

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU

Faculté des sciences biologique et des sciences agronomiques



Mémoire de Master

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Agronomie

Spécialité: Protections Des Végétaux

THÈME

**Inventaire qualitatif et quantitatif des
invertébrées inféodés à la culture d'amandier
Prunus dulcis dans la région de Draa El
Mizan, (Tizi Ouzou, Algérie).**

Présenté par :

✓ **ZABAT Wissam**

Devant le jury :

Présidente	Mme MEDJEDOUB F	Professeur	UMMTO
Promotrice	Melle CHOUGAR S	MCB	UMMTO
Promotrice	Mme GUERMAH D.	MAB	UMMTO
Examinatrice	Mme LAKABI L.	MCA	UMMTO

2021 / 2022

Remerciements

Je remercie avant tout le bon Dieu Tout Puissant.

J'ai l'honneur de remercier ma promotrice Melle CHOUGAR de m'avoir orienté et corrigé mon travail. Mes remerciements sont vains mots pour exprimer ma profonde gratitude et mon respect, qui lui sont dus.

Je voudrai témoigner tout particulièrement mes reconnaissances à Mme Guermah Dihia, MAB à l'Université Mouloud Mammeri, qui a dirigé ce mémoire. Je lui exprime mes vifs remerciements pour l'aide constante durant l'élaboration de ce travail. Je la remercie également pour ses conseils, ses compétences scientifiques et sa qualité humaine.

Un merci particulier à Mme Medjedoub-Bensaad F professeur à l'Université de Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, pour m'avoir accueilli et mis à mon disposition tous les moyens nécessaires pour la réalisation expérimentale et pour le bon déroulement de ce mémoire et d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Je remercie également les propriétaires du verger d'étude.

J'adresse tous mes remerciements aux membres du jury, pour leur rigueur scientifique, leur professionnalisme et le sérieux lors de l'évaluation de ce travail comme examinateurs. Je remercie toutes les personnes que je n'avais pas pu citer ici et qui ont participé, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Enfin, je ne pourrais pas terminer sans remercier mes chers parents et tous les membres de ma famille respectives de m'avoir soutenu et encouragé pour terminer le présent travail.



Dédicaces



*A mes chers parents que Dieu les protège en témoignage de ma
profonde affection. Qu'ils sachent que ce travail est en partie le
fruit de leur soutien ; je leur suis toujours reconnaissante.*

*Leur fierté à mon égard aujourd'hui est pour moi la meilleure des
récompenses.*

A mes chers frères : Yacine et rafik,

A ma chere sœurs : Sabrina.

A mes meilleurs ami(e)s : Fatma, Melisa, Lydia, Zina.

WISSAM.

Sommaire

Introduction	1
---------------------------	----------

Chapitre 1 : La plante hôte l'amandier

1. Origine et historique d'amandier	3
2. Aire de répartition géographique.....	4
2.1. Dans le monde	4
2.2. En Algérie	5
3. Différence entre amande douce et amande amère.....	5
4. Classification botanique	6
5. Importance économique	7
5.1. Dans le monde.....	7
5.2. En Algérie.....	7
7. Description morphologique	8
7.1. L'arbre	8
7.2. Les feuille	9
7.3. Les fleurs	9
7.4. Le fruit	10
7.5. Les graine.....	10
7.6. Racines.....	11
8. Morphologie d'amande.....	11
9. Caractéristiques biologiques d'amandier.....	12
9.1. Floraison	12
9.2. Fructification.....	12
9.3. Cycle phénologique d'amandier	13

10. Les principales variétés d'amandier	14
10.1. Principales variétés présentes en Algérie	15
10.2. Description de quelques variétés dans le monde	15
11. Le porte-greffe	15
12. De la récolte à la vente	16
12.1. Récolte.....	16
12.2. Outils de récolte	17
12.3. Conservation.....	28
12.4. Valorisation	19
12.4.1. Propriétés médicinales.....	19
12.4.2. Consommation en frais.....	19
13.1. Climat.....	19
13.2. Sol.....	19
14. Soins culturaux	21
14.1. Plantation.....	22
14.1.1. Date de plantation.....	22
14.1.2. Profondeur de plantation	22
14.1.3. Densité de plantation	22
14.1.4. Règles à suivre pour une bonne plantation	22
14.2. Entretien régulier.....	23
14.3. Irrigation.....	23
14.4. Fertilisation.....	24
14.5. Fumure	25
14.6. Engrais.....	25

14.6. Multiplication	26
14.7. Désherbage	26
14.8. Taille.....	27
14.9. Pollinisation	27
15. L'Amandier et l'altitude	27
15. Principaux ravageurs du grenadier	28
16. Maladies d'amandier	29
16.1. Eurytoma amygdali, la guêpe d'amande	30
16.2. Les pucerons	31
16.3. Ravageur occasionnelle.....	31

Chapitre 2 : Présentation de la région d'étude

1. Présentation de la région d'Ait Yahia Moussa	32
2. Présentation du verger d'étude	32
3. Entretien du verger	33
4. Facteurs écologiques.....	33

Chapitre 3 : Méthode d'échantillonnage

1. Méthodologie utilisée sur le terrain	42
2. Matériels utilisés pour l'échantillonnage des insectes	45
3. Méthodes d'échantillonnage utilisées	46
4. Préparation et identification des échantillons	50
5. Traitement des résultats par les indices écologique	51

Chapitre 4 : résultat et discussion

1. Résultats d'échantillonnage des populations d'invertébrés dans le verger d'étude	55
2. Qualité d'échantillonnage	57
3. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition pour les espèces échantillonnées	57
4. Exploitation des résultats par les indices écologiques de structure.....	59
5. Discussion	61
Conclusion.....	62
Résumé	

Résumé

Cette étude s'est basée sur la réalisation d'un inventaire qualitatif et quantitatif des invertébrés ravageurs et auxiliaires inféodés à la culture d'amandier dans la région d'Ait Yahia Moussa (Draa El Mizan, Tizi Ouzou, Algérie). L'objectif de ce travail est d'identifier et classer les différents invertébrés présents sur la culture d'amandier par la comparaison de leurs effectifs, leur richesse en espèces, leur abondance et leur taux de biodiversité, ainsi que l'estimation de leur impact dans leur écosystème, et prévoir une lutte raisonnable, plus respectueuse pour l'environnement, la santé humaine et la bonne production agricole. Pour l'exécution de ce travail, deux méthodes de piégeages ont été utilisées à savoir les Pots Barber et les pièges aérien jaunes (Pièges colorés), l'inventaire s'est prolongé sur une période allant du mois de septembre 2021 au mois de mai 2022. Les résultats ont permis de recenser 50 espèces, appartenant à 39 familles, 12 ordres et 3 classes. Parmi les 50 espèces trouvées présentes dans le verger d'étude il est à révéler que l'espèce le plus dominant par l'emploi de pièges colorés est *Apis mellifera* avec un pourcentage de 10 % et par l'emploi de pots Barber c'est *Cataglyphis viaticus* et *Drilus flavescens* avec 13 % et 10 % respectivement. L'indice de Shannon renseigne sur la diversité du milieu, nous avons enregistré une diversité égale 1,25 bits pour les pots Barber, et une diversité égale 1,44 bits pour les assiettes colorées. L'équitabilité est très faible, pour le piège aérien égal à 0,28 bits et pour le piège terrestre égal à 0,27 bits, ceci explique un déséquilibre entre les espèces dans un milieu donné.

Mots clés : amandier, *Prunus dulcis*, inventaire, invertébrés, ravageurs, Ait Yahia Moussa.

Summary

This study was based on the realization of a qualitative and quantitative inventory of the invertebrate pests and auxiliaries attached to the almond crop in Ait Yahia Moussa area (Draa El Mizan, Tizi Ouzou, Algeria). The aims of this work is to identify and classify the different invertebrates present on the almond crop by comparing their numbers, their species richness, their abundance and their biodiversity rate, as well as estimating their impact in their ecosystem, and to foresee a reasonable control, more respectful for the environment, human health and good agricultural production. For the execution of this work, two methods of trapping was used, namely the Barber Pots and the yellow aerial traps (colored traps); the inventory was extended over a period from September 2021 to May 2022. The results identified 50 species, belonging to 39 families, 12 orders and 3 classes. Among the 50 species found present in the orchard of study it is to be revealed that the most dominant species by the use of colored traps is *Apis mellifera* with a percentage of 10% and by the use of Barber pots it is *Cataglyphis viaticus* and *Drilus flavescens* with 13% and 10% respectively The Shannon index gives information on the diversity of the environment, we recorded a diversity equal to 1.25 bits for the Barber pots, and a diversity equal to 1.44 bits for the colored plates. The equitability is very low, for the aerial trap equal to 0.28 bits and for the terrestrial trap equal to 0.27 bits, this explains an imbalance between species in a given environment.

Keywords: almond tree, *Prunus dulcis*, inventory, invertebrates, pests, Ait Yahia Moussa.

Liste des figures

Figure 1: carte de l'Asie montrant le centre d'origine des espèces d'amandiers sélectionnées .	3
Figure 2 : La répartition géographique d'amandier dans le monde.....	4
Figure 3 : l'arbre d'amandier	8
Figure 4 : les feuilles d'amande	9
Figure 5 : les fleurs d'amande	10
Figure 6 : les fruits d'amande.....	10
Figure 7 : morphologie d'amande	11
Figure 8 : stades phénologiques de l'amandier	14
Figure 9 : une corole	17
Figure 10 : remorque tapis	17
Figure 11 : bâche-tapis	18
Figure 12 : amande séché.....	19
Figure 13 : pollinisation d'amande	27
Figure 14 : La guêpe de l'amande	30
Figure 15 : puceron	30
Figure 16 : situation géographique de la commune d'Ait Yahia Moussa	32
Figure 17 : présentation de la région d'étude	33
Figure 18 : présentation du verger d'étude	33
Figure 19 : Quelques espèces arboricoles entourant la parcelle d'étude	40
Figure 20 : Quelques espèces herbacées entourant la parcelle d'étude	40
Figure 21 : vergers d'amande étudié	43
Figure 22 : pots Barber	45
Figure 23 : pots Barber détruites	46
Figure 24 : Récipient jaune (Pièges colorés) installé sur un amandier	47

Figure 25 : Inconvénients de pièges colorés	47
Figure 26 : collecte et tri des échantillons	49

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification de d'amandier <i>Prunus dulcis</i>	6
Tableau 4 : Le Cycle de Vie des Amandes	14
Tableau 5 : Les besoins et les apports de fertilisants de l'amandier	25
Tableau 6 : les maladies d'amande	28
Tableau 7 : représentation des différentes espèces d'invertébrés capturés durant l'inventaire.	53
Tableau 8 : la qualité d'échantillonnage.	55
Tableau 9 : Richesse totale des espèces capturées par les différentes méthodes d'échantillonnages.....	55
Tableau 10 : Valeurs de diversité de Shannon H' , de la diversité maximale H_{max} et de l'équitabilité E des espèces d'invertébrés capturées à l'aide de deux méthodes d'échantillonnages (Piège aérien et Pots Barber) au niveau de la parcelle d'étude.	58

Introduction

L'amandier (*Prunus dulcis* (Mill.), un membre du genre *Prunus* L. au sein de la famille des Rosacées, originaire du centre-sud de l'Asie et cultivé dans les climats de type méditerranéen, y compris la Californie (États-Unis), la Méditerranée, l'Asie centrale et l'Australie (Yada et *al.*, 2011). C'est le premier arbre fruitier à fleurir à la fin d'hiver, il est bien adapté aux conditions sèches de la Méditerranée et offre une bonne occasion pour l'amélioration des terres marginales. L'amandier est un intérêt reconnu dans le développement des écosystèmes fragiles dans la mise en terre et embellir du paysage (Moussa et *al.*, 2016). Le même auteur à déclarer aussi que L'amandier est une espèce relativement résistante au froid. Il faut de basses températures hivernales pour la levée de la dormance (200 à 400 heures en dessous de 7.2°C). Sa floraison se fait très tôt (décembre à mars). L'amandier nécessite la lumière et la chaleur au cours de la phase de croissance du fruit. Il craint également la forte humidité dans les stades de la floraison et de la fructification. L'amandier craint les sols alcalins et les terres argileuses asphyxiantes. Il préfère les sols profonds, fertiles, bien drainant, légers et humifères.

L'amandier est l'arbre fruitier le plus durable, cependant, sa production s'épuise rapidement. Néanmoins, cette culture, comme tous les arbres fruitiers est soumise de maladies et de ravageurs notamment les insectes qui peuvent réduire sa production.

Dajoz (1980), annonce que les insectes forment l'une des classes la plus importante du règne animal par leur diversité, leur abondance et leurs niches écologiques très diversifiées. Ils peuvent être nuisibles mais également utiles tels que les parasites et les prédateurs, dont le rôle n'est pas négligeable dans la régulation des populations d'insectes ravageurs.

Afin de déterminer la diversité des invertébrés, des inventaires ont été effectués dans des milieux naturels et agricoles, comme ceux de Guermah et *al.* (2019) lors d'une étude sur la diversité arthropodologique sur pommier de variété Reddelicious dans la région de sidi Nâamane, Aberkane-Ounas (2013), dans son étude de l'entomofaune dans le vignoble de la région de Tizi-Ouzou, 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 de Ain EL Hammam Tizi-Ouzzou.

L'objectif de notre travail est d'étudier la faune invertébrée associée à la culture d'amandier dans le but d'identifier éventuellement les différentes classes trophiques présente dans le milieu. Notre étude s'est déroulée dans la wilaya de Tizi-Ouzzou, ou nous avons choisi la région d'Ait Yahia Moussa, là où sont combinés tous les facteurs indispensables pour une bonne maturation d'amandier.

Introduction

Ainsi ce travail s'articule sur les chapitres suivant :

- Le premier chapitre consacré à une synthèse bibliographique sur la plante hôte *Prunus dulcis*.
- Le deuxième chapitre 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.
- Le quatrième chapitre englobe l'ensemble des résultats obtenus suivi par les discussions.
- Notre étude se termine par une conclusion.

Chapitre 1

La plante hôte l'amandier

1. Origine et historique d'amandier

L'amandier *Prunus dulcis* (Miller) est originaire dans les régions du croissant fertile et représente l'une des premières cultures arboricoles à avoir été domestiquée (Gradziel et Martínez-Gómez, 2013). Comme toutes les espèces du genre *Prunus*, il est originaire de l'Asie (Martínez-Gómez et al., 2003) et plus précisément de l'Asie du Sud-ouest (Ladizinsky, 1999 ; Gouta et al., 2008) (Fig. 1). Ensuite il a été disséminée dans le monde entier dans les régions de type méditerranéen, avec des hivers modérés et des étés chauds et secs (Gradziel et Martínez-Gómez, 2013). Les romains ne connurent d'abord que l'amandier à fruit amer ; ce ne fut que beaucoup plus tard qu'ils cultivèrent les variétés à fruits doux. Cet arbre s'est ensuite naturalisé dans tout le midi de l'Europe. Il passa d'abord en Asie Mineure, puis en Grèce (vers le V-VIe siècle av. J.-C.) et parvient notamment en Italie au IIIe siècle av. J.-C. Ce sont les arabes qui l'ont introduit en Afrique du Nord où, résistant bien à la chaleur et à la sécheresse, il a pu se développer (Silberfeld et al., 2013). L'amandier semble également être spontané en Afrique septentrionale : on a trouvé des bois d'amandiers dans les montagnes d'Algérie et du Maroc, mais certains en doutent, n'y verraient que des « ensauvagés » issu d'anciennes cultures. C'est par la Grèce, l'Italie et l'Espagne qu'il nous est parvenu (Tonolli et Gallouin., 2013).

Les mêmes auteurs certifié que l'amandier arriva seulement au XIX siècle aux États-Unis.

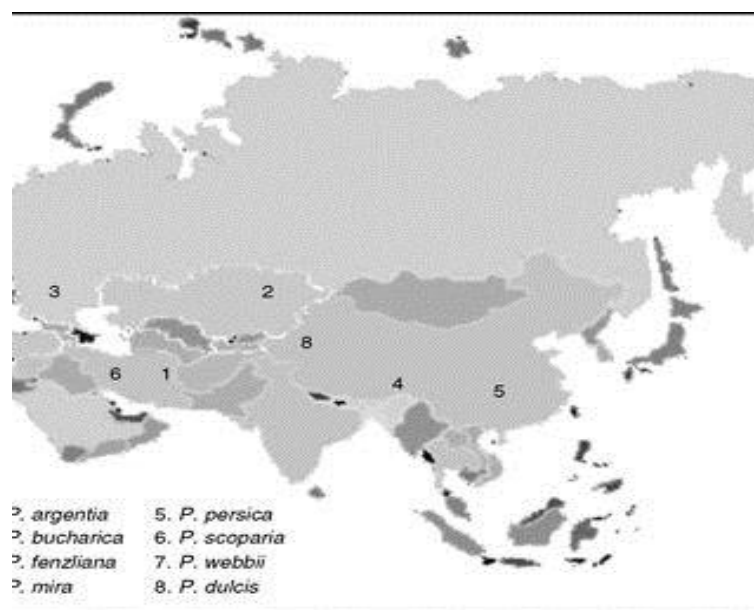


Figure1: carte de l'Asie montrant le centre d'origine des espèces d'amandiers sélectionnées (Mohan Jain et Priyadarshan, 2009)

2. Aire de répartition géographique

2.1. Dans le monde

Environ 430 espèces sont réparties dans toutes les régions tempérées du Nord du monde. La région climatique méditerranéenne du Moyen-Orient comme la Turquie et le Pakistan vers l'Est jusqu'à la Syrie est originaire de l'amandier et de ses espèces apparentées (Sana et *al.*, 2021). La dispersion ultérieure et généralisée de l'amandier domestiqué s'est déroulée en trois étapes : asiatique, méditerranéenne et du Nouveau Monde (Amérique du Nord, Amérique du Sud et Australie). L'étape asiatique comprenait la domestication initiale et l'expansion ultérieure dans toute l'Asie centrale et du Sud-Ouest. Les amandiers cultivés semblent avoir été présents dans la région méditerranéenne, y compris la Grèce, avant 300 bp et ont ensuite été amenés dans d'autres régions bordant la mer Méditerranée, modératrice du climat, au cours de la phase méditerranéenne. Plus récemment, des amandes provenant principalement d'Espagne et de France ont été distribuées dans le reste du monde, notamment en Amérique du Nord, en Amérique du Sud et en Australie (Zeinalabedini et *al.*, 2010 ; Gradziel, 2011) (Fig. 2). Aujourd'hui, les amandes sont cultivées dans plus de 50 pays (<http://faostat.fao.org>), bien qu'environ 95 % soient concentrés en Californie, en Australie et dans le bassin méditerranéen (Poonan et *al.*, 2011 ; Musa-Velasco et *al.*, 2016).

