

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة باجي مختار – مختار

عنابة ANNABA



FACULTÉ DES SCIENCES

DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE

LABORATOIRE DE BIOSURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

Thèse En vue de l'obtention d'un Diplôme de Doctorat

Domaine : SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE

Filière : ECOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Spécialité : Écologie Végétale et Biodiversité

Intitulé

Inventaire et valorisation de la flore butinée par les abeilles dans le Nord-Est algérien

Présenté par : Mr. BELLILI Abdelmalek

Membre du jury :

Présidente	TREA Saliha	Maître de conférences A	UBM Annaba
Encadrant	HAMEL Tarek	Professeur	UBM Annaba
Co-encadrant	BABALI Brahim	Maître de conférences A	UAB Tlemcen
Examinatrice	BOUTABIA Lamia	Professeur	UCB El Tarf
Examineur	SLIMANI Abderachid	Maître de conférences A	UBM Annaba
Membre invité	BELABED Adnène Ibrahim	Professeur	UBM Annaba

Année universitaire : 2023/2024

Dédicace

Tant que les souvenirs demeurent gravés dans nos cœurs, la nostalgie persiste dans nos esprits.

À mes chers parents, dont le dévouement et les sacrifices ont pavé le chemin de ma réussite, je vous adresse ici le fruit de vos efforts. Que Dieu vous accorde une longue vie emplie de bonheur et de satisfaction.

À mes sœurs et mon grand frère, ainsi qu'à mon encadrant, mon ami et frère, HAMEL Tarek. Votre présence dans ma vie a enrichi mon parcours de savoir et de sagesse.

À mon ami Mirou, dont l'esprit d'entraide, de soutien et de partage est infini.

À ma grande sœur MEDDAD-HAMZA Amel, une enseignante remarquable et une source d'inspiration inestimable.

A mon frère BELABED Adnène Ibrahim pour sa précieuse contribution et son soutien tout au long de ce parcours.

À mes amis et amies, je vous souhaite un avenir radieux, rempli de joie, de bonheur et de succès.

MALEK.

Remerciements

Je rends grâce à Allah le Tout Puissant de m'avoir donné la santé, le courage et la force de mener ce travail.

Je souhaite exprimer ma sincère reconnaissance à mon directeur de thèse, Pr. HAMEL Tarek, pour son accompagnement précieux durant ces quatre années de recherche. Sa guidance experte, ses conseils avisés et son soutien constant ont été d'une importance capitale tout au long de ce travail. Je lui suis profondément reconnaissant pour m'avoir permis de vivre cette expérience enrichissante et pour avoir été un guide attentif à chaque étape du processus. Merci infiniment, professeur, pour votre contribution essentielle à mon développement académique et personnel.

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude à plusieurs personnes qui ont contribué de manière significative à l'aboutissement de ce travail de thèse. Tout d'abord, je tiens à remercier chaleureusement mon co-encadrant, Dr. BABALI Brahim, pour sa collaboration précieuse et son soutien tout au long de ce parcours académique.

Je souhaite également exprimer ma reconnaissance envers les rapporteurs et les membres du jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail. Leur expertise et leurs retours ont été d'une valeur inestimable pour moi.

Un merci particulièrement affectueux revient à Dr. MEDDAD-HAMZA Amel. Son aide, son encouragement et son soutien ont été d'une importance cruciale pour moi. Je suis reconnaissant non seulement pour son expérience scientifique qui a enrichi mes travaux de recherche, mais également pour ses conseils précieux en matière de pédagogie.

Je tiens également à adresser mes remerciements à Dr. TREA Saliha, enseignante-chercheuse à l'université d'Annaba, pour avoir accepté de présider la table du jury.

De même, je suis reconnaissant envers Dr. SLIMANI Abdelrachid, Pr. BOUTABIA Lamia et Pr. BELABED Adnène Ibrahim, pour avoir accepté d'évaluer et d'examiner ma thèse.

Leur engagement et leur expertise ont grandement contribué à l'aboutissement de ce travail, et je leur suis profondément reconnaissant

Je tiens à exprimer ma gratitude à mon ami Dr. BOULEMTAFES Amir pour sa précieuse contribution lors des campagnes de terrain effectuées avec enthousiasme et bonne humeur.

Peu importe les conditions météorologiques, que le soleil brille, qu'il pleuve ou qu'il vente, sa présence et son énergie ont rendu chaque moment mémorable. Même dans le froid, ces campagnes resteront parmi mes plus beaux souvenirs de thèse.

ملخص

نوع النباتات في الجزائر أمر ضروري لتحديد المناطق المواتية لتنوع حشرات التلقيح التي تزور النباتات. تقدم هذه الدراسة بيانات حول تنوع النباتات التي تزورها ستة أنواع من الحشرات العشائرية في النوميديا (شمال شرق الجزائر). تمت مراقبة خمسة عشر موقعا بانتظام خلال أربع حملات (2019-2023). سُجّلت 192 نوعاً تُلقحها *Apis mellifera* L. Linnaeus, 1758 36 نوعاً *Osmia cornuta* (Latreille, 1805) 17 نوعاً *Campsomeriella thoracica* (Fabricius, 1787) 31 نوعاً *Andrena florea* Fabricius ، 59 نوعاً *Andrena flavipes* Panzer, ، و71 نوعاً تُلقحها من طرف *Bombus terrestris africanus* (Kruger 1956) . يتميز هذا النبات بسيطرة ثلاث عائلات (الباقوليات، النجميات واللمسيات). المواقع الأكثر غنى بالنباتات وتنوع الحشرات الملقحة هي التي تتأثر أقل بعوامل تدهور النظم البيئية في المقام الأول والنشاط البشري في المقام الثاني. تظهر نتائج الدراسة الاجتماعية والديموغرافية في شمال شرق الجزائر أنّ تربية النحل مميزة بمكون بشري متنوع، حيث تتشارك تقريباً جميع الفئات الاجتماعية والمهنية. تتوافق معظم عينات العسل المحلّل مع معايير اللجنة الدولية للأغذية. أظهر تحليل اللقاح أن 80% من العسل المحلّل هو متعدد الأزهار. تكشف التحاليل المتعلقة بمعايير الجودة على العسل أنّ نسبة الحموضة تتراوح بين 1.4 مكيول/كغ إلى 4.1 مكيول/كغ. تتراوح قيمة الرقم الهيدروجيني بين 3.64 و4.43، وتتراوح التوصيلية الكهربائية من 255 ميكروسيمنز/سم إلى 708 ميكروسيمنز/سم. في هذا العمل، قدمنا قائمة تدقيق أولية للنباتات البستانية الموجودة في المساحات الخضراء العامة والخاصة في ولاية عنابة. تتألف هذه القائمة من 164 نوعاً بستانياً. يتم عرض النتائج من حيث التكوين النباتي، وأشكال الحياة، وأنواع الغازية، والأهمية الاجتماعية والبيئية للنباتات المراقبة. تشكل جزءاً هاماً من هذا النبات (121 نوعاً بستانياً عسلياً) غذاءً جيداً للنحل

الكلمات الرئيسية : نوميديا (شمال شرق الجزائر)، النحل الملقح ، التلقيح، النباتات الملقحة، تحليل العسلي، الخصائص الفيزيائية والكيميائية للعسل

Abstract

The diversity of Algerian flora is essential for identifying areas favourable to the diversity of plant-pollinating entomofauna. This study reports data on the diversity of flora visited by six hymenopteran species in Numidia (Northeast Algeria). Fifteen stations were subject to periodic observations over four campaigns (2019-2023). We recorded 192 species visited by *Apis mellifera* L. Linnaeus, 1758, 36 species for *Osmia cornuta* (Latreille, 1805), 17 species for *Campsomeriella thoracica* (Fabricius, 1787), 31 species for *Andrena florea* Fabricius, 59 species for *Andrena flavipes* Panzer, 1799, and 71 species pollinated by *Bombus terrestris africanus* (Kruger 1956). This flora is characterized by the dominance of 3 families (Fabaceae, Asteraceae and Lamiaceae). The stations richest in plants and pollinator diversity are the least affected by ecosystem degradation factors primarily and anthropogenic activity secondarily.

The results of the sociodemographic survey in Northeast Algeria show that beekeeping is marked by a diverse human component, where virtually all socio-professional categories coexist. The majority of analyzed honey meets the Codex Alimentarius standards. Pollen analysis showed that 80% of the analyzed honey is polyfloral. Quality parameter analyses on honey reveal acidity levels ranging from 1.4 Meq/Kg to 4.1 Meq/Kg. The pH varies from 3.64 to 4.43, and electrical conductivity ranges from 255 $\mu\text{s}/\text{cm}$ to 708 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

In this work, we proposed a first checklist of horticultural plants found in public and private green spaces in the Annaba region. This list comprises 164 horticultural species. The results are presented in terms of floristic composition, life forms, types of indigeneity, and socio-ecological importance of the observed plants. A significant portion of this flora (121 horticultural melliferous species) constitutes good food for domestic bees.

Keywords: Numidia (Northeast Algeria), hymenopterans, pollination, visited flora, pollen analysis, physicochemical properties of honey.

Résumé

La diversité de la flore algérienne est indispensable à l'identification des zones favorables à la diversité de l'entomofaune pollinisatrice des plantes. Cette étude rapporte des données sur la diversité de la flore butinée par six espèces hyménoptères dans la Numidie (Nord-Est algérien). Quinze stations ont fait l'objet d'observations périodiques durant quatre campagnes (2019-2023). Nous avons recensé 192 espèces butinées par *Apis mellifera* L. Linnaeus, 1758, 36 espèces pour l'*Osmia cornuta* (Latreille, 1805), 17 espèces pour *Campsomeriella thoracica* (Fabricius, 1787), 31 espèces pour l'*Andrena florea* Fabricius, 59 espèces pour l'*Andrena flavipes* Panzer, 1799 et 71 espèces pollinisées par le *Bombus terrestris africanus* (Kruger 1956). Cette flore est caractérisée par la dominance de 3 familles (Fabaceae, Asteraceae et Lamiaceae). Les stations les plus riches en plantes et en diversité des pollinisateurs sont les moins altérées par les facteurs de dégradation des écosystèmes en premier lieu et en activité anthropique en deuxième lieu.

Les résultats de l'enquête sociodémographique dans le Nord-Est algérien montrent que l'apiculture reste marquée par une composante humaine hétéroclite où se côtoient pratiquement toutes les catégories socioprofessionnelles.

La majorité des miels analysés répond aux normes du Codex Alimentarius. L'analyse pollinique a montré que 80 % des miels analysés sont polyfloraux. Les analyses relatives aux paramètres de qualité sur les miels révèlent que le taux de l'acidité est de 1,4 Meq/Kg à 4,1

Meq/Kg. Le pH est varié de 3,64 et 4,43; la conductivité électrique est de 255 $\mu\text{s}/\text{cm}$ à 708 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Dans ce travail, nous avons proposé une première liste de contrôle des plantes horticoles présentes dans les espaces verts publics et privés de la région de Annaba. Cette liste comporte 164 espèces horticoles. Les résultats obtenus sont donnés en composition floristique, formes de vie, type d'indigénat et intérêt socio-écologiques des plantes observées. Une part importante de cette flore (121 espèces mellifères horticoles) constitue un bon aliment pour les abeilles domestiques.

Mots clés : Numidie (Nord-Est algérien), hyménoptères, pollinisation, flore butinée, analyse pollinique, physico-chimique du miel.

Table des matières

	Liste des tableaux	
	Liste des figures	
	Introduction générale	
	Chapitre I: Matériels et Méthodes	01
1	Région d'étude.....	02
2	Méthodes.....	03
2.1	Inventaire des plantes butinées par les six pollinisateurs ciblés.....	04
2.2	Inventaire de la flore horticole.....	04
2.3	Activité de butinage	04
2.4	Collecte des données environnementales.....	05
2.5	Types biogéographiques et biologiques	06
2.6	Enquête sur l'état de production du miel	06
3	Matériel animal.....	07
3.1	Identification des pollinisateurs	07
3.1.1	<i>Osmia cornuta</i> (Latreille, 1805).....	08
3.1.2	<i>Campsomeriella thoracica</i> (Fabricius, 1787).....	08
3.1.3	<i>Andrena florea</i> Fabricius, 1793.....	09
3.1.4	<i>Andrena flavipes</i> Panzer, 1799.....	09
3.1.5	<i>Bombus terrestris africanus</i> (Kruger 1956).....	10
3.1.6	<i>Apis mellifera</i> L. Linnaeus, 1758.....	10
4	Analyse pollinique.....	11
4.1	Identification des grains de pollen	12
4.2	Densité relative de pollen	12
5	Analyse physico-chimique du miel	12
5.1	Mesure du pH	12
5.2	Conductivité	12
5.3	Acidité.....	13
6	Techniques numériques d'analyse des données.....	13
6.1	Indice écologique	13
6.2	Régression linéaire	13
6.3	Analyse canonique des correspondances (ACC).....	13
	Chapitre II : Diversité des butineuses et flore butinée	14
7	Introduction	15
8	Résultats.....	17
8.1	Les résultats sur <i>Osmia cornuta</i>	17
8.1.1	Diversité floristique des plantes butinées par <i>Osmia cornuta</i>	17
8.1.2	Type biologique de la flore butinée par <i>Osmia cornuta</i>	17
8.1.3	Couleur des fleurs butinées par <i>Osmia cornuta</i>	18
8.1.4	Degré de butinage	18
8.1.5	Le rythme journalier de l'activité d' <i>Osmia cornuta</i>	19
8.1.6	Effectifs des butineuses	20
8.1.7	Analyse canonique des correspondances flore, stations et environnement	23
8.2	Les résultats sur <i>Campsomeriella thoracica</i> (Fabricinus, 1787).....	25
8.2.1	Diversité floristique des plantes butinées par <i>Campsomeriella thoracica</i>	25
8.2.2	Type biologique de la flore butinée par <i>Campsomeriella thoracica</i>	25
8.2.3	Couleur des fleurs butinées par <i>Campsomeriella thoracica</i>	28

8.1.4	Fréquence de butinage	28
8.1.5	Rythme journalier de visites	29
8.2.6	Effectif des butineuses	29
8.2.7	Paramètres environnementaux explicatifs de la répartition de la flore butinée	30
8.3	Les résultats de <i>Andrena florea</i>	33
8.3.1	Diversité floristique des plantes butinées par <i>Andrena florea</i>	33
8.3.2	Type biologique de la flore butinée par <i>Andrena florea</i>	33
8.3.3	Couleur des fleurs butinées par <i>Andrena florea</i>	36
8.3.4	Fréquence de butinage	36
8.3.5	Rythme journalier de l'activité de visites <i>Andrena florea</i>	37
8.3.6	Effectifs des butineuses	37
8.3.7	Analyse canonique des correspondances flore butinée, station et variables de l'environnement	38
8.4	Les résultats sur <i>Andrena flavipes</i> Panzer, 1799.....	39
8.4.1	Diversité floristique des plantes butinées	39
8.4.2	Type biologique de la flore butinée par <i>Andrena flavipes</i>	40
8.4.3	Couleur des fleurs butinées par <i>Andrena flavipes</i>	44
8.4.4	Fréquence de butinage des plantes par <i>Andrena flavipes</i>	44
8.4.5	Rythme des visites d' <i>Andrena flavipes</i> en fonction des tranches horaires journalières	45
8.4.6	Effectif des butineuses	45
8.4.7	Relation espèces butinées-stations-variables environnementales Relation espèces butinées-stations-variables environnementales	46
8.5	Les résultats sur <i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758).....	48
8.5.1	Diversité floristique des plantes pollinisées par <i>Bombus terrestris</i>	48
8.5.2	Type biologique de la flore pollinisée par <i>Bombus terrestris</i>	48
8.5.3	Couleur des fleurs butinées par <i>Bombus terrestris</i>	49
8.5.4	Fréquence de butinage par <i>Bombus terrestris</i>	49
8.5.5	Rythme journalier de visites des plantes par <i>Bombus terrestris</i>	50
8.5.6	Effectifs des butineuses	51
8.5.7	Relation espèces butinées-stations-variables environnementales	56
9	Discussion	58
10	Menaces sur les pollinisateurs	59
11	Conclusion	59
	Chapitre III : Etat de lieu sur la production de miel dans le Nord-Est algérien	61
12	Introduction.....	62
13	Résultats et discussion.....	62
13.1	Caractéristiques sociodémographiques des apiculteurs.....	62
13.2	Types de ruches utilisées par les apiculteurs et les produits de nourriture des abeilles	63
13.3	Taux de colonisation des ruches	64
13.4	Renouvellement des reines	65
		65
13.5	Origine des aliments prélevés par les abeilles et les sources d'eau.....	66
13.6	Techniques de récolte du miel	66
13.7	Les produits et les sous-produits de la ruche	67
13.8	Production du miel	67
13.9	Relation entre le rendement de miels et les variables étudiées.....	67
13.10	Commercialisation du miel	71

13.11	Emballage de miel.....	72
13.12	Traitement des ruches contre le varroa	72
13.13	Vision de l'avenir de l'apiculture dans la région d'étude	73
14	Conclusion.....	73
	Chapitre IV : Flore mellifère et caractérisation pollinique de miels	74
15	Introduction.....	76
16	Résultats	76
16.1	Diversité floristique mellifère.....	76
16.2	Répartition des plantes mellifères butinées en fonction des périodes de la floraison et la couleur de la fleur.....	87 88
16.3	Diversité biologique	90
16.4	Diversité biogéographique.....	91
16.5	Relation flore, station et variables environnementales.....	91
16.6	Indice de diversité, Shannon-Weaver et équitabilité de Pielou.....	94
16.7	Etude méliissopalynologique	94
16.7.1	Station Ain Sepsi.....	94
16.7.2	Station Megsmia.....	95
16.7.3	Station Bouhadjar	96
16.7.4	Station Nador.....	97
16.7.5	Station Azzaba.....	98
16.7.6	Station Guerbès.....	99
16.7.7	Station Cap Takouch.....	100
16.7.8	Station Stora.....	101
16.7.9	Station Lac Bleu.....	102
16.7.10	Station Ain sanour.....	103
16.7.11	Station Héliopolis.....	104
16.7.12	Station Hamam Debagh.....	105
16.7.13	Station Sidi Amar.....	106
16.7.14	Station Ain Zena.....	107
16.7.15	Station Hanancha.....	108
16.8	L'analyse pollinique des miels et de l'observation directe du terrain des plantes mellifères.....	109
16.9	Analyse physico-chimique du miel.....	113
16.9.1	pH.....	113
16.9.2	Conductivité électrique.....	114
16.9.3	Acidité.....	115
17	Discussion.....	116
18	Conclusion.....	119
	Chapitre V : Flore horticole mellifère	120
19	Introduction.....	122
20	Zone d'étude.....	123
21	Résultat.....	125
21.1	Diversité floristique	125
21.2	Forme biologique et écologique de la flore recensée.....	126
21.3	Statut d'indigénat.....	127
21.4	Intérêt de plantation.....	127
21.5	Flore horticole alimentaire.....	128
21.6	Flore horticole mellifère.....	128
21.7	Profil des taxons envahissants.....	139

22	Discussion.....	139
23	Conclusion.....	141
	Conclusion générale.....	142
	Références bibliographiques.....	144
	Productions scientifiques.....	158

