par une tête stigmatique. D'après Courchet (1897), les étamines nombreuses et libres recouvrent la paroi interne du réceptacle floral, avec des anthères biloculaires qui s'ouvrent longitudinalement pour libérer le pollen. Cette composition florale complexe confère à la grenade une beauté et une élégance exceptionnelles (Fig. 05).



Figure 06 : Différentes parties de la fleur

4.5. Fruit

Le fruit du grenadier est une baie ronde avec une peau épaisse et coriace, similaire à celle d'une pomme ou d'une orange, mesurant de 2 à 12 cm de diamètre (Cazin, 1868). Ce fruit est généralement d'un rouge éclatant, mais en fonction de la variété, sa peau peut-être blanc jaunâtre, jaune terne tachetée de rouge ou d'un violet très pâle. Il est reconnaissable grâce à la couronne dentée formée par les parties restantes du calice (Bruneton, 1999). Le péricarpe, qui est la couche extérieure du fruit, est coriace et épais, mais peu appétissant. Il forme une écorce jaune à l'intérieur du fruit (Bärtels, 1998), la placentation est axile dans la rangée inférieure, tandis qu'elle est pariétale dans la rangée supérieure (Garnier et al., 1961) (Fig. 07).

4.5.1. Graines

Le fruit renferme de nombreuses graines qui sont logées dans des compartiments séparés par des segments fragiles et membraneux (Bärtels, 1998). Les graines présentent une enveloppe externe épaisse et extrêmement savoureuse, avec une couche interne dure et dense. L'embryon, qui est dépourvu d'albumen, se compose d'une radicule courte et de deux énormes cotylédons auriculés qui sont enroulés l'un sur l'autre (Courchet, 1897) (Fig. 07).

4.5.2. L'écorce du fruit

Selon Planchon et Collin (1875), l'écorce de grenade, également connue sous le nom de malicorium, est essentielle au fruit. Ces morceaux ont une texture cohérente, composée de cellules parenchymateuses à parois minces renfermant des cellules scléreuses et des faisceaux fibrovasculaires. L'écorce de grenade est rugueuse au toucher et a une saveur astringente.

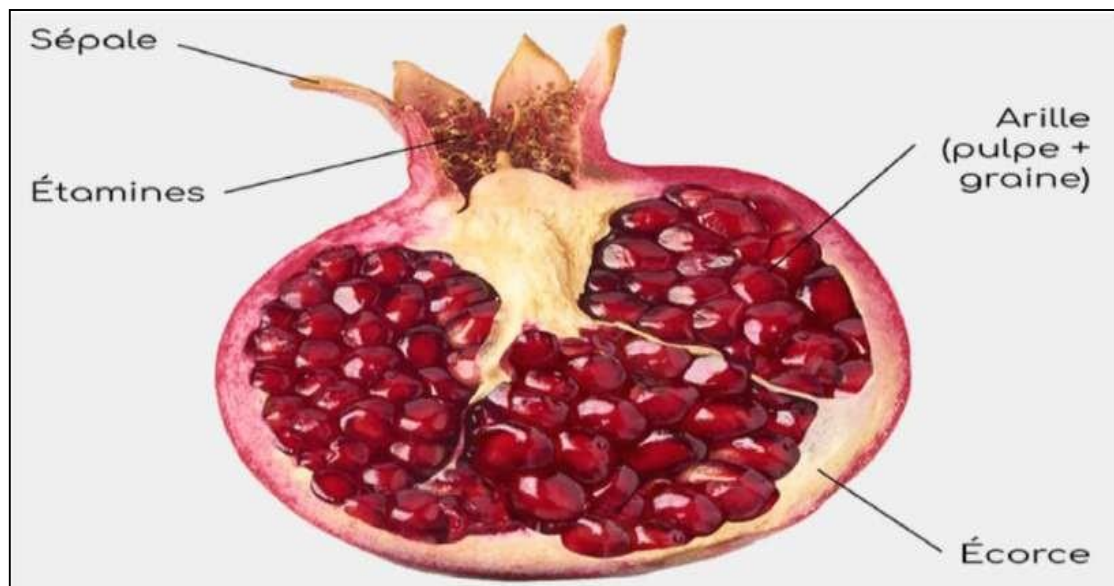


Figure 07 : Différents organes de la grenade.

5. Culture de grenadier

Le grenadier est un arbuste adapté aux régions méditerranéennes et arides, résistant et productif avec les soins appropriés. Cependant, en respectant ses exigences spécifiques, le développement est optimal et la production abondante (INRAA, 2006 ; Bendjabeur, 2012).

5.1. Exigence de milieu

Les exigences environnementales qui influencent la culture du grenadier sont l'eau et les températures (Everinof, 1957 ; Oukabli, 2004).

5.1.1. Conditions climatiques

Le grenadier a une préférence pour les régions subtropicales ou la température élevée. Un climat chaud et sec est notamment favorable à condition que les racines du grenadier ne manquent pas d'eau (INRAA, 2006).

5.1.2. Sol

Meilleurs résultats dans un sol profond et gras de préférences les terres d'alluvions, terrains acides alcalins, crayeux argileux –lumineux avec une résistance à la salinité (INRAA, 2006).

5.1.3. Eau

Nécessité d'un bon arrosage et d'une irrigation abondante pour obtenir des fruits de qualité et en quantité à condition que les racines doivent être fraîches (INRAA, 2006).

5.2. Soins culturaux

5.2.1. Plantation

Pour la plantation du grenadier, il est recommandé de laisser un espacement de 4 à 5 mètres entre les arbres. La hauteur atteinte par un grenadier adulte varie entre 3 et 5 mètres, en fonction des différentes variétés.

5.2.2. Entretien régulier

Pour maintenir le grenadier en bonne santé, il est important de réaliser un entretien régulier. Cela comprend un ameublissement annuel du sol et l'élimination des mauvaises herbes. Pendant l'été, il est également nécessaire de procéder à plusieurs sarclages pour maintenir les racines du grenadier bien humidifiées (Elodie, 2009).

5.2.3. Engrais

Il est important d'adopter une approche prudente lors de l'utilisation d'engrais et d'éviter les engrais azotés, car ils peuvent entraîner l'éclatement des fruits sur l'arbre et favoriser la croissance excessive de nouvelles pousses et drageons. Ces types d'engrais sont plus adaptés aux arbres affaiblis et en mauvaise santé. En revanche, l'utilisation d'engrais phosphatés est bénéfique pour favoriser la fructification et il est recommandé de les appliquer à l'arbre pendant l'hiver

(<http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=grenade>)

5.2.4. Irrigation

L'irrigation est essentielle pour améliorer la taille et la qualité des fruits du grenadier. Les apports en eau doivent être abondants et réguliers (tous les 15 jours), surtout pendant l'été et à l'approche de la maturité des fruits, cela permet d'éviter que les fruits n'éclatent, ce qui les

rendrait impropres à la consommation et à la vente (Wald, 2009).

5.2.5. Multiplication

Le grenadier peut être multiplié de plusieurs façons, notamment par semis, bouturage, marcottage, drageons ou greffage (Afaq, 2005). Selon Wald (2009), différentes méthodes de multiplication du grenadier sont disponibles : le semis est réalisé au printemps en utilisant des graines récoltées la même année, bien que cette méthode ne soit pas couramment utilisée en raison de sa durée et de ses résultats non uniformes. Le bouturage, effectué en février-mars, implique la prise de boutures de 20 à 25 cm de longueur qui enracinent facilement et rapidement. Les boutures sont laissées en pépinière pendant deux saisons pour une meilleure croissance avant d'être transplantées. Le marcottage est une méthode où une branche est enracinée tout en restant connectée à la plante mère. Une fois les racines suffisamment développées, la jeune plante est séparée. Le drageon est une autre méthode de multiplication où un rejet se forme à partir des racines de la plante mère. Enfin, le greffage est rarement utilisé chez le grenadier (INRA de Béni Mellal, 2008).

5.2.6. Floraison

La floraison de l'arbre de grenadier est un processus où l'arbre produit des fleurs. Le grenadier est un arbre monoïque, avec des fleurs mâles et femelles sur le même arbre. Les fleurs femelles sont plus grandes, en forme de cruche, tandis que les fleurs mâles sont plus petites et en forme de cloche. La période de floraison dépend de la variété, des soins culturels et des conditions météorologiques. Les fleurs femelles apparaissent sur les branches de deux ans, tandis que les fleurs mâles se forment généralement sur les rameaux de l'année. Certaines fleurs peuvent avoir des caractéristiques intermédiaires, mais leur capacité à produire des fruits peut être limitée. La floraison du grenadier se produit généralement au printemps ou au début de l'été, marquant le début du processus de formation des fruits (Cauchard, 2013).

5.2.7. Fructification et la récolte des fruits

5.2.7.1. Fructification

Le grenadier commence à produire des fruits généralement à partir de sa quatrième année. L'irrigation est essentielle pour obtenir des fruits de qualité. Un arrosage abondant est nécessaire pour favoriser de gros fruits. Le manque d'eau peut provoquer l'éclatement des fruits, les rendant impropres à la consommation et à la vente.

5.2.7.2. Récolte des fruits

Il est préférable de récolter les grenades avant qu'elles ne soient entièrement mûres. Souvent, les fruits se fissent sur l'arbre une fois qu'ils sont complètement mûrs. Il est donc déconseillé de les cueillir par temps humide pour éviter les fissures. La période de récolte des grenades varie selon les variétés, mais elle se situe généralement entre fin août et décembre.

5.2.8. Conservation des grenades

En général, les grenades peuvent être conservées pendant environ 2 semaines à température ambiante, jusqu'à un mois au réfrigérateur et jusqu'à quatre mois à 5°C. Elles peuvent également être transformées en jus ou en sirop et conservées en bouteille pendant plusieurs mois. Il existe plusieurs méthodes de conservation des grenades selon (Chougui,2018) :

5.2.8.1. Trempage dans de l'eau de mer

Les grenades sont trempées dans de l'eau de mer chauffée, enveloppées dans du lin ou du spart, puis séchées au soleil pendant trois jours. Avant d'être consommées, elles doivent être trempées dans de l'eau douce froide pendant une journée et une nuit.

5.2.8.2. Enrobage d'argile

Les grenades fraîchement cueillies sont enrobées d'argile pétrie, puis suspendues dans un endroit frais après que l'argile a séché. Avant d'être consommées, elles sont plongées dans de l'eau pour dissoudre l'argile, préservant ainsi leur fraîcheur.

5.2.8.3. Utilisation de sciure de peuplier ou de chêne vert

Une casserole en argile neuve est préparée avec une couche de sciure de peuplier ou de chêne vert au fond. Les grenades sont placées de manière à ce que la sciure puisse combler les espaces entre les fruits, et cela est répété jusqu'à remplir la casserole. Ensuite, un couvercle est ajouté et le tout est recouvert d'une épaisse couche de boue. Une fois recouvert, le contenant est scellé hermétiquement pour protéger les grenades. Cette méthode permet de conserver les grenades pendant une période prolongée en utilisant la combinaison de sciure, de boue et d'argile de la casserole pour créer un environnement isolé. Certaines techniques traditionnelles nécessitent d'être améliorées pour répondre aux besoins de conservation à grande échelle et à longue distance des grenades.

6. Ravageurs du grenadier

Selon ITAF (2023), les ravageurs principaux du grenadier sont généralement peu préoccupants en ce qui concerne les infections par des agents pathogènes. Les problèmes majeurs rencontrés dans la culture du grenadier sont souvent liés à la fertilisation et peuvent

entraîner des fissures des fruits. Cependant, certains ravageurs peuvent causer des problèmes dans les vergers.

6.1. Pucerons

Le puceron *Aphis punicae* (Fig. 08) est l'un des principaux ravageurs et maladies du grenadier, il infeste les jeunes pousses au printemps et entraîne une altération significative de la qualité et de la quantité de la production (ITAF, 2023). En Iran, cette espèce est considérée comme le ravageur le plus important des grenades (Firoozi et *al.*, 2015).

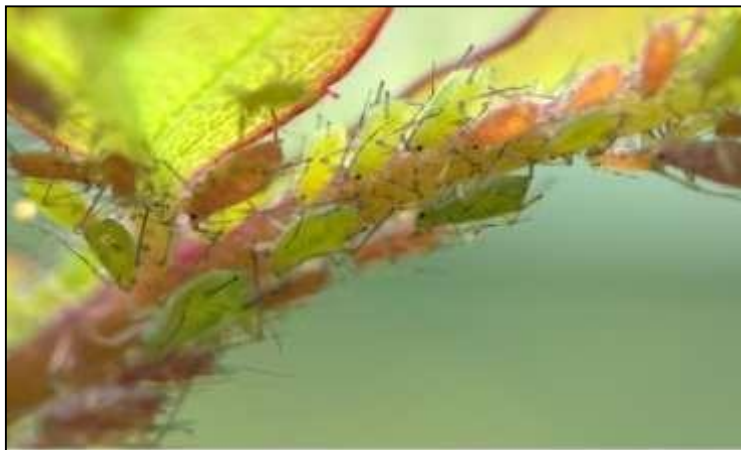


Figure 08 : Puceron, ravageur de grenadier

6.2. Mouche méditerranéenne *Ceratitis capitata*

La présence de la mouche méditerranéenne des fruits (Fig. 09) *Ceratitis capitata* (Diptère, Tephritidae), en tant que ravageur de la grenade, a été observée en Turquie, en Espagne et dans d'autres régions de la Méditerranée (ITAF, 2023).



Figure 09 : Mouche méditerranéenne

6.3. Papillons

Le Zeuzère (Fig. 10) *Zeuzera pyrina* L. (Lépidoptère : Tortricidae) également connu sous le nom de foreur de la tige, est un ravageur d'une grande importance qui s'attaque aux tiges et aux troncs, entraînant la mortalité des arbres. Sa présence a été signalée en Algérie et en Tunisie, où il cause d'importants dommages dans les zones côtières du nord (ITAF, 2023).



Figure 10 : Papillon du genre Zygene, ravageur de grenadier

6.4. Nématodes

Les nématodes de la famille Meloïdogyne, également appelés nématodes à galles, sont des vers ronds appartenant à la famille des Tylenchida. Les signes d'une infestation par Meloïdogyne sont facilement reconnaissables. Les racines sont envahies par des galles (pouvant atteindre jusqu'à 1 cm de diamètre) qui perturbent l'absorption des nutriments et entravent le fonctionnement normal des racines (Bertrand, 2001). Ces nématodes entraînent le dépérissement des parties aériennes de la plante (chlorose, flétrissement). La croissance est également réduite, ce qui se traduit par la production de petits fruits de mauvaise qualité (ITAF, 2023).

6.5. Coléoptères

Anisandrus dispar (Fig. 11) est un petit insecte coléoptère qui creuse des galeries dans l'écorce des grenadiers, il est conseillé de surveiller ce ravageur pour ceux qui achètent leurs plants en Espagne (Dossin, 2019).



Figure 11 : Coléoptère ravageur de grenadier

6.6. Acarien de grenadier *Tenuipalpus punicae*

L'acarien *Tenuipalpus punicae* du grenadier est un nuisible qui se nourrit en aspirant la sève des feuilles, des pousses et des fruits. Il provoque l'apparition de taches de couleur grise argentée aux endroits où les fruits se fixent, ce qui peut entraver le développement des pousses. De plus, les fruits ont tendance à rester petits, ce qui entraîne une perte de teneur en sucre et de qualité. Cela peut également provoquer la chute des feuilles et des fruits (Jeppson et *al.*, 1975 ; Gerson, 2008). Une forte infestation de ces acariens peut entraîner une perte totale de vitalité de la peau des fruits en raison d'une nutrition excessive, ce qui les rend durs et fragiles (Doker et *al.*, 2013).

6.7. Cochenilles

De nombreuses espèces de cochenilles, généralement, sont présentes sur des arbres qui ne sont pas bien entretenus. Heureusement, elles peuvent être facilement traitées avec des produits à base d'huile. Des produits tels que l'Actipron et l'Ovipron sont autorisés pour une utilisation en tant que traitements hivernaux généraux.

7. Maladies du grenadier

7.1. Aspergillus

L'aspergillus, tout comme l'alternaria, est un champignon responsable de la pourriture des fruits. Il peut pénétrer dans les grenades après une pluie pendant la floraison ou pendant la croissance du fruit immature. Il peut se développer à l'intérieur du fruit sans provoquer de symptômes externes évidents, à l'exception d'une légère décoloration (ITAF, 2023).

7.2. Les coups de soleil

Les coups de soleil se manifestent par des fissures et un changement de couleur de la peau du fruit, qui deviennent bruns à noir, donnant l'impression que le fruit a été brûlé. L'intérieur du fruit peut également être affecté, lui conférant une saveur aigre désagréable. Les coups de soleil sont souvent causés par un espacement excessif entre les arbres ou une taille inadaptée (ITAF, 2023).

7.3. Phytophthora ou pourriture du tronc

Le Phytophthora est un champignon qui se développe dans les vaisseaux du bois, entraînant le dessèchement et éventuellement la mort des branches infectées, voire de tout l'arbre. Au stade intermédiaire de l'infection, on observe la chute des feuilles vertes et la décoloration des grenades qui deviennent brunes. Ce champignon se développe principalement dans les zones argileuses et humides, ainsi que lorsque l'eau d'irrigation entre en contact avec les troncs des arbres (ITAF, 2023).