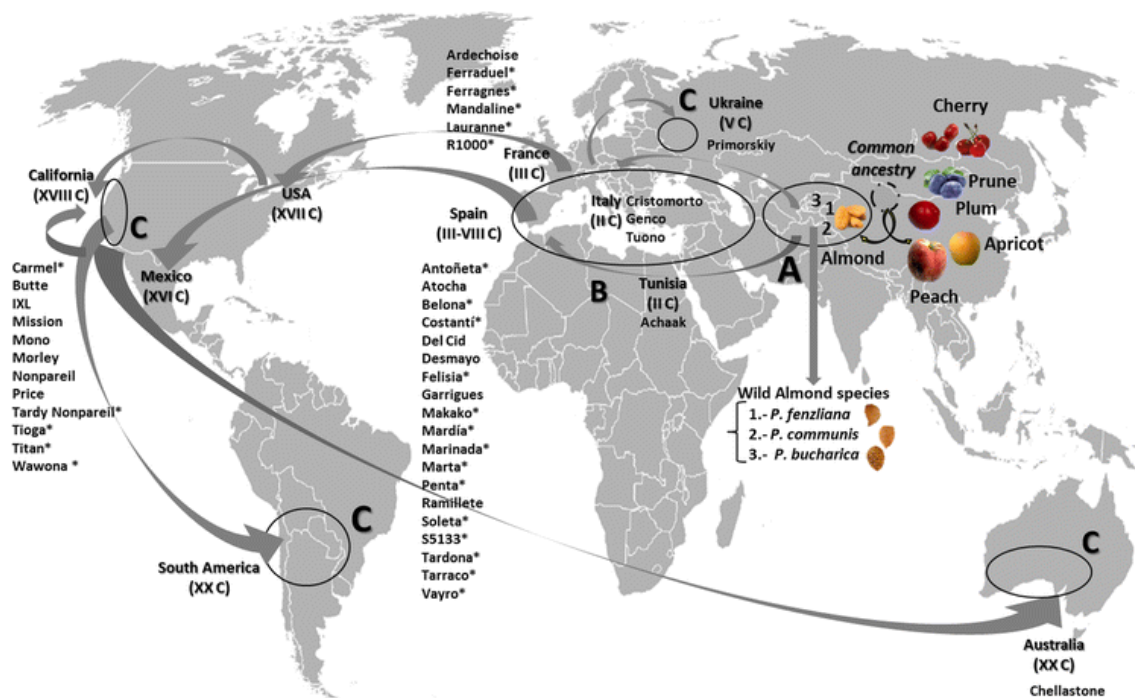


Figure 2 : La répartition géographique d'amandier dans le monde (Zeinalabedini et *al.*, 2010 ; Gradziel, 2011).

2.2. En Algérie

L'amandier occupe une superficie totale de 50.000 hectares, soient 20,5% de la superficie totale des rosacées à noyau en Algérie. Ses principales zones de culture sont Médéa, Ain defla, Sétif, Sidi-Bel Abbès et Tlemcen. C'est une espèce rustique peu exigeante en matière de sol et résiste bien au froid (anonyme, 2016).

D'après Tozanli (2018), l'amandier existe à l'état spontané en Algérie.

A l'Est de l'Algérie, les vergers d'amandiers se trouvent plutôt en pentes, dans les wilayas de Guelma et de Constantine, s'étendent vers le centre Est de l'Algérie et dans le Nord de la wilaya de Sétif vers Bejaïa et allant jusqu'à la wilaya d'Alger.

Au niveau national, on peut estimer que 5% de la population d'amandiers est d'amande amère. Par contre, il n'y a pas une exploitation organisée et industrielle de ce produit. Les amandiers d'amande amère sont en grande partie sauvages et sont situées en la lisière des forêts au nord du Sétif et à Bejaïa, une surface qui s'étend jusqu'à la wilaya d'Alger (Tozanli, 2018).

3. Différence entre amande douce et amande amère

Il existe deux principales variétés d'amandes, les amandes amères (*Prunus amygdalus Amara*) et les amandes douces (*Prunus amygdalus dulcis*) (Agunbiade et Olanlokun, 2006). Les amandes amères se différencient de celles dites douces par leur contenance en amygdaline, responsable de leur amertume. La concentration de cette substance dans les graines peut atteindre en moyenne 3 à 9% (Yada et al., 2011). L'amygdaline est un di glucoside qui, par hydrolyse enzymatique, se transforme en benzaldéhyde (responsable du gout et de l'odeur caractéristiques des graines et de l'huile d'amandes), en glucose et en acide cyanhydrique (Wirthensohn et al., 2008).

L'amande douce est la plus cultivée, alors que l'amande amère est fort peu. Les semis d'amandes douces en donnent parfois d'amères et vice versa (Mérat et Delens, 2009). Ils sont deux parties de l'amandier : La partie qui produit des fleurs blanches cultive des amandes douces ; l'autre partie cultive des fleurs roses et produit des amandes amères (Anonyme, 2019).

4. Classification botanique

Au XVIIIème siècle, Carl Von Linné (1707-1778), considéré comme le père de la taxonomie, invente une classification basée sur les différences des organes sexuels : 24 classes réparties selon le nombre de styles et selon le nombre, l'assemblage et la longueur des étamines. En 1998, une nouvelle classification des angiospermes, c'est-à-dire des plantes à graines, a été créée par un groupe de botanistes, l'Angiospermes PhylogenyGroup ou APG. Cette classification phylogénétique réorganise le règne végétal en fonction de critères moléculaires, s'intéressant essentiellement à l'ADN de deux gènes chloroplastiques et d'un gène nucléaire de ribosome (Spichiger et *al.*, 2004). Le genre *Amygdalus* de Linné (ou bien le sous-genre *Amygdalus* du genre *Prunus*, de Rehder 1940) contient 26 espèces d'« amandiers » et une longue liste d'hybrides interspécifiques spontanés (Browicz et Zohary, 1996). L'amandier (*Prunus amygdalus*) est un arbre de la famille des rosacées. Parmi les 28 genres que englobe la famille des rosacées, le genre *Prunus* est le plus important avec près de 430 espèces. Appartenant autrefois au genre *Amygdalus Communis*, les amandiers cultivés sont désormais classés en *Prunus dulcis*, mais nous avons souhaité conserver le genre *Amygdalus* car il semblait déroutant de l'associer au genre *Prunus dulcis*, les amandiers comprenant à la fois des variétés douces et amères.

Prunus dulcis a été décrit par Philip Miller comme *Amygdalus dulcis* en 1768, puis attribué au genre *Prunus* par David Allardyce Webb et publié dans Feddes Repertorium.

Selon (Mill.) D.A.Webb (1967), *Prunus dulcis* est classée dans le taxon suivant :

Tableau 1 : Classification de d'amandier *Prunus dulcis* Webb (1967)

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Rosales
Famille	Rosaceae
Genre	<i>Prunus</i>
Espèce	<i>Prunus dulcis</i>

5. Importance économique

5.1. Dans le monde

On compte 46 pays producteurs d'amandes en 2019 et l'amande est produite sur tous les continents. La production mondiale d'amandes est passée de 756 588 tonnes en 1961 à 3 497 148 tonnes en 2019 (soit une multiplication par 4,62). Elle a été inférieure à 1 million de tonnes jusqu'au début des années 80, elle est passée de 1 à 1,5 millions de tonnes en 17 ans. Et elle a vraiment décollé à partir de 2000 (FAOST, 2021).

FAOST (2021), annonce aussi que l'Europe a été leader de la production mondiale d'amandes jusqu'au milieu des années 80, elle a été dépassée en 2000 par l'Amérique et en 2007 par l'Asie. La production française d'amandes est passée de 3 680 tonnes en 1961 à 1 130 tonnes en 2019.

Depuis 1972, l'Espagne est leader mondial en termes de surfaces cultivées en amandes. Celle-ci est passée de 203 600 hectares en 1961 à 687 230 hectares en 2019. A l'inverse, en Italie les surfaces sont passées de 316 000 hectares en 1961 à 52 040 hectares en 2019. A noter également la progression des surfaces au Maroc (pas de culture d'amandes répertoriée en 1961 et 190 612 hectares en 2019) et en Tunisie (85 000 hectares en 1961 et 225 453 hectares en 2019) (FAOST, 2021).

L'Amérique est désormais le continent qui produit le plus d'amandes et sa production est passée de 60 317 tonnes en 1961 à 1 976 40 tonnes en 2019 (soit une multiplication par 32,8). Ils ont également augmenté les surfaces consacrées à la culture d'amandes, passant de à 477 530 hectares en 2019. Avec 214 487 tonnes, les Etats-Unis sont le premier exportateur d'amande en coque devant l'Australie (48 071 tonnes). Les Etats-Unis représentent environ 65% du total des amandes en coque exportées dans le monde. Avec 160 192 tonnes, le premier importateur mondial d'amandes en coque est l'Inde, d'après FAOST (2021).

En 2019, les Etats-Unis représentaient à eux seuls 55,4% de la production mondiale d'amandes. L'Europe n'en représentait plus que 13,5%.

5.2. En Algérie

L'évolution des superficies arboricoles depuis près de 4 décennies montre que le verger national a connu une augmentation de près de 40 % en trois années avec la mise en œuvre du PNDA.

En effet, le programme algérien de développement des arbres fruitiers occupe une place prépondérante dans la nouvelle politique agricole du pays, considérant les vocations pédoclimatiques des différentes zones agricoles algériennes, visant une meilleure efficacité technico-économique.

Notre pays, envisage une production de plus de 74 000 tonnes/an tous produits confondus (agrumes, amande, raisin de table précoce) (Zemirli et Hammache, 2017).

L'amandier est la première rosacée à noyau la plus cultivée en Algérie (anonyme, 2016).

Selon les données du ministère de l'Agriculture, l'Algérie comptait une production d'environ 57 000 tonnes en 2010 pour un rendement de 14 qx/ha (OUAHIB, 2018).

La superficie occupée par l'amandier est de l'ordre de 132.000 ha, pour une production de 40.000 T d'amande en coque (anonyme, 2020).

6. Description morphologique

6.1 Arbre

L'amandier est un petit arbre de 10 à 12 mètres de haut. Il peut vivre jusqu' à une centaine d'années ; son aire de dispersion est identique à celle de l'olivier (Hammiche et *al.*, 2013).Eveinoff (1952), a décrit des arbres à peine de 4 m de hauteur (vallée de l'Atrek).Tandis que, y a d'autres variété 6-8 m, parfois 10 -12 m. Au Portugal la race lusitanienne atteint parfois 20 m. En Afrique du Nord, la taille varie entre 3 et 5 m (Roberte de la taille, 1985). Non épineux, à cime étalée et à écorce grise ; les jeunes rameaux sont glabres et vert clair. Les racines pivotantes sont puissantes (Tonolli et Gallouin, 2013). Il se multiplie par semis ou par greffe (Roberte de la taille, 1985).Ainsi que par le vent (anémophilie) et par les insectes (entomophilie) (Tonolli et Gallouin, 2013), effectuée principalement par les abeilles mellifères (*Apis mellifera*). C'est une espèce à reproduction sexuée régulée par une auto-incompatibilité gamétophytique (GSI) (Socias i Company et *al.*, 1976).



Figure 3 : Arbre d'amandier (original, 2022).

6.2. Feuille

Les feuilles, d'une dizaine de centimètres, sont étroites, lancéolées, à bord finement dentelé (Hammiche et *al.*, 2013). Elles sont glabres et luisantes sur le dessus ; les pétioles glanduleux portent à leur base des stipules caduques. Sur la face inférieure des feuilles, la nervure centrale est très saillante (Tonolli et Gallouin, 2013). D'après Roussin (2014), les feuilles sont caduques, de disposition alternée, elles sont vert sombre, brillantes, revers mat, étroites, lancéolées, les bourgeons sont ovoïdes pointus.



Figure 4 : Feuilles d'amandier (original, 2022).

6.3. Fleurs

L'amandier porte un nombre de fleurs considérable mais seulement 30% d'entre-elles donneront des fruits (Jacamon, 1985).

Les fleurs blanches ou rosâtres apparaissent bien avant les feuilles, dès la fin de l'hiver vers février. Le fruit est une drupe ovale, verte et veloutée dont la partie charnue n'est pas comestible. Elle entoure une coque ligneuse et criblée de trols, contenant une, parfois deux, graines comestibles, enveloppées d'un fin tégument couleur cannelle (Hammiche et *al.*, 2013). Les fleurs sont grandes (4 à 6 cm), hermaphrodites, régulières (actinomorphes) et apparaissent avant les feuilles ; elles sont solitaires ou géminées (groupées par deux) et subsessiles. Le calice en forme d'urne (urcéolé) se termine par cinq lobes triangulaires étalés. Il constitue une cavité réceptaculaire qui porte au niveau de sa gorge cinq pétales libres, blancs ou rosés subovales ; leur extrémité est un peu incisée et ils se recouvrent légèrement dans leur partie plus large, viennent ensuite 25 à 30 étamines (Tonolli et Gallouin, 2013). Les pétales sont insérés sur le bord du réceptacle. Ce dernier, a une forme d'une coupe au fond de laquelle est attaché l'ovaire velu formé d'un seul carpelle libre (Reille et Maurice, 2015).



Figure5 : Fleurs d'amandier (original, 2022).

6.4. Fruit

Le fruit est une drupe oblongue et comprimée ; veloutée, de couleur vert amande (vert gris bleuté). Le mésocarpe mince est un peu charnu avant la maturité puis il se dessèche et s'ouvre en long spontanément en deux valves (les écales), laissant voir le noyau dur (issu de la partie interne du mésocarpe et de l'endocarpe) qu'on nomme la coque. Le noyau est oblongues et pointu, ses faces sont sillonnées et criblées de perforations étroites (Tonolli et Gallouin, 2013). Selon Roussin (2014), le fruit de l'amandier est appelé amande. L'amande est un ovule vert velouté devenant gris noir en séchant. Entourant une coque ligneuse contenant l'amande (la graine) 2 types de fruit : sativa (amande douce) ou amara (amande amère) toxique à forte dose due à la présence d'acide cyanhydrique.



Figure 6 : Fruits d'amandier (original, 2022).

6.5. Graine

La graine est protégée par des téguments dont l'aspect change avec les variétés (couleur et rugosité) (Roberte de la taille, 1985).

Pour les graines entières d'amandes douces, 71% de longueur sont situés entre 26,83 et 35,84 mm, 66% de la longueur sont entre 17,85 et 21,72 mm, et 79% d'épaisseur se trouve entre 13,51 et 17,22 mm.

Tandis que pour les graines entières d'amandes amères 70% de longueur sont entre 25,37 et 30,04 mm, 63% de longueur se situent entre 19,22 et 24,29 mm et 70% de l'épaisseur se trouve entre 12,37 et 15,66 mm. En ce qui concerne les noyaux, 76% de la longueur des noyaux douces et amères se situent respectivement dans l'intervalle de 20,35 à 26 mm et de 19,18 à 22,29 mm. Alors, 70 à 78% de leur largeur se situent respectivement dans la gamme de 11,18 à 15,31mm et 10,92 à 13,75 mm. Tandis que, 73 à 83 % de l'épaisseur se trouve dans l'intervalle 5,35-8,87mm, respectivement pour les noyaux doux et les noyaux amers (Trachi, 2015).

6.6. Racines

La formation des racines, appelée rhizogénèse. C'est un processus qui conditionne la formation et le développement de racines chez les végétaux. Elle est conditionnée par plusieurs facteurs tels que la disponibilité en sels minéraux, en sucre, en température, en lumière et le développement foliaire (Khendoudi *et al.*, 2021).

Les racines de l'amandier puissantes et pivotantes, étant très sensibles à l'exposition à l'air, la plantation doit être réalisée immédiatement à la réception des plants.

7. Morphologie de l'amande

Au sens botanique, le terme amande a la valeur générale de « graine contenue dans le noyau d'une drupe qui contient une importante réserve alimentaire permettant à l'embryon de se développer » (Marouf et Reynaud, 2007). Le fruit de l'amandier (*Prunus dulcis*) est une drupe dont la partie externe (composé de l'épicarpe et de l'endocarpe) est d'abord un peu charnue et couverte d'une peau duveteuse, de couleur verte (vert gris bleuté). Le fruit vert est comestible en entier. La chair devient progressivement sèche, la partie interne de l'épicarpe, croquante et de bonne saveur chez l'amande verte devient un noyau dur et fibreux à maturité qui se détache bien de la chair (Kodad *et al.*, 2014). L'amande [*Prunus dulcis* (Miller) D.A. Webb] est une exception ; la graine est la partie comestible du fruit et le mésocarpe n'est utilisé que pour l'alimentation du bétail (Mart'inez-Garc'ia *et al.*, 2014).

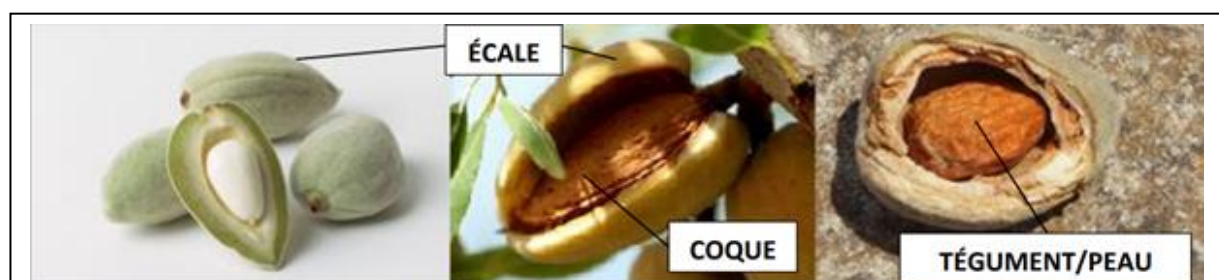


Figure 7 : morphologie de l'amande, Elaboration CRA PACA (Pinatel et Rossignol, 2017).

8. Caractéristiques biologiques d'amandier

8.1. Floraison

La floraison de l'amandier est précoce (fin d'hiver/début mars, assez proche de celle d'un pêcher ou d'un abricotier) et l'apport de ruches dans le verger (6 ruches/ha) est obligatoire pour assurer une bonne fécondation des fleurs apparaissant avant les feuilles. Souvent groupées par deux, elles atteignent un diamètre de 5 cm et ont un calice rougeâtre et une corolle blanche ou rosée. Formée de 5 pétales et renfermant de nombreuses étamines. Dans une région donnée, la floraison des amandiers est relativement fugaces, ne durent pas plus de 2 à 3 semaines (Riquet, 2021).

8.2. Fructification

D'après Garnett (2013), en fin d'été, les fruits sont allongés, aplatis, duveteux, verts puis beige à maturité, de 5 cm de long, s'ouvrant pour laisser sortir un noyau ligneux, qui contient l'amande. La fructification est variable selon les années. Il existe deux types d'amandiers : ceux qui produisent des amandes douces comestibles et ceux qui donnent des amandes amères toxiques.