Liste des tableaux

N	Titre	Page
1	Cordonnées des stations échantillonnées	2
2	Gamme altitudinale retenue	5
3	Code des expositions retenues	5
4	Liste des plantes butinées par <i>Osmia cornuta</i> dans les six stations étudiées	21
5	Liste des espèces butinées par <i>Campsomeriella thoracica</i> dans les cinq stations échantillonnées	27
6	Liste des espèces butinées par <i>Andrena florea</i> dans les six stations échantillonnées	34
7	Liste des espèces pollinisées par <i>Anderna flavipes</i> dans les sept stations échantillonnées	41
8	Liste des espèces pollinisées par <i>Bombus terrestris</i>	52
9	Caractéristiques démographiques sociales des apiculteurs de la région d'étude	63
10	Type des ruches et la nourriture des abeilles	64
11	Taux de colonisation des ruches par rapport aux taux de fuite	65
12	Fourrage des abeilles et sources d'eau	66
13	Techniques de récolte du miel	66
14	Corrélation entre le rendement de miels et les différents paramètres d'enquêtes	69
15	Commercialisation du miel	72
16	Les contraintes de l'apiculture dans la région d'étude	73
17	Liste des plantes mellifères recensées dans les quinze stations échantillonnées	78
18	Les types biologiques de la flore mellifère étudiée	89
19	Origine biogéographique des espèces recensées en pourcentage	91
20	Diversité floristique, indice de diversité de Shannon (H') et d'équitabilité de Piélou (J') de la flore apicole dans les cinq wilayas	94
21	L'analyse pollinique d'échantillon de la station Ain Sepsi	95
22	L'analyse pollinique d'échantillon de la station Megsmia	96
23	L'analyse pollinique d'échantillon de la station Bouhadjar	97
24	L'analyse pollinique d'échantillon de la station Nador	98
25	L'analyse pollinique d'échantillon de la station Azzaba	99
26	L'analyse pollinique d'échantillon de la station Guerbès	100
27	L'analyse pollinique d'échantillon de la station Cap Takouch	101
28	L'analyse pollinique d'échantillon de la station Stora	102
29	L'analyse pollinique d'échantillon de la station Lac Bleu	103
30	L'analyse pollinique de l'échantillon E4 de la station Ain sanour	104
31	L'analyse pollinique de l'échantillon E5 de la station Héliopolis	105
32	L'analyse pollinique d'échantillon E7 de la station Hamam Debagh	106
33	L'analyse pollinique d'échantillon E6 de la station de Sidi Amar	107
34	L'analyse pollinique de la station de Ain Zena	108
35	L'analyse pollinique de la station Hanancha	109

36	La densité relative (Dr) des espèces identifiées dans les 15 échantillons de miels	111
37	Valeurs du pH des échantillons de miels étudiés	113
38	La conductivité électrique de chaque échantillon de miels	114
39	Valeurs de l'acidité de chaque échantillon de miels	115
40	Les coordonnées des sites échantillonnés	124
41	Liste des plantes réellement envahissantes, naturalisées ou occasionnelles dans la zone d'étude	130
42	Liste des taxons envahissants de la région d'étude	139

Liste des figures

N	Titre	Page
1	Les 11 « mini hot spots » de bassin méditerranéen basé sur l'endémisme végétal et la richesse, (Médail et Quézel 1997, modifié par Véla et Benhouhou 2007).	
2	Les 52 refuges putatifs au sein de la région méditerranéenne (Médail et Diadema 2009).	
3	Localisation des 15 stations échantillonnées	3
4	Localisation de la région d'étude	7
5	Observation sous binoculaire d' <i>Osmia cornuta</i>	8
6	Observation sous binoculaire de <i>Campsomeriella thorica</i>	9
7	Observation sous binoculaire d' <i>Andrena florea</i>	9
8	Observation sous binoculaire d' <i>Andrena flavipes</i>	10
9	Observation sous binoculaire de <i>Bombus terrestris</i>	10
10	Photo d' <i>Apis mellifera</i> L.	11
11	Répartition des familles des espèces butinées par <i>Osmia cornuta</i>	17
12	Types biologiques de la flore recensée butinée par <i>Osmia cornuta</i>	18
13	Couleur des fleurs butinées par <i>Osmia cornuta</i>	18
14	La fréquence de butinage chez <i>Osmia cornuta</i>	19
15	La tranche horaire de butinage d' <i>Osmia cornuta</i>	19
16	Les espèces les plus visitées par <i>Osmia cornuta</i>	20
17	Carte de l'analyse canonique des correspondances 6 stations x 36 espèces butinées par <i>Osmia cornuta</i> .. x 8 variables environnementales	24
18	Pollinisation de <i>Thymelea hirsuta</i> , b. pollinisation de <i>Lotus creticus</i>	24
19	Répartition des familles butinées par <i>Campsomeriella thoracica</i>	25
20	Types biologiques de la flore butinée par <i>Campsomeriella thoracica</i>	26
21	Couleur des fleurs butinées par <i>Campsomeriella thoracica</i>	28
22	La fréquence de butinage chez <i>Campsomeriella thoracica</i>	28
23	Tranche horaire des visites de <i>Campsomeriella thoracica</i> sur les fleurs butinées	29
24	Effectif de <i>Campsomeriella thoracica</i> sur les plantes butinées	30

25	Carte de l'analyse canonique des correspondances 5 stations X 17 espèces butinées par <i>Campsomeriella thoracica</i> X8 variables environnementales	31
26	a. Pollinisation d' <i>Euphorbia biumbellata</i> ; b. pollinisation de <i>Retama raetam</i> subsp. <i>bovei</i> , c. pollinisation de <i>Lavendula stochas</i>	32
27	Répartition des familles butinées par <i>Andrena florea</i>	33
28	Les types biologiques de la flore recensée butinée par <i>Andrena florea</i>	33
29	Couleurs des fleurs butinées par <i>Andrena florea</i>	36
30	La fréquence de butinage chez <i>Andrena florea</i>	36
31	Rythme des visites d' <i>Andrena florea</i>	37
32	Les plantes les plus butinées par <i>Andrena florea</i>	37
33	Carte de l'analyse canonique des correspondances 6 stations X 31 espèces butinées par <i>Andrena florea</i> . X8 variables environnementales	38
34	a. Pollinisation de <i>Hyoseris radiata</i> L. ; b. pollinisation de <i>Asphodelus ramosus</i> L. subsp. <i>ramosus</i>	39
35	Répartition des familles butinées par <i>Andrena flavipes</i>	39
36	Spectre biologique global des sept stations échantillonnées	40
37	Couleur des fleurs pollinisées par <i>Andrena flavipes</i>	44
38	La fréquence de butinage chez <i>Andrena flavipes</i>	44
39	Rythme de visite d' <i>Andrena flavipes</i> sur les fleurs butinées	45
40	Les plantes les plus visitées par <i>A. flavipes</i>	46
41	Plan 1/2 de l'ACC réalisé sur la végétation, les stations et les variables environnementales	47
42	Pollinisation de <i>Cistus salvifolius</i> L.	47
43	Répartition des familles pollinisées par <i>Bombus terrestris</i>	48
44	Spectre biologique global de la flore pollinisée par <i>Bombus terrestris</i> .	49
45	Couleur des fleurs pollinisées par <i>Bombus terrestris</i>	49
46	Activité de butinage chez <i>Bombus terrestris</i> .	50
47	Rythme journalier de visites chez <i>Bombus terrestris</i>	50
48	Les espèces les plus butinées par <i>Bombus terrestris</i>	51
49	Carte de l'analyse canonique des correspondances 9 stations X 71 espèces butinées par le <i>Bombus terrestris</i> X8 variables environnementales	56
50	a. Pollinisation de <i>Lavendula stochas</i> , b. pollinisation de <i>Carduus pycnocephalus</i> L., c. pollinisation d' <i>Asphodelus ramosus</i> subsp. <i>ramosus</i>	57
51	Prédation de l'abeille domestique par l'araignée <i>Thomisus onustus</i> Walckenaer, 1805	59
52	Les deux types de ruches utilisées par les apiculteurs, à gauche des ruches Langstroth ; à droite des ruches traditionnelles	64
53	(a) Corrélation entre le rendement de miels et l'effectif des abeilles dans la ruche; (b) température moyenne; (c) nombre de taxons butinés; (d) nourriture des abeilles; (e) prédateurs; (f) couvain d'abeilles; (g) âge de la ruche ; (h) nombre de ruches par hectare ; (i) éloignement des sources d'eaux	70
54	à gauche les matériaux d'emballage utilisés par les agriculteurs ; à droite les matériaux d'emballage utilisés par les supermarchés	72
55	Calendrier de l'apparition des couleurs des espèces les plus butinées par les abeilles	88
56	Spectre biologique global de la flore mellifère étudiée	89
57	Répartition biogéographique des plantes mellifères étudiées	91
58	Carte de l'analyse canonique des correspondances 15 stations x 192 espèces	92
59	Fleurs de certaines plantes butinées. a : <i>Fedia graciliflora</i> , b : <i>Senecio vulgaris</i> , c	93

	: <i>Brassica procumbens</i> , d : <i>Trifolium arvense</i> , e : <i>Cistus monspeliensis</i> , f : <i>Lavandula stoechas</i>	
60	Observation pollinique du miel de la station de Ain Sepsi (Grossissement x40)	95
61	Observation pollinique du miel de la station de Megsmia (Grossissement x40)	96
62	Observation pollinique du miel de la station Bouhadjar (Grossissement x40)	97
63	Observation pollinique du miel de la station Nador (Grossissement x40)	98
64	Observation pollinique du miel de la station Azzaba (Grossissement x40)	99
65	Observation pollinique de miel de la station Guerbès (Grossissement x40)	100
66	Observation pollinique du miel de la station Cap Tekouch (Grossissement x10)	101
67	Observation pollinique de miel de la station Stora (Grossissement x10)	102
68	Observation pollinique du miel de la station Lac Bleu (Grossissement x40)	103
69	Observation microscopique X40 du pollen de l'échantillon de Ain sanour	104
70	Observation microscopique X40 du pollen de la station Héliopolis	105
71	Observation microscopique X40 du pollen de la station Hamam Debagh	106
72	Observation microscopique X40 de la station de Sidi Amar	107
73	Observation microscopique (X40) de la station de Ain Zena	108
74	Observation microscopique (X40) de la station Hanancha	109
75	Valeurs du pH des échantillons de miels	113
76	Les valeurs de la conductivité électrique de chaque échantillon de miels	115
77	Valeurs de l'acidité de chaque échantillon de miels	116
78	Localisation des sites d'étude	124
79	Photos du jardin public du campus universitaire de Sidi Amar, b. campus universitaire d'El Bouni, c. square El Houria, d. cours de la révolution	125

Introduction générale

La région du Méditerranéen est classée troisième hotspot le plus riche du monde en diversité floristique. Une étude récente fait état et décrit 34 hotspots de la biodiversité dans le monde, chacun abritant au moins 1.500 espèces végétales qui n'existent nulle part ailleurs, ou endémiques, et ayant perdu au moins 70 % de la superficie de son habitat original (Mittermeier et al., 2004). Le concept de hotspot de la biodiversité a réuni une grande partie de la communauté de la conservation et du développement durable pour une action dans les zones du monde les plus fragiles.

Médail et Quézel (1999), puis Véla et Benhouhou (2007) ont identifié 11 points chauds « mini hot spots » basés sur l'endémisme végétal et la richesse (Fig. 1). Dans le contexte des concentrations exceptionnelles de la richesse et la rareté et l'endémisme des végétaux dans ces « mini hot spots », qui reflètent la richesse de la spécialisation d'habitats et de la topographie, Verlaque et al. (1997) considèrent que les régions qui avaient fait l'objet de changements géologiques élevés constituent les zones privilégiées d'endémisme.

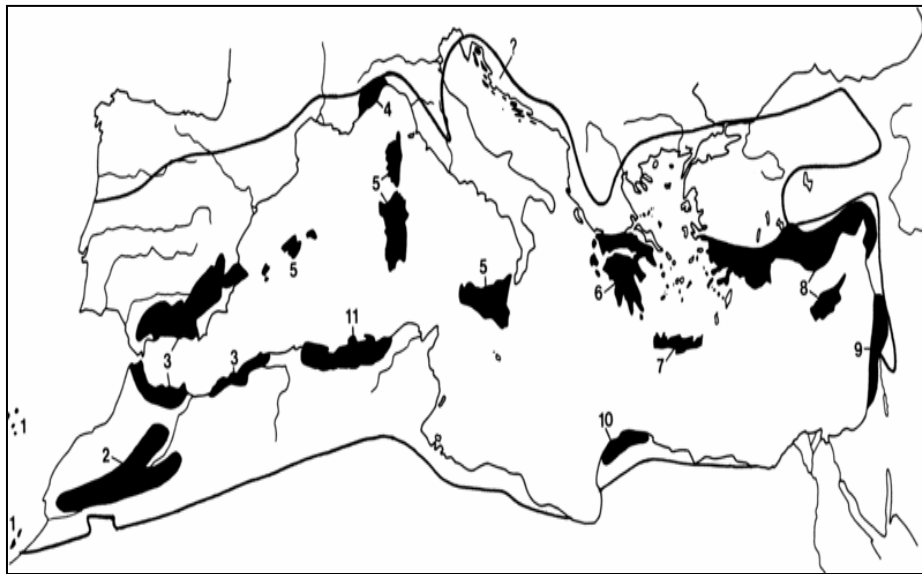


Figure 1. Les onze « mini hotspots » de bassin méditerranéen basé sur l'endémisme végétal et la richesse, (Médail et Quézel 1997, modifié par Véla et Benhouhou 2007).

1, Madère et Canaries ; 2, Haut et Moyen Atlas ; 3, complexe bético-rifain ; 4, Alpes maritimes et ligures ; 5, îles tyrrhéniennes ; 6, Sud- et Centre-Grèce ; 7, Crète ; 8, Sud-Anatolie et Chypre ; 9, Syrie-Liban ; 10, Cyrénaïque méditerranéenne ; 11, Kabylies–Numidie–Kroumirie.

D'après Blondel (2006), la diversité floristique de la zone méditerranéenne est le résultat d'une coévolution plurimillénaire entre composante écosystémique et les sociétés humaines. L'histoire géomorphologique et géologique complexe, alliée à des origines chorologiques diversifiées de sa flore et sa faune, ont participé à la remarquable diversité spécifique,

écosystémique et génétique (Quézel 1985 ; Blondel 2006). Une des plus importantes conséquences de l'action anthropique est la perte estimée de plus de 85% de la surface forestière méditerranéenne par rapport à l'optimum postglaciaire (Quézel et Médail 2003).

Ces hotspots sont caractérisés par leur richesse en espèces et leur pourcentage d'endémisme important (Myers 1988 ; 1990) et par les menaces anthropiques grandissantes (Myers et al., 2000).

Le point chaud du bassin méditerranéen est un centre d'endémisme et une zone à forte diversité floristique et faunistique, vraisemblablement en rapport étroit et complexe avec ses histoires passées de refuges glaciaires (Petit et al., 2002) et celles de refuges actuels (Quézel et Médail 2003).

Médail et Diadema (2009) ont identifié 52 refuges au sein de la région méditerranéenne (Fig. 2). Les études récentes présentent l'importance de ces zones refuges pour expliquer l'organisation et le caractère de la biodiversité méditerranéenne actuelle (Tzedakis et al., 2002). La proximité latitudinale avec les zones tempérées plus froides, d'une part, et avec les zones tropicales, d'autre part, s'associe à la complexité de leurs reliefs (Véla et Benhouhou 2007).

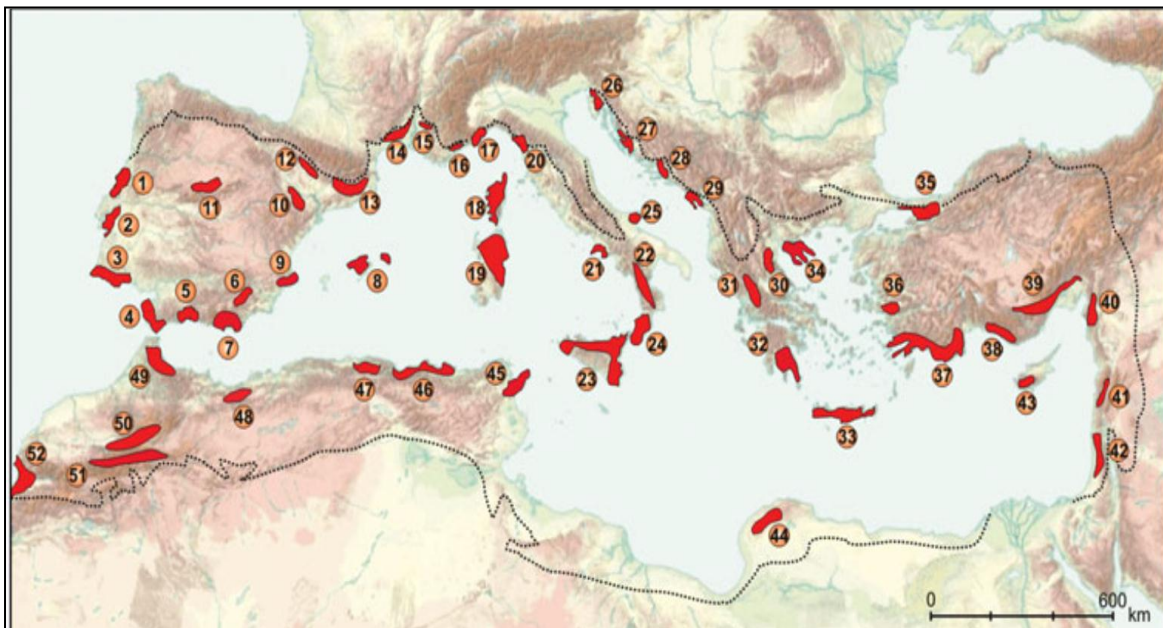


Figure 2. Les cinquante deux refuges putatifs au sein de la région méditerranéenne (Médail et Diadema 2009).

La flore du bassin méditerranéen, riche en diversité biologique et culturelle, fait face aujourd'hui à des menaces pressantes. Cette région, occupant seulement 1,6% de la surface terrestre mondiale, est le foyer d'une diversité impressionnante de plantes qui ont évolué au fil

des millénaires pour s'adapter aux conditions climatiques spécifiques de la région. Cependant, l'intervention humaine intense, caractérisée par la régression des habitats naturels, a placé cette flore exceptionnelle dans une situation critique (Sala et al., 2000 ; Hoekstra et al., 2005 ; Médail et Quézel 2009).

Les pressions directes sur la flore méditerranéenne, l'importance des interactions entre plantes et pollinisateurs a été longtemps sous-estimée. Cependant, ces relations mutuelles revêtent une importance cruciale dans la dynamique des écosystèmes. Plus de 20 000 espèces d'abeilles dans le monde, en particulier l'abeille domestique (*Apis mellifera* L.), contribuent de manière significative à la reproduction sexuée, assurant ainsi la survie et l'évolution de plus de 80% des espèces de plantes à fleurs (Vaissière 2002 ; Ollerton et al., 2011).

Dans le contexte spécifique de l'Algérie, nation méditerranéenne aux capacités mellifères abondantes, les enjeux écologiques et économiques de la préservation de la biodiversité et des interactions plantes-pollinisateurs sont particulièrement saillants. Le Nord-Est algérien, ou la Numidie, se distingue comme une région potentiellement cruciale pour la production apicole en raison de sa flore mellifère riche et diversifiée (Boutabia et al., 2016 ; Hamel et Boulemtafes 2017). Ainsi, cette thèse se propose d'explorer en profondeur la diversité de la flore butinée dans cette région, tout en examinant la riche variété d'abeilles présentes, afin de contribuer à une meilleure compréhension des écosystèmes méditerranéens et de fournir des bases solides pour l'orientation des activités apicoles (Hamel et al., 2019).