7.4. *Armilaria mellea* (un des différents pourridiés)

D'après Dossin (2019), *Armilaria mellea*, l'un des différents types de pourridiés, a été identifié au moins une fois dans la région PACA, sur des terrains à tendance argileuse, et provoque le dessèchement de l'arbre, entraînant ainsi sa mort.

7.5. *Alternaria*

L'*Alternaria* est un champignon pathogène des végétaux, se trouve à la fois dans le sol et sur les plantes. Il peut se développer dans une large gamme de températures et d'humidité, mais il est particulièrement favorisé par des conditions d'humidité élevée (Dossin, 2019).

8. Variétés de grenadiers

Il existe une grande diversité de variétés de grenadiers cultivée, en réalité, il y a plus de 1000 variétés de *Punica Granatum*, différenciées par la taille du fruit, la couleur de l'écorce et des graines, la dureté des pépins, la teneur en jus, l'acidité, l'astringence et la période de maturation. Les critères les plus couramment utilisés pour les distinguer sont (Stover et al., 2007): Couleur de la peau : allant du rouge foncé au jaune pâle rosé.

Couleur des arilles : allant du rouge très foncé au rose transparent (moins couramment commercialisé).








Goût des arilles : acide (contenant plus de 2% d'acide citrique) ou doux (contenant moins de 0,9% d'acide citrique) ou aigre-doux (contenant de 1% à 2% d'acide citrique).

À ce jour, les grenades sont classées en trois groupes variétaux en fonction de leurs

caractéristiques sensorielles, de leur teneur en sucre et en acide : sucrées, aigres-douces et aigre (Martinez et *al.*, 2006). Les variétés les plus courantes sur le marché mondial comprennent les grenades Wonderful, Mollarde Elche, Acco, Hicaz et Shani.

En Algérie, les deux principales variétés produites sont la Sefri et la Kabylie (Betoui, 2017).

Tableau 01 : Principales variétés de grenadiers dans le monde et en Algérie (Martinez et *al.*, 2006).

Variété de grenade	Photo	Caractéristique
Sefri		Couleur : jaune à rose Arilles : rose clair – doux
Kabylie		Couleur : rose Arilles : violacé-doux
Shani		Couleur : rouge Arilles : rouge foncé – doux
Hicaz		Couleur : rouge Arilles : rouge clair – Doux /acide
Acco		Couleur : rouge Arilles : rouge foncé –doux
Mollarde Elche		Couleur : Rose /jaune Arilles : rouge clair – doux
Wonderful		Couleur : rouge foncé Arilles : rouge –doux/acide

9. Production mondiale de la grenade

La grenade est principalement cultivée dans les pays méditerranéens et asiatiques à l'échelle mondiale. Les principaux producteurs incluent l'Inde, l'Iran, la Chine et la Turquie. D'autres pays comme l'Espagne, la Tunisie, le Maroc, le Pakistan, l'Afghanistan, l'Azerbaïdjan, l'Arménie, Chypre, l'Égypte, Israël et l'Arabie saoudite sont également d'importants producteurs (Ercisli *et al.*, 2007 ; Gozlekci *et al.*, 2011). Il n'existe pas de données précises sur la production mondiale de grenades, principalement en raison de la considération de cette culture comme étant secondaire. Selon une estimation de Melgarejo et Valero (2012), la production mondiale est d'environ 3 086 000 tonnes, basée sur les données compilées par différentes associations de chercheurs à travers le monde. La figure 12 illustre la répartition annuelle de la production des principaux pays producteurs de grenades à l'échelle mondiale.

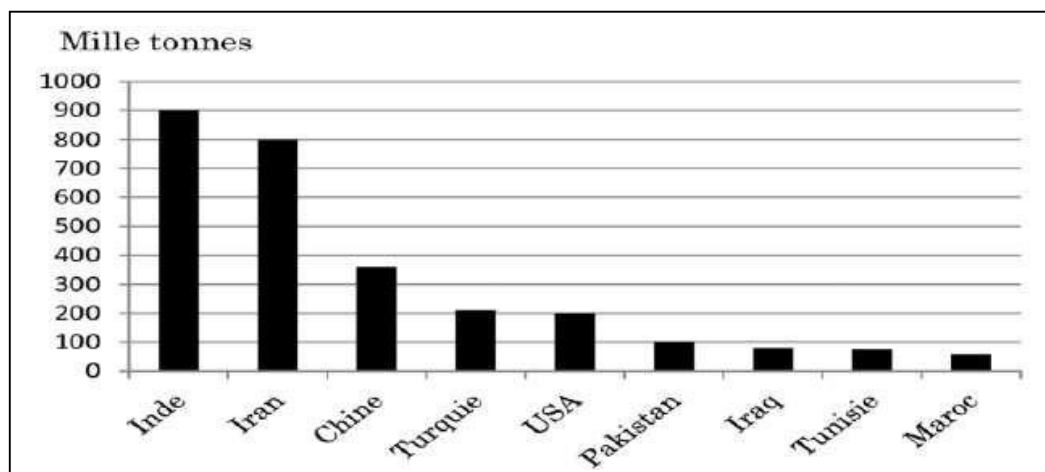


Figure 12 : Les principaux pays producteurs de grenades dans le monde (Melgarejo et Valero, 2012).

10. Production de grenade en Algérie

En Algérie, la culture du grenadier est relativement peu développée par rapport à d'autres pays du monde. Il existe différentes variétés de grenades de qualité, se distinguant par leur forme, leur couleur et leur goût. Les deux principales variétés cultivées en Algérie sont la Sefriet Kabylie. D'autres variétés telles que Chelfi et Papers-shell sont également présentes sur le marché algérien (Bayou *et al.*, 2020). Selon les données de la Direction des Services Agricoles (DSA) en 2018, la production totale de grenades en Algérie s'élève à 421 136 quintaux (Qx). Les principales wilayas productrices de grenades en Algérie sont présentées dans tableau 02. En 2018, la wilaya de Mostaganem enregistre la production la plus élevée avec 186 261 Qx. La production augmente ensuite de la wilaya de Tlemcen à Djelfa, avec des quantités respectives de 1 590, 31 960, 90 565 et 110 760 Qx (Tab. 03). Cette production est répartie sur des superficies plantées allant de 444 hectares dans la wilaya de Tlemcen à 1 240 hectares dans la wilaya de Djelfa. Il est intéressant de noter que Mostaganem parvient à obtenir un rendement de production supérieur malgré une superficie inférieure à celle de Djelfa (Tableau03).

Tableau 02 : La production de grenadier en Algérie (DSA, 2018). Wilaya Production (Qx)
Superficie plantée (Ha)

Wilaya	Production (Qx)	Superficie plantée (Ha)
Mostaganem	186 261	1140
Djelfa	110 760	1240
Rilizan	90 565	723
M'sila	31 960	486
Tlemcen	1590	444

La production de grenades en Algérie est relativement moins importante que celle des autres pays producteurs de grenades dans le monde, tant en termes de volume de production que de superficie consacrée à la culture du grenadier. En effet, la superficie totale dédiée à la culture du grenadier dans le monde est de 300 000 hectares, dont 228 000 hectares sont répartis entre cinq pays : l'Inde, l'Iran, la Chine, la Turquie et les États-Unis. En 2012, l'Inde a enregistré une production d'environ 900 000 tonnes, suivie de l'Iran avec 800 000 tonnes, puis de la Chine avec plus de 350 000 tonnes, de la Turquie avec plus de 200 000 tonnes, et enfin des États-Unis avec 200 000 tonnes, respectivement.

11. Utilisation traditionnelle de *Punica granatum* L.

Le grenadier, connu sous le nom de *Punica Granatum* L., a une large utilisation traditionnelle. En plus de son utilisation alimentaire, il est utilisé depuis longtemps dans la médecine traditionnelle, offrant un potentiel prometteur pour le développement de stratégies préventives contre les maladies. Il trouve également d'autres applications, telles que les teintures naturelles, la décoration et les produits cosmétiques. Le grenadier est donc un arbre polyvalent qui offre diverses opportunités d'utilisation (Benkherbache et *al.*, 2021).

11.1. Grenadier en médecine traditionnelle

Le grenadier est apprécié pour ses propriétés thérapeutiques, et ses différentes parties (racines, fleurs, feuilles et fruits) sont reconnues à des fins médicinales dans de nombreux pays. L'utilisation médicinale du grenadier varie selon les régions et dépend si la partie utilisée est fraîche ou séchée.

11.2. Consommation de la grenade

La grenade est un fruit largement consommé dans plusieurs régions du monde, notamment le bassin méditerranéen, le Proche-Orient, les États-Unis et certaines parties de l'Europe. Les grenades entières ainsi que le jus extrait des fruits sont utilisés comme aliments. Elles sont appréciées pour leur valeur nutritionnelle, que ce soit en tant que fruit frais ou en jus, ainsi que pour une utilisation industrielle. Environ 80% du jus provient des arilles, tandis que les pépins, parfois ligneux, représentent environ 20% de la composition totale. Les graines de grenade peuvent être ajoutées à des salades de fruits ou utilisées pour préparer des sorbets.

En Algérie, les graines sont également utilisées pour préparer une spécialité sucrée appelée seffa algérienne à la grenade (Mesfouf), un couscous sucré (Sitzia, 2009).



Figure 13 : Différents types de consommation de la grenade.

11.3. Autres utilisations du grenadier

Le grenadier a une longue histoire d'utilisation dans l'industrie textile et la teinture. La racine du grenadier peut produire des teintes bleues foncé avec une teinture de fer (Sitzia, 2009). Depuis des siècles, la peau et le jus de la grenade sont utilisés pour teindre les tapis d'Orient, et la cuisson des fruits permet d'obtenir une encre noire semblable à l'ébène (Cardon, 2014). Les extraits du grenadier sont également utilisés en cosmétique pour leurs propriétés antioxydants, favorisant notamment la croissance des cheveux (Roya, 2013).



Figures 14 : Différents usages de grenadier

12. Usages thérapeutiques

12.1. Prévention des maladies digestives

Les parties externes de la grenade ont des propriétés apaisantes pour les problèmes digestifs tels que les perturbations gastriques et les diarrhées (Debjit et *al.*, 2013). Selon Al-Yahya (2005), des études ont montré que l'extrait aqueux de l'écorce de la grenade contient des substances qui réduisent la diarrhée en inhibant les mouvements intestinaux excessifs et

l'accumulation de liquide. De plus, les écorces de fruit de grenade sont utilisées depuis longtemps pour lutter contre les parasites intestinaux, notamment le vers solitaire et la dysenterie amibienne. Ces écorces contiennent des alcaloïdes, dont la pelletiérine, un vermifuge efficace contre le ténia, répertorié dans la pharmacopée française depuis 1937 (Cutray et *al.*, 2010).

Propriétés anti-inflammatoires

L'extrait provenant de l'écorce de grenade présente également des propriétés anti-inflammatoires et antiulcéreuses (Oukabli, 2004 ; Ghazaleh et *al.*, 2013).

12.2. Activité antioxydante

L'extrait aqueux de l'écorce de grenade présente une activité antioxydante notable. Les principaux polyphénols antioxydants présents dans le jus de grenade sont les ellagitannins et les anthocyanines. Les ellagitannins représentent 92% de l'activité antioxydante du jus de grenade et se trouvent en concentration élevée dans l'écorce, les membranes et la pulpe du fruit (Seeram et *al.*, 2006).

12.3. Activité antibactérienne

L'écorce du fruit de *Punica granatum* démontre une remarquable activité antimicrobienne in vitro contre différentes souches pathogènes telles que *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *E. coli*, *Candidumgeotricum* et *Penicillium expansum*. Cette activité antibactérienne exceptionnelle peut probablement être attribuée à la combinaison unique de tanins et d'alcaloïdes présents dans cette écorce, ainsi qu'à leur action synergique. Cette propriété antibactérienne n'est généralement pas observée dans d'autres fruits riches en tanins et en alcaloïdes (Prashanth, 2001).

12.4. Propriété antiseptique

Une étude supplémentaire menée par Al-Saeed et al. (2015) a démontré l'efficacité de l'extrait d'écorce de grenade à base d'éthanol dans le traitement des plaies infectées par des champignons chez les lapins, confirmant ainsi les propriétés antiseptiques de l'écorce de grenade. De plus, l'extrait d'isoflavonoïdes provenant de l'écorce de grenade pourrait avoir un effet significatif sur l'amélioration des paramètres reproductifs chez les mâles lapins.

13. Valeur nutritionnelle de la grenade

La grenade est un fruit sucré et légèrement acide en raison de sa teneur en acide citrique. C'est une bonne source de fibres alimentaires, de folate et une excellente source de vitamine C. Elle contient également plusieurs vitamines du groupe B, en particulier la vitamine B6. La grenade

est riche en oligo-éléments et minéraux tels que le potassium, le phosphore, le calcium, le magnésium, le fer, le zinc et le cuivre (Levin, 1994). En moyenne, une grenade pèse 155 g, soit environ 117 kcal, et elle fournit en moyenne 75,9 kcal pour 100 g, équivalant à 321 KJ (Bekir et al., 2013).

Il est important de noter que les valeurs nutritionnelles peuvent varier en fonction des variétés, de la saison, du degré de maturité, des conditions de culture (Orhanet al., 2014). Le tableau suivant présente pour chaque nutriment, une information sur la quantité moyenne pour 100 g net de grenade. Ces données sont susceptibles de varier selon les variétés, la saison, le degré de maturité, les conditions de culture (Walali et al., 2003).

Tableau 03 : La quantité moyenne des différents nutriments présents dans 100g net de grenade

Eau	80 g
Protéines	1,29 g
Lipides	0,74 g
Glucides (dont sucre)	14,2 g (13,7 g)
Fibres	2,3 g
Vitamine B9	38 µg
Vitamine C	8,15 mg
Magnésium	7,5 mg
Phosphore	22 mg
Potassium	248 mg
Polyphénols	1,1 mg

1. Présentation de la région d'étude

Cette étude s'est déroulée dans la région d'Azeffoun, également connue sous le nom de « Azfun » en kabyle, qui était anciennement appelée « Port-Gueydon » qui est une commune de la wilaya de Tizi-Ouzou, située à environ 65 kilomètres au Nord-Est de la wilaya de Tizi-Ouzou. Elle couvre une superficie de 126,7 km² et est entourée par différents éléments géographiques. Au nord, elle est bordée par la mer Méditerranée, à l'est se trouve la commune d'Ait-chaffa, à l'ouest se trouve la commune d'Ifflissen, et enfin, au sud, elle est limitée par les communes d'Aghrib et d'Akerrou.

La commune d'Azeffoun est située dans une région montagneuse caractérisée par des reliefs variés, abritant une faune et une flore très riche, offrant des paysages pittoresques et une vue panoramique sur la mer Méditerranée (Subdivision Agricole d'Azeffoun, 2023).

La région d'Azeffoun est située entre 1 et 100 m d'altitude sur les coordonnées géographiques 36°53'46"N, 4°25'13"E (Fig. 15).



Figure 15 : Localisation de la commune d'Azeffoun sur la carte (Googlemaps, 2023)

2. Présentation et localisation de la région d'Isoumaten

Le village Isoumaten qui est situé entre 2 à 3 km à la mer méditerranée, à une basse d'altitude. Limitée au nord par une grande route N° 73 et à l'est se trouve village At Yillul, à l'ouest se trouve village Ihanouchene, et enfin, au sud, elle est limitée par la commune d'Aghrib. Cette région est célèbre depuis longtemps par la culture de grenadiers (Subdivision Agricole Azeffoun, 2023).

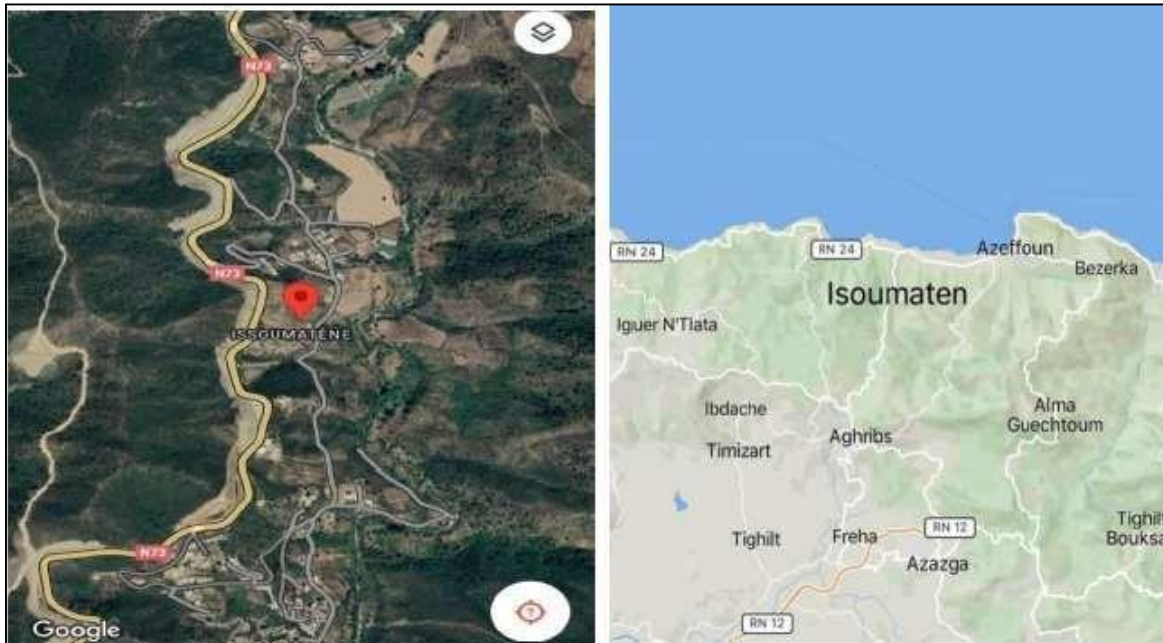


Figure 16 : localisation de village d'Isoumaten (Google Earth, 2023).