L'amandier fleurit et fructifie sur 3 types de ramification: le bouquet de Mai, les brindilles et les rameaux mixtes. Le bouquet de Mai est le plus fructifère et sa durée de vie est d'environ 5 ans. L'amandier est exigeant en lumière et en chaleur pendant la phase de croissance du fruit (Bamouh, 2013).

La taille de fructification doit être légère et régulière pour permettre un renouvellement des rameaux fructifères et une production bien répartie dans l'arbre. Il faut éclaircir pour permettre une bonne pénétration de la lumière (anonyme, 2015).

Il est important d'adapter la forme et la conduite au port au mode de fructification de la variété. Le but est d'avoir un ensoleillement optimal sur toutes les parties de l'arbre afin qu'il soit équilibré avec une fructification uniformément répartie (Pinatel et Rossignol, 2017).

8.3 Cycle phénologique d'amandier

L'amandier est l'espèce fruitière la plus précoce à la floraison avec une durée de floraison très large (Socias i Company et Felipe, 1992 ; Oukabli et *al.*, 2012). Ce stade phénologique conditionne la répartition écologique des variétés notamment vis-à-vis des températures hivernales et les risques de gelée. Sa culture, initialement restreinte aux zones non gélives, a été étendue aux zones à risque en raison des conditions pédologiques et pluviométriques favorables à son développement. Sur le plan physiologique, la floraison est un stade phénologique qui intervient lorsque l'arbre a levé sa dormance qui est en rapport direct avec l'effet cumulé des basses températures. Les besoins en froid dépendent des variétés et se situent généralement entre 110 et 400 heures de température inférieures à 7°C (Tabuenca, 1972 ; Oukabli et *al.*, 2012). Le tableau ci-dessus représente le cycle phénologique d'amandier.

Tableau 2 : Le Cycle de Vie des Amandes (Land Cover et *al.*, 2017).

Stade A : Temps de Repos	De novembre à janvier, les amandiers traversent une période d'inactivité pendant laquelle ils perdent leurs feuilles et se reposent durant les hivers frais et humides de Californie. Les sols des vergers absorbent et retiennent l'eau de pluie pour la prochaine saison de production, tandis que les arbres stockent les nutriments et l'énergie nécessaires à la récolte de l'année qui suit. À l'approche de la fin de cette période d'inactivité, les bourgeons commencent à grossir sur les branches des arbres et annoncent la floraison.
Stade B : Floraison	Entre mi-février et mi-mars, les bourgeons des amandiers s'ouvrent et forment de magnifiques fleurs de couleur blanche et rose clair. La plupart des amandiers ne sont pas auto-pollinisants : on cultive ainsi dans les vergers de nombreuses variétés d'amandes et les apiculteurs y disposent des ruches d'abeilles pour que toutes les bonnes conditions soient réunies. Alors que les arbres fleurissent, les abeilles butinent le pollen et le nectar qu'elles trouvent dans le verger. En passant d'arbre en arbre, elles pollinisent les fleurs d'amandiers sur leur chemin.
Stade C : Croissance	De mars à juin, les amandes mûrissent jusqu'à atteindre leur taille finale ; leur coque durcit et finit par se recouvrir d'une peau protectrice au toucher duveteux.
Stade D : Ouverture des Peaux	En juillet, la peau des amandes s'ouvre, laissant apparaître la coque et permettant à celle-ci ainsi qu'à

	l'amande qu'elle contient de sécher. Peu de temps avant la récolte, les peaux prennent une couleur jaune paille et s'ouvrent complètement.
--	--

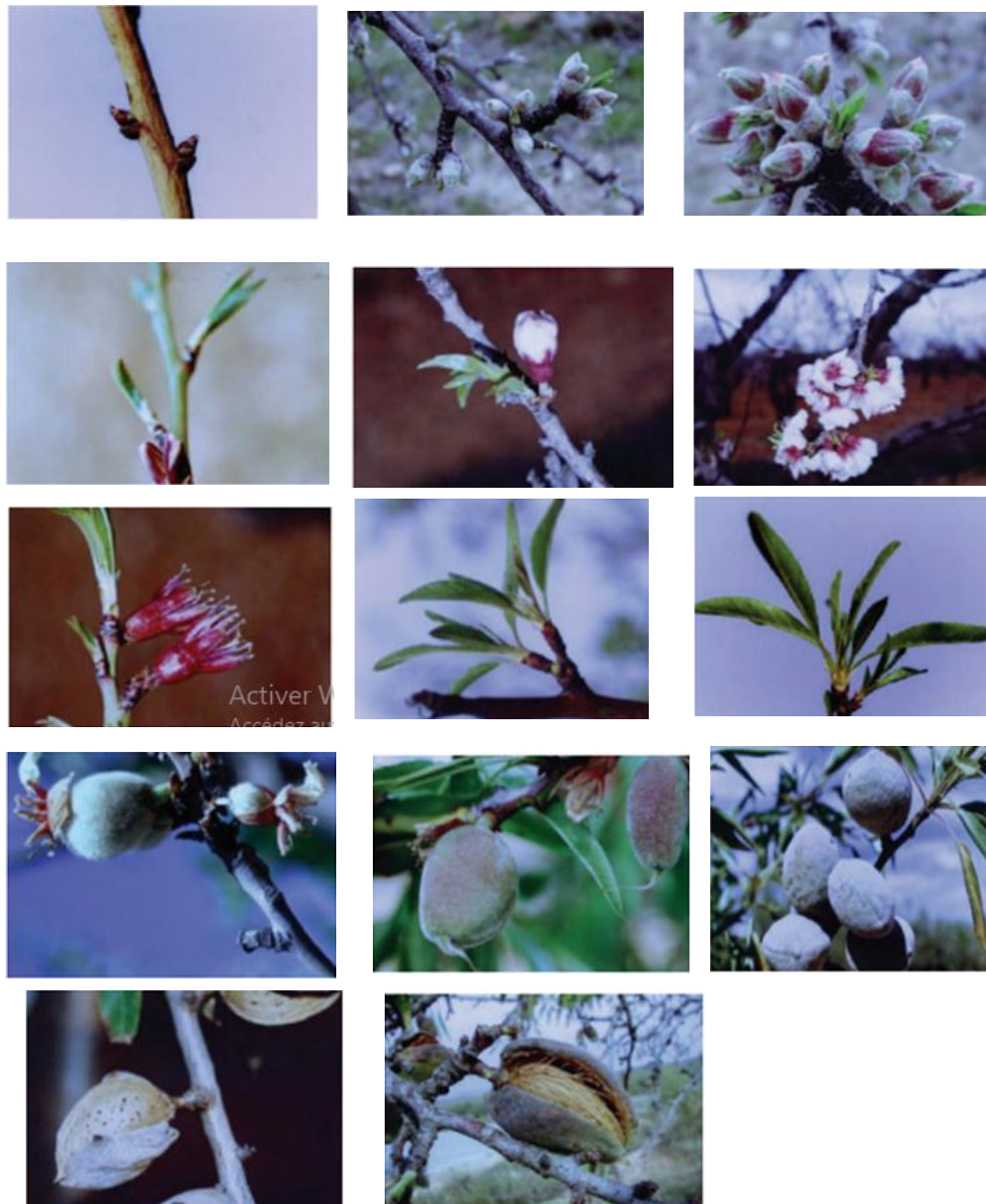


Figure 8 : Stades phénologiques de l'amandier (Chastaing, 2018).

9. Principales variétés d'amandier

Le choix des variétés est un acte d'une très grande importance dans l'implantation d'un verger d'amandier. Bien que le potentiel de rendement soit essentiel dans le choix des variétés, il peut différer selon l'année, les conditions édaphiques, les conditions de pollinisation, et les techniques culturales. Toutefois, certaines variétés alternent plus que d'autres.

Les caractères variétaux, périodes de floraison et maturité, productivité, sensibilité aux maladies et aux insectes, facilité de récolte, qualité de l'amandon et aptitudes à la commercialisation sont à prendre en compte dans le choix de la variété (Pinatel et Rossignol, 2017).

Les variétés de l'Amandier sont innombrables. Cela provient de la multiplication par semis encore très répandue et du croisement entre variétés qui est d'une extrême facilité (Evreinoff, 1952).

9.1. Principales variétés présentes en Algérie

Les variétés les plus importantes présentes en Algérie sont :

Nonpareil, Drake, nec plus ultra, nougat, Ferraduel, burlesque, shami-furk (Belabed, 2017).

9.2. Description de quelques variétés dans le monde

Selon Riquet (2021), les variétés d'amande les plus connues au monde sont :

Ferragnès : variété principale du verger français. Coque demi-tendre. Production élevée et régulière car peu sensible à l'alternance mais sensible à certaines maladies comme le chancre à *Fusicoccum amygdali*.

Ferraduel : pollinisateur traditionnel de Ferragnès. Coque dure. Variété intéressante mais déconseillée pour la vente directe en coque.

Lauranne : variété auto-fertile qui est devenue progressivement le pollinisateur de Ferragnès, prenant ainsi la place de Ferraduel. Fort potentiel de production, amandes de petit calibre à coque tendre.

Ferrastar: pollinisateur de Ferragnès, cette variété résiste bien à certaines maladies mais sa production est irrégulière. Elle est envisageable sur des petites superficies pour une vente directe.

Mandaline : variété récente auto-fertile créée par l'INRA, Pollinisateur de Ferragnès, Fort potentiel de production.

10. Le porte-greffe

Les caractères de vigueur, tolérance aux maladies telluriques, à la sécheresse ou au calcaire actif sont à prendre en compte dans le choix du porte-greffe (Pinatel et Rossignol, 2017).

Le porte-greffe détermine la résistance à l'humidité ou à la sécheresse ou encore la résistance au calcaire actif. Selon Riquet (2021), ce sont les suivants :

GF 677 : INRA Amandier x Pêcher. Le plus vigoureux, résiste à la chlorose dans des sols très calcaires, sensible à l'asphyxie racinaire. C'est l'assurance d'une bonne vigueur des arbres et d'une meilleure régularité de rendement.

GF 8-1 Mariana : INRA. Vigoureux, une certaine résistance au pourridié et à l'asphyxie racinaire. Adapté aux sols calcaires. Incompatible avec certaines variétés d'amandiers qui nécessitent l'utilisation d'un « intermédiaire », sensible à la sécheresse.

Cadaman Avimag (cov) : Hybride Pêcher x Pêcher / Amandier. Sensiblement moins vigoureux, et moins sensible à l'asphyxie racinaire, il est d'une bonne productivité et d'une mise à fruits assez rapide.

Ishtara Ferciana (cov) : Prunier x Pêcher. Tolérant au pourridié, convient dans des sols filtrants sans calcaire, très sensible à l'asphyxie racinaire.

Julior Ferdor (cov) : Prunier. Vigoureux, résistant à l'asphyxie racinaire, n'aime pas les terrains trop alcalins.

10. De la récolte à la vente

10.1. Récolte

La récolte des amandes vertes n'est pas mécanisable. On cueille les fruits à la main, au mois de juin, avant que la coque ne durcisse (période de 8 à 10 jours). On les détache par torsion pour éviter de blesser le rameau. Le rendement de cueille varie entre 15 et 20 kg à l'heure (Grasselly et Duval, 1997). L'amande verte ne se conserve pas longtemps (3 à 4 semaines) et se récolte en fonction de la demande (Pinatel et Rossignol, 2017).

Les mêmes auteurs rajoutent que la récolte des fruits à maturité (en sec) est mécanisable. Elle s'effectue lorsque le fruit « baille » c'est-à-dire que la gove est ouverte et la coque visible. On dispose de 12 à 15 jours pour réaliser l'opération dans de bonnes conditions. Il peut y avoir un mois de décalage entre les variétés précoces et les tardives. A maturité, éviter d'attendre, car les vents violents et les fortes pluies peuvent faire chuter les fruits.

10.2. Outils de récolte

10.2.1. La pince vibrante / corole

La pince vibrante est une combinaison de trois outils fixés sur le tracteur. La pince permet de vibrer les troncs. Une corolle se déploie, récupère les amandes et les transfère dans une trémie intégrée (autonomie de 300 à 350 kg). Une égoveuse (ou écaleuse) sépare les goves des coques. Cette opération peut être intégrée à l'outil de récolte ou réalisée séparément. Une seule personne suffit pour conduire le chantier. La corolle s'adapte à des distances de plantation relativement serrées (6 x 4.5 m voire 6 x 4 m). Elle permet de récolter 0.8 à 1 ha par jour et 1.2 ha si la machine est équipée d'une double écaleuse (Pinatel et Rossignol, 2017).



Figure9 : une corole (Pinatel et Rossignol, 2017)

10.2.2. La pince vibrante/remorque tapis

La pince vibrante sont deux automotrices qui se positionnent de chaque côté de l'arbre. La première est équipée d'une pince vibrante et d'un plan incliné et transporte les fruits jusqu'au pallox situé à l'arrière qui dirige les amandes vers un tapis roulant central. Ce tapis est porté par la seconde automotrice. Le chantier mobilise trois personnes. Il est adapté aux différentes distances de plantation du gobelet.

Le temps de récolte est de 45 secondes par arbre, soit 2 hectares par jour pour un verger planté à 6 x 5m (333 arbres/ha). Le coût est plus élevé que celui de la corole car l'investissement initial et le nombre de personnes mobilisées sont supérieurs (Pinatel et Rossignol, 2017).



Figure10 : remorque tapis (Pinatel et Rossignol, 2017).

10.2.3. La pince vibrante/bâche-tapis

Une automotrice assure le déroulement et l'enroulement d'une bâche au sol par 2 satellites montés sur roues (ils remplacent les personnes qui déplaient et ramenaient la bâche). Les arbres sont vibrés par une pince indépendante qui avance sur la bâche. Les fruits sont ensuite récupérés sur un tapis roulant et envoyés sur un pallox placé à l'arrière.

Trois personnes participent au chantier. Ce matériel est adapté à toutes les distances de plantation, y compris des arbres à 3 m sur le rang, car la largeur de la bâche est réglable, ce qui ouvre des perspectives pour des formes aplaties et denses. Les branches basses qui augmentent le potentiel de rendement ne sont pas un obstacle. Le temps de récolte est inférieur à 40 secondes par arbre, soit un peu plus de 2 ha par jour pour un verger à 6 x 5 m. Le coût sera également plus élevé que la corolle de par l'investissement de base et le nombre de personnes nécessaires.



Figure 11 : bâche-tapis (Pinatel et Rossignol, 2017).

10.3. Conservation

L'amande peut être conservé 7 à 8 mois à la température ambiante et à une hygrométrie relative inférieure à 70 %, pour des conservations qui dépassent 2 ans, les qualités

intrinsèques des amandes peuvent être maintenues si les fruits sont emmagasinés à 0°C et 75 % d'humidité relative (Walali et *al.*, 2003).

10.4. Valorisation

10.4.1. Propriétés médicinales

La consommation d'amandes douces aurait un effet calmant sur les douleurs et aigreurs d'estomac par le film lipidique qui se dépose sur la muqueuse et qui pourrait limiter un peu les effets irritants des sécrétions (acide chlorhydrique et pepsine).

En pharmacie, l'huile d'amandes entre dans la composition d'émulsions et de « loochs » : émulsion rendue plus consistante à l'aide d'un mucilage (Tonolli et Gallouin, 2013).

10.4.2. Consommation en frais

Les bienfaits de l'amande sont très nombreux pour la santé, dans la mesure où l'amande regorge de qualités nutritionnelles, Mais il faut les manger fraîches ou séchées naturellement car grillées, salées, fumées ou rôties à l'huile, elles sont moins intéressantes sur le plan nutritionnel (Lafaurie, 2019).



Figure 12 : amande séché, original 2022.

10.4.3. Utilisations industrielles

Les amandes sont considérées comme un aliment précieux dans le monde. Elles sont appliquées dans l'industrie alimentaire, pharmaceutique, et cosmétique. Elles sont utilisées aussi pour diminuer le risque des maladies cardiovasculaires (Moayedi et *al.*, 2011).

11. Exigences d'amandier

11.1. Climat

L'amandier s'adapte bien aux conditions méditerranéennes sèches et présente une bonne opportunité de valorisation des terrains marginaux. En plus de son intérêt économique incontestable, l'amandier est d'un intérêt reconnu dans la mise en valeur des écosystèmes fragiles en matière de fixation des sols et d'embellissement du paysage (Walali et *al.*, 2003).

11.1.1. Sensibilité au gel :

D'après Pinatel et Rossignol (2017), durant la période de repos végétatif, l'amandier peut résister à des températures très basses, jusqu'à -15 à -20°C.

En période végétative, l'amandier est très sensible au gel. Ce paramètre est le principal facteur limitant de la production d'amande.

On admet que les risques de gel sont à craindre à partir de :

- -3,3°C au stade bourgeon.
- -2 à -3°C à la fleur.
- -1.1°C au stade jeune fruit.

Les dégâts occasionnés sont fonction de la durée du gel, de la position des bourgeons, fleurs ou fruits sur l'arbre (les organes situés au sommet ayant moins de risque d'être atteints par le gel), de l'état physiologique de l'arbre.

11.1.2. Sensibilité aux excès d'eau :

L'amandier est également très sensible à l'asphyxie racinaire. L'analyse du profil du sol et le choix de la porte greffe, voire la mise en place de fossés et drains, sont donc des dispositions nécessaires à prendre lors de l'implantation d'un verger.

Dans certains sols, s'il y a une accumulation d'eau importante (sols très argileux ou présence de nappe perchée), les aménagements ne suffiront pas. Dans ce cas, il paraît plus raisonnable de ne pas planter d'amandiers (Pinatel et Rossignol, 2017).

11.1.3. Besoins en froid :

L'amandier est une espèce relativement résistante au froid, elle nécessite de basses températures hivernales pour la levée de la dormance (200 à 400 heures en dessous de 7.2°C), sa floraison étant précoce (Décembre à Mars) (Walali et *al.*, 2003).

11.1.4. Besoins en lumière :

l'amandier est exigeant en lumière et en chaleur pendant la phase de croissance du fruit, Il redoute aussi la forte hygrométrie dans les phases de floraison et croissance du fruit (Walali et *al.*, 2003). Les parties trop à l'ombre s'étiolent et se dessèchent. La malformation des fleurs et un faible taux de fructification sont la conséquence d'un manque de lumière (Pinatel et Rossignol, 2017).

11.2. Exigences écologiques de l'amandier

L'amandier est un arbre relativement rustique qui peut se développer sous des climats assez variés. L'amandier a besoin de froid pour fleurir au printemps et pour débourrer. Cette espèce originaire du Moyen orient et d'Asie Centrale a un besoin de lumière important.

Il donne les meilleurs rendements dans des sols profonds, fertiles, bien drainés, et exempt de sels nocifs. Cependant, avec l'utilisation des systèmes d'irrigation de bas volume un verger d'amandier peut bien produire dans les sols peu profonds. Les apports d'eau et les amendements permettent aux producteurs de reprendre des sols salins et alcalins, considérés marginaux et non productifs.