L'objectif de ce travail est structuré en deux parties :

1- Etude de la flore butinée par des insectes pollinisatrices

Examiner de manière approfondie la variété des pollinisateurs et des plantes butinées dans la région du Nord-Est algérien, dans le but d'approfondir notre compréhension des écosystèmes méditerranéens, et de poser des fondements robustes pour orienter les pratiques apicoles. Décrire aussi les plantes horticoles dotées de propriétés mellifères, dans le dessein de contribuer à l'élargissement des connaissances relatives aux ressources alimentaires potentielles des abeilles dans des contextes horticoles spécifiques.

2- Une analyse de la flore mellifère couplée par une analyse pollinique pour déterminer le pollen dans chaque échantillon du miel

Conduire une analyse approfondie de la flore mellifère, intégrant une étude précise de la composition pollinique, dans le but de déterminer la spécificité de la composition pollinique pour chaque échantillon de miel examiné.

Chapitre I :

Matériel et Méthodes

1. Région d'étude

Les sorties sur le terrain ont été effectuées dans cinq wilayas situées dans le Nord-Est de l'Algérie, comme illustré dans le tableau 1 et la figure 1. Ces wilayas comprennent trois régions littorales, à savoir, d'Est en Ouest, El Tarf, Annaba et Skikda, ainsi que deux régions à caractère nettement continental, à savoir Souk-Ahras et Guelma.

La zone d'étude est délimitée au nord par la mer Méditerranée, au sud par le Tell Constantinois, à l'est par la frontière tunisienne et à l'ouest par la wilaya de Skikda. L'intérêt particulier de cette région réside dans sa diversité géomorphologique, pédologique et climatique, qui crée une multitude de niches écologiques favorables à la flore et à la faune (de Bélair et al., 2005).

Tableau 1 : Cordonnées des stations échantillonnées

Wilaya	Code de l'échantillon de miel	Localité	Coordonnées géographiques	Altitude (m)	Type de végétation
Guelma	E1	Hammam Debagh	36°27'52"N;7°15'39"E	309	Maquis à oléo-lentisque
	E2	Héliopolis	36°31'21"N;7°26'25"E	288	Maquis à oléo-lentisque
	E3	Megsmia	36°27'8"N;7°46'28"E	244	Maquis à oléo-lentisque
Souk Ahras	E4	El Hanancha	36°15'14"N;7°46'36"E	815	Maquis à genets et Calicotome
	E5	Ain Zena	36°21'53"N;8°6'7"E	885	Maquis à genets et Calicotome
	E6	Ain Sanour	36°19'19"N;7°53'36"E	554	Maquis à genets et Calicotome
El Tarf	E7	Nador	36°37'45"N;8°6'11"E	265	Maquis à azérolier
	E8	Lac Bleu	36°54'45"N;8°20'21"E	55	Maquis à chêne kermès
	E9	Bouhadjar	36°31'55"N;8°5'55"E	251	Maquis à oléo-lentisque
Annaba	E10	Sidi Amar	36°49'12"N;7°40'35"E	183	Maquis à oléo-lentisque
	E11	Ain sepsi	36°56'39"N;7°24'18"E	122	Maquis à oléo-lentisque
	E12	Cap Takouch	37° 4'31"N;7°22'37"E	154	Maquis à oléo-lentisque
Skikda	E13	Guerbès	37° 0'5"N;7°16'6"E	5	Pelouse et maquis à chêne kermès
	E14	Stora	36°54'19"N;6°52'53"E	5	Falaise maritime à genets et Calicotome
	E15	Azzaba	36°46'22"N;7° 7'8"E	63	Maquis à oléo-lentisque

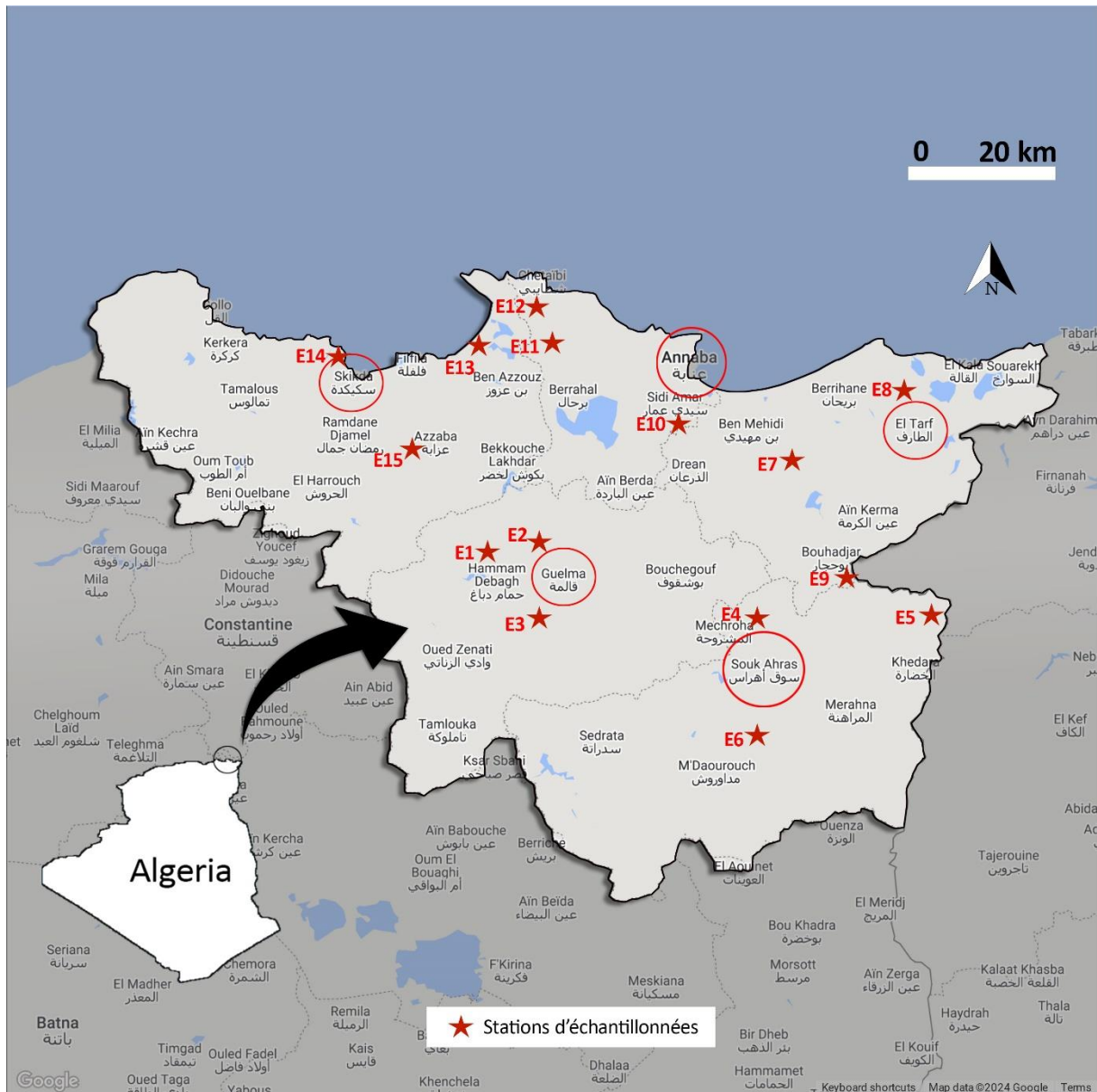


Figure 3 : Localisation des 15 stations échantillonnées (ITNC 2005)

2. Méthodes

2.1. Inventaire des plantes butinées par les six pollinisateurs ciblés

Les observations ont été faites durant les quarts saisons des années 2019 et 2023. Les plantes dont les fleurs ont été butinées par des abeilles ouvrières (*Apis mellifera* L. Linnaeus, 1758) pendant au moins deux minutes ont été considérées comme des plantes mellifères (Hamel et Boulemtafes 2017). Sur le même principe, nous avons déterminé les taxons butinés par les cinq autres pollinisateurs (*Osmia cornuta* (Latreille, 1805), *Campsomeriella thoracica* (Fabricius, 1787), *Andrena florea* Fabricius, 1793, *Andrena flavipes* Panzer, 1799 et *Bombus terrestris africanus* (Kruger 1956).

La détermination des plantes butinées a été réalisée à l'aide d'ouvrages à savoir la flore de l'Afrique du Nord (Maire 1952-1987), la flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales (Quézel et Santa 1962-1963) et la flore d'Italie (Pignatti 1982). Ensuite, la nomenclature est ajustée selon l'index synonymique de Dobignard et Chatelain (2010-2013) et sa version actualisée en ligne (APD 2023).

Il a été question de dresser la liste des plantes mellifères par famille et de déterminer leurs caractéristiques botaniques, la couleur des fleurs et la période de floraison selon la flore de Maire (1952-1987) et le site webflore de Tela Botanica (site web1).

Une fois la liste des plantes est dressée, ces dernières ont été classées par ordre alphabétique, en affectant à chacun d'eux un code d'une lettre suivit par un chiffre, par exemple x1, x2...xn, la lettre désigne l'initiale du genre, et le chiffre le classement par ordre alphabétique de l'espèce.

2.2. Inventaire de la flore horticole

L'inventaire de la flore horticole de la région d'Annaba (Nord-Est algérien) a été réalisé durant quatre années consécutives (2019-2022). L'ensemble des sites d'étude ont été parcourus autant que possible, avec une prospection de chaque habitat durant les quatre saisons, de chaque année de la période d'étude. Les espèces, qu'elles soient en fleurs, en fruits ou en graines, sont photographiées et des échantillons sont récoltés de manière provisoire pour identification.

L'identification s'est faite en plusieurs étapes : tout d'abord en se référant à plusieurs ouvrages spécialisés en espèces horticoles comme Bruni et al. (2006) ; Odenwald et Turner (2006) ; Cullen et al. (2011) ; Véla et al. (2013) et à la flore d'Algérie de Quézel et Santa (1963-1963), complétée par la flore d'Afrique du Nord de René Maire (1952-1987) pour les familles qui sont parues. Ensuite la plupart des identifications sont vérifiées, complétées et actualisées en consultant la flore d'Andalousie orientale (Blanca et al., 2009).

La nomenclature est ajustée selon l'index synonymique de Dobignard et Chatelain (2010-2013) et sa version actualisée en ligne (APD 2023). Le statut d'indigénat ou d'introduction des taxons recensés se réfère à la base de données de l'Afrique du Nord (APD 2023).

En parallèle, un recensement des plantes horticoles butinées par les abeilles (*Apis mellifera* L.) a été réalisés lors de nos sorties périodiques dans les sites étudiés (Hamel et Boulemtafes 2017).

2.3. Activité de butinage

Le degré de butinage des pollinisateurs étudiés est évalué grâce à un chronomètre. Quatre types de plantes ont été identifiés (1 : faiblement butinée ; 2 : moyennement butinée ; 3 : intensément butinée ; 4 : fortement butinée).

Le nombre de fleurs visitées pendant la journée ont été chronométrées aux mêmes dates et selon quatre tranches horaires 9 – 10 h ; 10 – 11 h ; 11 – 12 h ; 12h-13h.

Les abondances des butineuses sur les plante sont été enregistrées aux mêmes dates et tranches horaires que celle des fréquences des visites (Otiobo Atibita et al., 2015 ; Bellili 2019).

2.4. Collecte des données environnementales

a. *Altitude (Alti)*

L'altitude a été déterminée à l'aide d'un GPS. Ainsi, six catégories d'altitude ont été identifiées (Tab.2) :

Tableau2 : Gamme altitudinale retenue

Classe d'altitude	Gamme altitudinale (m)
1	0-200
2	200-400
3	400-600
4	600-800
5	800-1.000

b. *Pente (Pent)*

Trois classes ont été définies :

1 : Nulle ;

2 : Moyenne ;

3 : Forte.

c. *Exposition (Expo)*

La diversité des versants joue un rôle primordial dans la répartition de la végétation. Aux expositions froides, l'évaporation est plus réduite. Les expositions aux vents pluvieux augmentent la quantité d'eau qui entre dans le sol (Boudy 1952). L'existence d'un réseau hydrographique important est à l'origine du creusement des vallées à orientations diverses. La détermination de l'exposition a été déterminée à l'aide d'une boussole. Nous avons identifié 8 classes théoriques (Tab. 3).

Tableau 3 : Code des expositions retenues

Exposition	Code	Exposition	Code
Nord	1	Nord-est	5
Sud	2	Nord-ouest	6
Est	3	Sud-est	7
Ouest	4	Sud-ouest	8

d. Substrat

Nous avons adopté six classes selon la carte structurale au 1/500.000 de la chaîne Alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens (1978) publiée par CNRS.

e. Taux de recouvrement des espèces ligneuses et herbacées (Trli ; Trhe)

Quatre classes ont été inventoriées selon la couverture végétale dans les sites étudiés :

- 1 : taux de recouvrement >25% ;
- 2 : taux de recouvrement 25%---50% ;
- 3 : taux de recouvrement 51%---75% ;
- 4 : taux de recouvrement <75%.

f. Pâturage et incendie (Patu ; Incn)

Deux catégories par variable ont été définies :

- Absence : 1 ;
- Présence : 2.

2.5. Types biogéographiques et biologiques

Les espèces recensées ont été renseignées par leur type biogéographique selon l'index synonymique et bibliographique de la flore d'Afrique du Nord (Dobignard et Chatelain 2010-2013), flore d'Andalousie orientale (Blanca et al., 2009) et leur type biologique selon Raunkiaer (1934), Pignatti (1982), Blanca et al. (2009), Tison et De Foucault (2014) et selon nos propres observations.

2.6. Enquête sur l'état de production du miel

Une enquête a été menée à partir d'un questionnaire portant sur plusieurs aspects des pratiques apicoles de la Numidie algérienne (Fig. 3). Un total de 80 apiculteurs a été enquêté dans quatre wilayas (=département) à savoir la wilaya de Skikda (Guerbès, Stora et Azzaba), Annaba (Sidi Amar, Ain sepsi et Cap Takouch), El Tarf (Bouhadjar, Nador et Lac Bleu) et Guelma (Hammam Debegh, Héliopolis et Megsmia) avec une moyenne de 20 répondants par wilaya. Les exploitations visitées ont été choisies en collaboration avec les membres de l'association des apiculteurs de Bône.

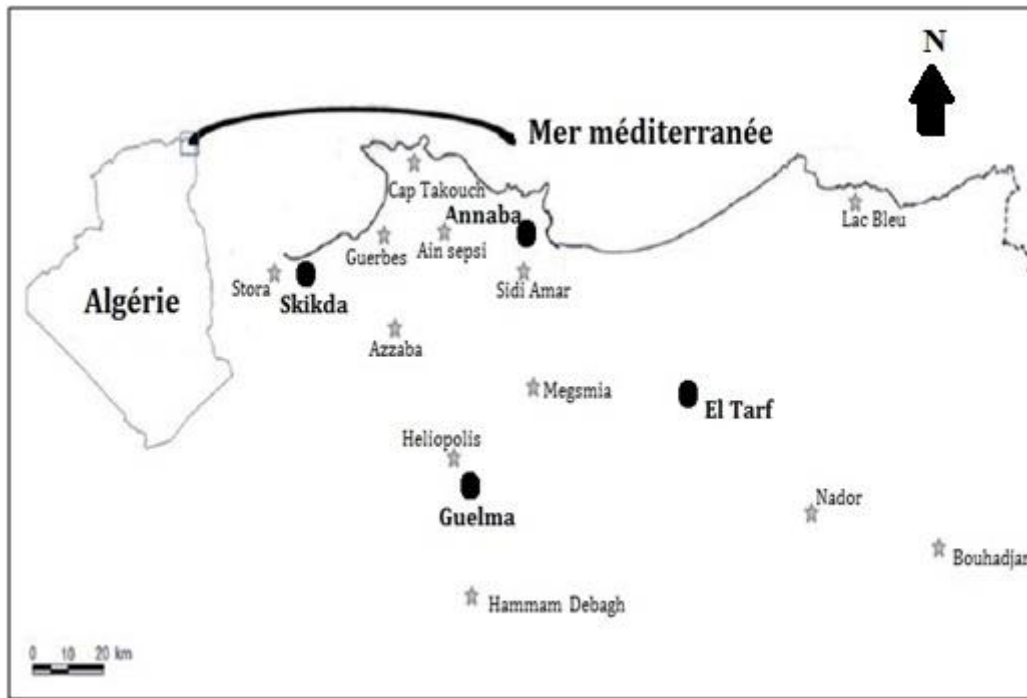


Figure 4 : Localisation de la région d'étude (ITNC 2005)

3. Matériel animal

3.1. Identification des pollinisateurs

Les pollinisateurs ont été capturés selon la méthode du transect de végétation. Les captures ont été réalisées au cours des années (2019-2023) pour disposer d'information sur l'ensemble des mois deux années. Les captures ont été effectuées lorsque les conditions météorologiques étaient favorables au butinage des abeilles (température minimale 15°C et maximale journalière 30°C, peu de vent (<20-25 km/h) et absence de précipitation (Westphal et al., 2008).

Les captures se font entre 8 h et 16 h GMT. Les pollinisateurs sont capturés au filet pendant le butinage sur les fleurs spontanées et une fois au laboratoire, les spécimens sont conservés par congélation afin d'éviter que les échantillons ne se dessèchent et deviennent cassants. Les spécimens sont identifiés après examen sous une loupe binoculaire grossissant X fois. L'identification est réalisée à partir des clés, le guide "Field Guide to the Bees of Great Britain and Ireland" (Norman 2016). Ce livre est un outil pour l'identification des espèces communes.

Ensuite, les spécimens identifiés sont piqués avec des épingle entomologiques et étiquetés. Chaque étiquette porte le nom de la région, et ses coordonnées géographiques, là où l'insecte a été capturé, ainsi que la date de capture. Les insectes sont placés dans des boîtes de collection pour la constitution d'un matériel de référence.

3.1.1. *Osmia cornuta* (Latreille, 1805)

Le genre *Osmia* contient 500 espèces répartit dans l'holarctique (Rust 1974). Ces espèces sont caractérisées par une vie solitaire et elles sont abondantes dans le Sud de l'Europe (Bosch et al., 2001). Elles colonisent les trous de vieilles charpentes et des murs (Fig. 5). Leurs nids sont assez semblables mais la technique de construction se diffère d'une espèce à l'autre (Tasei 1973).



Figure 5 : Observation sous binoculaire d'*Osmia cornuta* (Latreille, 1805) (Cliché Bellili AM. 2019).

3.1.2. *Campsomeriella thoracica* (Fabricius, 1787)

Cette espèce est observée dans la Grèce continentale, Iran, Italie, Malte, Afrique du Nord, Sicile, Espagne, Syrie et la Turquie (Moukrim et al., 2018).

Le corps est entièrement noir, les ailes sont orange avec un apex foncé ou fumé (Fig. 6). La femelle est de couleur noire avec des bandes orange sur l'abdomen. Le mâle avec des ailes de couleur hyalines et son corps est relativement grand par rapport à la femelle (Augul 2016).



Figure 6 : Observation sous binoculaire de *Campsomeriella thoracica* (Cliché Bellili AM. 2020).