3. Présentation du verger d'étude

Le verger ayant fait l'objet de notre étude est un secteur privé appartenant à un propriétaire, Mr Moufak. La parcelle est située dans le village Isoumaten au nord de la commune d'Azeffoun. Le site d'étude est situé entre 2 à 3 km à la mer méditerranée, il est délimité au nord par des habitations, tandis qu'au sud, elle est bordée par un grand oued. À l'est et à l'ouest, la région est entourée de vergers de légumes et de fruits. La parcelle est située à 50m d'altitude. Le verger compte environ 1000 m² et comporte plus de 40 arbres (Fig. 17).



Figure 17 : localisation du verger d'étude (Originale, 2023).

4. Entretien du verger

4.1. Labour

Le labour est une pratique visant à éliminer les mauvaises herbes et à ameublir et aérer le sol (Walali Loudyi et *al.*, 2003). Selon Ramade (2003), il est préférable de réaliser des labours superficiels afin de préserver la structure du sol et les racines des arbres. Pendant notre période d'étude, aucune opération de labour n'a été effectuée.

4.2. Taille

Dans le cadre de la taille des arbres, l'objectif est d'éliminer les rejets qui donnent à l'arbre une apparence buissonneuse. Des coupes d'éclaircie sont nécessaires à l'intérieur de la frondaison pour éliminer le bois mort et les branches qui se chevauchent (Oukabli, 2004). La taille est généralement effectuée pendant l'hiver, en décembre.

4.3. Fertilisation

Selon Oukabli (2004), la fertilisation du verger de grenadiers est essentielle pour assurer une production optimale en termes de quantité et de qualité. Le grenadier est une espèce qui demande des éléments fertilisants majeurs ainsi que du fer et du manganèse. Étant donné l'absence d'études sur les besoins spécifiques de cette espèce en matière de fertilisation, les quantités à apporter doivent être ajustées en fonction de la richesse du sol et de l'âge du verger. Le propriétaire du verger utilise du fumier de bovin bien décomposé comme engrais.

4.4. Traitement phytosanitaire

D'après le propriétaire du verger utilise des traitements chimiques tels que :

- Le phosphore (P) : l'accroissance de l'arbre et la formation des fleurs et des graines.
- L'ammonitrate : assurer la longueur et la rigidité de la tige
- L'auxine un produit favorise la pollinisation de l'arbre
- La potasse (K) permet la floraison et le développement des fruits
- Le produit 20-20-20 : utilisé au début du printemps pour la croissance de la grenade
- Le fer(Fe) : le lissage de la peau de cette dernière.
- Le vertimec : c'est un insecticide.

5. Facteurs climatiques

Les facteurs climatiques sont des facteurs écologiques liés aux circonstances atmosphériques et météorologiques dans une région donnée ; ces facteurs ont des actions multiples sur la physiologie et sur le comportement des insectes et d'autres animaux (Dajoz, 1998).

Selon Dajoz, 1975 les êtres vivants ne peuvent se maintenir en vie qu'entre certaines limites bien précises de température, pluviométrie, et l'humidité relative. Il faut noter que le climat de la wilaya de Tizi-Ouzou est méditerranéen.

5.1. Température

Les températures moyennes mensuelles, ainsi que les températures moyennes mensuelles minimums et maximales enregistrées durant dix ans sont représentées dans la figure suivante.

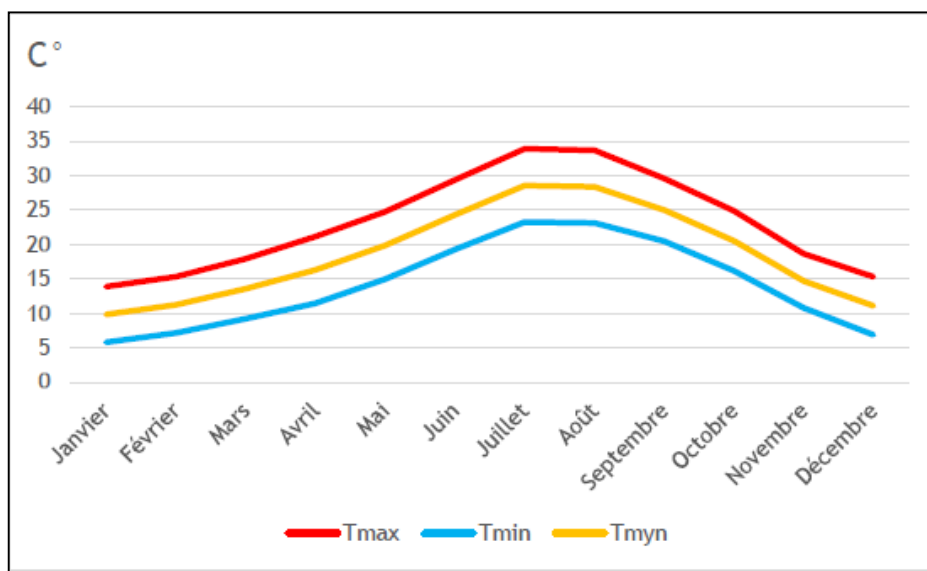


Figure 18 : Températures moyennes mensuelles, minimum et maximum de la région de Tizi-Ouzou durant l'année (2022) couvrant la période d'étude (ONM, 2022).

Les valeurs des températures montrent clairement que les mois les plus chauds sont enregistrés durant les mois de juillet et Août avec des températures moyennes de 28,39°C, arrivant à des pics dépassant les 33,8 °C en mois de juillet. Par contre, les mois les plus froids sont les mois de janvier et février enregistrant des moyennes de températures de 23,26°C avec des températures minimums allant jusqu'à 5,8°C en février.

5.2. Pluviométrie

Les valeurs des précipitations moyennes mensuelles enregistrées dans la région d'études sont illustrées dans la figure suivante.

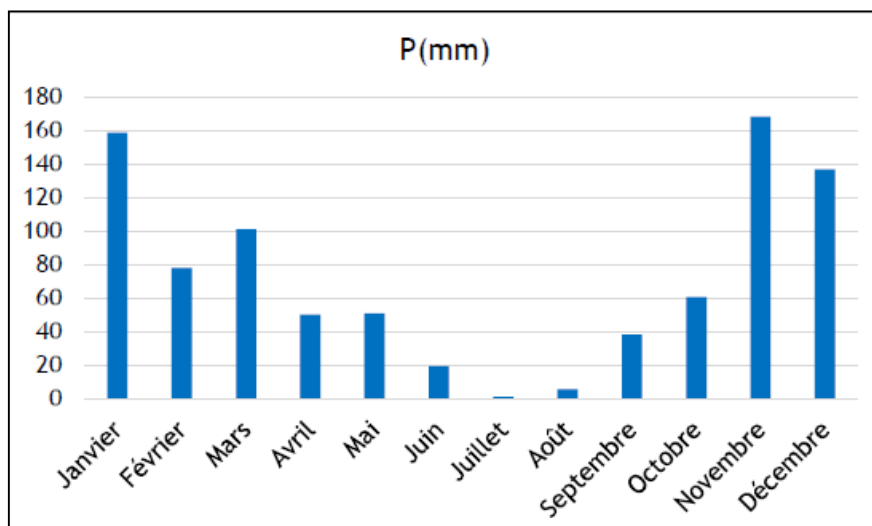


Figure 19 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Tizi-Ouzou durant l'année (2022) couvrant la région d'étude (ONM, 2022).

D'après la figure 19, le mois le plus pluvieux est novembre (168,32) et de décembre vers mars avec des pics observés en janvier (158,83 mm) et février (77,86 mm).

5.3. Humidité

Les valeurs de l'humidité moyennes mensuelles enregistrées dans la région d'études sont représentées dans la figure suivante.

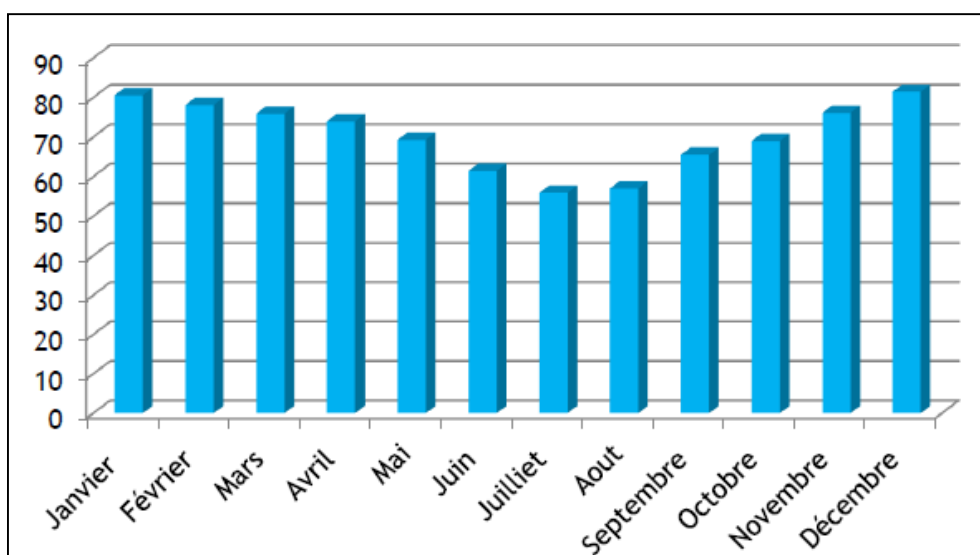


Figure 20 : Humidité relative (en %) de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans (2010-2020) couvrant la région d'étude (ONM, 2020).

La figure 20 montre que les mois de décembre et janvier sont les plus humides (80.54% et 81.51% respectivement) contrairement aux mois de juillet et août considérés comme les moins humides (56.19% et 57.34% respectivement).

5.4. Rayonnement

Les valeurs moyennes du nombre d'heures de rayonnement enregistrées sur dix ans (2010-2020) dans la région d'études sont enregistrées dans la figure suivante.

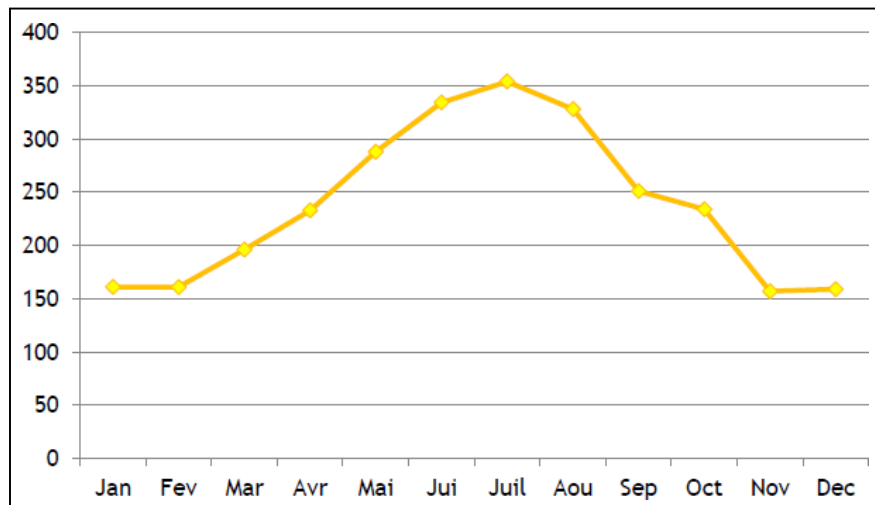


Figure 21 : Nombre d'heures d'insolation dans la région de Tizi-Ouzou (ONM, 2020).

La figure 21 montre que la période la plus ensoleillée est celle allant de juin à aout où il est à noter que le mois de juillet enregistre le plus fort taux d'ensoleillement avec 351.59 heures, contrairement à la période allant de novembre à février considérée comme la période la moins ensoleillée de l'année où le mois de février est le mois le moins ensoleillé avec 150.66 heures d'ensoleillement.

6. Synthèse climatique de la région d'étude

La synthèse climatique de la région d'étude est effectuée par l'analyse du diagramme ombrothermique de Bagnols et Gausson (1953) et par le diagramme d'Emberger (1955).

6.1. Diagramme ombrothermique de Bagnols et Gausson

Selon Bagnols et Gausson (1953), les mois secs sont tous les mois de l'année où les précipitations sont inférieures ou égales au double de la température ($P \leq 2T$). Le diagramme ombrothermique de la région d'étude est illustré dans la figure suivante.

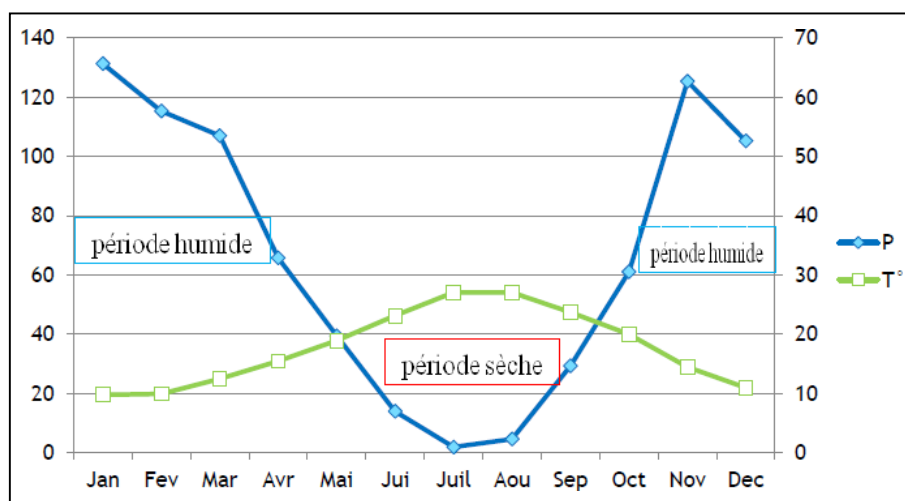


Figure 22 : Diagramme pluviométrique de Bagnouls et Gausse de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans couvrant la période d'étude (2010 - 2020).

Pour Bagnouls et Gausse (1953), la période qui s'étend entre le croisement des deux courbes correspond à la durée de la période sèche. De ce fait, la période sèche caractéristique de la région d'étude s'étend sur quatre mois et demi de la mi-mai au mois de septembre. La période humide s'étend sur sept mois et demi allant d'octobre à mi-mai.

6.2. Quotient pluviométrique d'Emberger

Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q_3) permet de définir les étages bioclimatiques, sa valeur permet de caractériser la végétation.

Stewart (1969), a montré que le quotient pluviométrique peut s'écrire après simplification comme suivant : $Q_3 = 3.43p / (M-m)$

P : pluviosité moyenne annuelle (mm)

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud exprimé en (°C)

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid exprimé en (°C)

3,43 : k (coefficient de Stewart établi pour l'Algérie et le Maroc).

(M-m) : Amplitude thermique : P=800,01mm ; M=33,98°C ; m= 5,53°C ; D'où $Q_3 = 106.33$.

La valeur de Q_3 indique l'appartenance de la région d'étude à l'étage bioclimatique subhumide à hivers tempéré (Fig. 23).