L'amandier est tolérant au calcaire actif. C'est une espèce résistante à la chlorose grâce à sa grande capacité d'extraire le fer (Si Bennasseur, 2015).

11.3. Sol

L'amandier s'adapte bien aux conditions méditerranéennes sèches et présente une bonne opportunité de valorisation des terrains marginaux. En plus de son intérêt économique incontestable, l'amandier est d'un intérêt reconnu dans la mise en valeur des écosystèmes fragiles en matière de fixation des sols et d'embellissement du paysage (Walali et *al.*, 2003).

12. Soins culturaux

Walali et *al.*, (2003), proposer les façons culturales essentielles qui sont :

- Taille de formation et de fructification.
- Gestion d'enherbement des interlignes.
- Gestion de la floraison/nouaison.
- Lutte contre les ravageurs et maladies.
- Irrigations fertilisations régulières.

- Récolte.

12.1. Plantation

12.1.1. Date de plantation

Les plantations de Novembre-Décembre sont généralement plus réussies que celles de Janvier-Février. Lorsque les arbres sont plantés en Novembre-Décembre, les températures ambiantes sont basses ce qui empêche la croissance des bourgeons des feuilles. Ceci donne le temps au développement de nouvelles racines avant que les bourgeons des feuilles commencent à se développer (Si Bennasseur, 2015).

12.1.2. Profondeur de plantation

Le trou de plantation doit être juste assez grand pour recevoir les racines sans que celles-ci soient pliées ou serrées.

La règle la plus sûre dans des conditions ordinaires c'est que les jeunes plants soient placés à la même profondeur qu'ils se sont développés dans la pépinière.

Pour permettre le bon contact sol-racines de l'amandier, on doit affermir le sol sous et autour des racines avec ses doigts. L'utilisation des chaussures pour affermir le sol autour des racines est déconseillée, car ceci peut blesser les racines et le tronc. Rappelons que les dommages peuvent mener aux infections des blessures de couronne (Si Bennasseur, 2015).

12.1.3. Densité de plantation

Dans le raisonnement de la densité de plantation, nous devons tenir compte des conditions édaphoclimatiques, de la nature du matériel végétal, et des contraintes culturales. On adoptera une densité faible (plus de 50 m² /arbre) sur des sols peu profonds et en absence d'irrigation, et on peut l'augmenter si on irrigue (Si Bennasseur, 2015).

12.1.4. Règles à suivre pour une bonne plantation :

Pinatel et Rossignol (2017), proposer ces règles pour une bonne plantation :

- La plantation de l'amandier doit se dérouler de préférence entre mi-Novembre et fin Février.

- Il faut veiller à limiter les contaminations potentielles du précédent cultural en éliminant les résidus de la culture précédente.
- La situation de la parcelle, la vigueur du couple variété/porte-greffe, la fertilité du sol, les contraintes culturales et de récolte sont des paramètres à prendre en compte dans le choix de la densité de plantation.
- La plantation des arbres en quinconce présente plusieurs avantages.
- Pour être sûr d'avoir des plants l'année de la plantation il faut les réserver en avance.
- Pour amortir les coûts de mécanisation il est conseillé de planter au minimum 5 ha.

12.1.5. Entretien régulier

Afin d'optimiser la production on doit contrôler la concurrence des mauvaises herbes pour l'eau et les éléments nutritifs. Le désherbage sur le rang et l'enherbement entre les rangs est couramment utilisé. Il peut être effectué chimiquement ou mécaniquement (Belaid., 2016).

En cas de précédent cultural de type vigne, arbres fruitiers, friches... un labour permettra d'extraire les anciennes racines afin de limiter la propagation de champignons pathogènes, notamment le pourridié auquel l'arbre est très sensible (Pinatel et Rossignol, 2017).

Les mêmes auteurs ajoutent que en sols tassés, il est préconisé de réaliser un sous-solage croisé à 50-60 cm en fin d'été-début d'automne, après les pluies et ressuyage. Ce travail aère le sol et le proche sous-sol et favorise la circulation de l'eau.

Si le sol est très compacté avec des risques d'asphyxie racinaire, il vaut mieux différer d'une année la plantation et réaliser sur la parcelle, un semis de luzerne ou de sorgho du fourrager qui va permettre, par son enracinement profond (jusqu'à deux mètres de profondeur), un décompactage des différents horizons (Pinatel et Rossignol, 2017).

12.1.6. Irrigation

Les besoins en eau de l'amandier sont de 800 à 850 mm/an, les apports sont recommandés durant Mai-Juin- Juillet, mois pendant lesquels les besoins en eau sont maximum.

Avec 3 à 4 irrigations d'Avril à Juin de 600-800 m³/ha chacune, les rendements peuvent être doublés. L'irrigation localisée à la goutte à goutte peut être envisagée sur l'amandier (Walali et al., 2003).

Quel que soit le système choisi (gravitaire, aspersion sous frondaison ou goutte-à-goutte), il faut pouvoir irriguer dès la première année et donc ne pas différer cet investissement (Pinatel et Rossignol, 2017).

12.1.7. Fertilisation

Les résultats d'une analyse de sol seront la base de réflexion d'un programme de fertilisation raisonnée (anonyme, 2015).

- L'analyse sera renouvelée tous les 5 ans et le plan de fumure modifié si besoin.
- La fumure doit permettre de satisfaire l'ensemble des besoins.
- Le fractionnement des apports est la clé pour réaliser une bonne fertilisation.
- La fertilisation peut se faire par :

- un premier apport d'engrais au sol en février, environ un mois avant floraison, avec un engrais complet (minéral ou organique).

- un deuxième apport à la nouaison et un troisième pendant le grossissement du fruit avec des spécialités commerciales riches en azote et potasse (anonyme, 2015).

La fertilisation au moment de plantation n'est pas recommandée, puisque le plant contient assez d'aliments pour la croissance des pousses et des racines initiales. L'application de l'azote devrait être retardée jusqu'à ce que les pousses soient environ 10 à 15 cm de longueur (Si Bennasseur, 2015).

Tableau 3 : Les besoins et les apports de fertilisants de l'amandier (Rdt=Rendement) (Si Bennasseur, 2015).

	Exportations (kg/ha)		immobilisation (bois et charpente) (kg/ha)	Besoins totaux (kg/ha)		Apport Kg/ha	
	Rdt 1 t/ha	Rdt 4 t/ha		Rdt 1 t/ha	Rdt 4 t/ha	Rdt 1 t/ha	Rdt 4 t/ha
Azote	10-20	40-80	40	50	100	30	90
Phosphore	1,5-2,5	6-10	6	18	37	20	50
Potassium	13-15	52-60	30	55	108	40	100
Calcium	1,5-2,5	6-10	30	45	56	-	-
Magnésium	0,8-1,0	3,2-4,0	4	8	14	20	50
Fer	0,4-0,6	1,6-2,4	1,5	-	-	Si sol basique	
Manganèse	0,04-	0,16-	0,5	-	-	Si sol basique	

	0,006	0,24				
Zinc	0,1-0,3	0,4-0,12	0,8	-	-	oui

12.1.8. Fumure

A adapter en fonction des résultats d'analyse. On peut apporter un engrais organique (partiellement enfoui ou non selon la nature de celui-ci) qui activera la vie du sol et libérera des éléments nutritifs toute la saison. Les deux éléments les plus importants sont l'azote qui stimule la pousse et donne de la vigueur et le phosphore qui favorise le développement racinaire.

Si la matière organique est suffisante, des apports minéraux solides peuvent être réalisés en dispersant bien l'engrais au pied des arbres pour ne pas brûler les racines (anonyme, 2015).

D'après Bamouh (2013), L'équilibre à respecter pour une amanderaie adulte est le suivant: N = 1; P 205 = 0,3 et K20 = 1 à 1,2. Si l'amanderaie est conduite en bour (200 à 280 arbres/ha), apporter 80 à 90 unités d'N dont 60 un mois avant la floraison et 20 à 30 à la nouaison; P205 = 30-35 unités et K 20 = 80-100 unités en localisation de surface en Décembre-Janvier.

Et selon le même auteur, Pour une amanderaie adulte conduite en irrigation (300-400 arbres/ha), apporter: 100 à 120 unités d'N dont 50-60 un mois avant floraison; 25-30 à la nouaison et 25-30 au grossissement du fruit; P205 = 40-45 unités et K 20 = 120-140 unités en localisation de surface et enfouissement par discage en Décembre-Janvier.

12.1.9. Engrais

Pinatel et Rossignol (2017), classe les engrais en trois catégories :

- Les amendements organiques (NFU 44 051) sont d'origine végétale (compost...) ou végétale et animale (fumier...). Ils ont une faible teneur en éléments fertilisants. Aucun des 3 éléments majeurs, N, P2O5 et K2O, n'est supérieur à 3% de la matière brute et la somme de ces éléments N+P2O5+K2O est inférieure à 7% de la matière brute. Leur incorporation dans le sol permet, selon les conditions, la libération d'éléments fertilisants mais l'effet recherché est surtout l'amélioration des propriétés agronomiques du sol.
- Les engrais organiques (NFU 42 001), d'origine animale et/ou végétale, doivent contenir au moins un des éléments majeurs 3 % ou le total N+P2O5+K2O \geq 7%.

- Les engrais organo- minéraux (NFU 42 001), contiennent des matières fertilisantes d'origine organique (animale et/ou végétale) ainsi que des fertilisants minéraux. Ils doivent contenir au minimum 1% d'azote organique.

Les engrais organiques et organo-minéraux ont peu d'influence sur les qualités agronomiques du sol du fait de leur minéralisation rapide.

14. Multiplication

Les amandes récoltées en Juillet-Août sont conservées dans un local frais et sec jusqu'à leur stratification en Décembre. Cette opération consiste à entreposer les graines dans du sable humide à 4-5°C pendant 45-60 jours, ce qui permet de lever la dormance et hâter la germination des amandes. En Juillet-Août de l'année suivante, les graines sont greffées à œil dormant et les plants peuvent être livrés en Décembre-Janvier pour la plantation (Bamouh, 2013).

14.1. Semis

Précédant le semis on a intérêt à stratifier les amandes en novembre-décembre, en laisse radicule et tigelle se développer quelque centimètre dans le récipient de stratification et sans passer par le semis on repique directement en pépinière en février-mars sous châssis froid ou en pleine terre selon la saison ou la latitude, on peut éviter la stratification en brisant la coque de l'amande.

Dans les terres peu profondes, de mauvaise constitution, on peut semer directement en place en mettant 3 à 4 amandes la pointe en bas dans un poquet ; en cours de végétation on supprime les plantes inutiles et on conserve le plus vigoureuse (Bretaudeau et Fauré, 1991).

14.2. Greffage

On emploie la greffe en écusson à œil dormant, du 15 août à courant septembre. En Algérie on préconise la greffe en écusson à œil poussant en mai.

Pour les semis en place, on peut greffer en fente au printemps, en pied ou en tête, ainsi qu'en flûte (Bretaudeau et Fauré, 1991).

14.3. Désherbage

A la plantation, si le sol présente un profil homogène, un labour de défoncement d'une profondeur de 40-60 cm est suffisant pour améliorer la perméabilité du sol et son aération.

Dans le cas de profils hétérogènes (croûte calcaire ou couche imperméable en profondeur), un sous-solage sans retournement du sol est préférable (fissuration du sol et meilleure pénétration et développement des racines). Dans un verger en production et en culture à sec, 2 à 3 passages annuels du disque ou d'instruments à dents de préférence, permet de maintenir le terrain propre. Un traitement au gramoxome (paraquat) au cours du dernier discage élimine les mauvaises herbes (Bamouh, 2013).

14.4. Taille

La taille doit favoriser son renouvellement. Cette taille est effectuée en Novembre-Décembre avant le débourrement des bourgeons. Elle consiste à éliminer le bois mort, les rameaux atteints de diverses nécroses, les gourmands improductifs et à dégager les prolongements pour laisser pénétrer la lumière à l'intérieur de la frondaison. Quinze à vingt minutes suffisent pour tailler un arbre adulte (Bamouh, 2013).

14.5. Pollinisation

La pollinisation croisée est indispensable en amandier pour les variétés auto-incompatibles (Ferragnès, Ferraduel...) qui ont besoin du pollen d'une autre variété et d'abeilles pour le transporter.

C'est également vrai pour les variétés autofertiles (Lauranne, Mandaline...) qui peuvent être plantées seules en verger, mais qui ont tout de même besoin des abeilles. Dans tous les cas, l'amandier doit être fortement pollinisé (Pinatel et Rossignol, 2017).

Il faut introduire les ruches dans le verger dès les premières fleurs. Sur des zones très fraîches à cette période, il peut être intéressant d'utiliser des bourdons qui peuvent poloniser même à faible température (anonyme, 2015).



Figure 13 : Pollinisation d'amande (original, 2022).

15. L'Amandier et l'altitude

Arbre de coteaux par prédilection, l'Amandier présente ses formes spontanées uniquement à une certaine altitude, parfois même assez élevée.

En Afrique du Nord, notamment dans l'Oranie, la culture peut être entreprise avec succès jusqu'à 800 m d'altitude sur le versant S des montagnes mais il est recommandé de ne pas dépasser 400 m sur le versant N.

Ces limites constituent une règle générale, mais on peut voir en Oranie notamment, des plantations, situées aux environs de 1 000 m d'altitude sur le versant S, donner de bons résultats (Evreinoff, 1952).

16. Maladies d'amandier

Tableau 4 : les maladies d'amande (Si Bennasseur, 2015) ; (Pinatel et Rossignol, 2017).

Maladie	Symptômes	Méthode de lutte
Cloque	Attaque le feuillage et cause la boursouflure du limbe.	17. Traitez à l'aide de spécialités à base du Zirame 76% ou Thirame 80%.
Maladie criblée	Apparition de ponctuations rondes sur le feuillage, les fruits et les rameaux.	18. Eliminez les rameaux présentant des chancres avant et après l'hiver. 19. Evitez les arrosages par aspersion. 20. Traitez chimiquement en même temps que pour la cloque.
Monilia	Dessèchement des fleurs et des rameaux.	<ul style="list-style-type: none"> • Collectez les fruits ainsi que les rameaux malades pour les brûler. • Utilisez des produits à base de cuivre en automne à la chute des feuilles. • Protégez le verger au moyen de fongicides de synthèse à base de Thiophanate.
Verticilliose	Flétrissement des feuilles et des rameaux et parfois de tout l'arbre.	<ul style="list-style-type: none"> • Evitez de planter l'amandier dans des parcelles ayant eu des solanées maraîchers comme l'aubergine, la tomate, ou la pomme de terre, le melon et la

		<p>luzerne.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modérez la fumure azotée et l'irrigation pour éviter une croissance excessive.
le Fusicoccum	<p>dessèchement des rameaux et des bouquets de mai, avec chancres brunâtres. Les symptômes peuvent être confondus avec ceux du monilia. Le prélèvement et la mise en germination de rameaux (15 jours entourés d'un papier humidifié) permettent de préciser le diagnostic : sortie de fructifications cireuses blanches dans le cas de Fusicoccum et de coussinets gris pour le monilia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • lutte conjointe avec le monilia sur la période de floraison des stades D à G. En cas de symptômes ou de variété sensible, choisir les produits plus efficaces sur Fusicoccum et prévoir une intervention à la chute des feuilles. • on supprime les rameaux atteints dès le début des attaques. Le cuivre hivernal n'a, par contre, que très peu d'efficacité.
<p>Polystigma ochraceum la maladie des taches rouges ou « mancha ocre », provoquée par le champignon <i>Polystigma ochraceum</i>.</p>	<p>On ne le trouve qu'autour de la Méditerranée. La maladie se manifeste sur les feuilles par des taches assez larges, de 1 à 2 cm de diamètre, de forme variable et de couleur d'abord jaunâtre puis brun orangé. L'infection due au champignon perturbe le potentiel photosynthétique de l'arbre, limitant son développement végétatif. Dans le cas de fortes attaques, une défoliation précoce peut survenir en été.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En général, la protection assurée contre la tavelure durant les mois d'avril et mai permet de contrôler la maladie, en tout cas de limiter son développement à un niveau acceptable. Le broyage des feuilles tombées au sol en automne permet de réduire la source d'inoculum.

17. Principaux ravageurs d'amandier

17.1. *Eurytoma amygdali*, la guêpe d'amande

D'après Pinatel et Rossignol (2017), L'insecte *Eurytoma amygdali* peut entraîner de très grosses pertes de rendement. Deux interventions avec des insecticides spécifiques sont indispensables chaque année contre ce ravageur.

Symptômes : pique des fruits avec développement d'une larve à l'intérieur l'amande. Les fruits parasités restent sur l'arbre.

Lutte : des pièges cages peuvent être fabriqués (voir photo). Remplis d'amandes parasitées et placés en hiver dans le verger, ils permettent de positionner avec précision la première intervention dès l'observation des premiers adultes.

En cas de verger attaqués, la prophylaxie est indispensable pour baisser la pression du ravageur. Les fruits atteints restés dans l'arbre doivent être récoltés en hiver et détruits avant l'émergence des adultes.



Figure 14 : La guêpe de l'amande *Eurytoma amygdali* (Jean-Philippe, 2016)

17.2. Pucerons

Symptômes : déformations de pousses, dessèchement de rameaux, fumagine...

Lutte : l'intervention avec des huiles blanches au stade B-C permet le plus souvent d'éviter la présence de foyers tôt en saison. La surveillance du verger est nécessaire pour repérer d'éventuels foyers. La présence d'auxiliaires permet une bonne régulation avant la migration des pucerons (sur le collet des arbres pour le puceron noir, ou sur d'autres plantes hôtes pour le puceron farineux ou le puceron vert) (Pinatel et Rossignol, 2017).

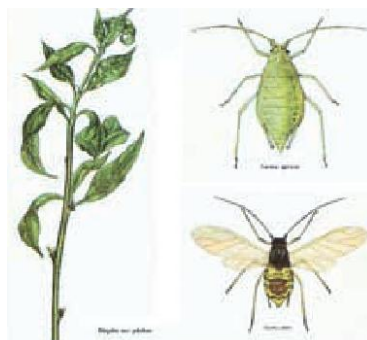


Figure 15 : Puceron (Benazoun, 2001).

17.3. Ravageurs occasionnels

Pinatel et Rossignol (2017), estime que Ravageurs occasionnels nécessitent pas d'intervention régulière, sauf en cas de présence importante.

Les principaux ravageurs que l'on peut rencontrer occasionnellement en verger d'amandier sont :

- Chenilles mineuses des pousses en jeunes vergers (petite mineuse, ou anarsia, et tordeuse orientale)
- Larves mangeuses de bois : capnodes (surtout en verger non irrigué) et cossus (surtout sur les arbres à tronc abimé ou avec chancre)
- Scolytes (sur des arbres affaiblis ou mal irrigués)
- Acariens rouges (surtout en cas de mauvaise gestion de la lutte phytosanitaire avec des interventions trop fréquentes)
- Cicadelle bubale ou cicadelle verte (surtout en jeune verger)
- Oiseaux (dégâts sur fruits)
- Mammifères : sangliers, chevreuils et écureuils.