3.1.3. *Andrena florea* Fabricius, 1793

La famille des Andrenidae est l'une des six grandes familles d'abeilles du monde avec les Colletidae, les Halictidae, les Melittidae, les Megachilidae et les Apidae. Selon Michener (2007) et Livory et al. (2013), le principal caractère qui les réunit est la présence de deux sutures sous chacune des insertions antennaires (Fig. 7).

En Europe, le nombre le plus élevé est de 107 observé à Baden-Wurtemberg et le plus faible nombre est noté en Suisse avec seulement 10 espèces. En Algérie, ce genre est représenté par 69 espèces (Laouadi et al., 2008).



Figure 7 : Observation sous binoculaire d'*Andrena florea* (Cliché Bellili AM. 2020)

3.1.4. *Andrena flavipes* Panzer, 1799

La femelle d'*A. flavipes* est de taille de 9 à 13 mm. Elle se caractérise par la présence d'une bande de couleur orange continue sur les tergites, les brosses tibiales, la frange anale est brun noir. Le mâle est de taille de 8 à 11 mm (Amiet et al., 2010) (Fig. 8).



Figure 8 : Observation sous binoculaire d'*Andrena flavipes* (Cliché Bellili AM. 2020).

3.1.5. *Bombus terrestris africanus* (Kruger 1956)

Selon Cavro (1950), le *Bombus terrestris* est considéré comme un taxon très commun. Il se caractérise par des bandes jaunes de couleur assez sombre (jaune d'œuf, parfois orangé).

Cette espèce butine une large gamme de fleurs (espèce polylectique) et occupe une grande variété de milieux (Benachour et al., 2007) (Fig. 9).

[*Bombus terrestris africanus* Krüger 1956:91; locus typicus: Nord de l'Algérie. Type Zoölogische Museum Amsterdam, révisé par Rasmont et al. (2008)].



Figure 9 : Observation sous binoculaire de *Bombus terrestris* (Cliché Bellili AM. 2020).

3.1.6. *Apis mellifera* L. Linnaeus, 1758

L'abeille domestique, appartenant à l'ordre des hyménoptères et regroupée dans la super famille des Apoidea, est phylogénétiquement plus proche des fourmis que des guêpes (Medouri et Colin 1982 ; Michener 2007). Linné a été le premier à décrire l'abeille occidentale, *Apis mellifera*, en 1758. Le terme "mellifera", dérivé du latin "mellis" (miel) et "ferre" (porter), a été utilisé par Linné, bien que le terme "mellifica" soit considéré comme plus approprié, reflétant le fait que l'abeille ne se contente pas de transporter le miel, mais le produit à partir du nectar des fleurs butinées, comme noté par Terzo et Ramsont (2007).

L'espèce *Apis mellifera* comprend plusieurs sous-espèces, distinguées par des caractères morphologiques et biologiques. Grâce aux avancées des techniques de biologie moléculaire, la classification des abeilles a connu un développement significatif, comme indiqué par Le Conte (2002 ; 2011).

En Algérie, l'abeille appartenant à la race africaine est représentée par deux races principales : *Apis mellifera intermissa*, décrite par Buttel-Reepen en 1906 (Ruttner 1968), et *Apis*

sahariensis (Haccour 1960). La première est largement répandue et se trouve dans toute l'Afrique du Nord, notamment au Maroc, en Tunisie, en Algérie et en Libye. Elle est particulièrement présente au nord du Sahara algérien, comme documenté par Adam (1953) et Bendjedid et Achou (2014). La seconde race est localisée au sud de l'Algérie, en particulier dans le sud-ouest de l'Algérie, à Bechar et Ain Sefra (Barour et al., 2011 ; Loucif et al., 2014) et en Libye (Le Conte et al., 2011) (Fig. 10).



Figure 10 : Photo d'*Apis mellifera* L. (Guerbès, cliché Bellili AM. 2020).

4. Analyse pollinique

Pour étudier l'origine botanique de nos miels, nous avons réalisé des analyses polliniques qui consistent à dénombrer, et à identifier les espèces florales qui comportent chaque échantillon de miel ; en appliquant ainsi une méthode qui se résume comme suit :

Nous avons pesé 5 g de miel dissout dans 20 ml d'acide sulfurique dilué, à l'aide d'un agitateur magnétique on agite jusqu'à l'homogénéisation, puis on porte à centrifugation pendant 5 mn à (3000 tours/mn). Après, on élimine le surnageant avec une pipette puis on ajoute 10 ml d'eau distillée pour laver le sédiment de l'acide sulfurique et on centrifuge à nouveau pendant 5 mn (3000 tours/mn). Le surnageant est jeté, on agite le culot dans le fond du tube, on répète la même procédure pour tous les échantillons. Nous avons porté le sédiment sur la lame porte objet à l'aide d'une pipette. Après séchage de la lame à l'étuve, on l'inclut dans la glycérine gélatinée, liquéfiée au bain marie à 40°C ; On recouvre d'une lamelle et on passe à une observation microscopique (Louveaux et al., 1978).

4.1. Identification des grains de pollen

La morphologie des grains est variée selon l'origine botanique. Les caractères considérés sont la symétrie, la forme, les ouvertures (pores ou sillons) ainsi que l'ornementation de l'exine (Punt et al., 1994). L'identification des grains se fait à l'aide des pollens de références, des

atlas de pollen, des données tirées des publications spécialisées (Erdtman 1969 ; Faegri et al., 1975) et grâce aux banques de données numérique et bibliographique du centres d'études apicoles de Moselle (CETAM) (Bisvigou et al., 2010).

4.2 Densité relative de pollen

La densité relative exprime le poids de chaque taxon dans l'affouragement des butineuses ; c'est le quotient en pourcentage de la densité d'un type de pollen par la somme des densités de tous les types de pollens recensés dans l'échantillon. En fonction de cette densité relative des taxons polliniques, quatre catégories de pollen ont été établies suivant la méthode de Feller-Desmaly et Parent (1989) :

- Pollens dominants, représentent plus de 45 % de pollen dénombrés ;
- Pollens secondaires, la fréquence des grains de pollen comprise entre 16 et 45 % ;
- Pollens tertiaires, la fréquence des grains de pollen comprise entre 3 et 15 % ;
- Pollens rares ou isolés, la fréquence des grains de pollen inférieure à 3 %.

5. Analyse physico-chimique du miel

[Le choix de ces paramètres est conditionné par la disponibilité du matériel et des produits].

5.1 Mesure du pH

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH mètre sur une solution de 20ml de miel à 10% calibré par des solutions standards. La méthode utilisée selon AOAC (1990).

5.2. Conductivité électrique

La mesure de la conductivité électrique de chaque échantillon de miel est effectuée à l'aide d'un conductimètre selon la méthode de Vorwohl (1964). La technique est basée sur la mesure de la résistance électrique à 20°C qui est exprimée en milliSiemens par centimètre (mS.cm-1) selon le mode opératoire suivant : Une solution de miel de 20% est déposée dans le conductimètre et on lit la valeur à 20°C.

5.3. Acidité

L'acidité libre est obtenue par la neutralisation de 25 ml d'une solution de miel à 10% avec du NaOH (0,05N) (AOAC 1990).

6.5. Techniques numériques d'analyse des données

6.1. Indice écologique

La richesse en espèces des plantes mellifères a été évaluée grâce à l'indice de diversité de Shannon Weaver (H'). Cet indice est accompagné par l'indice d'équitabilité de Piélou (J') (Gray et al., 1992). Ces indices ont été ensuite comparées entre les wilayas afin d'identifier ceux ayant un plus grand potentiel en plantes mellifères.

6.2. Régression linéaire

L'examen d'une éventuelle relation entre la richesse mellifère et les différents paramètres d'enquêtes des différentes stations par une étude des régressions simples ou le calcul des coefficients de corrélation (r^2) a été prévu. Cette analyse a été effectuée en utilisant le langage informatique R (package ade4, version 3.0.2) (R Core Team 2013).

6.3 Analyse canonique des correspondances (ACC)

L'analyse canonique des correspondances (Ter-Braak 1986) est une technique d'analyse multivariée qui réunit les propriétés de la régression linéaire multiple et de l'analyse factorielle des correspondances (AFC). Elle a été mise au point pour étudier les relations espèces-milieus, en traitant simultanément un tableau espèces \times relevés et un tableau des variables du milieu considéré comme explicatives.

Cette étape est celle de l'exploitation des relevés floristiques que nous avons regroupés dans un tableau à double entrée (stations/espèces). Ce dernier, comporte la liste floristique de toutes les stations en ligne et les espèces en colonne. Ces espèces sont notées selon leur coefficient d'abondance-dominance de Braun-Blanquet (1952).

Un deuxième tableau comporte les stations en ligne et les variables environnementales en colonne.

Le nuage résultant de l'ACC permet de visualiser le pourcentage explicatif d'une variable sur une autre (Ter Braak 1995). Cette analyse a été effectuée en utilisant le langage informatique R (package ade4, version 3.0.2) (R Development Core Team 2013).

Chapitre II :
Diversité de flore butinée par cinq
pollinisateurs

7. Introduction

La région méditerranéenne abrite une diversité biologique d'une grande importance. La plupart des espèces de la flore spontanée, notamment en Afrique du Nord sont remarquablement résistantes et bien adaptées à la sécheresse et à la salinité et constituent une part non négligeable des ressources génétiques locales à valeurs, pastorale, fourragère, alimentaire, aromatique et médicinale (Abdelguerfi et Laouar 1999 ; Ohba et Amirouche 2003).

Ainsi, au Nord-Est algérien, la Numidie (K₃ au sens de la subdivision biogéographique proposée par Quézel et Santa 1962) qui forme à l'Ouest et au centre une unité biogéographique développée en croissant autour de la péninsule de l'Edough (sommet : 1 008 m) (Marre 1992), fait partie d'un point-chaud de biodiversité, récemment reconnu au sein de l'ensemble méditerranéen. Elle est considérée en effet, comme un centre d'endémisme et une région à forte biodiversité (Véla et Benhouhou 2007).

En effet, cette diversité de la flore algérienne avec la douceur relative du climat ménagent dans certaines régions du littoral, des miellées successives s'étendant sur l'année entière et où, chaque saison se parant d'une floraison particulière (Chefrour et al., 2009), dotée d'un potentiel apicole important (Boutabia et al., 2016).

En outre, la pollinisation, étape incontournable de la reproduction des plantes à fleurs sauvages et cultivées (Pesson et Louveau 1995 ; Albrecht 2007) et surtout assuré par les insectes floricoles, notamment les abeilles qui représentent les insectes pollinisateurs les plus importants en nombre d'espèces et en efficacité, se nourrissant du nectar ou du pollen de la fleur et assure en échange la reproduction et la pérennité de l'espèce végétale (Pesson et Louveau 1995 ; O'Tool et Raw 1999).

Par ailleurs, l'abeille domestique (*Apis mellifera intermissa*) présente une activité pollinisatrice globalement plus élevée que celle des autres insectes floricoles du fait de la taille de ses colonies autant que ses caractères morphologiques, de son régime alimentaire et de son comportement de butinage (Bourgeois 2006 ; Le Féon 2010 ; Hamel et Boulemtafes 2017).

On estime ainsi que 87,5% des espèces de plantes à fleurs dépendent de la pollinisation animale (zoogamie) (Ollerton et al., 2011). Les insectes pollinisateurs, notamment les abeilles jouent un rôle de premier plan dans l'agriculture durable, en plus de la production de miel et d'autres produits naturels (Klein et al., 2007 ; Potts et al., 2010).

En raison de l'importance écologique et du peu d'information concernant les insectes pollinisateurs, notamment les abeilles en Algérie, il nous a paru nécessaire d'étudier, la

richesse de quelques stations en abeilles, sauvage et domestique ainsi que la diversité de la flore butinée en Numidie, au Nord-Est de l'Algérie.

Ainsi, l'objectif secondaire de ce chapitre est : (i) d'inventorier les pollinisateurs (sauvage et domestique) rencontrés dans les stations étudiées, butinant les fleurs des plantes spontanées ou cultivées dans le Nord-Est algérien, (ii) de recenser des plantes visitées et de déterminer la fréquence de butinage des fleurs par les pollinisateurs et enfin le but alimentaire de cinq pollinisateurs au cours de la floraison de quatre campagnes 2019-2023.

Pour cela, des observations ont été réalisées dans cinq wilayas de l'Est algérien (Skikda, Annaba, El Tarf, Souk Ahras et Guelma).

La démarche suivie nous permet de présenter ce chapitre en trois parties :

- la première partie sera réservée à la présentation des régions d'étude, leur situation géographique et on donnera un aperçu général sur l'histoire de la flore terrestre.
- la deuxième partie sera consacrée à la présentation de la méthode d'approche utilisée et la démarche méthodologique pour la réalisation de l'expérimentation et l'analyse des données.
- dans la troisième partie, on présentera les résultats sur l'étude floristique et faunistique avec la discussion des données obtenues. On termine par une conclusion et des perspectives pour la conservation. Nous insisterons plus particulièrement sur une mise en garde du poids de l'impact humain, sans cesse croissant.

Matériel et méthodes

Présentation du site d'étude

La description du site, la localisation des stations d'échantillonnages et les démarches suivies ont été déjà décrites précédemment (voir chapitre 1).

8. Résultats

8.1. Les résultats sur *Osmia cornuta* (Latreille, 1805)

8.1.1 Diversité floristique des plantes butinées par *Osmia cornuta*

Les observations de butinage d'*Osmia cornuta* dans les six stations étudiées ont permis de recenser 36 espèces. Cette flore est répartie en 17 familles et 32 genres (Tab. 4). Les Fabaceae sont les plus visitées avec 9 espèces, soit les 25% des espèces recensées, suivies par les Asteraceae avec 4 espèces (11,11%), les Lamiaceae, les Ranunculaceae et Rosaceae avec 3 espèces pour chacun (8,3%). Le reste des familles sont bispécifique et parfois même monospécifique (Fig. 11).

La station la plus riche en espèce butinées est Guerbès suivie par la station de Sidi Amar.

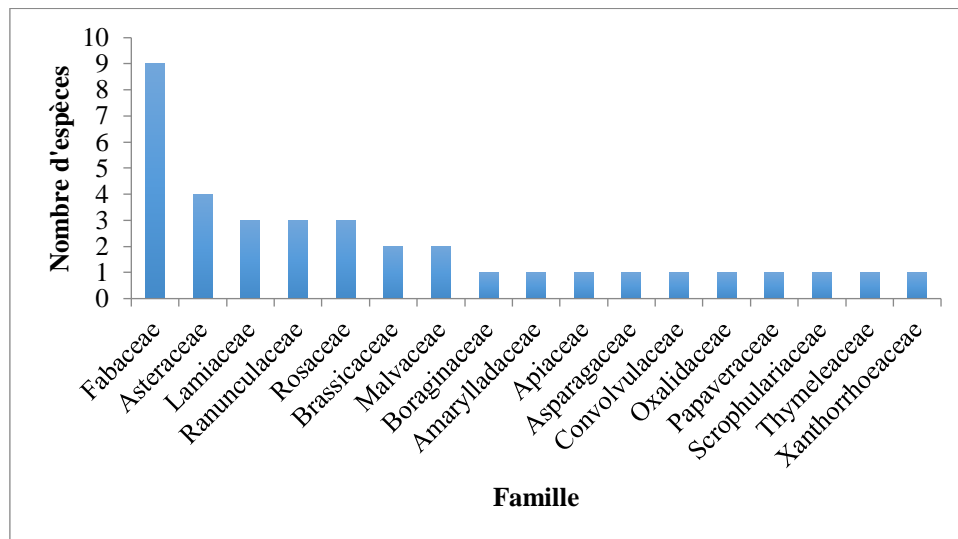


Figure 11 : Répartition des familles des espèces butinées par *Osmia cornuta*

8.1.2. Type biologique de la flore butinée par *Osmia cornuta*

La flore recensée se compose de 16 thérophytes (soit 44,44%), 8 phanérophtes (soit 22,22%), 5 espèces hémicryptophytes (soit 13,88%), 4 espèces géophytes (soit 11,11%) et 3 espèces chaméphytes (soit 8,33%) (Fig. 12).

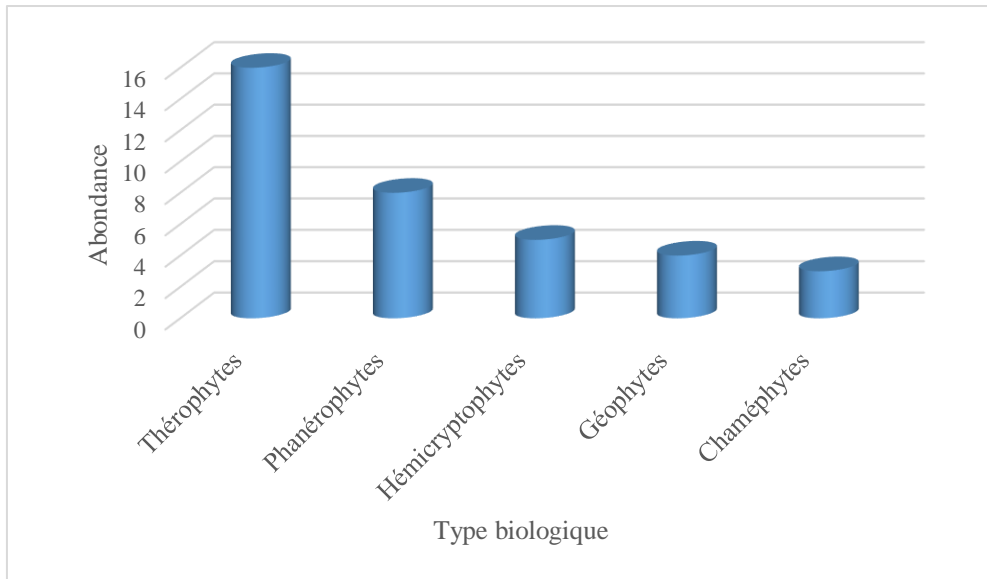


Figure 12 : Types biologiques de la flore recensée butinée par *Osmia cornuta*

8.1.3. Couleur des fleurs butinées par *Osmia cornuta*

Sept couleurs de fleurs ont été observées (Fig.13), la couleur blanche était fortement représentée (30,55%), suivie par la couleur jaune (27,77%), ensuite la couleur rose avec 8 espèces (soit 22,22%). Les autres couleurs étaient faiblement représentées dans la flore recensée.

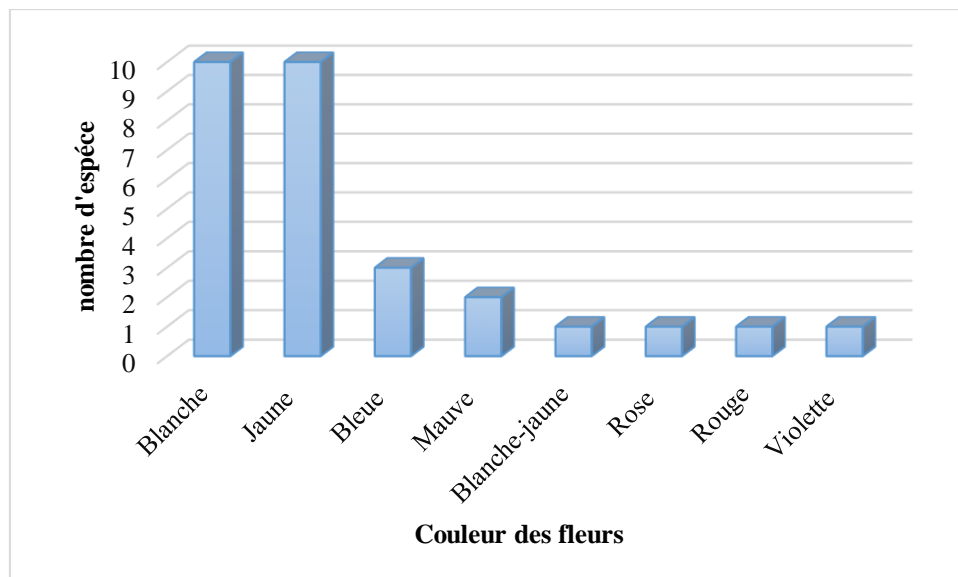


Figure 13 : Couleur des fleurs butinées par *Osmia cornuta*

8.1.4. Degré de butinage

Des plantes butinées par *Osmia cornuta*, sont représentées par quatre espèces : *Oxalis pes-caprae* L., *Retama raetam* subsp. *bovei* (Spach) Talavera & Gibbs, *Raphanus raphanistrum*

L., *Asphodelus ramosus* L. subsp. *ramosus*. Quatre espèces sont intensément butinées, il s'agit de *Borago officinalis* L., *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl, *Genista numidica* Spach subsp. *numidica* et *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. Le reste des espèces dont les fleurs étaient moyennement et faiblement butinées représentaient respectivement 15 et 13 taxons (Fig. 14).