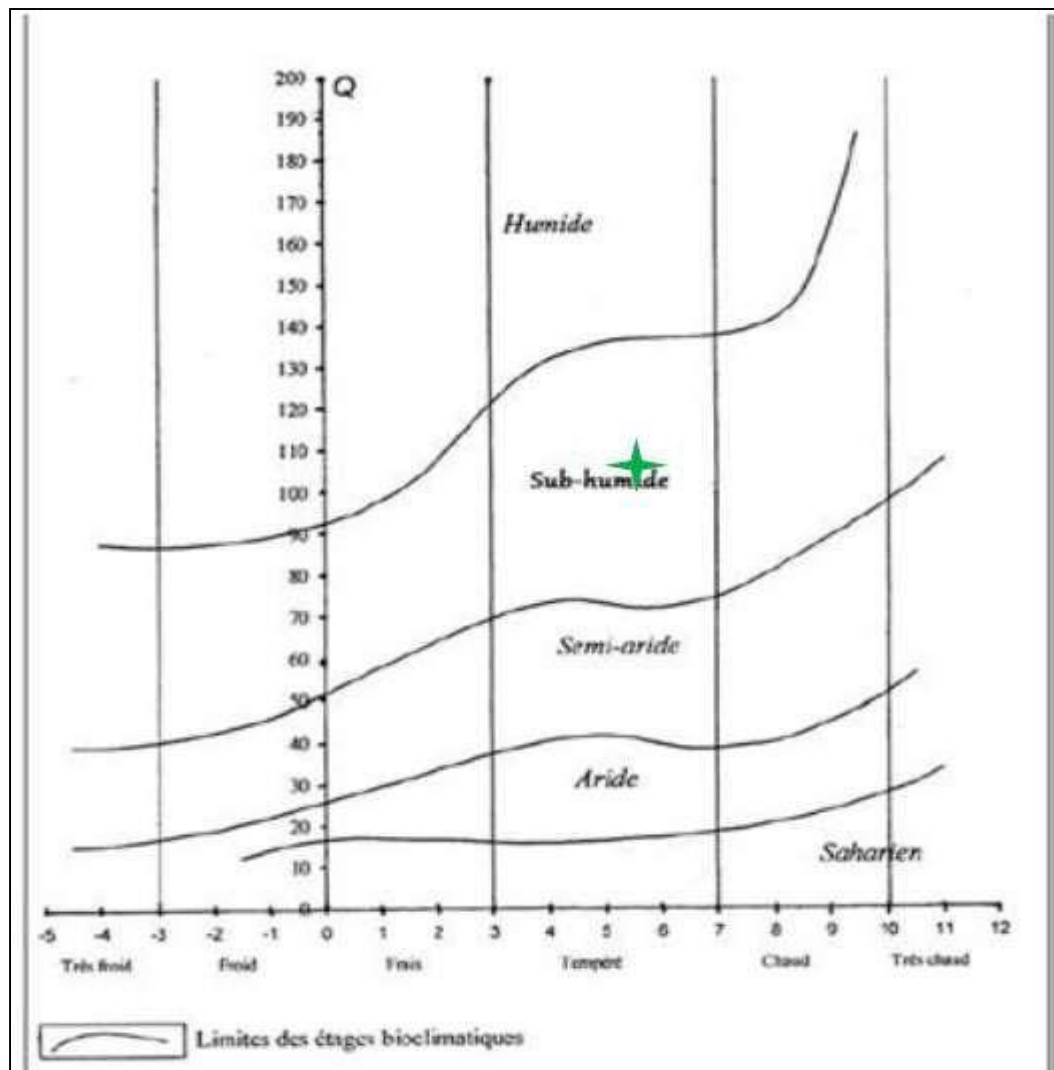


Figure 23 : Climagramme pluviothermique d'Emberger de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans couvrant la période d'étude (2010 - 2020).

7. Facteur biotique

Azefoun est une région méditerranéenne possède une faune et flore de type méditerranéen qu'on peut synthétiser comme suit :

7.1. Faune :

Selon Mr Zizi A., Ingénieur d'état en Agronomie et un chef de bureau appui à la production (SAA). La faune d'Azefoun présente une diversité remarquable avec des espèces animales variées. On peut y rencontrer le renard roux (*Vulpes vulpes*), le sanglier (*Sus scrofa*), le lièvre (*Lepus spp.*) et le hérisson d'Europe (*Erinaceus europaeus*). Les rapaces majestueux tels que l'aigle royal (*Aquila chrysaetos*) et le faucon pèlerin (*Falco peregrinus*). Les oiseaux marins, comme le goéland argenté (*Larus argentatus*) et la sterne pierregarin (*Sterna hirundo*), sont attirés par les zones côtières. Les reptiles, tels que le lézard vert (*Lacerta bilineata*) et la vipère d'Orsini (*Vipera ursinii*), se faufilent dans les paysages variés de la région. Les grenouilles vertes

(*Pelophylax spp.*) et les salamandres tachetées (*Salamandra salamandra*) se trouvent près des cours d'eau et des zones humides. Les papillons, comme le paon-du-jour (*Inachis io*). Les insectes, tels que le scarabée rhinocéros (*Oryctes nasicornis*) et le lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*), complètent la biodiversité de la région.

7.2. Flore

D'après Mr Zizi A., Ingénieur d'état en Agronomie et un chef de bureau appui à la production (SAA). La flore d'Azeffoun présente une diversité remarquable avec des espèces végétales variées. On peut y trouver des arbres tels que le chêne vert (*Quercus ilex*), le pin maritime (*Pinus pinaster*) et l'olivier (*Olea europaea*). Les zones côtières sont peuplées de plantes adaptées au sel comme le tamaris (*Tamarix spp.*) et l'oyat (*Ammophila arenaria*). Les dunes sont ornées d'immortelles des dunes (*Helichrysum stoechas*) aux couleurs vives. Les champs et les collines sont parsemés de coquelicots (*Papaver rhoeas*), de marguerites (*Leucanthemum vulgare*) et de lavandes (*Lavandula spp.*). Parmi les autres espèces présentes, on trouve le genêt (*Cytisus spp.*), la bruyère (*Erica spp.*), le romarin (*Rosmarinus officinalis*), le thym (*Thymus sp.*), le ciste (*Cistus spp.*) et une variété de fougères (*Filicophyta spp.*). Les orchidées (*Orchidaceae spp.*), les iris (*Iris spp.*), les jonquilles (*Narcissus spp.*), les hélianthèmes (*Helianthemum spp.*) et les sauges (*Salvia spp.*).

Dans ce chapitre sont présentés le matériel biologique, le choix de la station d'études, les techniques d'échantillonnage utilisées sur le terrain et au laboratoire ainsi que les méthodes d'exploitations des résultats obtenus.

1. Méthodologie utilisée sur le terrain

Le travail réalisé sur le terrain est basé sur le choix de la station d'études et l'échantillonnage des invertébrés au niveau d'un verger de Grenadier par l'utilisation de différentes techniques de capture.

1.1. Choix de la parcelle d'étude

Nous avons choisi une station d'études située dans le village d'Isoumaten au niveau de la région d'Azeffoun en tant que milieu riche en faunes et en flores, dans le but d'enrichir nos connaissances concernant la biodiversité des invertébrés et leurs classifications.

Le choix de la parcelle base sur les critères suivants :

- ❖ Accessibilité au verger ;
- ❖ Les caractéristiques écologiques de la région ;
- ❖ Diversité floristique ; faunistiques

2. Matériel utilisé pour l'échantillonnage des invertébrés

Il existe différentes méthodes de capture utilisées pour échantillonner les invertébrés. Cela dépend de leur habitat qui peut être, sur le feuillage, sur les plantes basses, ou sur le sol près des racines ; afin des réalisé cet inventaire, un ensemble des matériaux ont été employés

2.1. Méthodes d'échantillonnage utilisées

2.1.1. Sur le terrain

Afin d'obtenir une représentation significative des populations étudiées, il est essentiel de développer des techniques d'échantillonnage et de piégeage appropriées. Il existe de nombreux types de piégeage, chacun étant plus ou moins adapté à l'écosystème analysé. En général, les pièges doivent être économiques, rapides, faciles à utiliser et quantitatifs. L'utilisation simultanée de plusieurs méthodes d'échantillonnage est la meilleure façon d'évaluer la biodiversité. Chaque méthode présente des avantages et des inconvénients, et seule une combinaison de plusieurs méthodes permettra d'obtenir un échantillon représentatif répondant à la plupart des objectifs de recherche.

Dans le cadre de cette étude, des échantillonnages ont été effectués pendant 10 mois, allant de septembre 2022 jusqu'au mois de juin 2023, au niveau de la station d'études. Diverses méthodes ont été utilisées pour capturer les invertébrés vivant sur les arbres de grenadier. Pour notre part,

nous avons choisi d'utiliser trois méthodes de récolte : les pots enterrés ou pots Barber, les pièges colorés (assiettes jaunes) et parapluie japonais pour la chasse.

A. Pots Barber

La méthode des pots Barber est largement utilisée comme technique d'échantillonnage pour collecter des invertébrés (Benkhelil, 1992). Cette méthode a été développée par Hertz (1927) et peu de temps après par Barber (1931). Son efficacité a été démontrée par plusieurs auteurs (ex. Southwood, 1968 ; Greenslade, 1973 ; Scudder, 2000). Elle permet d'obtenir des informations sur les peuplements très complexes et de visualiser les variations numériques des insectes.

Les pots Barber sont des récipients simples en métal ou en plastique. Dans notre cas, nous avons utilisé des boîtes de conserve récupérées comme pots-pièges.

Dans notre étude, nous avons utilisé des pots en plastiques (9 pots Barber) mesurant 10 cm de profondeur et 15 cm de diamètre, que nous avons installés dans les parcelles. Les pièges sont positionnés de manière verticale, avec leur ouverture au niveau du sol et la terre bien compactée autour afin d'éviter tout obstacle pour les petites espèces. Ensuite, ils sont remplis à environ un tiers de leur capacité avec de l'eau contenant un liquide mouillant pour empêcher l'évaporation et fixer les insectes piégés.

Chaque semaine, le contenu des pièges est filtré à travers une passoire à mailles fines, puis transporté au laboratoire dans des bocaux en verre étiquetés avec la date et le type de piège. Il est important de noter qu'à chaque prélèvement, l'eau des pièges est renouvelée.



Figures 24 : Pots Barber (Originale, 2023).

➤ **Avantage**

Les pièges enterrés offrent plusieurs avantages :

- Ils permettent de capturer les petits animaux invertébrés et vertébrés qui se déplacent activement à la surface du sol.

- Selon Benkhelil (1992), la méthode des pots Barber est largement utilisée par les écologistes pour échantillonner les invertébrés présents à la surface du sol.
- Cette méthode est facile à mettre en œuvre, car elle ne nécessite pas beaucoup de matériel.
- Elle permet de capturer toutes les espèces qui préfèrent se déplacer à pied plutôt que de voler, qu'elles soient actives de jour ou de nuit.
- De plus, elle permet d'obtenir des résultats qui peuvent être exploités avec différents indices écologiques et techniques statistiques.

➤ **Inconvénients**

Cette technique présente certains inconvénients majeurs :

- Le premier concerne les précipitations intenses ou l'irrigation excessive, qui peuvent entraîner un excès d'eau et inonder les boîtes de capture. Dans de telles situations, le contenu des boîtes peut déborder et les arthropodes capturés peuvent s'échapper. De plus, lorsqu'il fait très chaud, l'évaporation de l'eau peut également poser problème.
- Le deuxième inconvénient est lié à la portée limitée de l'échantillonnage. De plus, il peut arriver que les boîtes soient déterrées par des promeneurs, ce qui perturbe les données collectées.
- Le troisième inconvénient concerne la méthode de récupération des insectes. Lorsque le contenu des pots Barber est versé sur un tamis de filtration, les insectes de petite taille peuvent passer à travers les mailles, ce qui peut entraîner une perte d'échantillons.

B. Pièges colorés

Les pièges colorés sont utilisés pour échantillonner les insectes volants. Ils attirent ces insectes de deux manières : d'une part, par leur teinte, et d'autre part, par la présence d'eau, qui est un élément vital pour eux (Bourlière, 1969). Selon Roth (1972), la couleur préférée de la plupart des insectes est le jaune citron, et les résultats obtenus avec de tels pièges sont remarquables en termes de récolte.

D'après Lamotte et Bourlière (1969), ces pièges sont particulièrement efficaces pour les insectes qui apprécient les zones ensoleillées et les fleurs. Ils permettent de capturer la faune aérienne, notamment les Diptères, les Hyménoptères, les Hémiptères et les Orthoptères.

Dans notre cas, nous utilisons des boîtes en plastique d'un diamètre 20 cm comme pièges. Elles sont placées sur une branche d'arbre à une hauteur d'homme. Les pots sont remplis aux deux tiers de leur volume avec de l'eau contenant quelques gouttes de détergent. Ce dernier permet

de réduire la tension superficielle de l'eau et facilite la noyade des espèces qui entrent en contact avec le liquide.



Figure 25 : Récipient jaune installé sur un grenadier (Original, 2023).

➤ Avantages

Ce système de piégeage présente plusieurs avantages significatifs :

- Tout d'abord, il est très économique, car il nécessite un investissement financier minimal. De plus, son installation sur le site d'étude est facile en raison de sa petite taille et de sa légèreté. Cela permet de gagner du temps et de réduire les efforts nécessaires pour mettre en place les pièges.
- De plus, ces pièges sont conçus de manière à garantir le bon état des insectes capturés.
- Selon L'hoir et al. (2003), ils permettent de préserver l'intégrité des spécimens collectés, ce qui est essentiel pour des études ultérieures et des analyses précises.

En résumé, les avantages de ce système de piégeage résident dans son faible coût, sa facilité d'installation et sa capacité à préserver la qualité des insectes capturés.

➤ Inconvénients

Ce système de piégeage présente également plusieurs inconvénients notables :

- Tout d'abord, l'un des problèmes majeurs est la capture d'une quantité importante d'insectes, ce qui crée une masse compacte difficile à trier et à traiter ultérieurement (Lhoir et al., 2003). Cette situation peut rendre fastidieuse la séparation et l'identification des différentes espèces présente dans les pièges, ce qui demande du temps et des ressources supplémentaires.

- De plus, la récolte du contenu des bacs peut s'avérer délicate, car il peut y avoir des difficultés à le faire sans en perdre une partie. Les bacs peuvent être renversés accidentellement ou même arrachés des arbres, ce qui compromet la collecte précise des données.

- En fin de saison, un autre inconvénient se présente : la présence d'une quantité importante de feuilles dans les bacs. Cela rend la récolte encore plus difficile, car les feuilles peuvent interférer avec la récupération des insectes piégés, nécessitant ainsi des efforts supplémentaires pour obtenir des données fiables.

En résumé, les inconvénients de ce système de piégeage résident dans la difficulté de trier et de traiter une masse compacte d'insectes capturés, ainsi que dans les obstacles rencontrés lors de la récolte du contenu des bacs, tels que le renversement, l'arrachage et la présence de feuilles. Ces défis nécessitent une attention particulière et des solutions appropriées pour maximiser l'efficacité de la collecte des données.

C. Parapluie japonais

Lorsque les naturalistes entreprennent des inventaires, il est parfois nécessaire de s'aventurer dans les hauteurs des arbres. En effet, certains insectes ont une préférence spécifique pour les feuilles de certains arbres, ce qui rend leur capture plus complexe. Afin de recueillir ces invertébrés précieux, une solution pratique et efficace consiste à utiliser un outil bien particulier qui est le parapluie japonais.

Le parapluie japonais est un instrument spécialement conçu pour faciliter la collecte d'insectes dans les cimes des arbres. Il présente des caractéristiques uniques qui en font l'outil idéal pour cette tâche. Sa forme en dôme, associée à une longue perche télescopique, permet aux naturalistes d'atteindre les branches éloignées et les zones difficilement accessibles. Ainsi, ils peuvent explorer les feuilles et les recoins où se cachent ces insectes spécifiques, il est constitué d'une armature bois et d'un tissu léger de couleur claire de 1 cm de côté parapluie japonais. Pour utiliser le parapluie japonais, il suffit de le tenir ouvert sous une branche basse et de taper celle-ci d'un coup sec avec un bâton. On récupère sur la toile les occupants de la branche.



Figure 26 : parapluie japonais (originale, 2023).

➤ **Avantages**

Les avantages de l'utilisation d'un parapluie japonais pour la capture d'animaux sont les suivants :

- Il est rigide, ce qui permet de mieux freiner la fuite des animaux. Le parapluie japonais offre une structure solide grâce à ses tiges rigides, ce qui permet de maintenir une forme stable et de limiter les mouvements des animaux capturés. Les rebords du parapluie jouent également un rôle important en empêchant les animaux de s'échapper facilement, car ils offrent une barrière physique supplémentaire.
- Il permet la capture des insectes vivant cachés dans les branches et les feuilles d'arbres ou d'arbustes.
- Son faible coût, sa facilité d'installation grâce à son armature, le parapluie japonais est facilement étendu sous les branches, même par un seul utilisateur parapluie japonais.

➤ **Inconvénients**

Voici quelques inconvénients potentiels liés à l'utilisation d'un parapluie japonais pour la capture d'animaux :

- **Encombrement :** Les parapluies japonais peuvent être encombrants à transporter en raison de leur taille et de leur forme rigide. Cela peut rendre difficile le déplacement sur le terrain, en particulier dans des zones densément végétalisées ou difficiles d'accès.
- **Restriction de la hauteur :** Les parapluies japonais ont une hauteur limitée, ce qui signifie qu'ils sont plus adaptés pour la capture d'animaux présents sur les branches basses des arbres.

Si les animaux ciblés se trouvent en hauteur, il peut être difficile d'atteindre et de capturer efficacement ces spécimens avec un parapluie japonais.

- **Adaptabilité limitée** : Les parapluies japonais sont conçus pour une utilisation spécifique, c'est-à-dire la capture d'animaux sur les branches d'arbres. Ils peuvent ne pas être aussi polyvalents que d'autres méthodes de capture, ce qui limite leur utilisation dans d'autres environnements ou situations de terrain.
- **Fragilité** : Les parapluies japonais sont généralement fabriqués à partir de matériaux légers tels que des tiges de bois ou de bambou. Bien qu'ils soient suffisamment solides pour maintenir leur forme lorsqu'ils sont utilisés correctement, ils peuvent être plus sujets aux dommages ou à la casse par rapport à d'autres équipements de capture plus robustes.
- **Difficulté de manipulation** : Manipuler un parapluie japonais peut nécessiter une certaine pratique et habileté, en particulier lorsqu'il s'agit d'orienter et de positionner correctement l'outil pour capturer les animaux visés. Une mauvaise manipulation peut entraîner des échecs de capture ou des dommages aux spécimens collectés parapluie japonais (1).pdf.