Chapitre II

Présentation de la région d'étude

1. Présentation de la région d'Ait Yahia Moussa

Cette étude est réalisée au niveau de la région d'Ait Yahia Moussa est une commune de la wilaya de Tizi Ouzou, elle est située à environ 20 km au sud-ouest de la ville de Tizi Ouzou et à 115 km au sud-est d'Alger. Elle est délimitée au nord par la commune de Tadmaït, à l'est par la commune de Tirmatine et La daïra de Maâtkas, , à l'ouest par la commune de Timezrit (Wilaya de Boumerdès), et au sud par la daïra de Draâ El Mizan.

La région d'Ait Yahia Moussa est située entre 300m et 500m d'altitude sur les coordonnées géographiques 36° 38' 28" Nord, 3° 53' 18" est ; sur une superficie de 62,9 km².

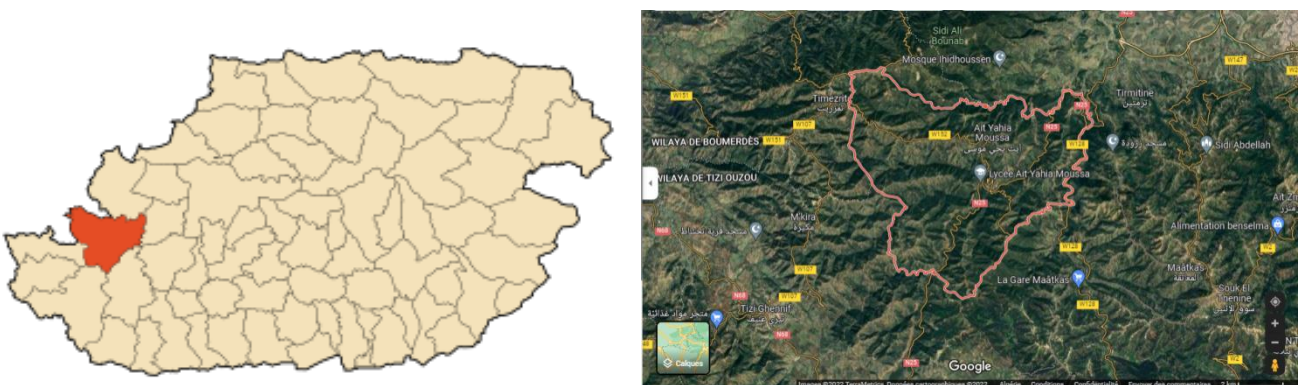


Figure 17 : situation géographique de la commune d'Ait Yahia Moussa (Google Earth, 2022).

2. Présentation du verger d'étude

Les vergers ayant fait l'objet de cette étude sont du domaine privé, appartenant aux habitants du village de Tafoughalt au sud de la commune d'Ait Yahia Moussa, ils sont délimités au Nord et l'Ouest par des habitations, à l'Est et au Sud par des vergers d'oliviers.

Les vergers d'étude sont situés à 500m d'altitude, ils comprennent plus de 50 arbres d'amandier.

Le village de Tafoughalt est connu par son sol calcaire, cela explique le fait que presque tous les habitants ont des amandiers dans leurs vergers.

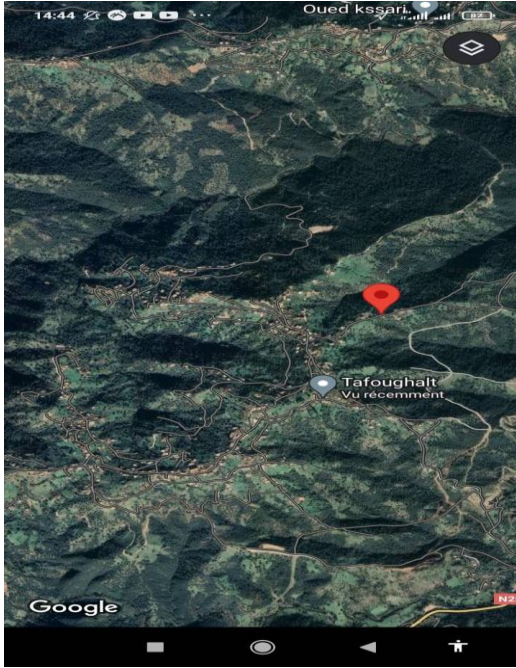


Figure 18 : présentation de la région d'étude (Google Earth, 2022).



Figure 19 : présentation du verger d'étude (originale, 2021).

3. Entretien du verger

3.1. Labour

Selon Ramade (2003), les labours doivent être réalisés de façon superficielle afin de garder la structure du sol et de préserver les racines des arbres.

L'objectif du labour est la destruction des mauvaises herbes, l'ameublissement et l'aération du sol, Durant notre période d'étude aucune opération de labour n'a été faite.

3.2. Taille

La taille consiste à éliminer les rejets qui tendent de donner à l'arbre un air buissonneux. Des coupes d'éclaircie sont à effectuer à l'intérieur de la frondaison pour éliminer le bois chevauchant et mort (Oukabli, 2004). Durant notre période d'étude une seule opération de taille a été faite sur les arbres d'amandier en hiver en mois de décembre.

3.3. Fertilisation

Aucune opération de Fertilisation n'a été faite pour les arbres d'amandier.

3.4. Traitement phytosanitaire

Aucun traitement chimique n'a été utilisé au niveau du verger d'étude.

4. Facteurs écologiques

Les facteurs écologiques comprennent les facteurs abiotiques et les facteurs biotiques.

4.1. Facteurs abiotiques

Les facteurs abiotiques sont des facteurs indépendants de la densité qui agissent sur les organismes avec une intensité qui ne dépend pas de leur abondance, Ils sont représentés par les facteurs climatiques (température, précipitation, l'humidité et vent) (Dajoz, 2006).

4.1.1. Facteurs climatiques de la région d'étude

Le climat agit de façon déterminante sur la distribution géographique, le nombre de générations annuelles ainsi que sur l'abondance des arthropodes présents dans les écosystèmes agricoles. Parmi les facteurs climatiques les plus importants, il faut citer la température, l'humidité relative de l'air, la pluviométrie et les vents (Dajoz, 1982).

La région de Tizi-Ouzou se situe dans la zone du climat méditerranéen. Elle présente un climat de type ce littoral caractérisé par un hiver doux et pluvieux et un été chaud et sec (Lounaci, 2005).

Les données climatiques recueillies sur dix ans sont à l'origine des enregistrements de la station météorologique de Boukhalfa relevant de l'Office Nationale de Météorologie (ONM Tizi-Ouzou).

4.1.1.1. Température

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

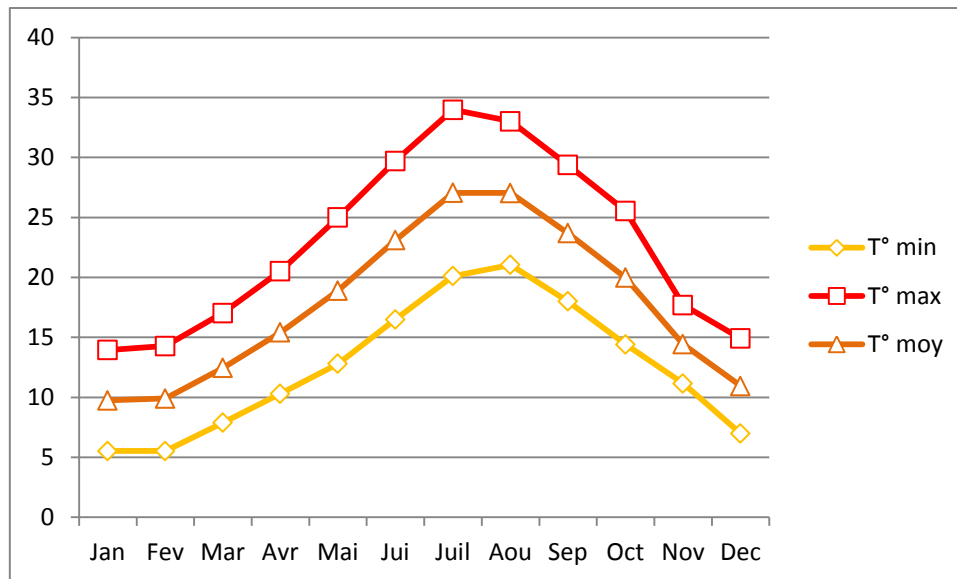


Figure 20 : Températures moyennes mensuelles, minimum et maximum de la région de Tizi-Ouzou sur dix ans (2010-2020) couvrant la période d'étude (O.N.M Boukhalfa, Tizi-Ouzou, 2020).

Les valeurs des températures montrent clairement que les mois les plus chauds sont enregistrés durant les mois de juillet et Aout avec des températures moyennes de 21.26°C et 22.21 °C respectivement, arrivant à des pics dépassant les 35 °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 10.63°C et 10.55°C respectivement avec des températures minimum allant jusqu'à 6.59°C en février.

4.1.1.2. Pluviométrie

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

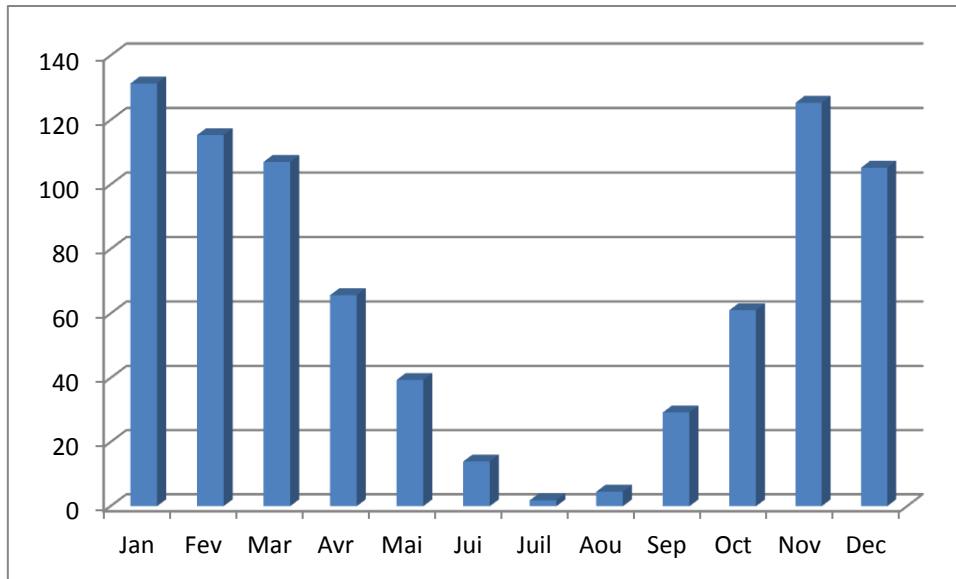


Figure 21 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans (de 2010-2020) couvrant la région d'étude (O.N.M Boukhalfa, Tizi-Ouzou, 2020).

D'après la figure 5, la période la plus pluvieuse s'étale des mois de novembre au mois de mars, les mois les plus exercés sont janvier avec 140.03 mm et février avec 129.76 mm.

4.1.1.3. Humidité

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

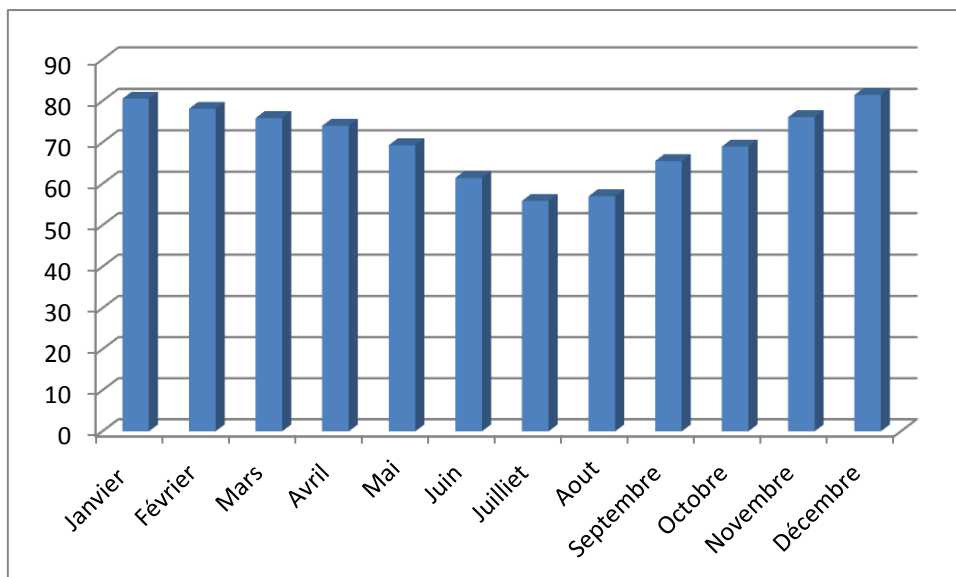


Figure 22 : Humidité relative (en %) de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans (2010-2020) couvrant la région d'étude (O.N.M Boukhalfa, Tizi-Ouzou, 2020).

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 mois les moins humides (56.19% et 57.34% respectivement).

4.1.1.4. Rayonnement

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

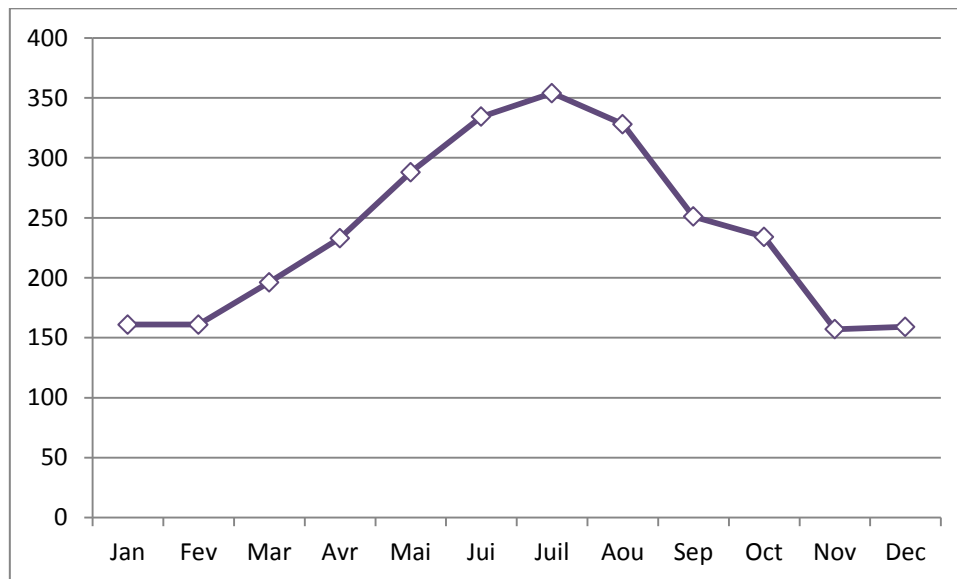


Figure 23 : Nombre d'heures d'insolation dans la région de Tizi-Ouzou (O.N.M. Tizi-Ouzou, 2020).

La période la plus ensoleillée est celle allant de juin à août 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. En effet, le mois de février est le mois le moins ensoleillé avec 150.66 heures d'ensoleillement.

4.1.1.5. Vent

Le vent est un élément climatique qui permet le déplacement des particules fines, il influe aussi sur l'évapotranspiration et les formations géomorphologiques. Le vent est un agent de dispersion des animaux (Dajoz, 2000). Au sol, il est fortement influencé par les conditions topographiques locales (Seltzer, 1946).

4.1.2. 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 Gaussen (1953) et par le diagramme d'Emberger (1955).

4.1.2.1. Diagramme ombrothermique de Bagnols et Gaussen

Selon Bagnols et Gaussen (1953), les mois secs sont 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 :

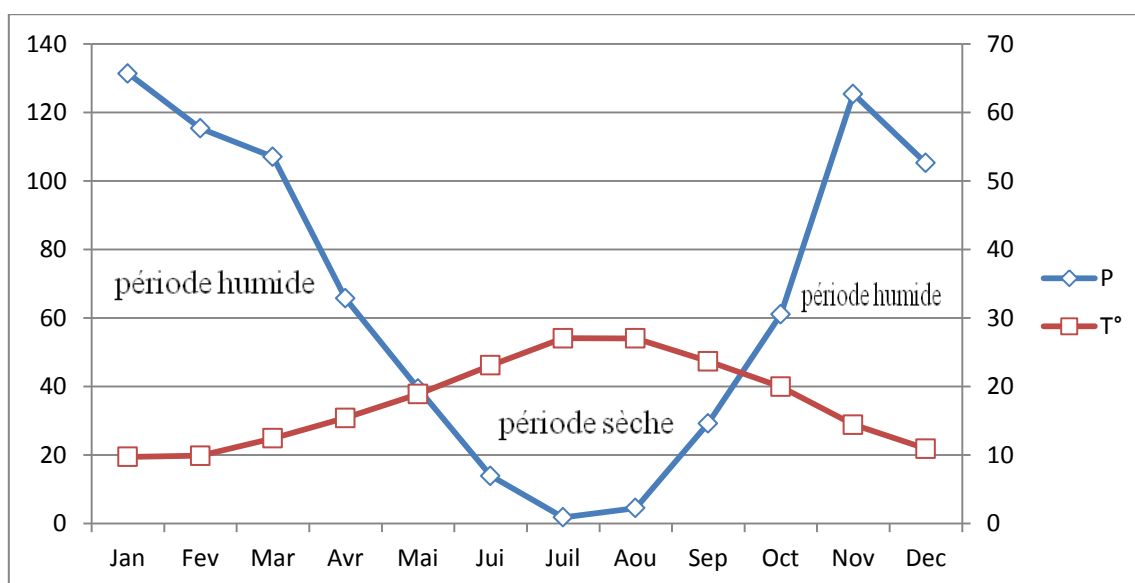


Figure 24 : Diagramme pluviométrique de Bagnols et Gaussen de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans couvrant la période d'étude (2010 - 2020).

Pour Bagnols 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.

4.1.2.2. Quotient pluviométrique d'Emberger

Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q3) 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 : $Q3 = 3.43p / (M-m)$

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 **Q3**= 96.45.

La valeur de **Q3** indique l'appartenance de la région d'étude à l'étage bioclimatique subhumide à hiver tempéré (Fig.10).