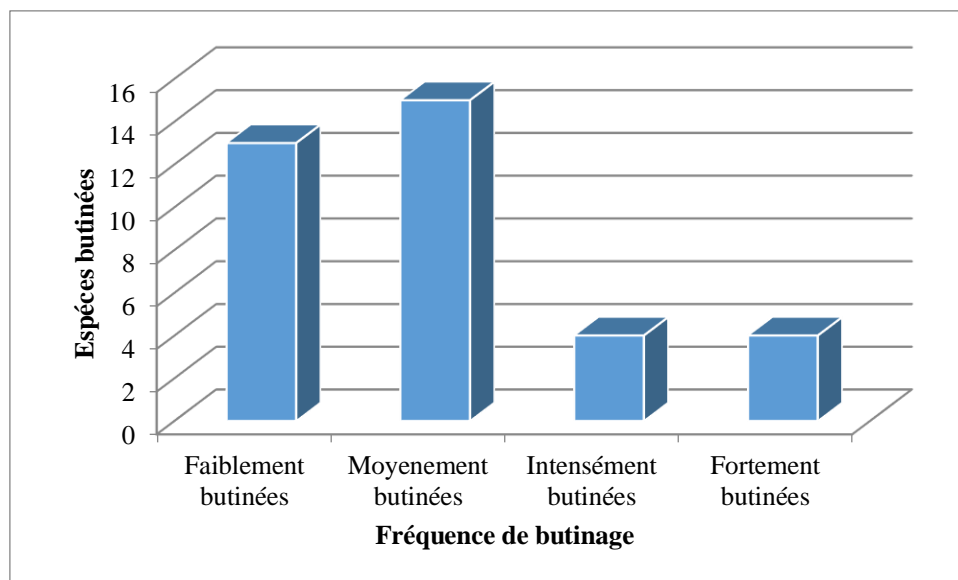


Figure 14 : La fréquence de butinage chez *Osmia cornuta*

8.1.5. Le rythme journalier de l'activité d'*Osmia cornuta*

Les observations ont été faites tous les jours d'une semaine et sur les fleurs des plantes butinées par *Osmia cornuta* selon quatre tranches horaires : 9 – 10 h ; 10 – 11 h ; 11 – 12 h ; 12 – 13 h. Les données obtenues montrent un pic de butinage pendant la tranche horaire (10h-11h), soit 16 taxons sont butinés. Néanmoins, à partir de midi les effectifs ont chuté (Fig. 15).

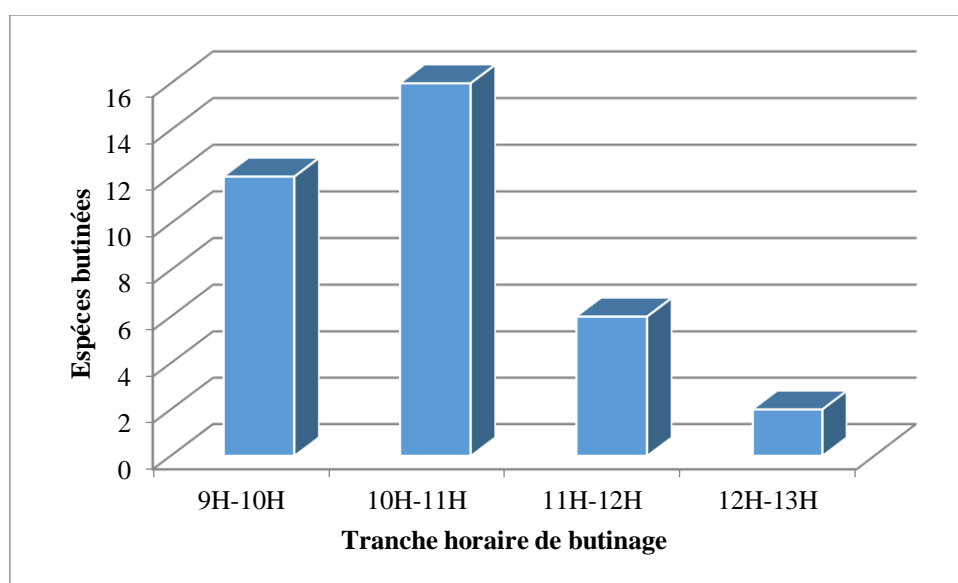


Figure 15. La tranche horaire de butinage d'*Osmia cornuta*

8.1.6 Effectifs des butineuses

L'estimation de l'importance relative des espèces végétales les plus visitées par l'*Osmia cornuta*. a montré la dominance de *Oxalis pes-caprae* L. avec 100-120 individus comptés en 10 minutes (Fig. 16).

Les fleurs de *Retama raetam* subsp. *bovei*, *Raphanus raphanistrum* et *Asphodelus ramosus* subsp. *ramosus* ont été aussi très fréquentées par les abeilles. Un effectif de 80-100 abeilles a été dénombré. La floraison de l'organier a attiré en moyenne entre 70 et 90 individus en 10 minutes.

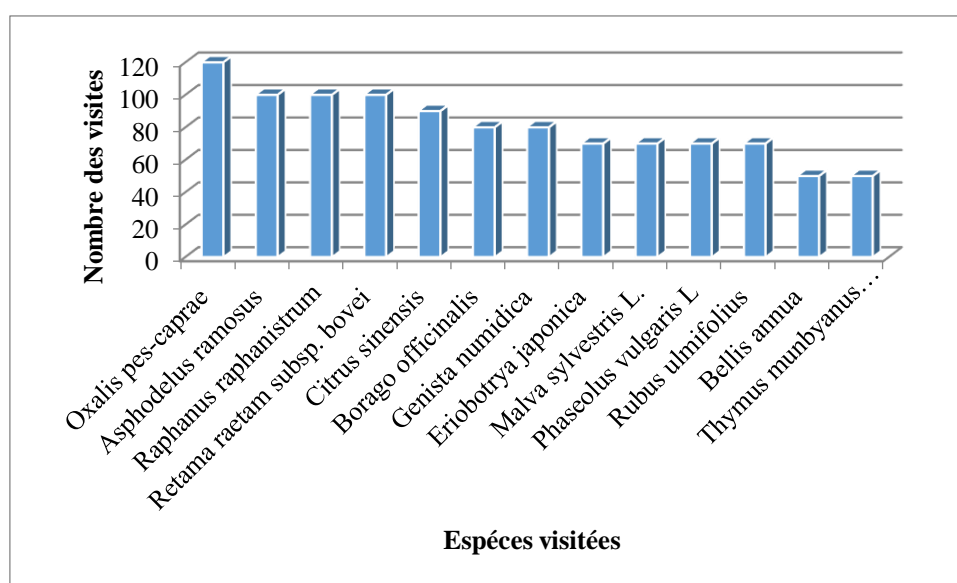


Figure 16 : Les espèces les plus visitées par *Osmia cornuta*

Tableau 4. Liste des plantes butinées par *Osmia cornuta* dans les six stations étudiées

Taxon	Famille	Type biologique	Couleur de la fleur	Degré de butinage	Rythme journalier de visites (H)	Effectif des butineuses	1	2	3	4	5	6
<i>Ajuga iva</i> (L.) Schreb.	Lamiaceae	Ch	Rose	2	10H-11H	20-30			x		x	
<i>Allium roseum</i> L.	Amarylladaceae	Géo	Rose	1	10H-11H	1—5	x	x	x	x		x
<i>Ammi majus</i> L.	Apiaceae	Th	Blanche	1	11H-12H	1—5				x		x
<i>Asphodelus ramosus</i> L. subsp. <i>ramosus</i>	Xanthorrhoeaceae	Géo	Blanche	4	10H-11H	80-100	x	x	x	x	x	x
<i>Bellis annua</i> L. subsp. <i>annua</i>	Asteraceae	Th	Blanche-jaune	2	11H-12H	30-50	x	x	x	x	x	x
<i>Borago officinalis</i> L.	Boraginaceae	Th	Bleue	3	10H-11H	50-80	x	x	x	x	x	
<i>Cichorium intybus</i> L.	Asteraceae	Hém	Bleue	1	9H-10H	5—10		x	x	x		
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Rosaceae	Ph	Jaune	3	10H-11H	70-90				x	x	x
<i>Clematis cirrhosa</i> L.	Ranunculaceae	Ph	Blanche	1	9H-10H	10—20			x	x	x	
<i>Convolvulus tricolor</i> L.	Convolvulaceae	Géo	Rose	1	11H-12H	1—5	x		x	x		x
<i>Daphne gnidium</i> L.	Thymeleaceae	Ph	Blanche	2	10H-11H	20-50	x		x		x	
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl	Rosaceae	Ph	Blanche	3	12H-13H	50-70		x		x		x
<i>Galactites mutabilis</i> Durieu	Asteraceae	Hém	Rose	2	10H-11H	20-30	x	x	x	x	x	x
<i>Genista numidica</i> Spach subsp. <i>numidica</i>	Fabaceae	Ph	Jaune	3	9H-10H	50-80			x			
<i>Lathyrus clymenum</i> L.	Fabaceae	Th	Rose	1	9H-10H	1—5	x		x	x	x	
<i>Leontodon tuberosus</i> L.	Asteraceae	Th	Jaune	1	9H-10H	10—20	x	x		x		x
<i>Lotus criticus</i> L.	Fabaceae	Hém	Jaune	2	10H-11H	20-30	x		x	x		
<i>Malva sylvestris</i> L.	Malvaceae	Th	Mauve	2	10H-11H	50-70	x		x	x	x	x
<i>Malva trimestris</i> (L.)Salisb.	Malvaceae	Th	Mauve	2	10H-11H	10—20	x		x		x	
<i>Medicago murex</i> Willd.	Fabaceae	Th	Jaune	2	9H-10H	1—5	x	x	x	x		x
<i>Medicago sativa</i> L.	Fabaceae	Th	Violette	2	9H-10H	20-30		x		x		
<i>Nigella damascenna</i> L.	Ranunculaceae	Th	Bleue	1	11H-12H	1—5	x					
<i>Oncostema peruviana</i> (L.) Speta	Asparagaceae	Hém	Blanche	1	10H-11H	20-30	x	x	x	x	x	x
<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	Oxalidaceae	Géo	Jaune	4	10H-11H	80-120	x	x	x	x	x	

Taxon	Famille	Type biologique	Couleur de la fleur	Degré de butinage	Rythme journalier de visites (H)	Effectif des butineuses	1	2	3	4	5	6
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Fabaceae	Th	Blanche	2	9H-10H	50-70				x		x
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	Ranunculaceae	Th	Jaune	1	10H-11H	1—5	x	x	x	x		x
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Brassicaceae	Th	Blanche	4	11H-12H	80-100	x	x	x	x		
<i>Retama raetam</i> subsp. <i>bovei</i> (Spach) Talavera & Gibbs	Fabaceae	Ph	Blanche	4	10H-11H	80-100	x					
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Rosaceae	Ph	Rose	2	9H-10H	50-70	x	x	x	x	x	
<i>Sinapis arvensis</i> L. subsp. <i>arvensis</i>	Brassicaceae	Th	Jaune	2	10H-11H	20-30	x	x	x	x	x	x
<i>Spartium junceum</i> L.	Fabaceae	Ph	Jaune	2	11H-12H	20-30					x	
<i>Teucrium polium</i> L. subsp. <i>polium</i>	Lamiaceae	Ch	Blanche	1	10H-11H	20-30			x		x	
<i>Thymelea hirsuta</i> L.	Thymeleaceae	Ch	Blanche	3	9H-10H	30-50	x		x			
<i>Thymus munbyanus</i> subsp. <i>coloratus</i> (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet	Lamiaceae	Ch	Rose	2	9H-10H	30-50			x	x	x	x
<i>Vicia altissima</i> Desf.	Fabaceae	Th	Rose	1	9H-10H	1--5	x	x	x	x		

Les stations : (1 : Vieille Calle ; 2 : Sidi Amar ; 3 : Cap de Garde ; 4 : Guerbès ; 5 : Badji Mokhtar ; 6 : Chefia), x : présence, Th : thérophyte, Géo : géophyte, Ch : chamaephyte, Ph : phanérophyte, Hém : hémicryptophyte.

8.1.7. Analyse canonique des correspondances flore, stations et environnement

Cette analyse met en relation les 36 espèces végétales (codées en présence – absence), les stations et les variables environnementales. Le plan formé par le premier et le second axe a totalisé un taux d'inertie de 77,65% (Fig.17). Il a mis en évidence la répartition des stations en fonction des variables du milieu et de la physiologie de la végétation.

Sur la partie positive de l'axe 1, nous avons :

Les stations Vieille Calle et Guerbès qui ont été caractérisées par les espèces des dunes littorales (X29 *Retama raetam* subsp. *bovei*, X16 *Leontodon tuberosus*, X10 *Convolvulus tricolor*, X17 *Lotus corniculatus* subsp. *corniculatus*, X36 *Vicia altissima* et X25 *Papaver rhoeas*). Ces stations sont liées aux trois facteurs de l'environnement : l'activité agricole, ainsi que le taux de recouvrement des espèces ligneuses et herbacées.

À l'opposé, les stations de Sidi Amar, Cap de Garde, Badji Mokhtar et Chefia ont été caractérisées par les espèces de maquis (X33 *Spartium junceum*, X32 *Sinapis arvensis* subsp. *arvensis*, X34 *Thymus munbyanus* subsp. *coloratus*, X35 *Verbascum sinuatum*, X9 *Clematis cirrhosa*, X14 *Genista numidica* subsp. *numidica*) et par un arbre fruitier (X8 *Citrus sinensis*). Ces stations se répartissent en fonction de quatre facteurs dominants (substrat, altitude, pente et exposition). L'incendie a intervenu faiblement sur la répartition de cette flore.

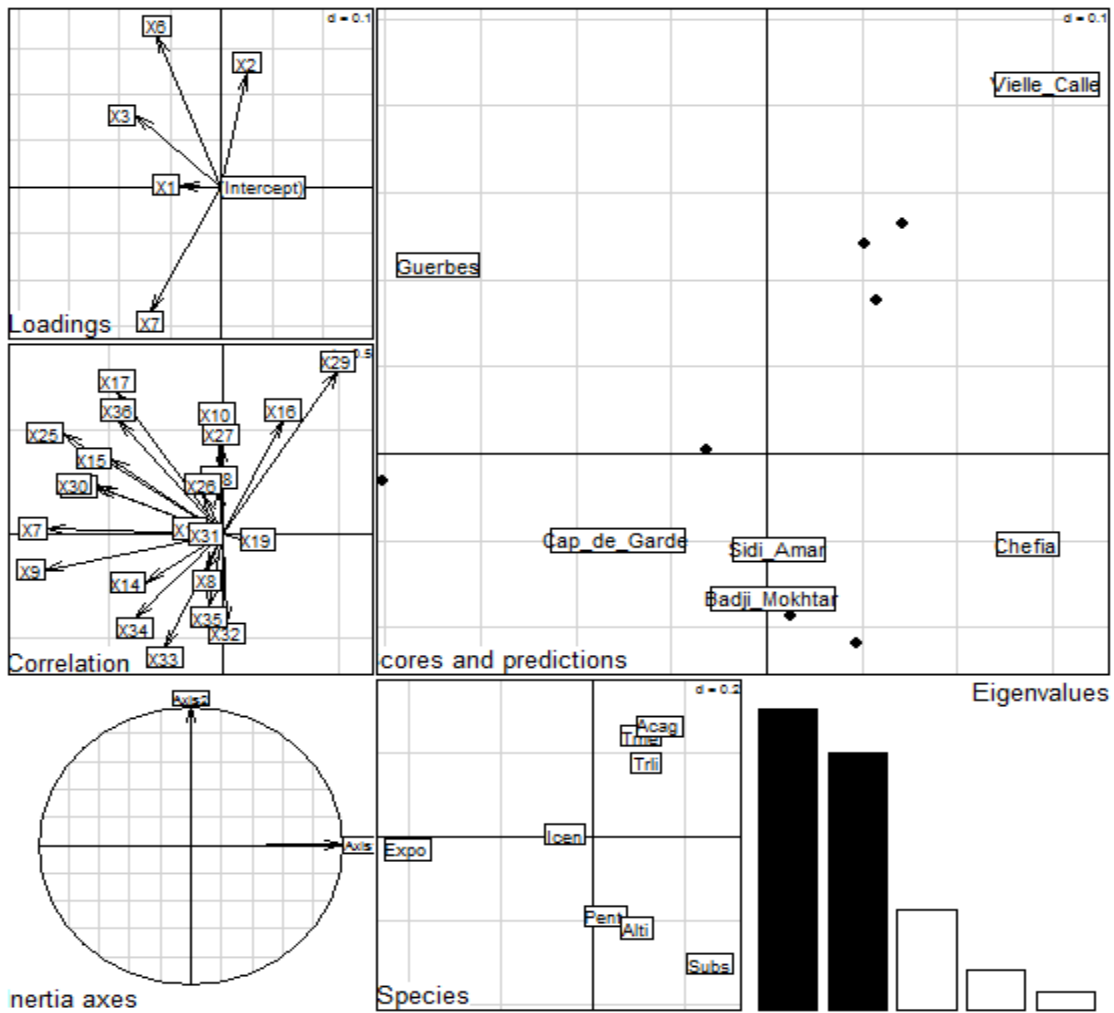


Figure 17 : Carte de l'analyse canonique des correspondances 6 stations x 36 espèces butinées par *Osmia cornuta* x 8 variables environnementales.