2.1.2. Méthode de travail au laboratoire

2.1.2.1. Échantillonnage et récolte des données sur les invertébrés

Après chaque expédition et en utilisant diverses méthodes de capture, il est souvent difficile d'identifier et de reconnaître les espèces d'invertébrés sur le terrain en raison de leur taille et de leur nombre élevé. Par conséquent, une fois les échantillons collectés, une analyse approfondie est réalisée en laboratoire en suivant les méthodes suivantes :

A. Tri

Une fois les échantillons collectés sur le terrain, le processus de tri commence par la séparation des spécimens appartenant à différentes classes zoologiques. Ensuite, les insectes sont triés par ordre, puis par famille, afin de parvenir à une identification plus précise, jusqu'au niveau générique ou spécifique lorsque cela est possible.



Figure 27 : Représentation de la manière de tri (Originale, 2023).

B. Comptage

Une fois comptabilisés, les petits individus sont préservés dans des flacons contenant de l'alcool à 70 degrés, accompagnés des informations suivantes : la date, l'ordre, la famille et le type de piège. Les mêmes informations sont notées sur des boîtes de pétri, où les individus de taille moyenne à grande sont séchés, fixés et étalés en vue de leur identification ultérieure.

C. L'identification

Un nombre très limité d'espèces d'insectes peuvent être identifiées sur le terrain, la grande majorité des espèces, même celles de taille relativement grande, nécessitent une analyse en laboratoire. Seuls les insectes à l'état adulte peuvent être identifiés au niveau de l'espèce (Moulin *et al.*, 2007 ; Franck, 2008).

Les insectes collectés sont comptabilisés, puis recueillis et enfin identifiés par une spécialiste, DR GUERMAH D. Enseignant chercheur au département de Biologie à l'Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou.

3. Traitement des résultats

Après l'identification des invertébrés collectés, l'utilisation d'un ensemble d'indices écologique est nécessaire pour l'obtention des bons résultats. L'objectif d'exploiter nos résultats par l'utilisation des paramètres écologiques et statistiques est de mieux estimer la présence, la distribution des populations étudiées dans le temps et l'espace. Cette démarche permet également de comparer nos données avec plusieurs autres travaux concernant le même sujet, soit à échelle régionale ou mondiale.

3.1. Traitement des résultats par des indices écologiques

Les indices écologiques utilisés dans cette étude sont ceux de composition et de structure.

3.1.1 Indices écologiques de composition

La richesse totale (S), ainsi que l'abondance relative (AR), est les indices écologiques de composition utilisés dans ce présent travail.

A. Richesse totale (S)

La richesse totale d'un écosystème donné, représentée par S, est le nombre total d'espèces présentes dans le peuplement considéré. Dans le contexte d'une biocénose, la richesse totale correspond à l'ensemble des espèces qui la composent (Ramade, 2003). Plus le nombre d'observations effectuées est élevé, meilleure est l'estimation de cette richesse réelle (Blondel, 1979).

B. Abondance relative (Ar%)

Selon Dajoz (1971), l'abondance relative fait référence au pourcentage d'individus d'une espèce donnée (n_i) par rapport au nombre total d'individus (N). L'indice d'abondance relative, quant à lui, permet de mesurer la quantité d'individus appartenant à chaque espèce (Blondel, 1979).

$$AR = n_i / N$$

Ar: Abondance relative ou fréquence centésimale des espèces d'un peuplement donné

n_i : Nombre d'individus de l'espèce (i) prise en considération

N : Nombre total des individus de toutes les espèces confondues.

3.1.2. Indices écologiques de structure

L'indice de diversité de Shannon et l'équitable ont été utilisés dans notre étude.

A. Indice de diversité de Shannon (H')

L'indice de diversité de Shannon est considéré comme le moyen le plus efficace de quantifier la diversité (Blondel et *al.*, 1973) est largement utilisé. Selon Dajoz (1996), l'indice de diversité de Shannon (H'), basé sur la théorie de l'information, est le plus couramment employé. Sa formule de calcul est la suivante :

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

H' : est l'indice de diversité de Shannon exprimé en unité bits

P_i : Abondance relative de chaque espèce, est égal à n_i/N

N_i : Abondance de l'espèce de rang i

N : Nombre total d'exemplaires récoltés

Log 2 : est le logarithme à base de 2.

Plus la valeur de H' est élevée, plus le peuplement pris en considération est diversifié. Cet indice est également utilisé pour connaître la diversité d'une espèce donnée au sein d'un peuplement. Il implique dans ce cas des relations entre les espèces présentes et leur milieu d'une plus grande complexité (VIERA DA SILVA, 1979). Un indice supérieur à 4,5 dans la nature mène généralement à une perte de la stabilité de l'écosystème.

B. Équitabilité (E)

L'équitabilité ou indice d'équirépartition (E) est le rapport entre la diversité observée H' et la diversité maximale $H' \max$ (Blondel, 1979). Elle est calculée afin de pouvoir comparer la diversité de deux peuplements qui renferment des nombres d'espèces différentes par la formule :

$$E = H' / H' \max$$

E : est l'équirépartition.

H' : est l'indice de diversité de Shannon exprimé en unité bits.

$H' \max$: est l'indice de la diversité maximale exprimé en bits.

Les valeurs de l'Équitabilité obtenues varient entre 0 et 1. Quand cette valeur tend vers 0, cela signifie que les espèces du milieu ne sont pas en équilibre entre elles, mais qu'il existe une espèce dominante par rapport aux autres. Si par contre la valeur tend vers 1, les espèces sont en équilibre entre elles (Barbault, 1981).

1. Résultats d'échantillonnage des populations d'invertébrés dans la parcelle d'étude

Les espèces d'invertébrés inventoriées sont le résultat des sorties effectuées au cours de 10 mois d'étude (du mois de septembre 2022 au mois de juin 2023). Durant cette période nous avons capturé 663 individus répartis en 78 espèces, appartenant à 77 familles, 21 ordres et 6 classes (Tab. 4). Les résultats obtenus sont évalués par la qualité d'échantillonnage, puis exploités par les indices écologiques de composition et de structure.

Tableau 04 : Représentation des différentes espèces d'invertébrés capturés durant l'inventaire

	ordre	famille	espèce	PT	PA	PJ
Arachnida	Aranea	Lycosidea	<i>Lycosa narbonsis</i>	7	3	2
		Salticidea	<i>Salticus sp</i>	0	3	8
		Thomisidea	<i>Thamisis sp</i>	0	1	7
			<i>Synema glabrum</i>	4	0	2
	Opilliona	Phalangidea	<i>Phalanium opilio</i>	5	2	0
Dilopoda	Julida	Julidea	<i>Tachypodoculus albipes</i>	9	8	1
	Glomerida	Glomeridea	<i>Glomeris sp</i>	36	4	0
Entognatha	Collembola	Sminthurus	<i>Sminthurus viridis</i>	0	0	7
Gastropodes	Stylommatophora	Helicidea	<i>Helix aptera</i>	2	0	0
	Stylommatophora	Helicidea	<i>Helix pomatia</i>	3	0	0
Malacostraca	Isopoda	Oniscidea	<i>Oniscus aselus</i>	4	0	1
Insecta	Coléoptera	Nitidulidae	<i>Corpophilus sp</i>	2	0	0
		Brentidea	<i>Tropinata squalida</i>	4	2	0
		Carabidea	<i>Harpalus paratus</i>	4	0	0
		Cantharidea	<i>Malthimus flavealus</i>	5	0	0
		Carabidea	<i>Harpalus paralus</i>	0	2	0
		Brentidea	<i>Apion sp</i>	0	0	4
		Nitidulidea	<i>Corpophilus hemipterus</i>	0	0	22
		Staphylinidea	<i>Ocypus olens</i>	4	0	0
		Nitidulidea	<i>Carpophilus sp</i>	0	5	39
		Silphidea	<i>Necrodes marionis</i>	0	3	0
		Chrysomélidea	<i>Alticinea sp</i>	3	0	0
		Elateridea	<i>Elateridea</i>	2	0	0
		Elateridea	<i>Elateridea</i>	2	4	1
		Staphylinidea	<i>Staphylinus sp</i>	0	2	1
		Formicidea	<i>Cataglyphis Bicolor</i>	5	0	0
		Brentidea	<i>Philonthus marginatus</i>	0	4	1
		Staphylinidea	<i>Componathus leteralis</i>	7	8	0
		Collembole	entomobryiidae	<i>Entomobrya nivalis</i>	3	0
	Blattodea	Blattidea	<i>Belatta sp</i>	2	0	2
	Dermaptera	Forficulidea	<i>Farficula auricularia</i>	4	2	0
	Diptera	Stratiomyidea	<i>Chloromyia formosa</i>	1	5	1
		Culicidea	<i>Culex pipiniens</i>	0	5	1
Tephritidea		<i>Ceratitis capitata</i>	8	5	0	

	Chirononidea	<i>Chironomus plumosus</i>	0	2	1
	Sciaridea	<i>Zygoneura</i>	0	6	0
	Drosophiladea	<i>Drosophila funebris</i>	8	8	4
	Lauxaniidea	<i>lauxonidea</i>	0	1	0
	Colliphoridae	<i>Calliphora vicina</i>	0	2	0
Ephemeroptera	Ephemeroptera	<i>Ephemeroptera sp</i>	0	1	0
Hemiptera	pyrrhocoridae	<i>Pyrrhocoris apterus</i>	0	1	0
Hymenoptera	Andrenidea	<i>Panurgus calcaratus</i>	0	2	0
	Pentatomidea	<i>Raphigaster neblosa</i>	1	0	0
	Formicidea	<i>Miliera onissa</i>	0	2	0
	Apidea	<i>Appis mellifera</i>	95	17	5
	Ichneumonidea	<i>ichneumonidea sp</i>	0	2	4
	Braconidea	<i>Aphidius sp</i>	0	10	0
	Formicidea	<i>Aphaenogaster sp</i>	4	0	0
	Gerridea	<i>Gerris sp</i>	3	0	0
	Apidea	<i>Bombus terrestris</i>	5	4	0
	Apidea	<i>Eucera longicornis</i>	3	0	0
	Pompilidea	<i>pompilidea</i>	4	0	0
	Formicidea	<i>Tapinona negerinum</i>	0	2	0
	Eupelmidea	<i>Eupelmus sp</i>	0	8	0
	Formicidea	<i>Componatus vagus</i>	6	17	0
	Chalcidoidea	<i>Coruna clavata</i>	0	8	0
	Formicidea	<i>Cataglyphis viatacus</i>	6	11	2
	Pteromalidae	<i>Coruna sp</i>	0	0	4
	Ichneumonidea	<i>Netelia testacea</i>	0	2	0
	Formicidea	<i>Messor barbarus</i>	29	10	4
	Apidea	<i>Apis sp</i>	0	4	1
	Tenthremidea	<i>Tenthermidea</i>	0	1	0
	Halictidae	<i>Lasioglossum calceatum</i>	4	0	0
Hétéroptère	Pyrrhororidae	<i>Pyrrhororis apterus</i>	0	5	0
	Véliidés	<i>Velia sp</i>	0	0	2
	Pentatomidea	<i>Nezra verdula</i>	0	0	3
Homoptère	Cicadelidea	<i>Cicadella sp</i>	4	2	0
	Aphididea	<i>Aphis citricola</i>	0	4	0
	Psyllidea	<i>Cacopsylla sp</i>	0	2	0
Lepidoptera	Geometridea	<i>Geometridea</i>	1	0	0
	Sphnigadae	<i>Sphinx sp</i>	2	0	0
	lepidopterea	<i>Lepidoptera sp</i>	0	4	6
Mantoptera	Mantidea	<i>Mantis religiosa</i>	4	0	0
Orthoptera	Pyrgonor phidea	<i>Pyrgomorpha</i>	5	0	0
	Tettigoniidea	<i>Ephigera ephigera</i>	0	2	0
	Halictidea	<i>Halictus sp</i>	0	3	0
	Acrididea	<i>Anacridium sp</i>	0	0	4
	Gryllidea	<i>Grillus compestris</i>	2	0	0

1.1. Classification des invertébrés recensés

Notre étude ayant porté sur les invertébrés inféodés au grenadier dans la région d'Isoumaten à Azeffoun fait ressortir plusieurs classes d'invertébrés comme Insecta, Arachnida, Diplopoda Gastropoda, Malacostracea et Enthognata (fig. 28).

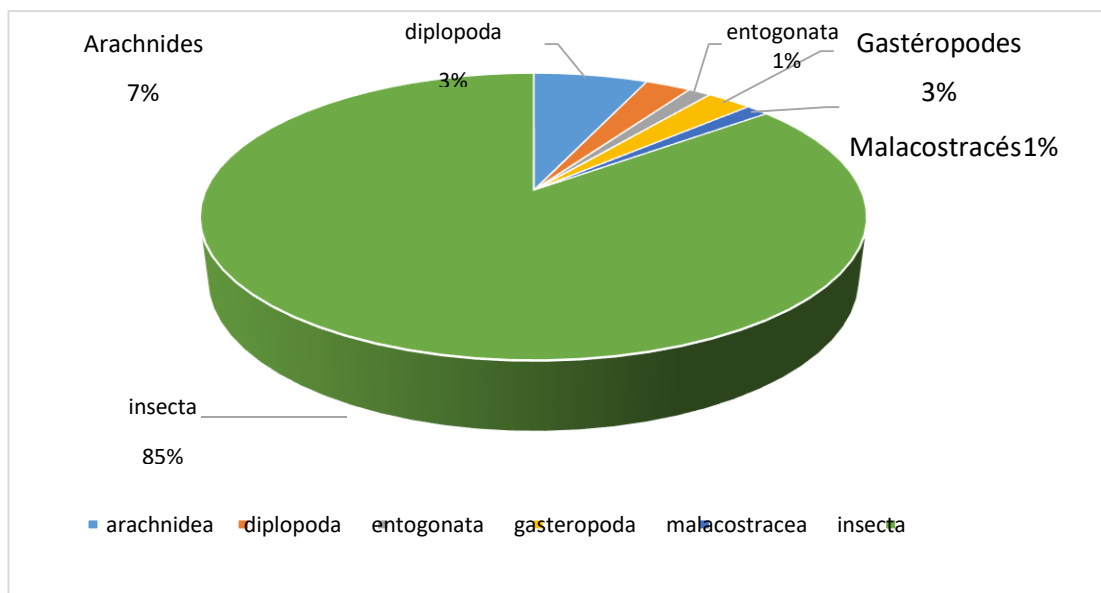


Figure 28 : Classification des invertébrés recensés sur le grenadier dans la région d'Isoumaten.

Les résultats obtenus font ressortir que la classe la plus élevée est celle des Insectes avec un Pourcentage 85% et les Gastropodes avec 3%. La classe la plus basse et celle des Malacostra et Enthognata avec 1%.

1.2. Exploitation des résultats par la qualité d'échantillonnage

Le tableau 05 montre les valeurs de la qualité d'échantillonnage des espèces capturées une seule fois et en un seul exemplaire par l'emploi des trois méthodes d'échantillonnage.

Tableau 05 : Qualités d'échantillonnage (Q) des espèces capturées.

Piège	PT	PA	PJ
Qualité d'échantillonnage Q	0.15	0.25	0.45

Les valeurs des espèces capturées une seule fois et en un seul exemplaire, grâce à l'emploi de pièges terrestres, de pièges colorés et de parapluies japonais, sont respectivement de 0,15, 0,25 et 0,45. Ces valeurs se rapprochent de zéro, ce qui laisse penser que la qualité d'échantillonnage est bonne dans les trois méthodes.

2. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition pour les espèces échantillonnées

Les résultats obtenus sont exploités à l'aide d'indices écologiques de composition, voire les richesses totales et les abondances relatives

2.1. Richesse totale des espèces d'invertébrés capturées suivant les trois méthodes d'échantillonnage

Les valeurs de la richesse totale des espèces capturées par l'emploi des trois méthodes d'échantillonnage sont mentionnées dans le tableau 6.

Tableau 06 : Richesses totales des espèces d'invertébrés capturés par les différentes méthodes.

	Pièges terrestres	Pièges aériens	Parapluie japonais
Richesse totale S.	41	47	28

La richesse totale des espèces capturées par l'utilisation des trois méthodes de piégeages est de 47 pour les pièges aériens, 41 pour les pièges terrestres et 28 pour le parapluie japonais.

2.2. Abondances relatives Ar (%) appliquées aux espèces recensées par les trois méthodes d'échantillonnage

Les abondances relatives des espèces capturées par les trois méthodes de piégeages dans la parcelle d'étude variant d'un type à un autre. La dominance de certaines espèces par rapport à d'autres est en fonction du type de piège employé.

2.2.1. Abondances relatives pour les ordres d'invertébrés capturés par les pots Barber

Les abondances relatives des ordres d'invertébrés capturés par l'utilisation des pots Barber sont présentées dans la figure 29.