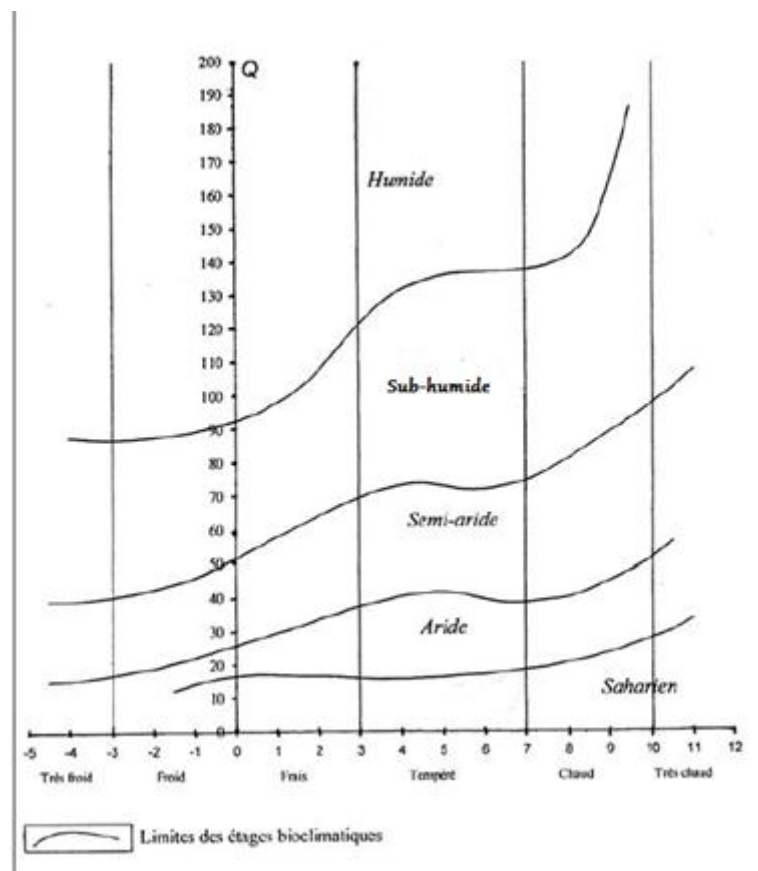


Figure 25 : Climagramme pluviothermique d'Emberger de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans couvrant la période d'étude (2010 - 2020).

4.2. Facteurs biotiques

Les facteurs biotiques sont composés essentiellement de la flore et la faune existante dans la parcelle d'étude.

4.2.1. Flore

4.2.1.1. Strate arborée

La végétation arboricole avoisinante au verger d'étude est très riche, constituée de quelques espèces telles que l'olivier (*Olea europaea*) qui est le plus existant, ainsi que la vigne (*Vitis vinifera*), le figuier (*Ficus carica*), le grenadier (*Punicagranatum*) et L'oranger (*Citrus sinensis* (L.)), constituant les cultures arboricoles avoisinantes (Fig. 26).



Figure 26 : Quelques espèces arboricoles entourant la parcelle d'étude (Originale, 2022).

4.2.1.2. Strate herbacée

La strate herbacée est très riche et diversifiée en printemps (Fig. 27). Dont on peut citer parmi eux : pelouse, lande rase, tourbière, prairie et plein d'autres.



Figure 27 : Quelques espèces herbacées entourant la parcelle d'étude (Originale, 2021).

4.2.2. Faune

La faune est riche et diversifiée, quelques espèces domestiques ont été observées comme les bovins, les ovins qui pâturent aux alentours du verger, l'avifaune est également observée,

Pour la faune ornithologique, des espèces ont été aperçues tel que le pigeon ramier, la tourterelle, le merle noir, l'hirondelle, les moineaux, le héron garde bœuf, perdrix et les cigognes, de plus des mammifères sauvages tels que le lièvre, le chacal, le sanglier sont observés.

Chapitre III

Méthode d'échantillonnage

Ce chapitre inclut le choix de la station d'étude, les techniques d'échantillonnages employés sur le terrain et au laboratoire ainsi que les méthodes d'exploitations des résultats obtenus par les indices écologiques.

1. Méthodologie utilisée sur le terrain

Le travail réalisé sur le terrain a porté sur le choix de la station d'étude et l'échantillonnage des invertébrés au niveau d'un verger d'amandier non traité par l'emploi de deux méthodes.

1.1. Choix de la parcelle d'étude

Nous avons choisi une station d'étude située dans le village Tafoughalt au niveau de la région d'Ait Yahia Moussa en tant que milieu riche en faune et en flore, et afin d'améliorer nos connaissances concernant la biodiversité des invertébrés et leurs classifications.

Le choix de la parcelle repose sur les critères suivants :

- ❖ Accessibilité au verger.
- ❖ L'altitude de la région et son climat caractéristique.
- ❖ Diversité floristique.
- ❖ Absence de traitement phytosanitaire au niveau de la parcelle d'étude.

1.1.1. Description de la parcelle échantillonnée

La parcelle d'étude est située dans une terre agricole qui accumule des conditions écologiques favorables pour l'installation et la multiplication de divers ordres d'invertébrés, ses fonctions biologiques favorisent la répartition de plusieurs espèces qui est l'avantage d'une grande biodiversité (fig.1).



Figure 28 : vergers d'amande étudié (original, 2022)

2. Matériels utilisés pour l'échantillonnage des insectes

Selon Dajoz (1970) et Benkhelil (1992), diverses méthodes de capture peuvent être utilisées pour échantillonner les invertébrés selon les habitats où ils vivent, soit en plein air, sur le feuillage, sur les troncs d'arbres, sur les plantes basses, dans les fruits, ou sur le sol près des racines.

Afin de réaliser cet inventaire, un ensemble de matériaux ont été utilisés.

2.1. Matériel expérimental utilisé

2.1.1. Sur le terrain

Sur le terrain nous avons utilisé le matériel suivant :

- ❖ Pièges terrestres ou Pots Barber : Il s'agit de boîtes en plastiques de 15cm de diamètre et 10cm de haut, dont le 2/3 est rempli d'eau additionnée d'un détergent.
- ❖ Pièges colorés: Il s'agit de récipients en matière plastique de couleur jaune dont les dimensions sont 15cm de diamètre et 20cm de hauteur, remplies d'eau additionnée d'un détergent. Ces pièges présentent une double attractivité pour les insectes par leur couleur et la présence de l'eau qui est un élément vital (Roth, 1971 et Benkhelil, 1992).

- ❖ Des flacons en plastique, des pinces souples pour la récolte des échantillons, l'eau pour remplir les pièges et le matériel pour les placer.

3. Méthodes d'échantillonnage utilisées

3.1. Sur le terrain

La mise au point de techniques d'échantillonnage et de piégeages adéquates, donnant une représentation significative des populations étudiées (Benkhelil, 1992).

Au niveau de la station d'étude, des échantillonnages sont effectués pendant 9 mois, depuis le mois de septembre 2021 jusqu'au mois de Mai 2022. Diverses méthodes sont utilisées pour capturer les invertébrés qui vivent sur les arbres d'amandier.

Dans notre cas nous avons opté pour 2 méthodes de récolte, celles des pots enterrés ou pots Barber, et celle des pièges colorés ou pièges jaune.

3.1.1. Pots Barber

La méthode des pots Barber est la technique d'échantillonnage la plus utilisée pour recueillir des invertébrés (Benkhelil, 1992). La technique a été développée par HERTZ (1927) et peu de temps après par Barber (1931). L'efficacité de cette méthode a été démontrée par de nombreux auteurs ; Southwood (1968), Greenslade (1973), Scudder (2000). Elle permet de connaître le peuplement très complexe et d'obtenir une image de la variation numérique des insectes.

Les pots Barber consistent en de simples récipients en métal ou en matière plastique. Dans le cas présent les pots-pièges utilisés sont des boîtes de conserve récupérées; celles-ci sont enterrées verticalement de façon à ce que leurs ouvertures se retrouvent au ras du sol. La terre est tassée tout autour, afin d'éviter l'effet barrière pour les petites espèces. Tous les auteurs s'accordent pour conseiller le remplissage des pots aux 2/3 de leur contenu avec un liquide conservateur afin de fixer les invertébrés qui y tombent (Benkhelil, 1992).

Dans le cas de notre étude, nous avons installé en transéct 9 pots cylindriques (9pots Barber) de 10cm de profondeur et de 15cm de diamètre dans les parcelles (Fig.2). Ces pièges sont remplis au 2/3 d'eau additionnée et d'un détergeant permettant d'éviter le dessèchement et va jouer le rôle de mouillant pour empêcher les espèces capturées de sortir du piège (Dajoz, 1971).



Figure 29 : pots Barber (Original, 2022).

3.1.1.1. Avantages

Les pièges enterrés permettent de capturer les invertébrés qui se déplacent activement à la surface du sol. Benkhelil (1992) marque que la technique des pots Barber est très utilisée par les écologistes, elle permet l'échantillonnage des invertébrés de la surface du sol. C'est une méthode facile à mettre en œuvre car elle ne nécessite pas beaucoup de matériel. Elle permet d'obtenir des résultats qui peuvent être exploitées par différents indices écologiques et des techniques statistiques.

3.1.1.2. Inconvénients

Le plus grand inconvénient de cette technique provient des chutes de pluies ou les eaux d'irrigation lorsqu'elles sont trop fortes. Dans ce cas le surplus d'eau finit par inonder les boîtes dont le contenu déborde entraînant vers l'extérieur les arthropodes capturés, aussi l'évaporation de l'eau lorsqu'il fait trop chaud. Le deuxième inconvénient est dû à la faiblesse du rayon d'échantillonnage. Le troisième inconvénient est en rapport avec la façon de récupérer les insectes. En effet, lorsqu'on verse le contenu des pots Barber sur le grillage de filtration, les insectes trop petits passent entre les mailles du tamis. Le quatrième inconvénient c'est que plusieurs fois on trouve les pièges détruits par des animaux sauvages comme les sangliers, ou des rongeurs (souris) et des crapauds qui tombent dans ces pièges (Fig. 3).



Figure 30 : pots Barber détruites (original, 2022)

3.1.2 Pièges colorés

Les pièges colorés sont utilisés pour l'échantillonnage des insectes ailés. Ils présentent une double attractivité à leur égard ; d'une part à leur teinte, d'autre part à la présence de l'eau, qui est un élément vital pour les insectes (Le Berre et Roth cités par Lamotte et Bourliere, 1969). Roth (1972), annonce que la couleur préférentielle, pour la plupart des insectes, est le jaune citron et l'abondance des récoltes que l'on peut effectuer avec de tels pièges est remarquable. D'après Lamotte et Bourliere (1969), ces pièges sont particulièrement efficaces à l'égard des insectes héliophiles et floricoles. Ils permettent de capturer la faune aérienne, principalement les Diptères, Hyménoptères, Hémiptères et Orthoptères.

Dans notre cas, Il s'agit d'un piège constitué des boîtes en plastique de 15 cm d'hauteur de 20 cm de diamètre, placées en transéct à raison de 9 pièges, sur une branche d'arbre à une hauteur d'un mètre dépasse la végétation naturelle. Les pots sont remplis au 2/3 de leur volume avec de l'eau additionnée de quelques gouttes de détergeant. Ce dernier permet de diminuer la tension superficielle de l'eau et favorise la noyade des espèces qui entrent en contact avec le liquide (Fig.4).



Figure 31 : Récipient jaune (Pièges colorés) installé sur un amandier (Original, 2022).

3.1.2.1. Avantages

Les avantages de ce système de piégeage sont : le coût minime et l'installation facile sur le site en raison de leurs faibles dimensions et de leur légèreté, ils garantissent le bon état des insectes (Lhoir et *al.*, 2003).

3.1.2.2. Inconvénients

Beaucoup d'inconvénients caractérisent ce système de piégeage dont la capture d'une quantité énorme d'insectes qui forment une masse compacte difficile à trier et la difficulté de récolter le contenu des bacs sans en perdre une partie (Lhoir et *al.*, 2003). Les bacs sont parfois renversés ou même arrachés de l'arbre. De plus en fin de saison, la quantité de feuilles dans les bacs rend la récolte plus difficile encore (Fig. 5).



Figure 32 : Inconvénients de pièges colorés (original, 2022)

4. Préparation et identification des échantillons

Les deux types de pièges sont prélevés une fois par 15 jours, leur contenu est vidé à travers un tamis. Les échantillons ainsi prélevés sont conservés dans des boîtes de pétri rempli d'éthanol ou d'alcool à 70%, pour permettre leur conservation.

4.1. Au Laboratoire

Au laboratoire, nous avons employé :

- ❖ Des boîtes de pétri, des étiquettes et des pinces en acier.
- ❖ Une loupe binoculaire pour le tri, comptage et détermination des invertébrés capturés.
- ❖ Des épingles entomologiques : Utilisées pour la fixation des insectes.
- ❖ De l'éthanol dilué à 70% et eau distillée pour la conservation des insectes.
- ❖ Un tamis.

4.1.1. Tri et dénombrement des insectes collectés

Après la collecte des insectes sur le champ, pour chaque sortie et selon les différentes méthodes de piégeage ; citer au paravent : pots Barber, pièges colorés (assiettes jaunes), les échantillons sont laissés sécher sur des feuilles de papier (Fig.6) puis sont analysés au laboratoire et triés. Chaque feuille contenant les insectes récoltés avec les renseignements nécessaires (la date, la culture, type de piège...etc.). Au laboratoire sous une loupe binoculaire et à l'aide de clés d'identification, nous avons trié les invertébrés récoltés en procédant par plusieurs étapes :

- Le 1er tri consiste à trier les insectes par ordres.
- Le 2ème tri consiste à trier les insectes par familles.
- Le 3ème tri permet de séparer les invertébrés appartenant à la même famille selon des critères permettant d'indiquer leur appartenance au même genre /espèce.



Figure 33 : collecte et tri des échantillons (original, 2022)

4.2. Identification

Très peu d'espèces d'insectes peuvent être identifiées sur place, la grande majorité des espèces, même parmi celles d'assez grande taille, nécessite une étude en laboratoire à la loupe binoculaire. Seuls les insectes au stade adulte sont identifiables au niveau de l'espèce (Moulin et *al.*, 2007 ; Franck, 2008). Les insectes récoltés sont dénombrés, collectés ensuite identifiés par la spécialiste M^{me} GUERMAH enseignante à l'université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou, où divers guides entomologiques (PERRIER, 1927, 1932, 1961) ; (Piham, 1986) ; (Chinery, 1988) ; (Seguy, 1923, 1924) sont employés.

5. Traitement des résultats par les indices écologique

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 afin 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.

5.1. La qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage est déterminée par le rapport du nombre des espèces contractées une seule fois et en un seul exemplaire (a) au nombre total de relevés (N). Le rapport (a/N) permet de savoir si la qualité de l'échantillonnage est bonne. Plus a/N est petit, plus la qualité de l'échantillonnage est meilleure (Ramade, 2003). En rappelant que selon cet auteur, plus le rapport de a/N se rapproche de zéro plus la qualité est bonne.

$$Q=a /N$$

a : nombre d'espèces vues une seule fois et en un seul exemplaire par relevé.

N : nombre total de relevés

5.2.Indices écologiques de composition

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

5.2.1. Richesse totale (S)

La richesse totale S est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné. La richesse totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent (Ramade, 2003). L'adéquation de ce paramètre à la richesse réelle est bien entendu d'autant meilleure que le nombre de relevés est plus grand (Blondel, 1979).

5.2.2. Abondance relative (fréquence centésimale)

D'après Dajoz (1971), l'abondance relative est le pourcentage des individus d'une espèce (ni) par rapport au total des individus (N). La quantité d'individus ressortissant à chaque espèce peut être exprimée par l'indice d'abondance relative (Blondel, 1979).

$$F(\%)= (ni/N)*100$$

AR ou F(%) : Abondance relative ou fréquence centésimale des espèces d'un peuplement donné.

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

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

5.2.3. Fréquence d'occurrence

Selon Dajoz (1982), la constance «C%» est le rapport exprimé sous la forme de pourcentage du nombre de relevés Pi contenant l'ordre i pris en considération au nombre total de relevés P. Elle se calcul selon la formule suivante:

$$C \% =Pi*100 / P$$

C %: la fréquence d'occurrence.

Pi: le nombre de relevés contenant l'ordre i.

P: le nombre total de relevés.

Un ordre i est dit omniprésent si $C=100\%$.

Il est constant si $75 \% \leq C \leq 100\%$.

Il est régulier si $50 \% \leq C \leq 75 \%$.

Il est accessoire si $25 \% \leq C \leq 50 \%$.

Par contre il est accidentel si $5 \% \leq C \leq 25 \%$.

Enfin il est rare si C

5.3.Indices écologiques de structure

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

5.3.1. Indice de diversité de Shannon

Cet indice est considéré comme le meilleur moyen de traduire la diversité (Blondel et *al.*, 1973). D'après Dajoz (1996), l'indice de diversité de Shannon (H'), qui est fondé sur la théorie de l'information est le plus utilisé. Il est calculé de la manière 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, $P_i=ni/N$.

n_i : Abondance de l'espèce de rang i ;

N : Nombre total d'exemplaires récoltés ;

\log_2 : est le logarithme à base de 2.

Cet indice permet d'avoir une information sur la diversité de chaque milieu pris en considération. Si cette valeur est faible, proche de 0 ou de 1, le milieu est pauvre en espèces, ou bien que le milieu n'est pas favorable. Par contre, si cet indice est élevé, supérieur à 2 implique que le milieu est très peuplé en espèces et que le milieu est favorable. Cet indice varie à la fois en fonction du nombre d'espèces présentes et en fonction de l'abondance de chacune d'elles (Barbault, 2008)

5.3.1.1. Equitabilité

L'équitable ou indice d'équi-répartition (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 différents par la formule

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

E : est l'équi-répartition.

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

H' max: est l'indice de la diversité maximale exprimé en bits, $H' \text{ max} = \log 2s / \ln 2$

Les valeurs de l'Equitabilité 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).

Chapitre IV

Résultats et discussion

1. Résultats d'échantillonnage des populations d'invertébrés dans le verger d'étude

Les espèces d'invertébrés inventoriées sont le résultat des sorties effectuées au cours de 9 mois d'étude (du mois de septembre 2021 au mois de mai 2022). Durant cette période nous avons capturé 259 individus réparties en 50 espèces, appartenant à 39 familles, 12 ordres et 3 classes (Tab. 8).

Les résultats obtenus sont évalués par la qualité d'échantillonnage, puis exploités par les indices écologiques de composition et de structure.

Tableau 7 : représentation des différentes espèces d'invertébrés capturés durant l'inventaire.