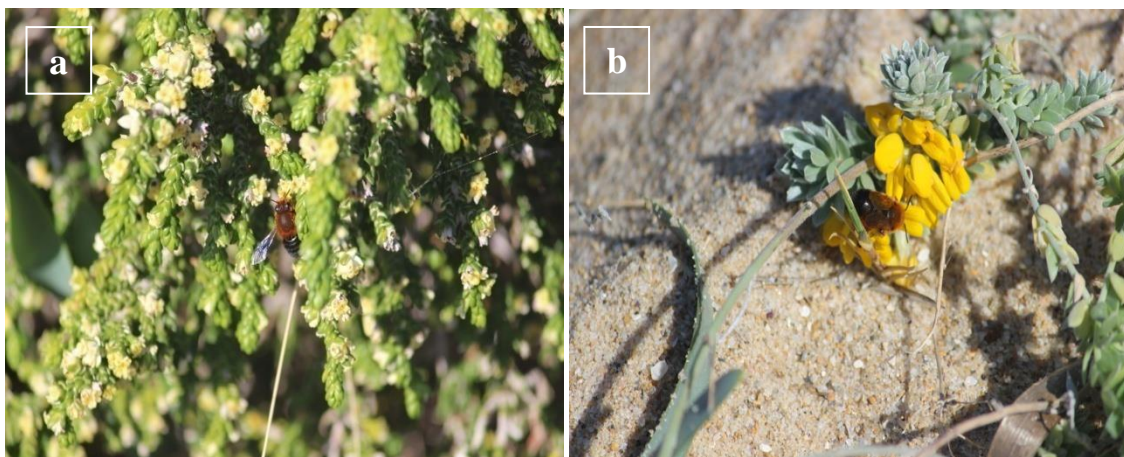


Figure 18 : (a) Pollinisation de *Thymelea hirsuta*, (b) pollinisation de *Lotus creticus* (Cliché Meddad-Hamza A. 2020)

8.2. Les résultats sur *Campsomeriella thoracica* (Fabricinus, 1787)

8.2.1. Diversité floristique des plantes butinées par *Campsomeriella thoracica*

Les observations de butinage de *Campsomeriella thoracica* dans les cinq stations ont permis de recenser 17 espèces. Cette flore est répartie en 8 familles et 15 genres (Tab. 5), avec la prédominance des Fabaceae et des Asteraceae par 3 espèces pour chacune, suivies par les Boraginaceae, Brassicaceae, Cistaceae, Euphorbiaceae et les Lamiaceae avec 2 espèces pour chacune. La famille des Plantaginaceae est représentée par une seule espèce uniquement.

La station la plus riche en espèce est la Vieille Calle suivie par la station d'El Mellah, soit respectivement 12 et 9 taxons (Fig. 19).

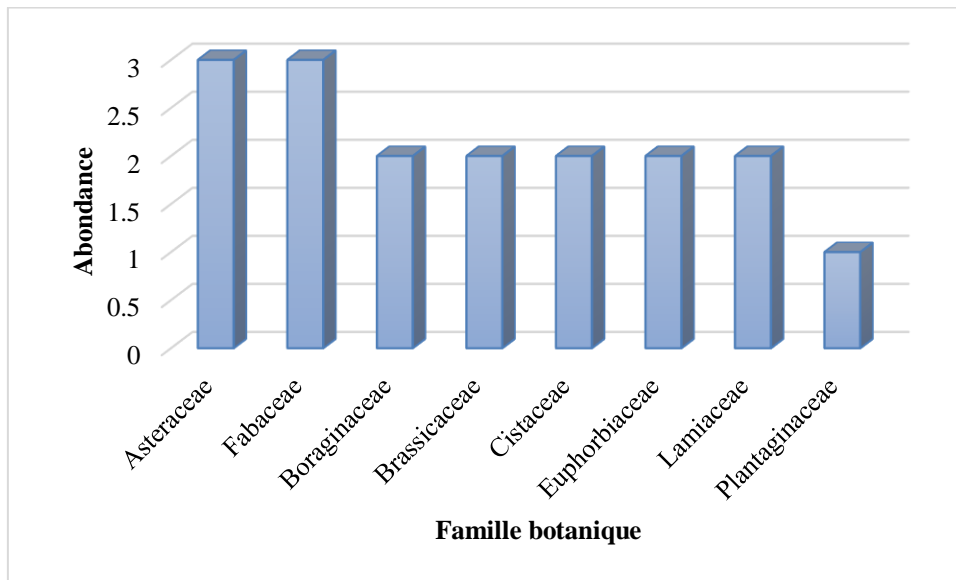


Figure 19 : Répartition des familles butinées par *Campsomeriella thoracica*

8.2.2. Type biologique de la flore butinée par *Campsomeriella thoracica*

La flore butinée par *Campsomeriella thoracica* se est composé de 7 thérophytes (soit 41%), 4 phanérophytes (soit 23,5%), 4 espèces hémicryptophytes (soit 23,5%) et 2 espèces chaméphytes (soit 12%) (Fig. 20).

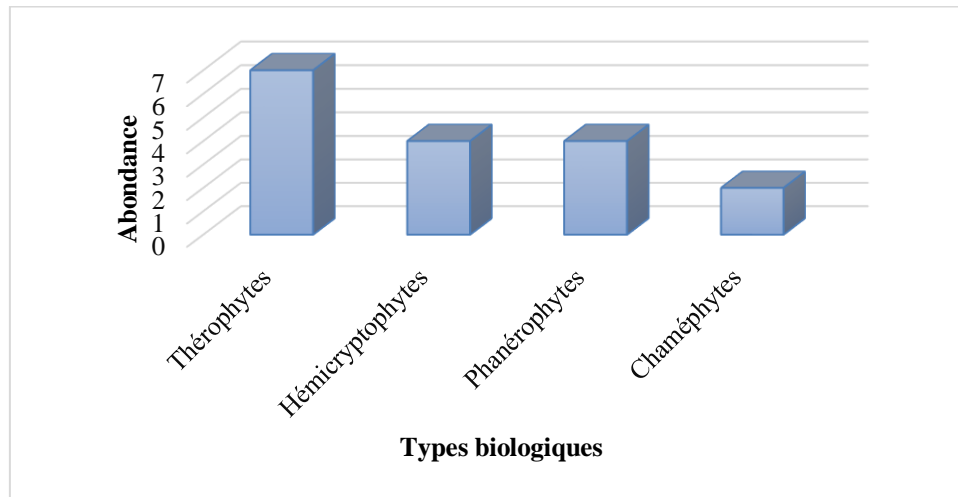


Figure 20 : Types biologiques de la flore butinée par *Campsomeriella thoracica*

Tableau 5. Liste des espèces butinées par *Campsomeriella thoracica* dans les cinq stations échantillonnées

Taxon	Famille	Type biologique	Couleur de la fleur	Degré de butinage	Rythme journalier de visites (H)	Effectif des butineuses	1	2	3	4	5
<i>Bellis annua</i> L. subsp. <i>annua</i>	Asteraceae	Th	Blanche-Jaune	2	10H-11H	10--20	x	x			x
<i>Borago officinalis</i> L.	Boraginaceae	Th	Bleue	2	10H-11H	10--20			x	x	x
<i>Calicotome villosa</i> (Poir.) Link	Fabaceae	Ph	Jaune	4	11H-12H	20-30	x	x			x
<i>Cistus monspeliensis</i> L.	Cistaceae	Ph	Blanche	4	10H-11H	20-30	x			x	x
<i>Cistus salvifolius</i> L.	Cistaceae	Ph	Blanche	2	10H-11H	10--20	x		x		
<i>Echium plantagineum</i> L.	Boraginaceae	Th	Bleue	2	10H-11H	10--20		x	x		
<i>Euphorbia biumbellata</i> Poir.	Euphorbiaceae	Hém	Jaune	2	10H-11H	5--10	x	x		x	
<i>Euphorbia paralias</i> L.	Euphorbiaceae	Hém	Jaune	1	10H-11H	1--5	x	x		x	x
<i>Galactites elegans</i> (All.) Soldano	Asteraceae	Th	Rose	2	9H-10H	1--5			x		
<i>Galactites mutabilis</i> Durieu	Asteraceae	Hém	Rose	1	9H-10H	1--5	x	x		x	
<i>Lavandula stoechas</i> L.	Lamiaceae	Ch	Violette	3	11H-12H	20-30	x	x	x		x
<i>Linaria pinifolia</i> (Poiret) Thell.	Plantaginaceae	Hém	Jaune	3	10H-11H	20-30	x		x		
<i>Marrubium vulgare</i> L.	Lamiaceae	Ch	Blanche	1	12H-13H	10--20				x	x
<i>Medicago sativa</i> L.	Fabaceae	Th	Violette	1	9H-10H	5--10	x				
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Brassicaceae	Th	Blanche	2	10H-11H	20-30		x	x		x
<i>Retama raetam</i> subsp. <i>bovei</i> (Spach)	Fabaceae	Ph	Blanche	4	11H-12H	50-70	x	x	x		
<i>Sinapis arvensis</i> L. subsp. <i>arvensis</i>	Brassicaceae	Th	Jaune	2	10H-11H	10--20	x			x	x

Station (1 : Vieille Calle ; 2 : El Mellah ; 3 : La Mafragh ; 4 : El marsa ; 5 : Guerbès), x : présence, Th : thérophyte, Géo : géophyte, Ch : chamaephyte, Ph : phanérophyte, Hém : hémicryptophyte.

8.2.3. Couleur des fleurs butinées par *Campsomeriella thoracica*

La répartition des plantes butinées en fonction des couleurs des fleurs montre une grande diversité de couleurs au sein et entre les familles (Tab. 5). Les couleurs des fleurs répertoriées en fonction de la dominance sont les suivantes: blanche, jaune, bleue, blanc jaunâtre, rose et violette (Fig. 21).

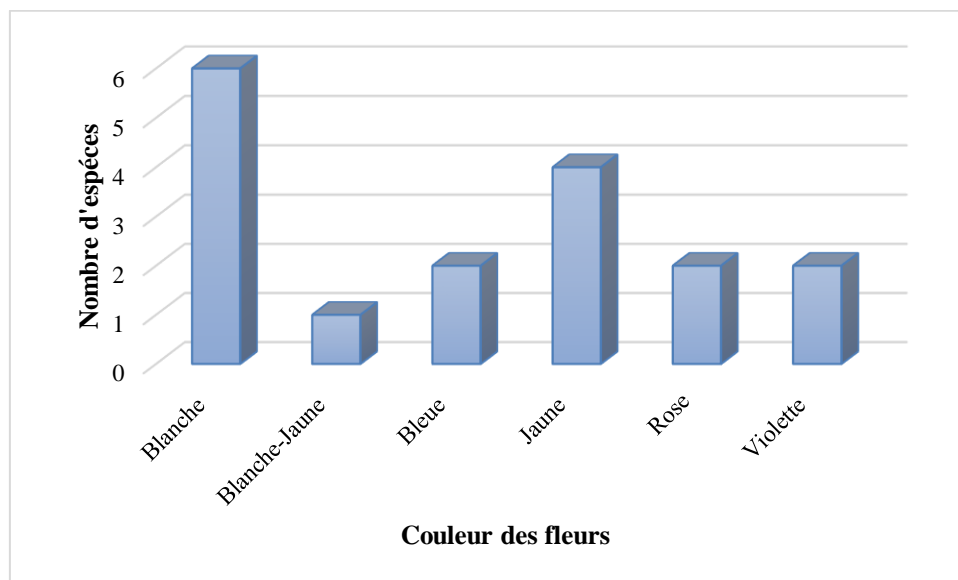


Figure 21. Couleur des fleurs butinées par *Campsomeriella thoracica*

8.2.4. Fréquence de butinage

Des plantes qui étaient fortement butinées par *Campsomeriella thoracica* sont représentées par trois espèces, *Calicotome villosa*, *Cistus monspeliensis* et *Retama raetam* subsp. *bovei*. Deux espèces sont intensément butinées : *Lavandula stoechas* et *Linaria pinifolia*. Le reste des espèces dont les fleurs étaient moyennement et faiblement butinées représentaient respectivement 12 et 10 taxons (Fig. 22).

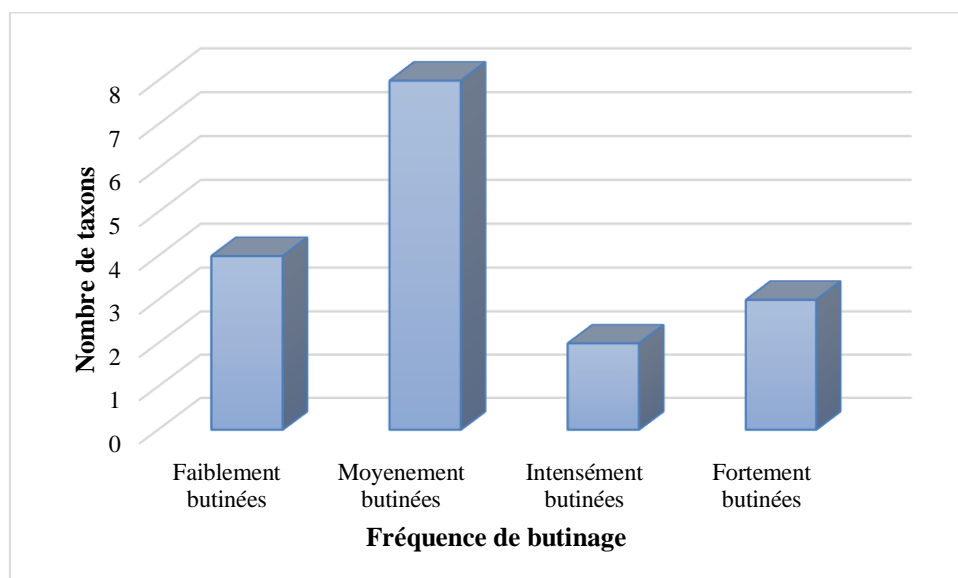


Figure 22 : La fréquence de butinage chez *Campsomeriella thoracica*

8.2.5. Rythme journalier de visites

La période journalière d'activité des butineuses coïncide avec la période pendant laquelle les plantes portent des fleurs épanouies.

Le plus grand nombre des espèces sont butinées pendant la tranche d'heure de 10h à 11h, soit 9 taxons (52,94%). Néanmoins, une seule espèce est butinée de 12h à 13h, elle s'agit d'*Euphorbia paralias* (Fig. 23).

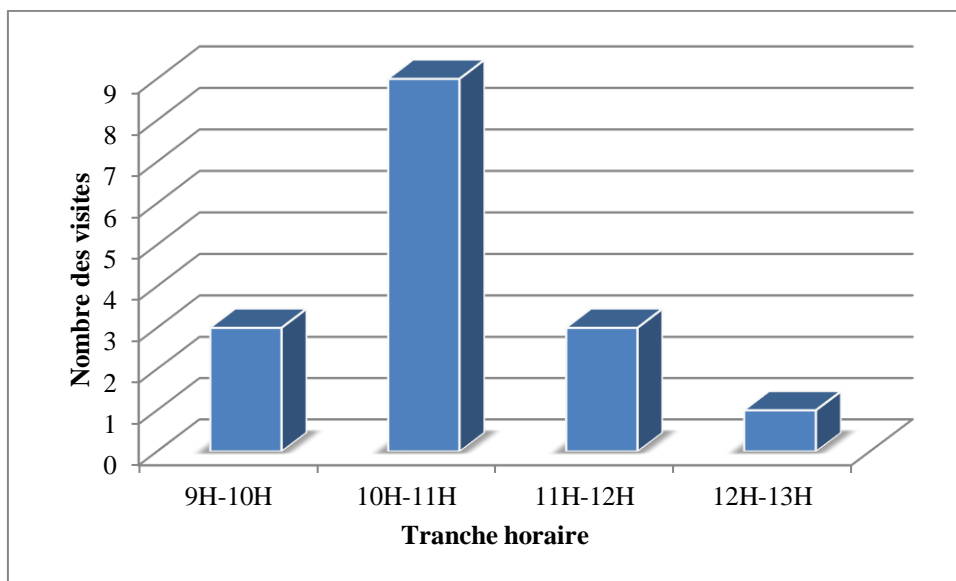


Figure 23. Tranche horaire des visites de *Campsomeriella thoracica* sur les fleurs butinées

8.2.6. Effectif des butineuses

En fonction de des effectifs de butinage des plantes, on peut distinguer trois catégories (Fig. 24) :

Catégorie des plantes les plus visitées est représentée par une seule espèce *Retama raetam* subsp. *bovei*.

Les plantes moyennement butinées sont représentées par cinq espèces (*Linaria pinifolia*, *Lavandula stoechas*, *Calicotome villosa*, *Cistus monspeliensis* et *Raphanus raphanistrum*).

En fin, la catégorie des plantes faiblement butinées est représentée par 6 taxons.

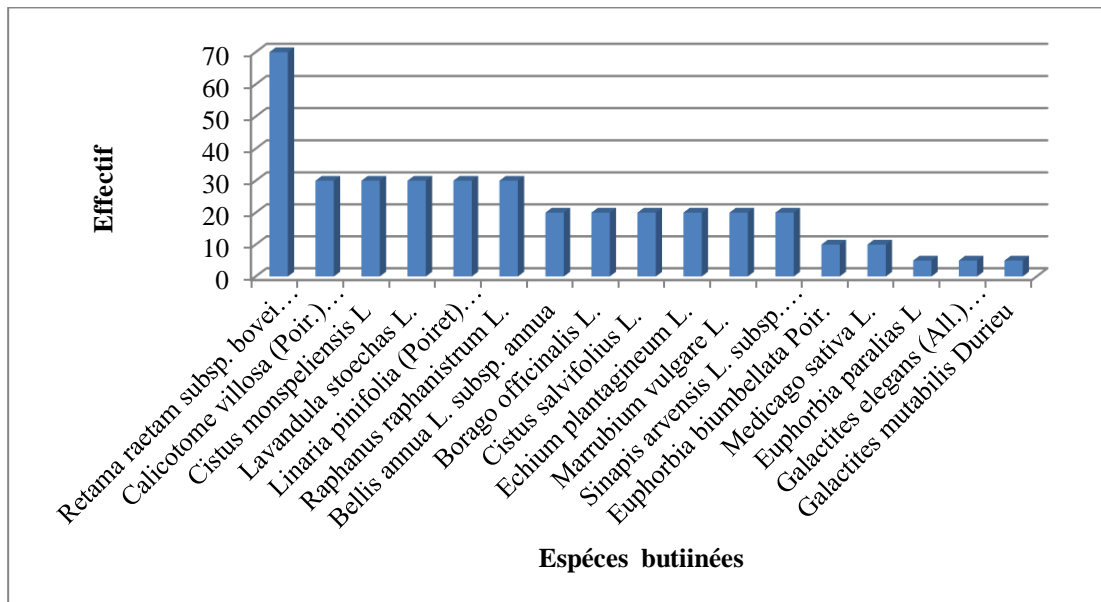


Figure 24 : Effectif de *Campsomeriella thoracica* sur les plantes butinées

8.2.7. Paramètres environnementaux explicatifs de la répartition de la flore butinée

Le plan formé par les deux premiers axes de l'Analyse Canonique des Correspondances totalise un taux d'inertie de 94,12%.

L'axe 2 a isolé du côté positif les espèces de la Numidie orientale (X16 *Retama raetam* subsp. *bovei*, X12 *Linaria pinifolia*, X14 *Medicago sativa*, X11 *Lavandula stoechas* et X6 *Echium plantagineum*). Ces stations sont associées à deux variables dominants : la pente et le taux de recouvrement des espèces ligneuses.

Des espèces comme (X8 *Euphorbia paralias*, X13 *Marrubium vulgare* et X17 *Sinapis arvensis* subsp. *arvensis*) se regroupent sur la partie négative de l'axe 2 et sont caractérisé par une exposition ouest et une forte activité agricole (Fig. 25).