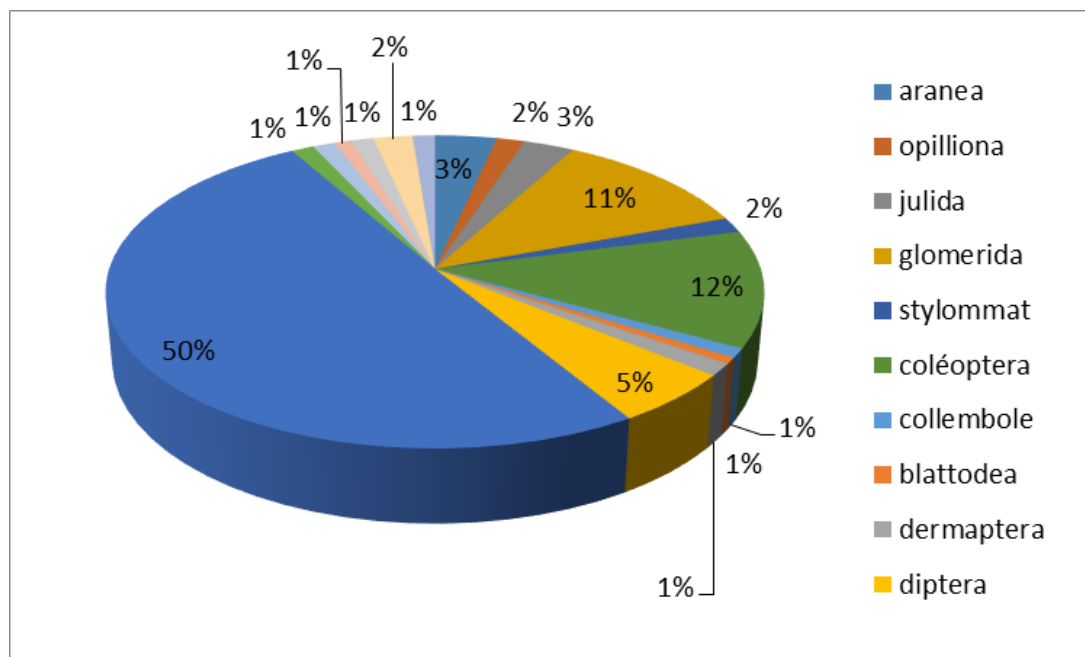


Figure 29 : Abondance relative des ordres d'invertébrés capturés par pots Barber.

Nous constatons que l'ordre le mieux représenté pour ce type de piégeage est celui des Hyménoptères avec une abondance relative égale 50,96%, suivi par des Coléoptères avec 12,18%, ensuite viennent les Glomirida, les Diptères, les Araignées et les Julida et les Orthoptères avec 11,54% ; 5,45% ; 3,53% ; 2,88% et 2,24% respectivement, le reste des ordres sont représentés avec des pourcentages inférieurs à 2%.

2.1.2. Abondances relatives pour les ordres d'invertébrés capturés par les pièges colorés

Les abondances relatives des ordres d'invertébrés capturés par l'utilisation des pièges aériens sont présentées dans la figure 30.

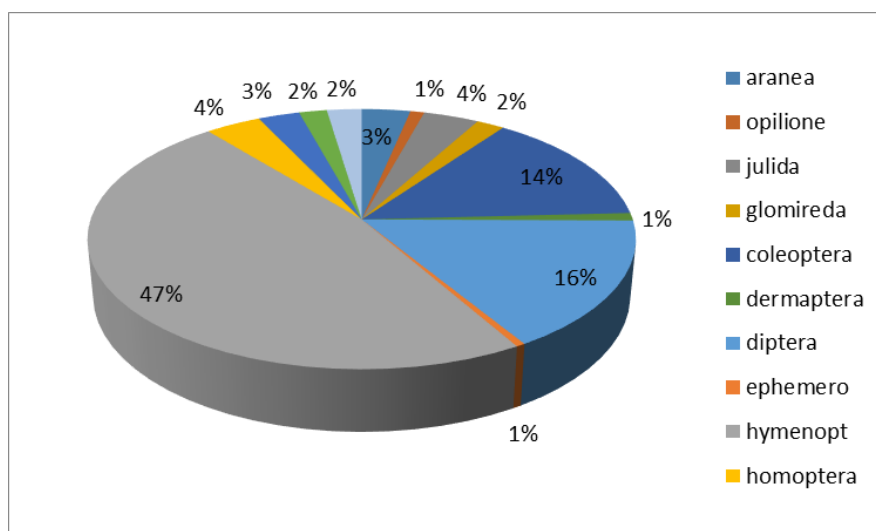


Figure 30 : Abondances relatives des ordres des invertébrés capturés pas les pièges aériens.

Nous constatons que l'ordre le mieux représenté pour ce type de piégeage est celui des Hyménoptères avec une abondance relative égale à 47,39%, suivi par les Diptères avec un pourcentage de 16,11%, les Coléoptères, les Homoptères et Julida, les Araignes et les Hétéroptères et les Orthoptères avec des pourcentages 14,22%, 3,79%, 3,32%, 2,84% et 2,37% respectivement et Lépidoptères, Glomireda, Opilions, Dermoptères et Ephéméroptères avec un pourcentage inférieur à 2%.

2.1.3. Abondances relatives pour les ordres d'invertébrés capturés par le parapluie japonais

Les abondances relatives des ordres d'invertébrés capturés par l'utilisation de parapluie japonais sont présentées dans la figure 31.

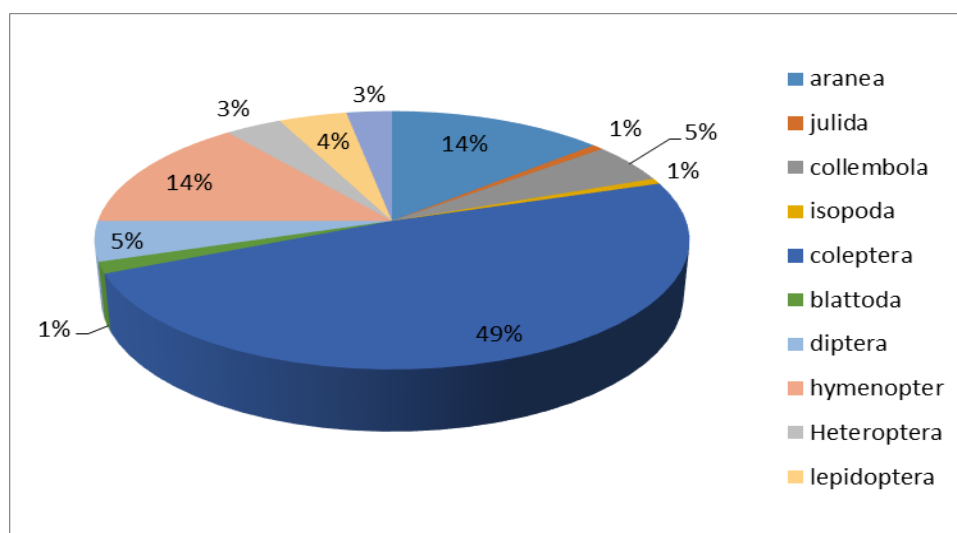


Figure 31 : Abondances relatives des ordres des invertébrés capturés pas le parapluie japonais

Nous constatons que l'ordre le mieux représenté pour ce type de piégeage est celui des Coléoptères avec une abondance relative égale à 48,57%, suivi par les Hyménoptères avec un pourcentage de 14,29%, les Araignées, les Diptères, Lépidoptères, les Hétéroptères et les Orthoptères avec des pourcentages 13,57%, 5%, 4,29%, 3,57%, 2,86% et respectivement et Balotta, Julida et Isopoda, et avec un pourcentage inférieur à 2%.

2.1.4. Comportements trophiques des espèces capturées

Les abondances relatives liées aux comportements trophiques des invertébrés capturés par l'utilisation des pièges terrestres sont représentées par la figure suivante.

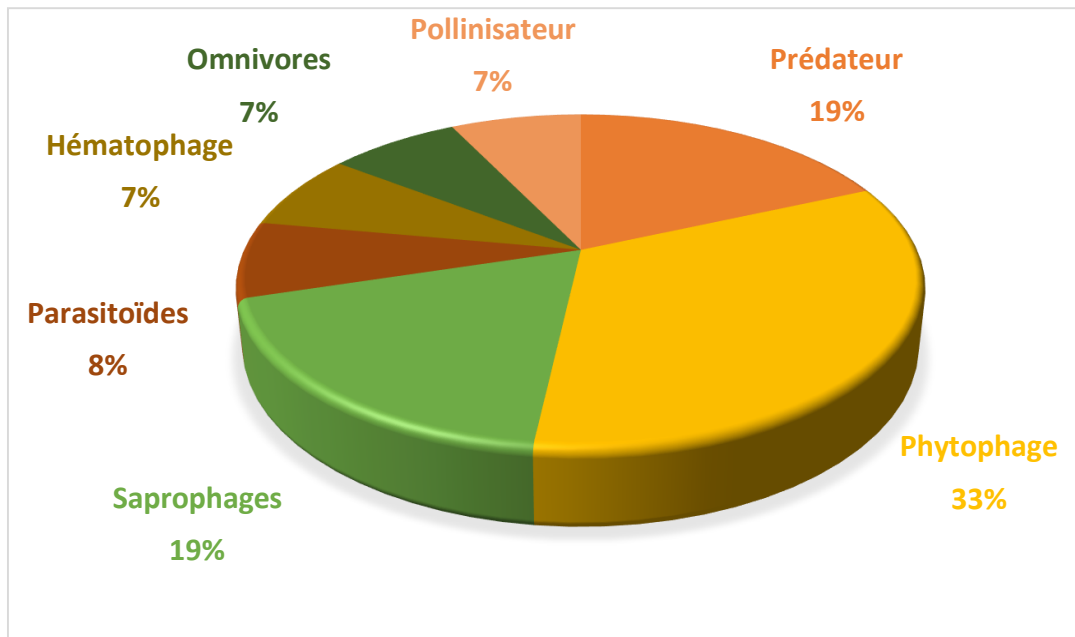


Figure 32 : Abondances relatives des régimes alimentaires des invertébrés capturés par l'utilisation des pièges colorés et des pots Barber et parapluie japonais.

Nous constatons que les espèces les mieux représentées en utilisant les trois méthodes sont les Phytophages, avec un pourcentage de 33 %. Ensuite viennent les Prédateurs et les Saprophages avec 19 % chacun. Les Parasitoïdes occupent la quatrième place avec un pourcentage de 8 %. Enfin, les Pollinisateurs, les Hématophages et les Omnivores représentent ensemble 7 %.

3. Exploitation des résultats par indices écologiques de structure

Les résultats obtenus sont exploités à l'aide d'indices écologiques de structure, voire les indices de diversité de Shannon et d'Équitabilité.

3.1. Exploitation des résultats par les indices de Shannon

Les résultats relatant les indices de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H'_{max}) et de l'Équitabilité (E) appliqués aux espèces d'invertébrés piégés par les différents types de pièges sont présentés dans la figure suivante.

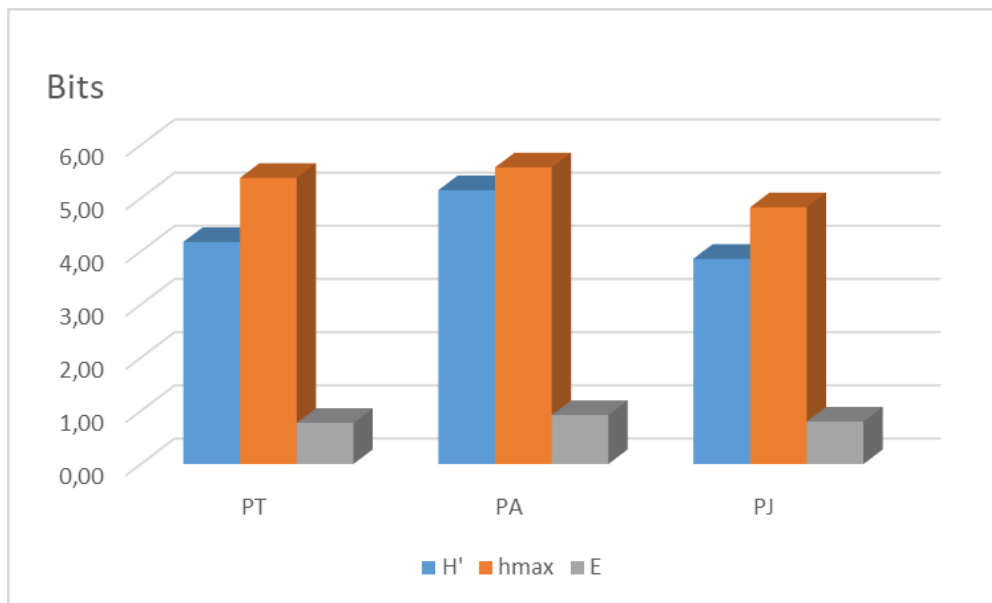


Figure 32 : Valeurs des indices de diversité de Shannon pour les trois techniques de piégeage utilisées

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon sont assez élevées, elles sont représentées par $H' = 5,15$ bits pour les pièges colorés .et une diversité maximale égale $H_{max} = 5,58$ bits. Pour les pots barber la diversité H' égale à $4,18$ bits avec une diversité maximale de $H_{max} = 5,38$ bits et le parapluie japonais la diversité est de $H' = 3,86$ bits avec une diversité maximale $H_{max} = 4.83$ bits.

3.2. Exploitation des résultats par les indices d'Équitabilité

L'Équitabilité obtenue pour chaque type de piège tend vers 1, avec $0,92$ pour les pièges aériens, $0,80$ pour le parapluie japonais et $0,78$ pour les pots Barber ce qui permet de dire que les effectifs des espèces présentes ont tendance à être en équilibre entre eux.

II. Discucion

Les invertébrés liés à *Punica granatum* capturés à l'aide de différentes techniques et méthodes de récolte sont le résultat des sorties effectuées au cours des 10 mois d'études sur le terrain allant de septembre 2022 à juin 2023. L'étude nous a permis de recenser la présence de 663 individus et 78 espèces, appartenant à 77 familles, réparties en 21 ordres et 6 classes d'invertébrés.

Alim et L'ekret (2021) dans une étude sur, Inventaire qualitatif et quantitatif des invertébrés inféodés à la culture du grenadier *Punica granatum* dans la région d'Assi Youcef (Tizi-Ouzou, Algérie) ont recensé 84 espèces réparties en 62 familles appartenant à 19 ordres d'insectes. Allili (2008) a recensé 124 espèces réparties en 56 familles appartenant à 11 ordres d'insectes. Chafaa et al. (2019) ont recensé 125 espèces réparties en 54 familles appartenant à 9 ordres lors d'une étude sur l'entomofaune inféodée à l'abricotier dans la région de Batna.

De même, Guermah et al. (2019) lors d'une étude de la faune arthropodologique sur culture de pommier au niveau de quatre variétés (Anna, Golden delicious, Red delicious et Dorset golden) dans les régions de Draa Ben Khedda et de Sidi Naâmane a répertorié 359 espèces réparties en 131 familles, appartenant à 13 ordres de 4 classes.

Semblablement, Beddek et Nait Abderrehmane (2020) lors d'un inventaire qualitatif et quantitatif sur les insectes inféodes à la culture du Cerisier dans un verger de Cerisier en haute altitude dans la région d'Ain-EL-Hammam (Tizi-Ouzou) ont recensé 107 espèces réparties en 60 familles appartenant à 23 ordres. Aberkane-Ounas (2013), dans son étude de l'entomofaune dans le vignoble de la région de Tizi-Ouzou a recensé 99 espèces d'insectes repartis en 46 familles et 11 ordres.

Aussi, les travaux de Adane et Touadi (2020) lors d'une étude réalisé sur plaqueminier dans la région de Mechtras ont capturé 115 espèces, 58 familles, 13 ordres avec 615 individus.

Guetala-Frah (2009) a répertorié 348 espèces d'insectes reparties en 97 familles et 13 ordres dans le verger de pommier de la région des Aurès durant trois années.

Kaki (2021) a enregistré 70 individus répartis en 16 espèces appartenant à 11 familles, 4 ordres et 2 classes dans une culture de figuier. Belmadani et al. (2014) notent 141 espèces réparties en 60 familles appartenant à 19 ordres de 6 classes.

D'une manière opposée, Helali et Moussaoui (2016), dans son inventaire sur les coléoptères inféodés au chêne vert a récolté 44 espèces de coléoptères réparties en 16 familles dans la forêt

de chêne-liège à Bouzeguène, Belkacemi et Hellal (2021) à recenser 166 individus composés de 34 espèces appartenant à 18 familles, réparties en 6 ordres et 4 classes d'invertébrés.

Laadel (2021) dans son étude sur le chêne zeen dans la forêt d'Ouled Rezoug à Hammam Guergour a recensé 313 individus et 317 espèces d'invertébrés.

Fernane (2009) a pu capturer 109 individus appartenant à 41 espèces dont 9 ordres et 23 familles dans son inventaire sur la Place de l'entomofaune dans l'arthropodologie de trois stations forestières dans la région de Larbâa Nath Irathen. En utilisant la technique des pots Barber dans une palmeraie d'Oued Sidi Zarzour (Biskra), Souttou et al. (2006) ont capturé 70 espèces d'arthropodes, appartenant à 3 classes, incluant celle des insectes, représentés par 69 espèces, répartie en 36 familles de 8 ordres. Selon Guermah et al. (2019), les résultats obtenus révèlent que la classe dominante est celle des insectes, représentant 95,78 % de l'échantillon, suivi par les arachnides avec 3,11 %. Les collemboles et les crustacés affichent une faible représentation, avec respectivement 1 % et 0,11 %. En comparaison avec nos propres résultats obtenus, nous avons constaté une classe prédominante d'insectes avec un pourcentage de 85 %, suivi des arachnides avec 7 %. Les ontogona et les malacostracés présentent également une faible représentation, avec un pourcentage de 1 %.