Classes	Ordres	Familles	Espèces	Pots aérien	Pots Barber
Insecta	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	16	5
		Andrenidae	<i>Andrena labiata</i>	4	0
		Pteromalidae	<i>Pteromalus disparus</i>	1	0
		Gasteruptiidae	<i>Gasteruption jaculator</i>	2	0
		Chrysididae	<i>Chrysis ignita</i>	4	0
		Halictidae	<i>Lasioglossum calceatum</i>	2	0
		Colletidae	<i>Colletes thoracicus</i>	2	0
		Formicidae	<i>Cataglyphis sp</i>	1	0
			<i>Cataglyphis cursor</i>	1	0
			<i>Messor barbarus</i>	4	8
			<i>Componotus lateralis</i>	0	1
			<i>Cataglyphis viaticus</i>	0	13
			<i>Camponotus vagus</i>	0	6
	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Théa vigintiduo punctata</i>	5	0
			<i>Coccinella algerica</i>	7	2
			<i>Adalia bipunctata</i>	0	1
		Cleridae	<i>Trichodes alvearius</i>	1	5
		Cetoniidae	<i>Oxythyrea funesta</i>	11	0
		Tenebrionidae	<i>Pimelia grandis</i>	5	8
		Elateridae sp	<i>Elateridae</i>	3	0
		Drilidae	<i>Drilus flavescens</i>	1	11
		Carabidae	<i>Macrothorax morbillosus</i>	0	7
			<i>Bembidion atripes</i>	0	5
		Histeridae	<i>Hister sp</i>	0	2
		Scarabae	<i>Rhizotrogus aestivus</i>	0	3
		Hemiptera	Cicadellidae	<i>Cicadella viridis</i>	6
	<i>Anblysellus curtisii</i>			8	0
	<i>Cicadelle sp</i>			0	1

		Pentatomidae	<i>Nezara viridula</i>	5	0
			<i>Rhaphigaster nebulosa</i>	3	0
		Anthocoridae	<i>Orius niger</i>	3	0
		Miridae	<i>Lygus rugulipennis</i>	1	0
		Aphididae	<i>Aphis citricola</i>	11	3
		Pyrrhocoridae	<i>Pyrrhocoris apertus</i>	0	5
	Diptera	Syrphidae	<i>Eristalinus taeniops</i>	2	0
		Tipulidae	<i>Tipula paludosa</i>	8	0
		Calliphoridae	<i>Lucilia caesar</i>	2	1
		Psychodidae	<i>Phlebotominae sp</i>	0	5
	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Boloria dia</i>	5	0
		Sphingidae	<i>Anara sp</i>	11	0
	Orthoptera	Acrididae	<i>Calliptanus italicus</i>	5	0
		Tettigoniidae	<i>Ephippigera ephippigera</i>	0	1
	Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>	5	0
	Thysanoptera	Thripidae	<i>Thrips palmi</i>	2	0
	Dermaptera	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i>	1	0
Malacostraca	Isopoda	Oniscidae	<i>Oniscus asellus</i>	2	0
Arachnida	Opiliona	Phalangiidae	<i>Phalangium opilio</i>	0	1
		Araneae	Thomisidae	<i>Synema globosum</i>	3
	Araneae	Araneidae	<i>Araniella sp</i>	3	0
		Lycosidae	<i>Lycosa narbonensis</i>	0	6
3	12	39	50	156	103

Notre étude portant sur les invertébrés inféodés à l'amandier dans la région d'Ait Yahia Moussa fait ressortir trois classes d'invertébrés comme le montre la figure.

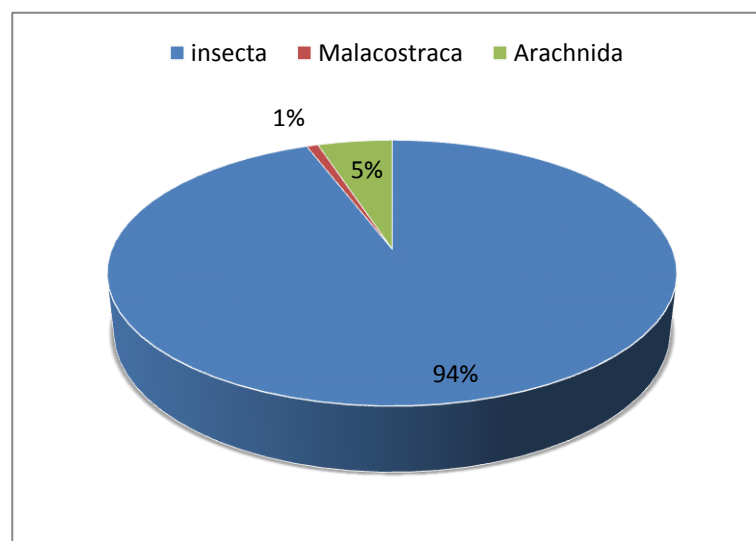


Figure 34 : Classification des invertébrés recensés sur la culture d'amandier dans la région d'Ait Yahia Moussa.

Les résultats obtenus montrent que la classe la plus importante est celle des insectes avec un pourcentage de 94 % suivie de celle des Arachnides avec 5%. Puis viennent avec de faibles importances les Malacostraca avec 1% respectivement.

Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage obtenu est représentée dans le tableau 1.

Tableau 8 : la qualité d'échantillonnage.

Type de piège	Pots aérien	Pots Barber
Espèces	7/9	6/9
Qualité	0,78	0,67

La Qualité d'échantillonnage est mauvaise vu que les valeurs se rapprochent à 1.

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, voir les richesses totales et les abondances relatives.

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

La richesse totale des espèces d'invertébrés capturés par les deux méthodes d'échantillonnages est illustrée dans le tableau suivant

Tableau 9 : Richesse totale des espèces capturées par les différentes méthodes d'échantillonnages.

Type de piège	Pots aérien	Pots Barber
Richesse totale	37 espèces	22 espèces
Total des espèces capturés	43 espèces	

La richesse totale des espèces capturées par les deux méthodes de piégeages est de 37 pour les pots aérien et 22 espèces pour les pots Barber.

2.2. Abondances relatives (fréquences centésimales) d'espèces capturées

Le calcul des fréquences des ordres d'invertébrés capturés grâce aux deux méthodes d'échantillonnage appliqué sur la parcelle d'étude, montre l'abondance de certains ordres par rapport aux autres selon le type de piègeage considéré.

2.2.1. Abondances relatives pour les espèces d'invertébrés capturés par les pièges colorés

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

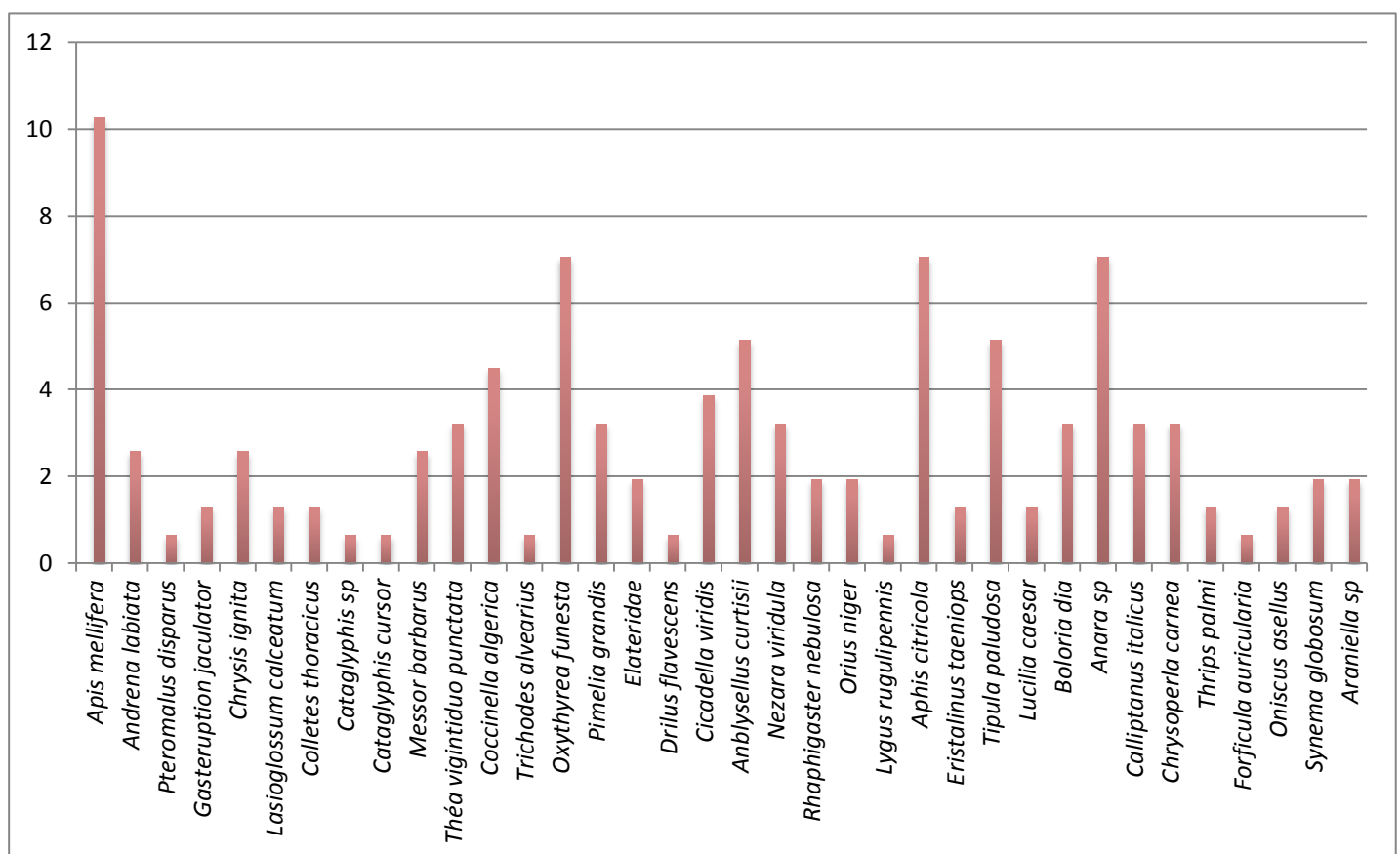


Figure 35 : abondances relatives des espèces d'invertébrés capturés par les pièges colorés

Nous constatons que l'insecte le plus représenté pour les pièges colorés aériens est *Apis mellifera* avec une proportion de 10 % suivi de *Oxythyrea funesta*, *Aphis citricola* et *Anara sp* avec une proportion de 7 % puis viennent *Anblysellus curtisii* et *Tipula paludosa* avec 5 %, *Coccinella algerica* avec 4,5 %, *Cicadella viridis* avec 3,9 %, *Théa vigintiduo punctata*, *Pimelia grandis*, *Nezara viridula*, *Boloria dia*, *Calliptanus italicus* et *Chrysoperla carnea* avec une même proportion égale à 3 %, *Andrena labiata*, *Chrysis ignita* et *Messor barbarus*

avec 2,5 %, Le reste des insectes sont représentés avec des fréquences basses inférieures à 2 %.

2.2.2. Abondances relatives pour les espèces d'invertébrés capturés par les pots Barber :

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

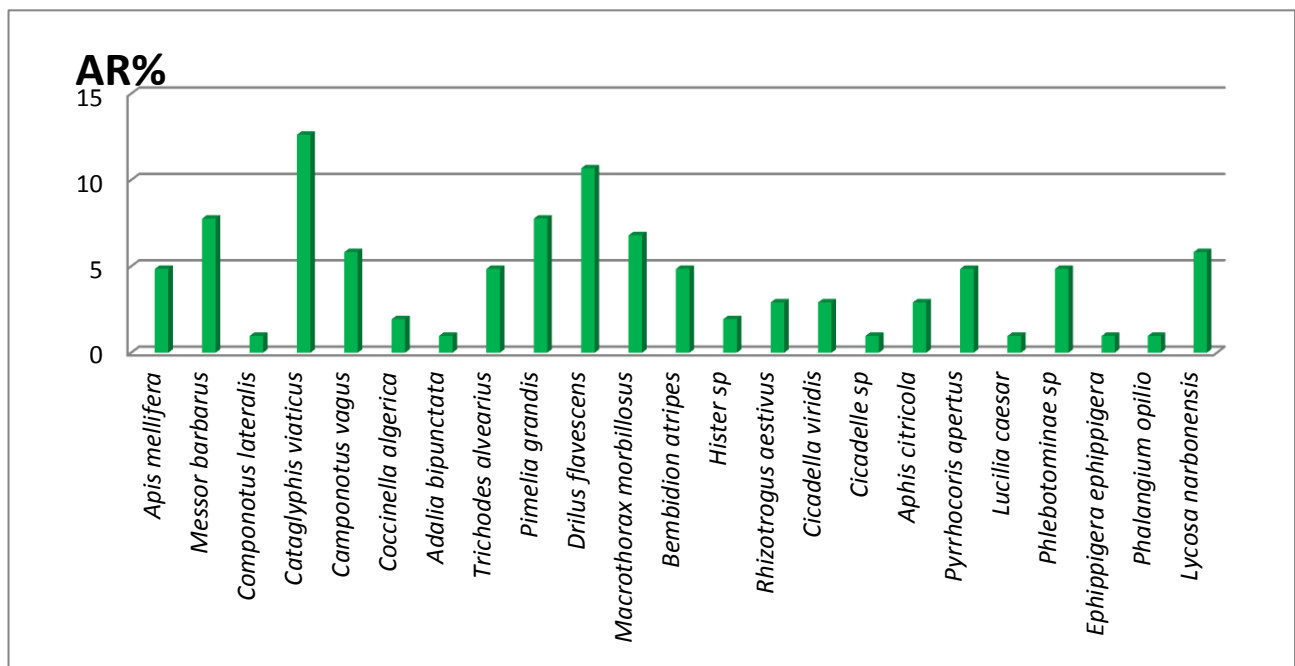


Figure 36 abondances relatives des espèces d'invertébrés capturés par les pots Barber.

Nous observons que les insectes capturés par les pièges terrestres sont dominés par *Cataglyphis viaticus* et *Drilus flavescens* avec 13 % et 10 % respectivement suivi de *Messor barbarus* et *Pimelia grandis* avec 7 %, puis vient *Macrothorax morbillosus* avec 6 %, *Camponotus vagus* et *Lycosa narbonensis* avec 5 %, Le reste des insectes sont représentés avec des fréquences basses inférieures à 5 %.

3. Exploitation des résultats par les indices écologiques de structure

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

3.1. Exploitation des résultats par les indices de Shannon et Indice d'équirépartition

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'invertébrées échantillonnées par les différents types de pièges au niveau de la parcelle d'études sont illustrés dans le tableau .

Tableau 10 : Valeurs de diversité de Shannon H' , de la diversité maximale H'_{max} et de l'équitabilité E des espèces d'invertébrés capturées à l'aide de deux méthodes d'échantillonnages (Piège aérien et Pots Barber) au niveau de la parcelle d'étude.

Types de pièges	Piège aérien	Pots Barber
H' (bits)	1,44	1,25
H'_{max} (bits)	5,19	4,54
E (bits)	0,28	0,27

Les valeurs d'indice de Shannon trouvés sont de 1,44 bits pour piège aérien qui représente la valeur la plus élevée avec une diversité maximale de 5,19 bits, ensuite vient celui des pots Barber avec 1,25 bits d'indice de Shannon et d'une diversité maximale de 4,54 bits respectivement.

Les valeurs des indices d'équirépartition sont de 0,28 bits pour le piège aérien et il est de 0,27 bits pour les pots Barber. L'appréciation de ces deux indices est illustrée sur la figure .

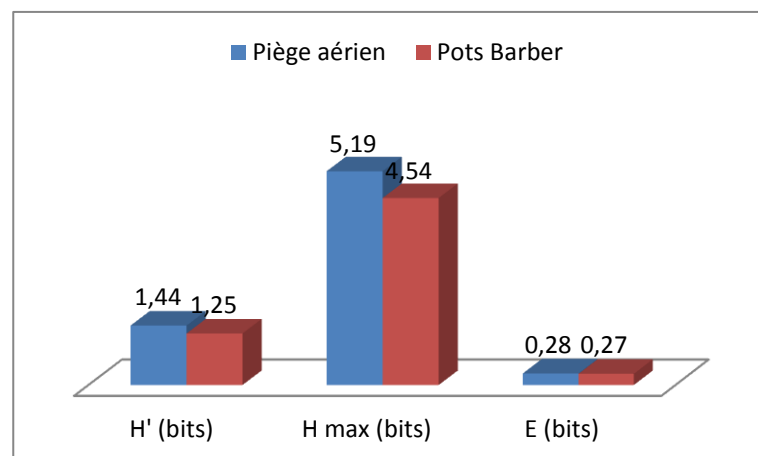


Figure 37 : Représentation graphique de la diversité de Shannon, de la diversité maximale et de l'équirépartition.

Les valeurs de diversité de Shannon sont faibles, ce qui traduit une faible diversité de milieu en espèces, indiquant un déséquilibre écologique.

De même, pour les indices d'équitabilité sont très faibles, pour le piège aérien égal à 0,28 bits et pour le piège terrestre égal à 0,27 bits, ceci explique un déséquilibre entre les espèces dans un milieu donné.

4. Discussion

Les espèces d'invertébrés inventoriées par l'emploi des deux méthodes d'échantillonnage sont le résultat des sorties effectuées au cours de 9 mois d'étude (du mois de septembre 2021 au mois de mai 2022). Durant cette période nous avons capturé 259 individus réparties en 50 espèces, appartenant à 39 familles, 12 ordres et 3 classes.

Dans une étude sur arbre fruitier notamment le poirier, Allili (2008) a recensé 124 espèces répartie en 56 familles appartenant à 11 ordre d'insectes. Par contre, Diab et Deghiche (2014) ont identifié 14 espèces appartenant à 14 familles regroupées en 8 ordres.

De même, Beddek et Nait Abderrehmane (2020) lors d'un inventaire qualitatif et quantitatif sur les insectes inféodés 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.

En utilisant la technique des pots Barber dans une palmeraie d'Oued Sidi Zarzour (Biskra), Souttou et *al.* (2006) ont capturés 70 espèces d'arthropodes, appartenant à 3 classes, incluant celle des insectes, représentés par 69 espèces, répartie en 36 familles de 8 ordres.

Le calcul de la richesse totale a permis d'enregistrer la capture de 23 espèces pour les pots Barber, et 36 espèces pour les pièges aériens.

Guermah et *al.* (2019) lors d'une étude sur l'entomofaune inféodés au pommier dans la région de Tadmait ont trouvé une faible richesse des espèces d'invertébrés avec 14 espèces pour les pots Barber. Souttou et *al.* (2006) dans une étude sur la biodiversité des arthropodes en milieu naturel dans la palmeraie de l'Oued Sidi Zarzour à Biskra, ont rapporté une richesse totale égale à 70 espèces d'arthropodes. Fritas (2012) a estimé la richesse totale à 64 espèces sur cultures céréalières dans la région de Batna.

Les résultats obtenus pour les espèces d'invertébrés par les pièges colorés montrent que l'espèce la plus représentée est *Apis mellifera* avec un pourcentage de 10 % suivi de *Oxythyrea funesta*, *Aphis citricola* et *Anara sp* avec un pourcentage de 7 % puis viennent *Anblysellus curtisii* et *Tipula paludosa* avec 5 %, *Coccinella algerica* avec 4,5 %, Le reste des insectes sont représentés avec des fréquences basses inférieures à 4 %.

Les résultats obtenus par l'emploi des pots Barber montrent que les espèces les mieux représentées pour ce type de piégeage sont *Cataglyphis viaticus* et *Drilus flavescens* avec 13 % et 10 % respectivement suivi de *Messor barbarus* et *Pimelia grandis* avec 7 %, puis vient *Macrothorax morbillosus* avec 6 %, *Camponotus vagus* et *Lycosa narbonensis* avec 5 %, Le reste des insectes sont représentés avec des fréquences basses inférieures à 5 %.