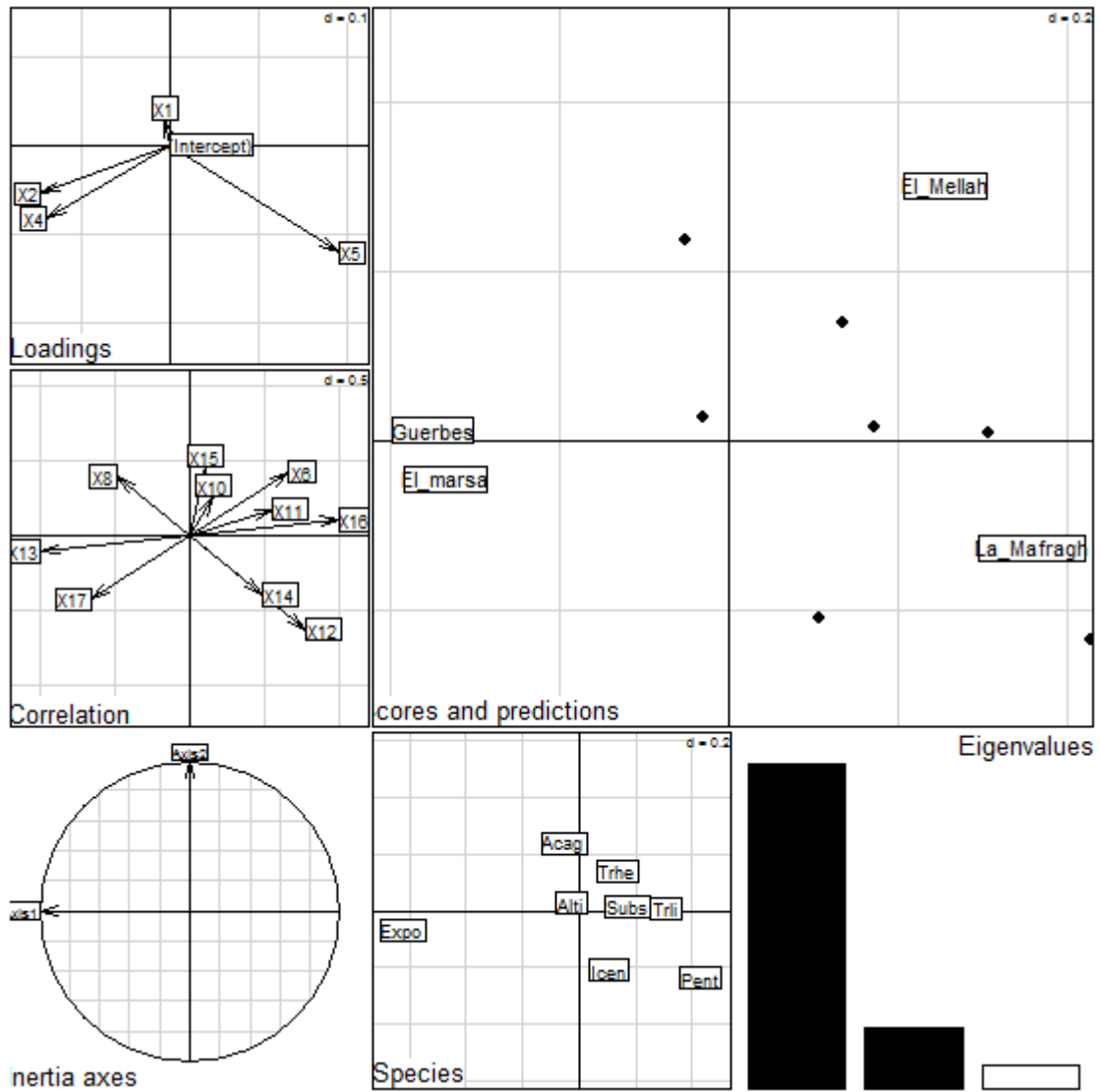


Figure 25 : Carte de l'analyse canonique des correspondances 5 stations X 17 espèces butinées par *Campsomeriella thoracica* X 8 variables environnementales



Figure 26 : **a.** Pollinisation d'*Euphorbia biumbellata* ; **b.** pollinisation de *Retama raetam* subsp. *bovei*, **c.** pollinisation de *Lavendula stoechas* (Cliché Meddad-Hamza A. 2019)

8.3. Les résultats d'*Andrena florea* Fabricius, 1793

8.3.1. Diversité floristique des plantes butinées par *Andrena florea*

Les observations de butinage d'*Andrena florea* dans les six stations échantillonnées ont permis de recenser 31 espèces. Cette flore est répartie en 13 familles et 29 genres (Tab. 5), avec la prédominance des Fabaceae (8 espèce) suivie par les Asteraceae (6 espèces). La famille des Brassicaceae est représentée par 4 espèces. Le reste des familles sont bispécifique et parfois même sont monospécifique (Fig. 27).

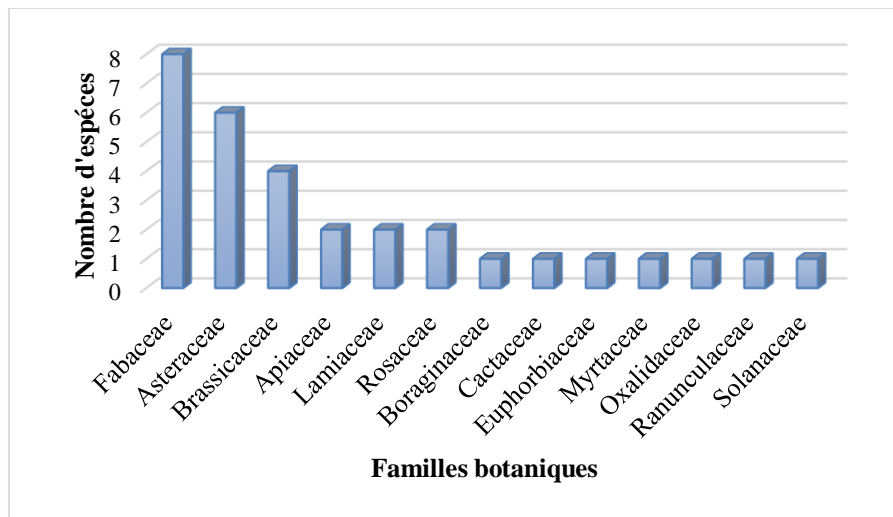


Figure 27 : Répartition des familles butinées par *Andrena florea*

8.3.2. Type biologique de la flore butinée par *Andrena florea*

L'étude des types biologiques montre par catégorie et par ordre d'importance les : thérophytes, hémicryptophytes, phanérophytes, chaméphytes et géophytes. Elle met en évidence une prédominance des thérophytes sur les autres formes étudiées. Les géophytes en dernière position avec un seul taxon (*Oxalis pes-caprae* L.) (Fig.28).

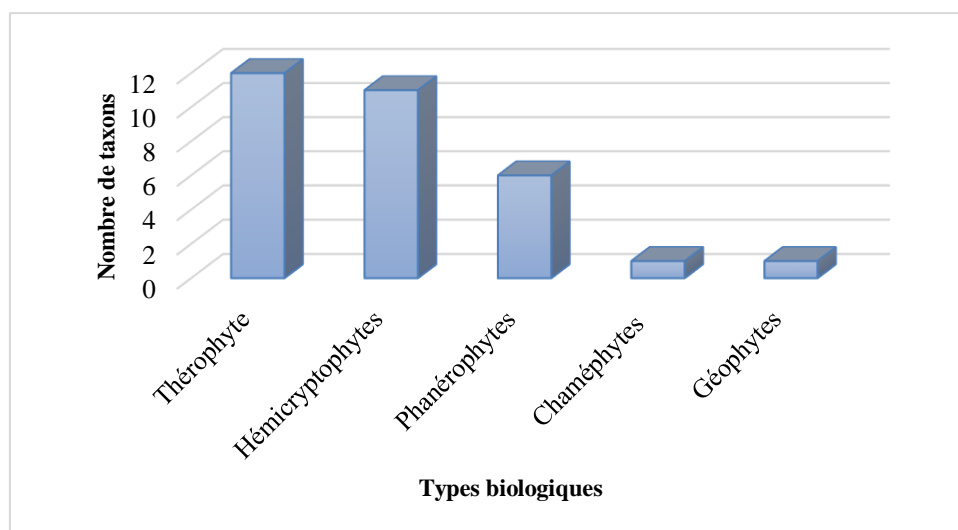


Figure 28 : Les types biologiques de la flore recensée butinée par *Andrena florea*.

Tableau 6 : Liste des espèces butinées par *Andrena florea* dans les six stations échantillonnées

taxon	Famille	Type biologique	Couleur de la fleur	Degré de butinage	Rythme journalier de visites (H)	Effectif des butineuses	1	2	3	4	5	6
<i>Asphodelus ramosus</i> L. subsp. <i>ramosus</i>	Xanthorrhoeaceae	Géo	Blanche	2	9H-10H	20-30	x	x		x		x
<i>Borago officinalis</i> L.	Boraginaceae	Th	Bleue	3	10H-11H	50-70	x	x		x		
<i>Brassica procumbens</i> (Poir.) O. E. Schulz	Brassicaceae	Th	Jaune	3	10H-11H	50-70		x	x	x	x	
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	Asteraceae	Hém	Rose	1	11H-12H	10—20					x	x
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Rosaceae	Ph	Jaune	3	11H-12H	50-70				x		
<i>Daucus virgatus</i> (Poir.) Maire	Apiaceae	Hém	Blanche	2	11H-12H	5—10	x		x			
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Myrtaceae	Ph	Blanche	4	10H-11H	80-100		x	x	x	x	x
<i>Euphorbia paralias</i> L.	Euphorbiaceae	Hém	Jaune	1	10H-11H	1—5	x					
<i>Galactites mutabilis</i> Durieu	Asteraceae	Hém	Rose	2	9H-10H	20-30	x	x	x			x
<i>Hedysarum glomeratum</i> L.	Fabaceae	Hém	Rose	2	10H-11H	10—20					x	
<i>Hyoseris radiata</i> L.	Asteraceae	Hém	Jaune	1	11H-12H	1—5	x	x		x		x
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	Asteraceae	Hém	Jaune	1	11H-12H	1—5	x	x	x			x
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Lamiaceae	Th	Rose	1	10H-11H	5—10	x		x	x		x
<i>Lupinus angustifolius</i> L.	Fabaceae	Th	Bleue	2	10H-11H	10—30	x			x		
<i>Lupinus luteus</i> L.	Fabaceae	Th	Jaune	2	10H-11H	10--30	x					
<i>Medicago sativa</i> L.	Fabaceae	Th	Violette	1	9H-10H	10--20	x		x	x		
<i>Melilotus indicus</i> (L.) All.	Fabaceae	Th	Jaune	1	10H-11H	20-30		x		x		
<i>Micromeria graeca</i> (L.) Benth.	Lamiaceae	Ch	Rose	1	9H-10H	5--10	x	x			x	x
<i>Ononis alba</i> Poiret subsp. <i>alba</i>	Fabaceae	Th	Blanche	1	12H-13H	5--10		x		x		
<i>Opuntia maxima</i> Mail.	Cactaceae	Ph	Jaune	3	10H-11H	50-70			x	x	x	
<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	Oxalidaceae	Géo	Jaune	4	10H-11H	100-200	x	x	x	x	x	x
<i>Pulicaria odora</i> (L.) Reichenb.	Asteraceae	Hém	Jaune	3	11H-12H	20-30	x	x				x
<i>Ranunculus ficaria</i> L.	Ranunculaceae	Hém	Jaune	2	11H-12H	20-30		x		x		
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Brassicaceae	Th	Blanche	4	10H-11H	80-100	x	x	x	x	x	x
<i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth.	Asteraceae	Th	Jaune	2	9H-10H	5--10	x	x	x	x		x

Taxon	Famille	Type biologique	Couleur de la fleur	Degré de butinage	Rythme journalier de visites (H)	Effectif des butineuses	1	2	3	4	5	6
<i>Retama raetam</i> subsp. <i>bovei</i> (Spach)	Fabaceae	Ph	Blanche	4	10H-11H	100-150	x					
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Rosaceae	Ph	Rose	3	9H-10H	20-30	x	x	x			
<i>Salpichroa origanifolia</i> (Lam.) Baill	Solanaceae	Ph	Blanche	2	10H-11H	5--10		x				
<i>Sinapis pubescens</i> subsp. <i>indurata</i> (Coss.) Batt.	Brassicaceae	Hém	Jaune	3	10H-11H	20-30					x	x
<i>Sinapis arvensis</i> L. subsp. <i>arvensis</i>	Brassicaceae	Th	Jaune	3	10H-11H	20-30	x	x	x	x		x
<i>Thapsia garganica</i> L.	Apiaceae	Hém	Jaune	1	9H-10H	10--20					x	x

Station : (1 : El Mellah, 2 : Sidi Amar, 3 : Chétaibi, 4 : Oued El Aneb, 5 : Ain Zena, 6 : Nechemia), x : présence, Th : thérophyte, Géo : géophyte, Ch :

chamaephyte, Ph : phanérophyte, Hém : hémicryptophyte.

8.3.3. Couleur des fleurs butinées par *Andrena florea*

Les six stations étudiées abritent un cortège floristique avec des fleurs de différentes couleurs, jaune, rose, blanche, bleue et violette (Fig. 29). La couleur jaune est la plus appréciée par *Andrena florea*.

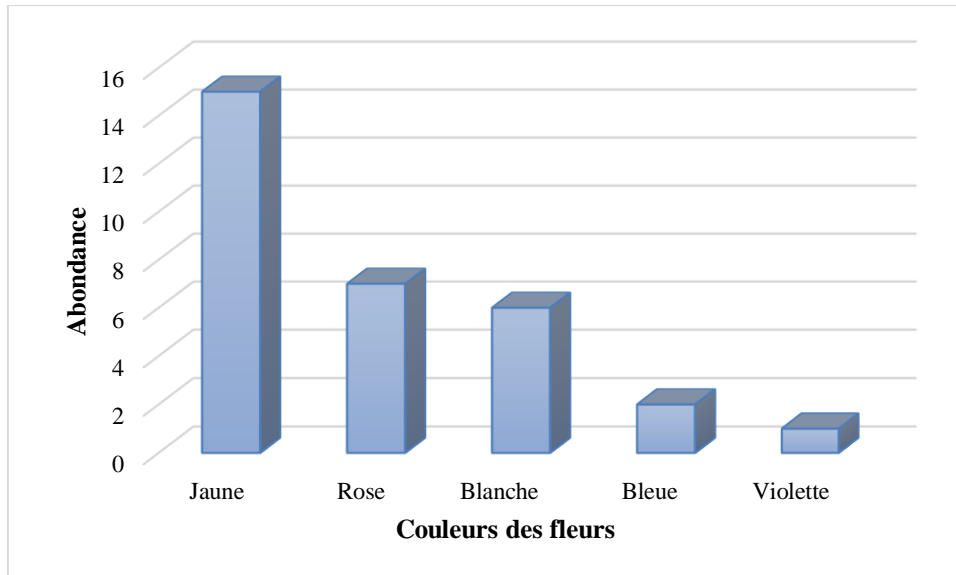


Figure 29 : Couleurs des fleurs butinées par *Andrena florea*

8.3.4. Fréquence de butinage

Les résultats obtenus ont montré que quatre espèces (*Eucalyptus globulus*, *Oxalis pes-caprae*, *Raphanus raphanistrum* et *Retama raetam* subsp. *bovei*) ont été les plus fortement fréquentées par *Andrena florea*. Les espèces intensément et faiblement butinées ont été représentées par huit espèces chacune. Néanmoins, les espèces moyennement butinées ont été représentées pour la majorité avec 10 taxons (Fig. 30).

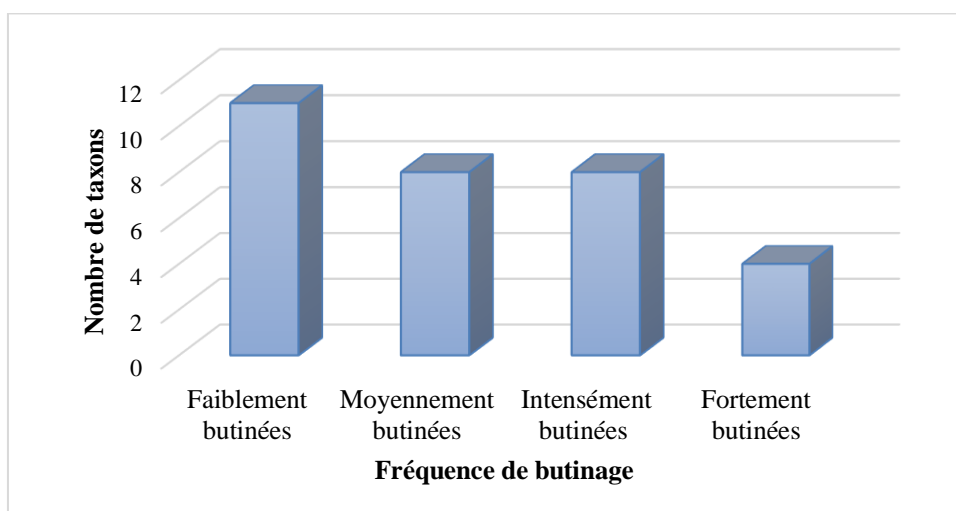


Figure 30 : La fréquence de butinage chez *Andrena florea*

8.3.5. Rythme journalier de l'activité de visites *Andrena florea*

L'étude du rythme journalier de l'activité *Andrena florea* a montré que le plus grand nombre des espèces sont butinées pendant la tranche d'heure de 10H à 11H, soit 16 taxons (52%), 7 espèces sont butinées dans chaque tranche (9H à 10H et 11H à 12H). En revanche, une seule espèce est butinée de 12H à 13H (Fig. 31).

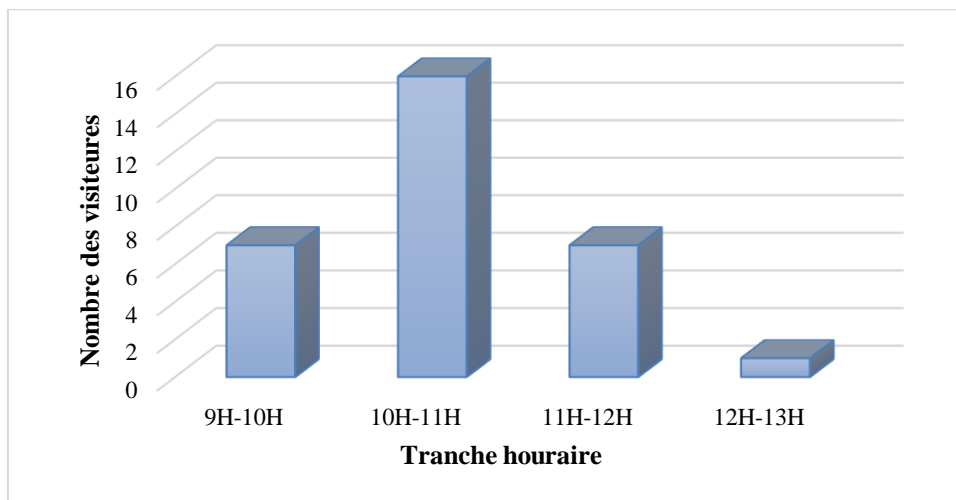


Figure 31 : Rythme des visites d'*Andrena florea*

8.3.6. Effectifs des butineuses

L'activité de butinage d'*Andrena florea* sur les fleurs d'*Oxalis pes-caprae* L. est très remarquable, nous avons compté de 150-200 individus par 10 minutes.

Les fleurs de (*Retama raetam* subsp. *bovei*, *Eucalyptus globulus* et *Raphanus raphanistrum*) ont attiré un effectif de 100-150 individus par 10 minutes (Fig. 32).