Les résultats obtenus par l'emploi des pots Barber montrent que l'ordre le mieux représenté pour ce type de piégeage est celui des Hyménoptères, avec une abondance relative de 50,96%. Ensuite viennent les Coléoptères avec 12,18 %. Les Glomireda, les Diptères, les Araignées, les Julida et les Orthoptères représentent respectivement 11,54 %, 5,45 %, 3,53 %, 2,88 % et 2,24 %. Les autres ordres sont représentés avec des pourcentages inférieurs à 2 %. En comparaison avec Alim et L'ekret (2021), l'ordre le mieux représenté pour ce type de piégeage est celui des Diptères, avec une abondance relative de 21,56 %. Les Coléoptères viennent ensuite avec 21,36 %. Les collemboles, les acariens, les Hyménoptères, les araignées et les Homoptères représentent respectivement 12,11 %, 11,09 %, 9,86 %, 7,8 % et 4,52 %. Les autres ordres sont représentés avec des pourcentages inférieurs à 4 %.

Les résultats obtenus pour les espèces d'invertébrés par les pièges colorés révèlent que l'ordre le mieux représenté pour ce type de piégeage est celui des Hyménoptères, avec une abondance relative de 47,39 %. Les Diptères viennent ensuite avec un pourcentage de 16,11 %. Les Coléoptères, les Homoptères, les Julida, les Araignées, les Hétéroptères et les Orthoptères représentent respectivement 14,22 %, 3,79 %, 3,32 %, 2,84 % et 2,37 %. Les Lépidoptères, les Glomireda, les Opilions, les Dermoptères et les Éphéméroptères ont un pourcentage inférieur à

2 %. En comparaison avec les résultats de Beddek et Nait Abderhmane (2020), on observe des différences significatives. L'ordre le mieux représenté pour ce type de piégeage selon leur étude est celui des Coléoptères, avec une abondance relative de 28,55 %. Les Hyménoptères viennent ensuite avec 24,38 %. Les Araignées, les Polydesmida, les Opilions et les Acariens représentent respectivement 9,72 %, 6,79 %, 5,4 % et 4,78 %. De plus, selon Achoura et Belhamra (2010), dans la palmeraie d'El Kantara (Biskra), l'ordre des Orthoptères domine avec une fréquence centésimale de 18,75 %. Les Coléoptères occupent la deuxième place avec 16,67 %, tandis que les Lépidoptères et les Hyménoptères affichent une fréquence centésimale de 14,58 % chacun.

Lors de l'utilisation du parapluie japonais comme méthode de piégeage, nous observons que l'ordre le mieux représenté est celui des Coléoptères, avec une abondance relative de 48,57 %. Les Hyménoptères viennent ensuite avec un pourcentage de 14,29 %. Les Araignées, les Diptères, les Lépidoptères, les Hétéroptères et les Orthoptères représentent respectivement 13,57 %, 5 %, 4,29 %, 3,57 % et moins de 2 %. Les ordres Balotta, Julida et Isopoda ont également une représentation inférieure à 2 %. Par rapport avec l'étude de Talem, M. et Ait Amara, Y., (2023) nous constatons des différences significatives dans les résultats. Selon leur recherche, l'ordre le mieux représenté par le parapluie japonais est celui des Aranea, avec une fréquence de 50 %. Ensuite viennent les Coléoptères avec 23 %. Les Hyménoptères et les Thysanoptères ont respectivement des pourcentages de 13 % et 11 %. Enfin, l'ordre des opilions était représenté avec un faible pourcentage de 3%.

Les valeurs de qualité d'échantillonnage sont très bonnes pour la parcelle étudiée grâce à l'utilisation de pièges terrestres, de pièges colorés et de parapluies japonais, qui sont respectivement de 0,15, 0,25 et 0,45. Selon Guermah et al. (2019), les valeurs de qualité d'échantillonnage sont également très bonnes pour les cinq parcelles étudiées, se situant entre 0,03 et 0,25. Menacer (2012) a estimé la qualité d'échantillonnage à $Q = 0,04$ dans la palmeraie de Biskra. Merabet (2014) a évalué la qualité d'échantillonnage en utilisant les pots barber à $Q = 0,36$ à Agni N Smen. Oudjiane et al. (2014) ont estimé la qualité d'échantillonnage à $Q = 0,55$ dans la région de Tizirt. En outre, Berchiche (2004) mentionne que la qualité d'échantillonnage de l'entomofaune à la station d'Oued Smar, Alger, est égale à 0,7.

La richesse totale des espèces capturées varie selon les différents types de piégeages utilisés. Pour les pots Barber, on observe une richesse de $S=41$ espèces, tandis que pour les pièges colorés, elle s'élève à $S=47$ espèces. En utilisant le parapluie japonais, la richesse est de $S=28$ espèces. Cependant, dans une étude menée sur le pistachier dans la région de Biskra, Rouahna (2022) a estimé une richesse totale de $S=67$ espèces. Dans une autre étude réalisée par Alim, O

et L'ekret, A (2021), la richesse totale est de $S=75$ espèces pour les pots barber et de $S=46$ espèces pour les pièges colorés. De plus, Beddek et Nait Abderhmane (2020) ont estimé une richesse totale de $S=90$ espèces en utilisant les pots barber à Ain El Hammam. En revanche, Guermah et al. (2019), lors d'une étude sur l'entomofaune inféodée au pommier dans la région de Tadmait, ont trouvé une faible richesse d'espèces d'invertébrés avec $S=14$ pour les pots barber. Par ailleurs, Fritas (2012) a estimé une richesse totale de $S=64$ sur les cultures céréalières dans la région de Batna. Souttou et al. (2006), dans leur étude sur la biodiversité des arthropodes en milieu naturel dans la palmeraie de l'Oued Sidi Zazour à Biskra, ont rapporté une richesse totale de 70 espèces d'arthropodes.

En ce qui concerne le régime trophique, nous remarquons que les groupes les mieux représentés en utilisant les trois pièges sont les Phytophages, avec un pourcentage de 33 %. Ensuite, les Prédateurs et les Saprophages viennent à égalité avec 19 % chacun. Les Parasitoïdes occupent la quatrième place avec un pourcentage de 8 %. Enfin, les Pollinisateurs, les Hématophages et les Omnivores représentent collectivement 7 %.

En comparaison avec le travail d'Alim et L'ekret (2021), les phytophages ont été estimés à 47%, suivis des prédateurs, des vecteurs et des nécrophages avec 22%, 9% et 8% respectivement. Les pollinisateurs et les bio indicateurs représentent 5%, tandis que les saprophages et les parasitoïdes représentent respectivement 3% et 1%. Beddek et Abderrahmane (2020) ont noté sept groupes, les phytophages étant les mieux représentés avec 32 %, suivis des prédateurs, des floricoles et des parasitoïdes avec 14 %. Dans une étude menée par Diab et Deghiche (2014) sur une culture d'olivier dans la région du Sahara, une dominance des phytophages avec 53 % a été observée, suivie des prédateurs avec 35 % et des polyphages avec 12 %. Guettala-Frah (2009), dans son étude sur l'impact économique et la bioécologie des principaux ravageurs du pommier dans la région d'Aurès, a enregistré 69,72% de phytophages, suivis des prédateurs et des parasitoïdes avec un pourcentage égal à 15,98% et 4,76% respectivement. Enfin, les saprophages, les nécrophages et les coprophages représentent des pourcentages faibles inférieurs à 3 % selon plusieurs études antérieures.

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon sont assez élevées, elles sont représentées par $H'=5,15$ bits pour les pièges colorés .et une diversité maximale égale $H'_{max}=5,58$ bits. Pour les pots barber la diversité H' égale à 4,18 bits avec une diversité maximale de $H'_{max}=5,38$ bits et le parapluie japonais la diversité est de $H' =3,86$ bits avec une diversité maximale $H_{max} = 4.83$ bits.

Selon Alim et L'ekret (2021), les valeurs de l'indice de diversité de Shannon sont assez élevées, elles sont représentées par $H'=5,5$ bits pour pots Barber et une diversité maximale égale $H'_{\max}=6,25$. Pour les pièges colorés la diversité H' égale à 5,07 bits avec une diversité maximale de $H'_{\max}=5,54$ bits.

Beddek et Nait Abderahmane (2020) rapportent une valeur représentée par $H'=5,78$ bits pour pots barber et une diversité maximale égale $H'_{\max}=6,52$. Pour les pièges colorés la diversité la diversité H' égale 4,01 bits avec une diversité maximale de $H'_{\max}=4,41$ bits. Dans la région d'Ain El Hammam Tizi-Ouzou. Guermah et al. (2019) Ont obtenu des valeurs de diversité de Shannon assez élevé avec des valeurs de $H' = 5,33$ bits, $H_{\max} = 5,95$ bits par l'emploi des pots Barber, et $H' = 5,58$ bits, $H_{\max} = 6$ bits par l'emploi des pièges colorés dans la région de sidi Naâmane. Guermah et al. (2019) ont évalué les valeurs de la diversité de Shannon pour les pots barber à $H' = 3,36$, $H_{\max} = 3,82$ et $H' = 3,98$, $H_{\max} = 4,41$ par l'emploi des pièges colorés dans la région de Tadmait,

Guermah et Medjdoub-Bensaad (2016) rapporte une diversité de Shannon égale à $H=4,31$ bits avec une diversité maximale égale à $H'_{\max}=6,64$ bits appliqué aux arthropodes échantillonnés par l'emploi du filet fauchoir sur une parcelle de pommier dans la région de Tizi-Ouzou. Guertzou et al. (2014) rapportent des variations des valeurs de diversité de Shannon entre 1,9 et 3,7 bits à Taicha, 3,02 et 3,5 bits à El Khayzar, 3,6 et 4,0 bits à Guayaza.

L'équitabilité obtenue pour chaque type de piège tend vers 1, avec 0,92 pour les pièges aériens, 0,80 pour le parapluie japonais et 0,78 pour les pots Barber ce qui permet de dire que les effectifs des espèces présentes ont tendance à être en équilibre entre eux

Beddek et Nait Abderahmane (2020) l'équitabilité obtenue par l'utilisation des pots Barber est de $E = 0,88$ et par l'emploi des pièges colorés est de $E = 0,90$

Guermah et al. (2019), l'équitabilité obtenu par l'emploi des pots barber est de $E = 0,89$ et $E = 0,92$ pour les pièges colorés dans la région de sidi Naâmane.

Guermah et Medjdoub-Bensaad (2016) ont noté une Équitabilité de 0,65. Dans une étude sur l'arthropodofaune de la culture du maïs, Djetti et al. (2015) ont estimé l'Équitabilité à $E = 0,77$ dans la région à étage bioclimatique subhumide (El Harrach) et $E = 0,88$ dans la région à étage bioclimatique semi-aride.

Une Équitabilité très faible est rapportée par Guettala-Frah (2009) lors d'un inventaire faunistique sur pommier réalisé dans les Aurès avec une valeur égale à $E = 0,44$ pour les

auxiliaires de la station de Ichemoul, et également par Belmadani et al. (2014) dans une étude sur la distribution des arthropodes en verger de poirier à Tadmait avec une valeur égale

$E= 0,3$. Ounis et al. (2014) ont trouvé une équitabilité variant de 0,12 à 0,47.

À l'expression de ce travail, ayant pour objet d'étude l'inventaire qualitatif et quantitatif des invertébrés dans une parcelle du grenadier dans la région d'Isoumaten à Azeffoun durant la période qui s'étale entre le mois de septembre 2022 à juin 2023, par l'utilisation de trois méthodes d'échantillonnages à savoir, pots Barber, pièges aériens et parapluie japonais certaines déductions s'accroissent. L'utilisation des différentes méthodes d'échantillonnage des peuplements d'invertébrés nous ont permis de recenser 78 espèces réparties en 77 familles et 21 ordres et 6 classes avec un effectif total de 663 individus. La richesse totale des espèces obtenues grâce aux pots barber est de 41 espèces, par contre la valeur obtenue par les pièges aériens est de 47 espèces et pour le parapluie japonais 28 espèces nous constatons que la richesse totale varie d'un type de piège à un autre. Les abondances relatives de la classe dans les trois méthodes d'échantillonnage utilisées : la classe la plus élevée est celle des Insectes avec un pourcentage de 85% suivi par celles des Arachnides avec 7%, Puis viennent les Diplopodes et les Gastropodes avec 3%. La classe la plus basse et celle des Malacostraca et Entognata avec 1%.

Concernant les abondances relatives des ordres d'invertébrés capturés par l'utilisation des pièges aériens, nous avons obtenu une fréquence supérieure avec un taux de 47,39% pour les Hyménoptères, suivi par les Diptères avec un pourcentage de 16,11%, les Homoptères et Julida, les Araignées, les Héteroptères et les Orthoptères avec des pourcentages 14,22%, 3,79%, 3,32%, 2,84% et 2,37% respectivement et Lépidoptères, Glomirida, Opilions, Dermoptères et Ephemeroptères avec un pourcentage inférieur à 2%. En utilisant les pots barber, nous avons obtenu une fréquence relative de 50,96% pour les Hyménoptères, suivi par les Coléoptères avec 12,18%, ensuite viennent les Glomirida, les Diptères, les Araignées et les Julida et les Orthoptères avec 11,54% ; 5,45% ; 3,53% ; 2,88% et 2,24% respectivement, le reste des ordres sont représentés avec des pourcentages inférieurs à 2%. Enfin, en utilisant le parapluie japonais la fréquence de 48,57% pour les Coléoptères, suivis par les Hyménoptères avec un pourcentage de 14,29%, les Araignées, les Diptères, les Lépidoptères, les Héteroptères et les Orthoptères avec des pourcentages 13,57%, 5%, 4,29%, 3,57%, 2,86% et respectivement et Balotta, Julida et Isopoda, et avec un pourcentage inférieur à 2%.

Concernant le régime alimentaire, les Phytophages sont prépondérants avec un taux de 33%, suivi par les Prédateurs et les Saprophages, avec 19% pour chacun, les Parasitoïdes avec un pourcentage de 8%, suivi par les Pollinisateurs et Hématophages et les Omnivores avec un pourcentage 7%. Les résultats obtenus par l'indice de Shannon pour les trois types de piégeages indiquent une très bonne diversité du peuplement d'invertébrés. En rappelant que les

invertébrés tels que les vers de terre et les insectes décomposeurs jouent un rôle essentiel dans la décomposition des matières organiques, contribuant au recyclage des nutriments dans le sol et favorisant ainsi la fertilité et la santé des écosystèmes terrestres. Ils sont également d'importants pollinisateurs pour de nombreuses plantes. Bien que certaines espèces puissent être considérées comme des ravageurs dans certaines situations, il est important de noter la grande diversité des espèces de ces petites créatures.

Ces invertébrés jouent un rôle crucial dans les écosystèmes et sont indispensables à la vie sur terre. Afin de mieux comprendre la faune présente dans l'environnement étudié et d'approfondir nos connaissances sur les relations entre les plantes et les insectes, il est recommandé de poursuivre cette étude en utilisant d'autres méthodes d'échantillonnage telles que le filet fauchoir, les pièges à phéromones, les pièges lumineux, les appâts, les pièges adhésifs, et bien d'autres techniques. Il est également souhaitable de promouvoir la recherche et d'enrichir les études dans différentes régions à plus grande échelle. Cela permettra de développer des moyens de lutte plus efficaces contre les espèces nuisibles, respectueux de l'environnement, préservant ainsi la santé des consommateurs et l'équilibre de l'écosystème et pour assurer la durabilité de notre planète et le bien-être de l'humanité.

Aberkane-Ounas N., (2013). Inventaire des insectes inféodés à la vigne *Vitis vinifera* L dans la région de Tizi-Rached (Tizi-Ouzou). Thèse magister, université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou, 82p.

Achoura A., et Belhamra M., (2010). Aperçu sur la faune arthropodologique des palmeraies d'El Kantara. Courrier du savoir. Université de Biskra, N 10 pp 93-101.

Adane, S.& Touadi , L. (2020). Inventaire qualitatif et quantitatif des invertébrés présents sur plaqueminier (*Diospyros kaki* Thunb., 1780) dans la région de Mechtras, wilaya de Tizi-Ouzou.52p.

Afaq, F., Malik, A., Syed, D., Maes, D., Matsui, M. S., & Mukhtar, H. (2005). Pomegranate Fruit Extract Modulates UV-B-mediated Phosphorylation of Mitogen-activated Protein Kinases and Activation of Nuclear Factor Kappa B in Normal Human Epidermal Keratinocytes. *Photochemistry and photobiology*, 81(1), 38-45.

Alhijna, O.S.A & Bouriche, H. (2017). Grenade de Beni Snous : Etude et Caractérisation Chimique des Extraits de Pépins, Evaluation de l'Activité Microbiologique. Diplôme de Docteur en Pharmacie. Tlemcen : Université Abou BekrBelkaid Faculté de Médecine Tlemcen, 80p.

Alim, O. & L'kret, A. (2022). Inventaire qualitatif et quantitatif des invertébrés inféodés à la culture du grenadier *Punica granatum* dans la région d'Assi Youcef, (Tizi-Ouzou, Algérie). Mémoire de fin d'étude. Université Mouloud MAMMERRI De Tizi-Ouzou. 77p.