Guermah et al. (2019), obtiennent une fréquence relative de 50,35% pour les coléoptères par l'emploi des pots Barber et une fréquence relative de 36,38% pour les 36,38% en utilisant les pièges colorés, dans son inventaire sur insectes inféodés au pommier dans la région de sidi Naâmane.

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon sont, elles sont représentées par $H' = 1,25$ bits pour pots Barber et une diversité maximale égale $H_{max} = 4,54$ bits. Pour les pièges colorés la diversité H' égale à 1,44 bits avec une diversité maximale de $H_{max} = 5,19$ 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 de Ain El Hammam Tizi-Ouzzou.

Guermah et al. (2019) Ont obtenu des valeurs de diversité de Shannon assez élevées 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.

Selon Blondel (1979), une communauté est encore plus diversifiée d'autant que l'indice de diversité est plus élevé.

En utilisant la technique des pots Barber pour l'étude de la biodiversité des arthropodes au niveau de 3 steppes dans la région de Djelfa, Guerzou 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. Frah *et al.* (2015) durant son étude sur l'arthropodofaune dans une parcelle d'olivier à Sefiane (Batna) rapportent une valeur de diversité égale à $H = 4,7$ bits, $H_{max} = 6,1$ en utilisant les pots barber; $H = 4,6$ bits, $H_{max} = 6$ et en utilisant les pièges colorés.

L'équitabilité obtenue est très faible, pour le piège arien égal à 0,28 bits et pour le piège terrestre égal à 0,27 bits, ceci explique un déséquilibre entre les espèces dans un milieu donné.

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 auxiliaire 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 $E = 0,3$.

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.

Frah *et al.* (2015) durant son étude sur la faune arthropodologique dans une parcelle d'olivier à Sefiane (Batna) ont évalué l'équitabilité à 0,77 en employant les pots Barber et les pièges colorés, et 0,90 en employant le filet fauchoir, les mêmes résultats ont été rapporté par Chikhi et Doumandji (2007) à Mâmrria qui notent une équitabilité égale à $E = 0,9$. N'dépo *et al.* (2013) ont estimé équitabilité de Pielou entre 0.64 à 0.82.

Conclusion

Conclusion

A l'expression de ce travail, ayant pour objet l'étude qualitative et quantitative des invertébrés inféodés à la culture d'amandier dans la région d'Ait Yahia Moussa durant la période qui s'étale entre le mois de septembre 2021 au mois de mai 2022, par l'utilisation de deux méthodes d'échantillonnages à savoir, pots Barber, pièges aériens certaines déductions s'accroissent.

L'utilisation de ces deux méthodes d'échantillonnage des peuplements d'invertébrés nous a permis de recenser 50 espèces réparties en 39 familles et 12 ordres et 3 classes avec un effectif total de 259 individus.

La richesse totale des espèces obtenues grâce aux pots barber compte 22 espèces, par contre la valeur obtenue par les pièges aériens compte de 37 espèces, nous constatons que la richesse totale varie d'un type de piège à un autre.

Les résultats obtenus par l'indice de Shannon pour les deux types de piégeage indiquent une faible diversité de milieu en espèces, indiquant un déséquilibre écologique.

De même, pour les indices d'équitabilité sont très faibles, pour les deux pièges ceci explique un déséquilibre entre les espèces dans un milieu donné.

Pour la qualité d'échantillonnage on a constaté qu'elle est mauvaise vu que les valeurs se rapprochent à 1.

Pour cela, il est souhaitable de perfectionner cette étude qualitative et quantitative des invertébrés inféodés la culture d'amandier en augmentant la fréquence d'échantillonnage et en utilisant d'autres méthodes d'échantillonnages telles que : le filet fauchoir, les pièges à phéromones, les pièges lumineux, les appâts, le parapluie japonais, les pièges adhésifs ainsi que d'autres techniques plus précises pour de meilleurs résultats.

Il serait donc souhaitable, de lancer des recherches et enrichir les études dans d'autres régions sur une grande échelle afin de mieux savoir la faune qui existe dans le milieu étudié et arriver à saisir les relations plante-insecte, pour parvenir à des moyens de luttés plus efficaces plus adéquates et respectueuses de l'environnement et préserver la santé des consommateurs et l'équilibre de l'environnement.

Références

Abdeslam B., (2001). Identification et moyens de lutte contre les Ravageurs et maladies de l'amandier dans la région de Tafraout. Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), DERD, B.P: 6598, Rabat, <http://agriculture.ovh.org> Bulletin réalisé à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P:6446, Rabat, DL: 61/99, ISSN: 1114-0852. N°87.

Agunbiade S.O., et Olanlokun J.O., (2006). Evaluation of some nutritional characteristics of Indian almond (*Prunus amygdalus*) Nut (Nigeria). Pakistan journal of Nutrition 5(4): 316-318.

Bagnouls S.F., et Gaussen H., (1953). Saison sèche et indice xérothermique. Bull.

Bamouh A., (2013). Fiches techniques L'amandier, l'olivier, le figuier, le grenadier. Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), DERD, B.P: 6598, Rabat, <http://agriculture.ovh.org>. MADER/DERD. Bulletin réalisé à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P:6446, Rabat, DL: 61/99, ISSN: 1114-0852 marché n°2/97-98/DERD/SA, entre l'IAV Hassan II et la DERD.

Barbault R., 1981. Ecologie des populations et des peuplements. Ed., Masson et C, Paris, 200p.

Belabed G., (2017). Amandier, Algérie-arboriculture, vitamine DZ.

Belaid D., (2016). ALGERIE: la culture de l'amandier. doi : <https://doi.org/10.3406/jatba.1952.6530>

Benazoun A., (2001). Bulletin Mensuel d'Information et de Liaison du PNTTA. N° 87. Collectif. 1997. L'Amandier. Monographie du centre technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes. Ed. CTIFL. 167 p.

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

Blondel J., (1979). Biogéographie et écologie-, Edit., Masson, France, n°4701, 173 p.

Bretauudeau J., Fauré Y., et Ripado M. F. B., (1991). Cultura de árvores de fruto.

Browicz K., et Zohary D., (1996). The genus *Amygdalus* L. (Rosaceae): species relationships, distribution and evolution under domestication. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 43(3), 229-247.

Chastaing S., (2018). L'amandier en bio, Pourquoi pas dans le Sud-Ouest ?

Dajoz R., (1970). Précis d'écologie. Ed. Dunod. Paris, 357 p.

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

Dajoz R., (1982). Précis d'écologie .Ed. Bordas .paris .503p.

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

Dajoz R., (2000). Insectes et forêts : rôle et diversité des insectes en milieu forestier. Interception limitée.

Dajoz R., (2006). Précis écologique. Ed. Dunod. Paris, 631p.

David A.W., 1967. Feddes Repertorium, 74(1-2): 24.

Egea J., Ortega E., Martí'nez-Go'mez P., Dicenta F., (2003). Chilling and heat requirements of almond cultivars for flowering. *Environ. Exp. Bot.* 50, 79-85, [http://dx.doi.org/10.1016/S0098-8427\(03\)00002-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0098-8427(03)00002-9).

Evreinoff V.A., 1952. Quelques observations biologiques sur l'Amandier. In: *Revue internationale de botanique appliquée et d'agriculture tropicale*, 32^e année, bulletin n°359-360, Septembre-octobre. pp. 442-459.

Ezzahiri B., Bouhache M., Mihi, et Erraki I., (2004). Index phytosanitaire du Maroc. Edition 2004. Ed. AMPP, 257 pages.

FAOSTAT, « Crops, Almonds, withshell »

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

Garnett J., (2013). Prunus dulcis (prunus amygdalus) Amandier. CAUE 77 - Arboretum de la Petite Loiterie Petits Arbres – Page 289-290.

Gouta H., Ksia E., Zoghlami N., Zarrouk M., Mliki A., (2008). Genetic diversity and phylogenetic relationships among Tunisian almond cultivars revealed by RAPD markers. J .Hortic. Sci. Biotechnol.83, 707-712.

Gradziel T. M., (2011). 2 Origin and Dissemination of Almond. Horticultural reviews, 38, 23.

Gradziel T. M., et Martínez-Gómez P., (2013). Amande reproduction. Plante Elever. Tour. 37, 207–259. <https://doi.org/10.1002/9781118497869.ch4>.

Gradziel T.M., Martínez-Gómez P., Dicenta F., et al., (2001). L'utilisation d'espèces apparentées de Prunus pour l'amélioration des variétés d'amandiers. J Am Pomol Soc 55: 100–108.

Grasselly C., et Duval H., (1997). L'amandier (p. 166-p). Ctifl.

Hammiche V., Merad R., Azzouz M., (2013). Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour méditerranéen, Springer, Paris, p 409.

Jacamon M., (1985). Les arbres à fruits sec : Amandier, châtaignier, noisetier, noyer. « La maison rustique ». P. 40.

Jain S. M., et Priyadarshan P. M., (2009). Breeding plantation tree crops: tropical species (Vol. 84). New York: Springer.

Jean B., et Yves F., (1991). ATLAS D'ARBORICULTURE FRUITIERE. Pêcher, prunier, cerisier, abricotier, amandier, troisième édition. TEC&DOC-LAVOISIER, 11, rue Lavoisier – F 75384 Paris Cedex 08.

Jean-Philippe R., (2016). 1 ère journée technico économique de l'amande en PACA. Maladies et ravageurs: les principaux bio agresseurs de l'amandier.

Khendoudi Z., Sahraoui F., Snoussi S., 2021. amélioration de l'induction à la rhizogénèse du pecher gf677 par l'association aib /charbon actif. Revue agrobiologia (2021) 11(1) : 2423-2429.

Kodad O., Estopañán G., Juan T., Alonso J.M., Espiau M.T., et i Company R.S., (2014). Teneur en huile, composition en acides gras et concentration en tocophérols dans la collection espagnole de la banque de gènes d'amandiers. Scientia Horticulturae, 177, 99-107.

Ladizinsky G., (1999). On the origin of almond. Genetic Resources and Crop Evolution, 46(2), 143-147.

Lafaurie L., (2019). Les bienfaits des amandes pour la santé. Le journal des femmes, santé. CCM Benchmark.

Laghezali M., (1985). L'amandier au Maroc .In . GREMPA, colloque 1985 . Paris : CIHEAM, 1985. - n. 1985-I, p. 91-96 : ill., réf., tabl. (Options Méditerranéennes : Série Etudes ; n. 1985-I). Sur les Aspects de l'Amélioration, d.l.C.e.d.l.P.d.l.A., 1985/06/10-14, Thessalonique (Grece).

Lamotte M., et Bourliere F., (1969). Problèmes d'écologie. L'échantillonnage des peuplements animaux de milieux terrestres. Ed. Masson et Cie, Paris, 303p.

Land Cover., Usda-Ers., Land Use., and Pollinator Health., (2017). A Review and Trend Analysis. Juillet.

Lhoir E., 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.

Lounaci A., (2005). Recherches sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macros invertébrées des cours d'eau de Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie). Thèse de Doctorat d'état. Université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou, 209p.

Loussert R., Moussaoui H., Walali D., (1989). L'Amandier et sa culture au Maroc. Document scientifique et technique. Editions. Actes I.A.V. Hassan II. 147 p.

Marouf A., et Reynaud J., (2007). La botanique de A à Z: 1 662 définitions. Dunod.

Martínez-García P. J., Ortega E.T., Cremades F., Dicenta., (2014). Héritabilité et variation phénotypique des graines doubles chez l'amandier (*Prunus dulcis*). Département d'amélioration des plantes, CEBAS-CSIC, Campus Universitario de Espinardo, PO Box Murcia 164, 30100, Espagne Springer Science+Business Media Dordrecht. DOI 10.1007/s10681-014-1086-4.

Martínez-Gómez P., Arulsekhar S., Potter D., et Gradziel T. M., (2003). An extended interspecific gene pool available to peach and almond breeding as characterized using simple sequence repeat (SSR) markers. *Euphytica*, 131(3), 313-322.

Mérat F.J., et Delens A.J., (2009). *Amygdalus*, Dictionnaire universel de matière médicale et de thérapeutique générale contenant l'indication, la description et l'emploi de tous les médicaments connus dans les diverses parties de Globe. Bruxelles, société Belge de librairie, page 121-122.

Moayedi A., Rezaei K., Moini S., Keshavarz B., (2011). Chemical Compositions of Oils from Several Wild Almond Species. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 88 (4): 503- 508.

Moulin N., Jolivet S., Meriguet B., et 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. 66 p.

Moussa EM., Panchal JP., Moorthy BS., Blum JS., Joubert MK., Narhi LO., et Topp EM., (2016). Immunogénicité des agrégats de protéines thérapeutiques. *Journal des sciences pharmaceutiques*, 105 (2), 417-430.

Musa-Velasco K., Paulionis L., Poon T., Lee H.Y., (2016). L'effet de la consommation d'amandes sur les taux de lipides sanguins à jeun : une revue systématique et une méta-analyse d'essais contrôlés randomisés. *J Nutr Sci* 5:e34.

O.N.M., (2020). Boukhalfa, Tizi-Ouzou.

Ouahib S., 2018. Amandes Les raisons d'une flambée. El Watan. Com.

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.

Oukabli M., Boudhas A., Setti K., Touri S., Mouanis M., Haddane A., et Albouzi A., (2012). Les tumeurs des glandes salivaires: étude anatomopathologique à propos de 105 cas. *Journal Africain du Cancer/African Journal of Cancer*, 4(1), 30-36.

Pinatel A., et Rossignol C., (2018). Référentiel technique pour la culture de l'amandier en Provence-Alpes-Côte d'Azur 2016-2017. Ed. Agriculture et territoires, chambre d'agriculture, Provence-Alpes-Côte d'azur. Arboriculture. ProFilBio N°4.

Poonam V, Raunak G., Kumar CS., Reddy L., Jain R., Sharma SK., Prasad AK., Parmar VS., (2011). Constituants chimiques du genre *Prunus* et leurs propriétés médicales. *Curr Med Chem* 18:3758–3824.

Ramade F., (2003). Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. 3^{ème} Ed. Dunod, Paris, 690 p.

Reille M., et Maurice J., (2015). Dictionnaire visuel des arbres et arbustes communs. Paris: Ulmer.

Riquet J., (2021). Chambre régionale d'agriculture d'Occitanie. L'amandier en agriculture conventionnelle et verger adapté à la récolte mécanique du type vibreur à corolle. Eléments technico-économiques pour l'Occitanie. 8P.

Roth M., (1972). Les pièges à eau colorés, utilisés comme pots de Barber. *Zool. agri. Pathol. Vég.* : 79 – 83.

Roussin J.L., (2014). L'amandier culture et travail en bonsaï. Mémoire N° 3 dans le cadre de l'École Française du Bonsaï de la F.F.B. Pp. 1-26.

Sana S., Akhter N., Amjum F., Khan S. G., et Akram M., (2021). Genetic Diversity in Almond (*Prunus dulcis*). In *Prunus-Recent Advances*. IntechOpen. DOI : 10.5772/intechopen.99249.

Seltzer P., (1946). Le climat de l'Algérie, Carbonel, Alger, P219.

Si Bennasseur A., (2015). Référentiel pour la Conduite Technique de l'amandier (*Prunus amygdalus batsh*).DOI: 10.13140/RG.2.1.1428.9049.
<https://www.researchgate.net/publication/281376412>.

Silberfeld T., & Reeb C. Trouillas P., Calliste C. A., Allais D. P., Simon A., (2013). Guide des plantes mellifères: 200 plantes de France et d'Europe. Ed. DelachauxetNiestlé.

Socias i Company R., Alonso J.M., Kodad O., Gradziel T.M., 2012. Almond in Badenes ML, Byrne D, ed. Fruit breeding. Heidelberg, Germany: Springer verlag; p 97–728.

Socias i Company R., et Felipe A.J., (1992). Self-compatibility and autogamy in 'Guara' almond. Journal of horticultural science, 67(3), 313-317.

Spichiger R., Calenge C., et Bise B., (2004). Geographical zonation in the Neotropics of tree species characteristic of the Paraguay-Paraná Basin. Journal of Biogeography, 31(9), 1489-1501.

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

Tabuenca M. C., (1972). Necesidades De Fro Invernal En Almendro.

Tonolli N., et Gallouin F., 2013. Des fruits et des graines comestibles du monde entier. Ed. Lavoisier.727p.

Tozanli S., (2018). Étude du marché algérien intérieur et import/export de la pistache, de la câpre, de l'amande amère et du safran.

Trachi M., (2015). Caractérisation physicochimique des amandes amères (*Prunus amygdalus*) possibilité de valorisation, thèse de doctorat, université M'Hamed Bougada-Boumerdes. Pp.1-149.

Walali L.D., et Rakii M., (1999). La culture de l'amandier au Maroc. In : Albisu L.M. (ed.). Economics of nuts in the Mediterranean basin. Zaragoza : CIHEAM. p. 71 -75 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 37)

Walali L.D., Skiredj A., Elattir H., (2003). L'amandier, l'olivier, le figuier, le grenadier. Transfert de Technologie en Agriculture. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA.

Wu S. B., Wirthensohn M. G., Hunt P., Gibson J. P., et Sedgley M., (2008). High resolution melting analysis of almond SNPs derived from ESTs. Theoretical and Applied Genetics, 118(1), 1-14.

Yada S., Karen L., Guanguerei H., (2011). A review of compositions studies of cultivated almonds: macro nutrients and micronutrients. Food compositions analysis.

Zeinalabedini M., Khayam-Nekoui M., Grigorian V., et al., (2010). L'origine et la dissémination de l'amandier cultivé telles que déterminées par l'analyse des marqueurs SSR nucléaires et chloroplastiques. Sci Hortic 125: 593–601.

Zemirli R., et Hammache S., (2017). L'agriculture en Algérie : une performance sectorielle hors hydrocarbures. Vol (01) N: (02) Journal of Excellence for Economics and Management Research. 324-335p.

Autres References :

<http://faostat.fao.org>

Anonyme., 2016. <https://agrichem.dz/culture/33/amandier/>.

Anonyme., 2019. <https://www.lavise.fr/fiches/19703.html>.

Anonyme., 2020.

<http://www.djamel-belaid.fr/app/download/29152925/BrochureAmandier.pdf>.

Anonyme., 2015.

(file:///C:/Users/PACKARD-BELL/Downloads/Guide-CultureAmande-2015.pdf)7

Anonyme., 2010. 1. « Agroalimentaire: Plus de 20.000 projets d'investissements réalisés depuis 2010 », tiré du site web : www.aps.dz/.../40658-agroalimentaire-plus-de-20-000-projets-d-investissements-reali...

Anonyme., 2019. <https://www.lavise.fr/fiches/19703.html>. Lavise.fr - 2012-2019: fiches pratiques en France.