Allili F, (2008). Psylle du poirier *Caccopsylla pyri* (Homoptera : Psyllidae) à Birtouta, aux Eucalyptus et à Reghaïa : dynamique des populations, ennemis naturels et entomofaune associés. Thèse magister, ENSA, El Harrach, 182p

AL-Saeed, M. H., Othman, R. M., & AL-Saeed, A. H. (2015). L'effet de l'extrait éthanoïque de l'écorce de *Punica granatum* sur la guérison des plaies infectées de champignons chez les lapins». *AL-Qadisiya Journal of Vet. Med. Sci*, 14(1).

Amouretti, M. C., & Comet, G. (Eds.). (1993). Des hommes et des plantes : plantes méditerranéennes, vocabulaire et usages anciens : table ronde, Aix-en-Provence, mai 1992 (Vol. 2). Presses de L'Université de Provence.

Bagnouls, F., & Gaussen, H. (1957). Les climats biologiques et leur classification. *Annales de géographie*. 66(355) : 193-220

Bayou, S. & Kerroum, A., (2020) Grenadier : Usage traditionnel, étude phytochimique et évolutions thérapeutiques récentes. Université Mohammed Seddik Ben Yahia – Jijel .

Bedek et Nait Abderahmane O., (2020). Inventaire quantitatif et qualitatif des invertébrés inféodés à la culture de cerisier dans un verger de cerisier en haute altitude dans la région de Ain El Hammam Tizi-ouzzou. 72 p

Bekir, J., Mars, M., Vicendo, P., Ftterich, A., & Bouajila, J. (2013). Chemical composition and antioxidant, anti-inflammatory, and antiproliferation activities of pomegranate (*Punica granatum*) flowers. *Journal of medicinal food*, 16(6), 544-550.

Bendjabeur, S. (2012). Évaluation de pouvoir antioxydant et antimicrobien des extraits végétaux (cas de la grenade *Punica granatum* L.) en vue de leur utilisation alimentaire, Mémoire de Magistère, École national supérieur agronomique, El Harrach Alger, p144.

Benkhelil M. L., (1992). Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre. Ed. OFF. Pub. Univ. Alger, 68p.

Benkherbache, Z. R. & Benkherbache, A., (2021). *Punica granatum* L. un arbre historique, évolutions thérapeutique récentes et activités biologiques. Université Mohamed Boudiaf - M'sila.

Belmadani K., Hadjsaid H., Boubekka A., Metna B., Et Doumandji S., (2014). Arthropods distribution to vegetal strata in pears tree orchards near Tadmait (Grande Kabylie). *International Journal of Zoology and Research*, 4(3): 1

Bertrand, C., (2001). Lutte contre les nématodes à galles (*Meloïdogyne* spp.) en agriculture biologique. 4p.

Betioui, M. (2017). Étude de la possibilité d'amélioration de la culture et de la production du Grenadier commun, *Punica granatum* L. dans la région de Tlemcen. Mémoire de Master en Agronomie : Amélioration végétale. Université de Tlemcen.

Blondel, J. (1979). Biogéographie et écologie, Ed. Masson, France, 173p.

Cardon, D. (2014). Le monde des teintures naturelles. 784p.

Cauchard, P. (2013). La grenade : Organisation de la filière, opportunités et contraintes pour son développement. Thèse de Doctorat, Agrocampus Ouest.

Chafaa S., Belkhedria Et.Mimeche F., (2019). Entomofaune investigation in the apricot orchard, *Prunus armeniaca* L. (Rosales Rosaceae), in Ouled si slimane, Batna, North Est Algeria. Biodiversity journal, 10(2) : 95-100

Charchari, H. & Seghir, F. (2021). Étude de la phénologie chez trois (03) cultivars de grenadier (*Punica granatum* L.) cultivé dans la région de Messaad en Algérie. Université Ziane Achour, Djelfa. 59p.

Chehboub, A. & Chaoui, Z. (2019). Valorisation des Produits Forestiers de la Région de Constantine : *Punica granatum* L. Université des Frères Mentouri Constantine.

Chougui, H. (2018). Étude du comportement physiologique avec application d'hormone de boutures de quatre variétés de grenadier (Maadam, Lahmar, Mrinie et Sefri).

Couaki, S., Bassadlk, F., Chebouti, A., Maamri, F., Oumata, S., Kheldoun, S., Hamana, M.F., Douzene, M., Bellah, F. & Kheldoun, A. (2006). Deuxième Rapport National Sur L'état Des Ressources Phytogénétiques. INRAA, Algérie. 92p.

Dajoz, R. (1971). Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 357p.

Dajoz, R. (1975). Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 357p.

Dajoz, R. (1996). Précis d'écologie, 6 ème Edition, Ed. Dunod, Paris, 551p.

Dajoz, R. (1998). Précis d'écologie, 7 ème Edition, Ed. Dunod, Paris, 551p.

Bhowmik, D., Gopinath, H., Kumar, B. P., & Kumar, K. S. (2013). Medicinal uses of *Punica granatum* and its health benefits. Journal of Pharmacognosy and phytochemistry, 1(5), 28-35.

Döker, İ., Kazak, C., & Karut, K. (2013). Türkiye için yeni bir nar zararlısı; Nar yassı akarı, *Tenuipalpus punicae* Pirtchard and Baker (Acari: Tenuipalpidae). Türkiye Entomoloji Bülteni, 3(2), 113-118.

Dossin, A.L. (2019). Produire des grenades en agriculture biologique en région Provence Alpes-Côte d'Azur.

Elodie, W. A. L. D. (2009). LE GRENADIER (*PUNICA GRANATUM*): Plante historique et évolutions. Thèse doctorat, Université Henri Poincare - Nancy 1. France. 149p.

Ercisli, S., Agar, G., Orhan, E., Yildirim, N., & Hizarci, Y. (2007). Interspecific variability of RAPD and fatty acid composition of some pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) growing in Southern Anatolia Region in Turkey. *Biochemical Systematics and Ecology*, 35(11) : 764-769.

Evreinoff, V. A. (1957). Contribution à l'étude du Grenadier. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 4(3), 124-138.

Fernane, A., (2009). Place de l'entomofaune dans l'arthropodologie de trois stations forestières dans la région de Larbâa Nath Irathen. (Tizi-Ouzou). Institut national d'agronomie el harrache. 124p.

Firoozi, A. A., Taha, M. R., Firoozi, A. A., & Khan, T. A. (2014). Assessment of nano-zeolite on soil properties. *Aust J Basic Appl Sci*, 8(19): 292-298.

Franck, A. (2008). Capture, conditionnement, expédition, mise en collection des insectes et acariens en vue de leur identification. CIRAD. France. 53p.

Gadouche, L, 2018. Effet de *Punica granatum* l sur la neurotoxicité de quelques métaux lourds (le plomb et l'aluminium). Étude in vivo chez la souris. Thèse de doctorat, université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem. Algérie.

Gerson, U. (2008). The Tenuipalpidae: An under-explored family of plant-feeding mites. *Systematic and Applied Acarology*, 13(2): 83-101.

Gil, M. I., Tomás-Barberán, F. A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D. M., & Kader, A. A. (2000). Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 48(10), 4581-4589.

Guermah D., (2019). Bioécologie du carpocapse du pommier *Cydia pomonella* L. lepidoptera : tortricidae et inventaire de la faune arthropodologique dans des vergers de pommier traités et

écologique dans la région de tizi-ouzou (Sidi Nâamane et Draa Ben Khadda). doctorat 3ème cycle LMD.UMMTO. pp188.

Guermah D., Et Medjdoub Bensaada F., (2016). Inventaire de la faune arthropodologique sur pommier de variété Dorset golden dans la région de Tizi-Ouzou. Algérie. Best journal of medecine, arts ans science, 7p.

Guettala, Frah. N., (2009). Entomofaune, Impact Economique et Bio- Ecologie des Principaux Ravageurs du Pommier dans la région des Aurès. Diplôme de Doctorat D'état Université de Batna. 166 p.

Ozlekci, S. G., Ercisli, S., Okturen, F., & Sonmez, S. (2011). Physico-Chemical Characteristics at Three Development Stages in Pomegranate cv.'Hicaznar'. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39(1), 241-245.

Greenslade, P.J.M. (1973). Sampling ants with pitfall traps: digging-in effects. *Insectes Soc.* 20 : 343-353.

Gubernatis A., (1882). La mythologie des plantes ou des légendes du règne végétal. Editeur C. Reinwald Paris. Tome 2. Pages 166-169.

Helali, F. & Moussaoui, A. (2016). Contribution à l'inventaire des coléoptères inféodés au chêne vert (*Quercus ilex* L.) au niveau de la chênaie de Bordj Zemoura (Wilaya de Bordj Bou Arreridj).71p

Hertz M., 1927. Huomioita petokuoriaisten olinpaikoista. *Luonnon Ystävä*, 31: 218-222.

Hmid, I. (2013). Contribution à la valorisation alimentaire de la grenade marocaine (*Punica granatum* L.) : Caractérisation physicochimique, biochimique et stabilité de leur jus frais. Thèse de Doctorat, Université d'Angers.

Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie, 2006.

Institut National de Recherche Agronomique, El Harrach, 2008.

Institut technique de l'arboriculture fruitière, Bertouta, 2023.

Jeppson, L.R., Keifer, H.H. & Baker, E.W. (1975). Mites Injurious to Economic Plants. University of California Press, California, 615p.

- Laddel, N., (2021).** Etude de la faune entomologique des différents reboisements des essences forestières de la région de sétif et relation plantes-faune. Université Ferhat Abbas faculté des sciences département de Biologie
- Lamotte, M. & Bourliere, F. (1969).** Problèmes d'écologie. L'échantillonnage des peuplements animaux de milieux terrestres. Ed. Masson et Cie, Paris, 303p
- Levin, G. M. (1994).** Pomegranate (*Punica granatum*) plant genetic resources in Turkmenistan. *Bulletin des Ressources Phytogenétiques (IPGRI/FAO) ; Noticiario de Recursos Fitogenéticos (IPGRI/FAO)*.
- Lhoir, J., Fagot, J., Thieren, Y., & Gilson, G. (2003).** Efficacité du piégeage, par les méthodes classiques, des Coléoptères saproxyliques en Région Wallonne (Belgique). *Notes fauniques de Gembloux*, 50.49-61.
- Martinez, J. J., Melgarejo, P., Hernández, F. A., Salazar, D. M., & Martinez, R. (2006).** Seed characterisation of five new pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties. *Scientia Horticulturae*, 110(3), 241-246.
- Melgarejo, P., & Salazar, D. M. (2003).** Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas, Vol. II: Algarrobo, granado y jinjolero. *Mundi-Prensa y AMV Ediciones. Madrid*.
- Melgarejo, P. & Valero, D. (2012).** Series A: Mediterranean Seminars. International symposium on the pomegranate N° 103, Espagne.
- Moulin, N., Jolivet, S., Mériguet, B., & Zagatti, P. (2007).** Méthodologie de suivis scientifiques des espèces patrimoniales (faune) sur le territoire du Parc naturel régional du Vexin français–Entomofaune. *OPIE–PNR Vexin français*. 66p.
- Orhan, E., Ercisli, S., Esitken, A., & Sengul, M. (2014).** Molecular and morphological characterization of pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes sampled from Coruh Valley in Turkey. *Genet. Mol. Res.* 13, 6375–6382.
- Oukabli, A. (2004).** Transfert de technologie en agriculture : le Grenadier, des variétés performantes pour la culture. *Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA*, 123.

- Phil, M. (2005).** Structure and functionality of the pigments isolated from *Onosmaphidum* (Rantanjot) *Terminaliacatappa* (Janglibadam) and the other tropical plants. In université de Karachi département des sciences des aliments et de technologies. Thèse doctorat. 312p.
- Prashanth, D., Asha, M. K., & Amit, A. (2001).** Antibacterial activity of *Punica granatum*. *Fitoterapia*, 72(2), 171-173.
- Ramade, F. (2003).** Éléments d'écologie. Écologie fondamentale. 3^{ème} Ed. Dunod, Paris, 690p.
- Reguieg Yssad, A. (2019). *L'effet de Punica granatum sur la flore gastrique ; Étude In vitro et In vivo chez le rat*. Thèse de Doctorat, Université de Mostaganem-Abdelhamid Ibn Badis. Algérie.
- Roth, M. (1972).** Les pièges à eau colorés utilisés comme pots de Barber. *Revue de Zoologie agricole et de Pathologie végétale*, 78-83.
- Roye., 2013.** Les plantes exotiques dans les cosmétiques (réel intérêt ou effet marketing), Thèse de doctorat. Université Msila. 124 p.
- Scudder, G. G. E. (2000).** Pitfall Trapping. Ecological Monitoring and Assessment Network Coordinating Office, Ecosystem Science Directorate of Environment Canada.
- Heber, D., Schulman, R. N., & Seeram, N. P. (Eds.). (2006).** *Pomegranates: ancient roots to modern medicine*. CRC press.
- Sitzia G., (2009): Livre : La Grenade, une bombe de jeunesse, 131 p
- Souttou K., Farhi Y., Baziz B., Sekkour M., Guezoul O., Et Doumandji S., (2006).** Biodiversité des arthropodes dans la région de Filiach (Biskra, Algérie). *Ornithologica Algerica* 4 (2) : 25-28
- Southwood T.R.E., 1968.** Insect Abundance. Symposia of the Royal Entomological Society of London, Blackwell Scientific Publications, Oxford, Issue 4: 2-25.
- Spichiger, R.E. & Savolainen, V. (2004).** Botanique systématique des plantes à fleurs. Une approche phylogénétique nouvelle des Angiospermes des régions tempérées et tropicales, Presses polytechniques et universitaires romandes, Suisse, 413p.

Stewart, P. (1969). Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Quelques réflexions. Bull. Doc., hist., natu., agro., El Harrach : 24 – 25

Stover, E. D., & Mercure, E. W. (2007). The pomegranate: a new look at the fruit of paradise. *HortScience*, 42(5), 1088-1092.

Subdivision Agricole d’Azeffoun 2023.

Walali Loudyi, D. E. M., Skiredj, A., & Hassan, E. (2003). Fiches techniques : Le bananier, la vigne et les agrumes. *Transfert des technologies en agriculture*. 1-4 pp

Wald, E., 2009. Le grenadier (*Punica granatum* L.) : plante historique et évolutions thérapeutiques récentes. Thèse. Doc. Fac. Phar., Univ. Henri Poincaré-Nancy. Pages 21.

Webographie

A- Fiches techniques #1 : PRODUIRE DES GRENADES EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE en région Provence-Alpes-Côte d'azur. 2019 (25Mars 2023).

B- http://www.boitearecettes.com/fruits_legumes/liste/grenade/grenade.htm. (13Avril 2023)

C-<http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=grenade> nu. (20 Avril 2023)

D- [parapluie japonais \(1\).pdf](#) .(5 Mai 2023)

Résumé

Dans cette étude sur l'inventaire des invertébrés dans une parcelle de grenadier dans la région d'Isoumaten à Azeffoun, par l'utilisation de trois méthodes d'échantillonnage (pots Barber, pièges aériens et parapluie japonais), sur une période de septembre 2022 à juin 2023. Les résultats obtenus montrent la présence de 78 espèces réparties en 77 familles, 21 ordres et 6 classes. La richesse spécifique est de 41 espèces pour les pots Barber, 47 espèces, pour les pièges aériens et 28 espèces pour le parapluie japonais. Les insectes étaient la classe la plus abondante dans les trois méthodes d'échantillonnage, représentant 85% du total. En ce qui concerne le régime alimentaire, les phytophages étaient les plus prépondérants (33%), suivis des prédateurs et des saprophages (19% chacun), des parasitoïdes (8%), et enfin des pollinisateurs, hématophages et omnivores (7% ensemble). Enfin les résultats obtenus par l'indice de Shannon pour les trois types de piégeages : $H' = 5,15$ bits pour les pièges colorés, $H' = 4,18$ bits Pour les pots barber et $H' = 3,86$ bits pour le parapluie japonais ce qui indiquent une très bonne diversité du peuplement d'invertébrés.

Mots clés : inventaires, invertébrés, grenadier, Isoumaten, diversités, Azeffoun.

Abstract

In this study on the inventory of invertebrates in a pomegranate plot in the Isoumaten area of Azeffoun, three sampling methods (Barber pots, aerial traps, and Japanese umbrella) were used from September 2022 to June 2023. The results obtained showed the presence of 78 species distributed among 77 families, 21 orders, and 6 classes. The species richness was 41 species for Barber pots, 47 species for aerial traps, and 28 species for the Japanese umbrella. Insects were the most abundant class in all three sampling methods, accounting for 85% of the total. Regarding diet, phytophages were the most predominant (33%), followed by predators and saprophages (19% each), parasitoids (8%), and finally pollinators, hematophages, and omnivores (7% combined). Finally, the results obtained from the Shannon index for the three types of trapping were $H' = 5.15$ bits for colored traps, $H' = 4.18$ bits for Barber pots, and $H' = 3.86$ bits for the Japanese umbrella, indicating a high diversity of the invertebrate population.

Keywords : inventory , invertebrate,pomegranate ,Isoumaten ,diversity ,Azeffoun.