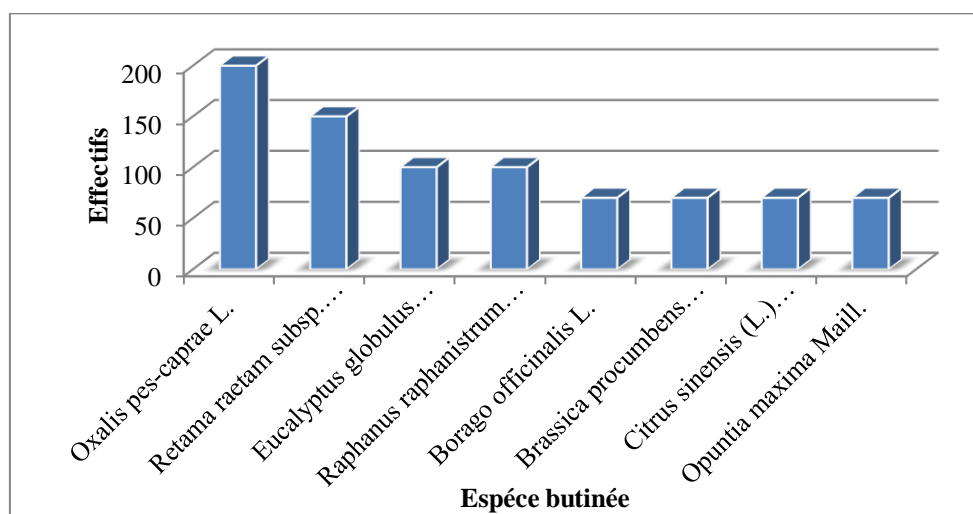


Figure 32 : Les plantes les plus butinées par *Andrena florea*

8.3.7. Analyse canonique des correspondances flore butinée, station et variables de l'environnement

La carte de l'analyse canonique des correspondances (Fig. 33) a montré la corrélation entre la répartition des stations échantillonnées aux variables du milieu et à la typologie de la végétation. Le plan formé par le premier et le second axe totalise un taux d'inertie de 86,59%. L'axe 1 regroupe du côté positif les espèces X31 *Thapsia garganica* L., X18 *Micromeria graeca* (L.) Benth., X10 *Hedysarum glomeratum* L. et X7 *Eucalyptus globulus* Labill., ont colonisé les stations d'altitude (Ain Zena et Nechemia) et du côté négatif les espèces X27 *Rubus ulmifolius* Schott, X6 *Daucus virgatus* (Poir.) Maire, X16 *Medicago sativa* L., X12 *Hypochaeris radicata* L. et X30 *Sinapis arvensis* L. subsp. *Arvensis* sont caractérisées par une exposition Nord.

L'axe 2 regroupe du côté positif des espèces relativement ubiquistes préférant les milieux ouverts (X11 *Hyoseris radiata* L., X22 *Pulicaria odora* (L.) Reichenb., X14 *Lupinus angustifolius* L. et X26 *Retama raetam* subsp. *bovei* (Spach). Par contre il a isolé du côté négatif les espèces X20 *Opuntia ficus indica* Maill. et X3 *Brassica procumbens* (Poir.) O. E. Schulz qui été corrélées à la variable pente.

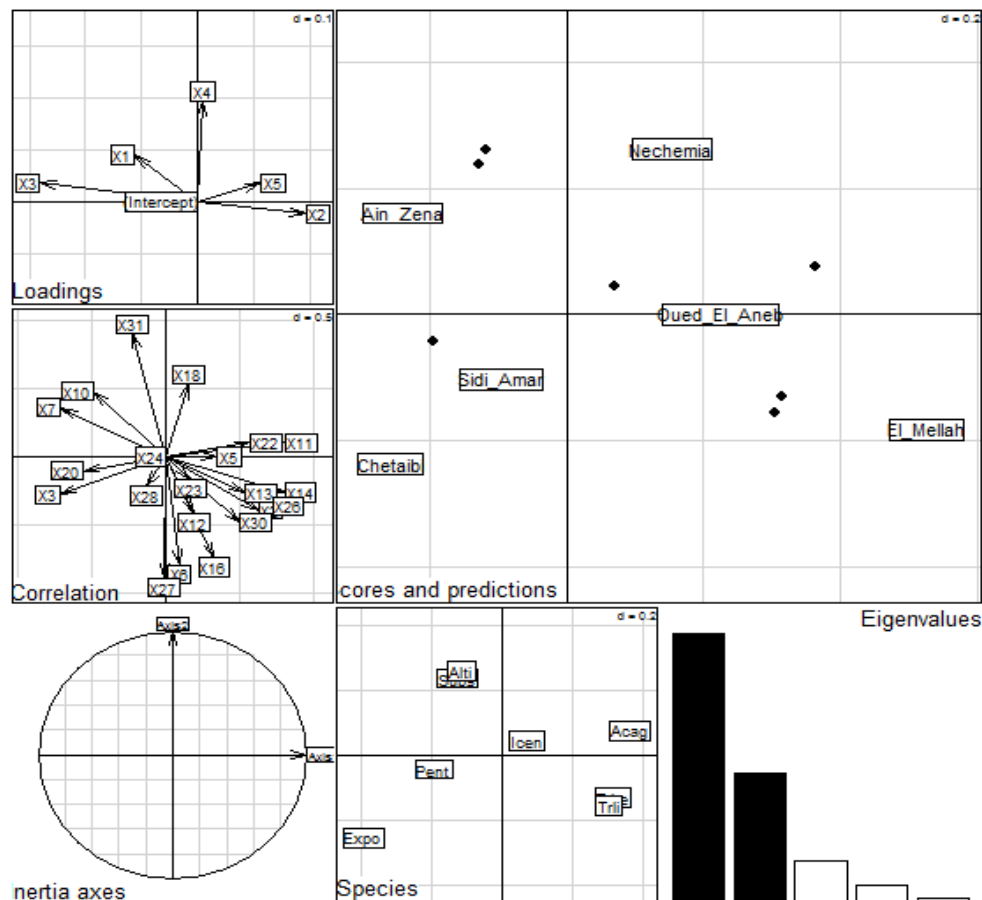


Figure 33 : Carte de l'analyse canonique des correspondances 6 stations X 31 espèces butinées par *Andrena florea* X8 variables environnementales

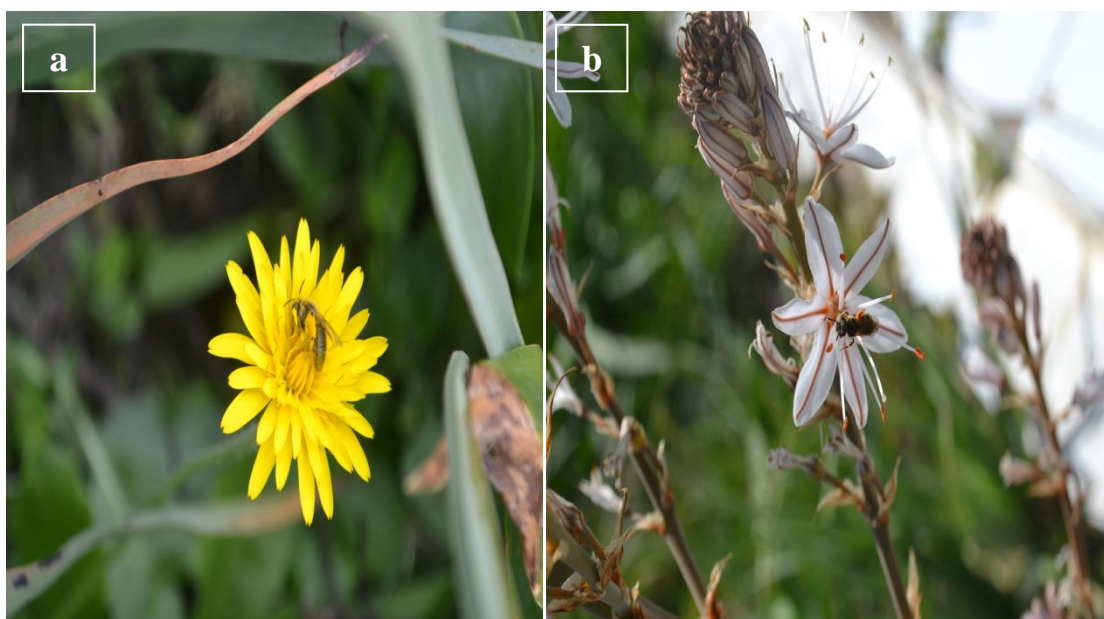


Figure 34 : a. Pollinisation de *Hyoseris radiata* L. ; b. pollinisation de *Asphodelus ramosus* L. subsp. *ramosus* (Cliché Hamel T. 2019)

8.4. Les résultats sur *Andrena flavipes* Panzer, 1799

8.4.1. Diversité floristique des plantes butinées

Un total de 59 espèces de plantes pollinisées par *Andrena flavipes* ont été répertoriées dans les sept stations étudiées appartenant à 21 familles et 49 genres (Tab. 6).

Cette flore est dominée par les Fabaceae et Asteraceae soit respectivement 12 et 10 taxons.

Ces deux familles représentent plus de 37,28% de l'ensemble des espèces recensées (Fig. 35).

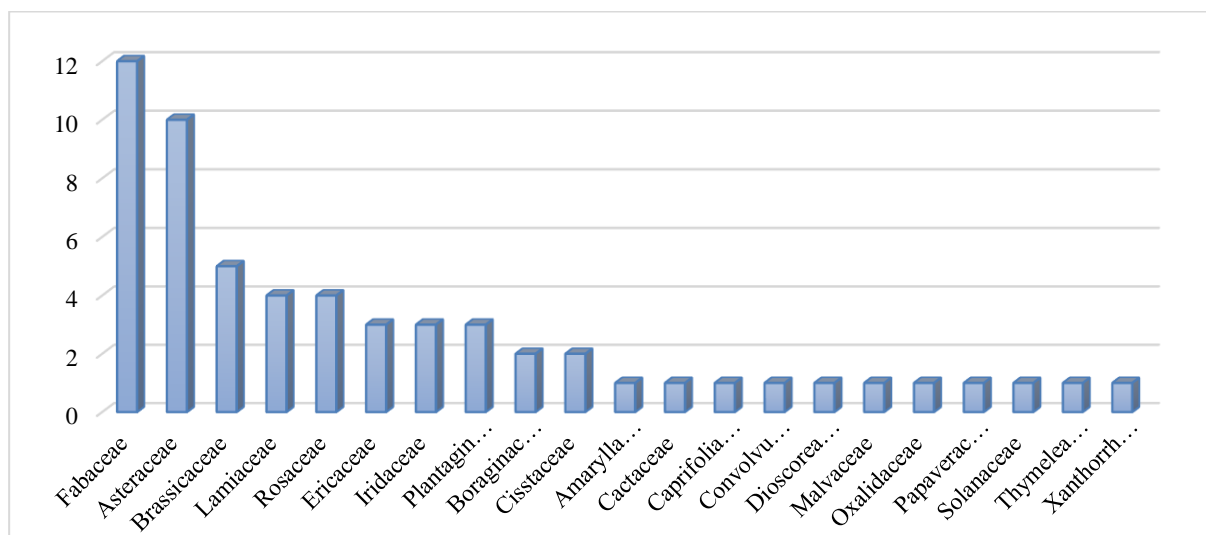


Figure 35 : Répartition des familles butinées par *Andrena flavipes*

8.4.2. Type biologique de la flore butinée par *Andrena flavipes*

Le spectre biologique des sept stations étudiées fait apparaître l'existence de 5 types biologiques.

La figure 36 montre une dominance claire des thérophytes, soit près de 39 % de l'effectif global. Les phanérophytes occupent un pourcentage 28,81%. Les hémicryptophytes et les géophytes ont présenté des pourcentages égalitaires (13,55 %). Les chaméphytes se classent dans la dernière position avec 5,08 % de l'effectif total.

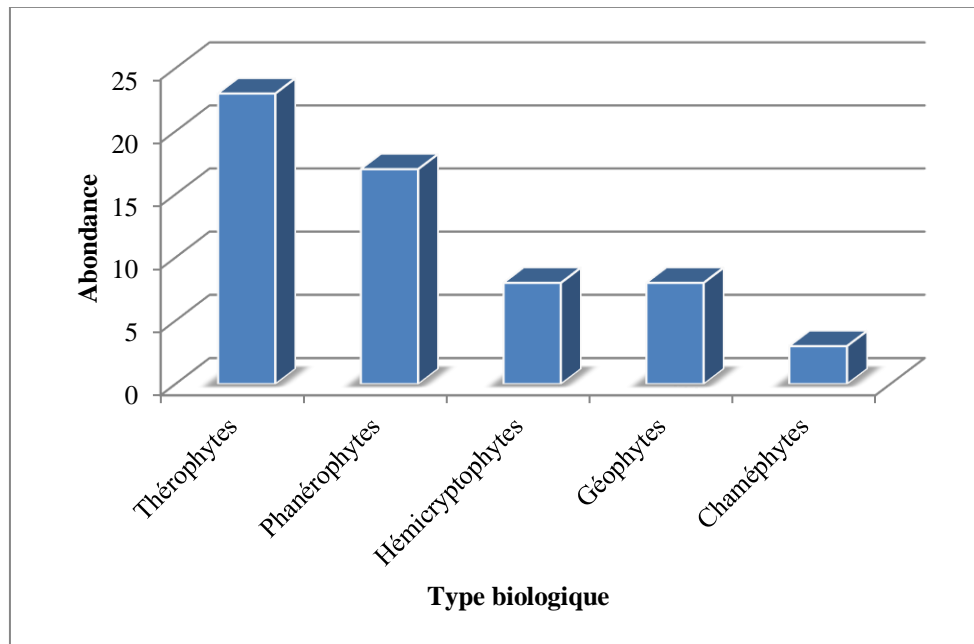


Figure 36 : Spectre biologique global des sept stations échantillonnées

Tableau 7 : Liste des espèces pollinisées par *Anderna flavipes* dans les sept stations échantillonnées

Taxon	Famille	Type biologique	Couleur de la fleur	Degré de butinage	Rythme journalier de visites (H)	Effectif des butineuses	1	2	3	4	5	6	7
<i>Anthemis maritima</i> L.	Asteraceae	Hém	Jaune	3	10H-11H	50-80					x		
<i>Anthyllis vulneraria</i> L. subsp. <i>maura</i> (Beck.) Becker	Fabaceae	Th	Rose	1	10H-11H	1—5	x	x			x	x	
<i>Arbutus unedo</i> L.	Ericaceae	Ph	Rose	2	10H-11H	50-80	x		x	x			x
<i>Asphodeline lutea</i> (L.) Rchb.	Xanthorrhoeaceae	Géo	Jaune	2	10H-11H	20-30					x		
<i>Astragalus sesameus</i> L.	Fabaceae	Th	Mauve	1	9H-10H	5—10	x			x	x		x
<i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	Plantaginaceae	Th	Violette	1	9H-10H	10--20				x			
<i>Bellis annua</i> L. subsp. <i>annua</i>	Asteraceae	Th	Blanche	1	12H-13H	5—10		x				x	x
<i>Borago officinalis</i> L.	Boraginaceae	Th	Jaune	2	9H-10H	30-50		x	x	x			
<i>Brassica procumbens</i> (Poir.) O. E. Schulz	Brassicaceae	Th	Jaune	4	11H-12H	100-150	x	x	x	x	x	x	x
<i>Calamintha nepeta</i> (L.) Savi	Lamiaceae	Ch	Blanche	2	9H-10H	1—5	x		x				
<i>Calendula arvensis</i> (Vaill.) L.	Asteraceae	Th	rouge	2	9H-10H	1—5				x	x		x
<i>Calicotome spinosa</i> (L.) Link	Fabaceae	Ph	Blanche	3	10H-11H	80-100				x	x		
<i>Calicotome villosa</i> (Poir.) Link	Fabaceae	Ph	Blanche	3	10H-11H	80-100	x	x		x		x	x
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	Asteraceae	Hém	Jaune	3	10H-11H	50-80		x	x	x		x	x
<i>Cerintho major</i> L.	Boraginaceae	Th	Blanche	4	10H-11H	80-100	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cistus monspeliensis</i> L.	Cistaceae	Ph	Blanche	2	9H-10H	20-30	x	x	x		x	x	x
<i>Cistus salviifolius</i> L.	Cistaceae	Ph	Blanche	1	9H-10H	20-30	x		x	x			
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Rosaceae	Ph	Mauve	1	9H-10H	1—5	x			x	x	x	x
<i>Cladanthus mixtus</i> (L.) Chevall.	Asteraceae	Th	Blanche	4	11H-12H	100-120	x						
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae	Géo	Blanche	1	9H-10H	10—20	x	x	x		x		x
<i>Crataegus azarolus</i> L.	Rosaceae	Ph	Mauve	2	10H-11H	50-70		x	x				
<i>Crataegus monogyna</i> L.	Rosaceae	Ph	Mauve	2	10H-11H	50-70	x	x		x	x		x
<i>Daphne gnidium</i> L.	Thymeleaceae	Ph	Blanche	1	11H-12H	50-70	x	x	x				x

Taxon	Famille	Type biologique	Couleur de la fleur	Degré de butinage	Rythme journalier de visites (H)	Effectif des butineuses	1	2	3	4	5	6	7
<i>Dioscorea communis</i> (L.) Caddick & Wilki	Dioscoreaceae	Géo	Blanche	1	9H-10H	1—5	x	x		x	x	x	
<i>Echinops spinosissimus</i> subsp. <i>bovei</i> (Boiss.) Greuter	Asteraceae	Hém	Mauve	2	10H-11H	20-30					x		
<i>Echium confusum</i> Coincy	Plantaginaceae	Th	Violette	2	12H-13H	20-30	x	x	x	x	x		
<i>Echium plantagineum</i> L.	Plantaginaceae	Th	Violette	2	12H-13H	20-30		x		x	x		
<i>Erica arborea</i> L.	Ericaceae	Ph	Rose	1	11H-12H	20-30			x	x			
<i>Erica mutiflora</i> L.	Ericaceae	Ph	Rose	2	10H-11H	20-30	x	x	x		x	x	x
<i>Fedia graciliflora</i> Fisch. & C. A. Mey.	Caprifoliaceae	Th	Rose	2	9H-10H	10--20	x	x	x	x			x
<i>Galactites elegans</i> (All.) Soldano	Asteraceae	Th	Jaune	1	9H-10H	1—5	x			x	x		
<i>Galactites mutabilis</i> Durieu	Asteraceae	Hém	Jaune	2	9H-10H	10--20	x			x	x		x
<i>Genista aspalathoides</i> Lam.	Fabaceae	Ph	Mauve	1	9H-10H	10--20	x	x		x	x	x	x
<i>Genista numidica</i> Spach subsp. <i>numidica</i>	Fabaceae	Ph	Mauve	1	10H-11H	10--20	x		x	x			
<i>Gladiolus dubius</i> Guss.	Iridaceae	Th	Jaune	2	12H-13H	10--20					x		
<i>Glebionis segetum</i> (L.) Fourr.	Asteraceae	Th	Jaune	2	10H-11H	10--20		x	x	x	x	x	
<i>Lathyrus clymenum</i> L.	Fabaceae	Th	Jaune	1	10H-11H	5—10	x	x	x				x
<i>Malope malacoides</i> L. subsp. <i>malacoides</i>	Malvaceae	Hém	Blanche	4	10H-11H	50-80		x	x	x		x	x
<i>Medicago sativa</i> L.	Fabaceae	Th	Blanche	2	11H-12H	20-30	x		x	x		x	x
<i>Narcissus tazetta</i> L.	Amarylladaceae	Géo	Blanche	2	10H-11H	20-30	x	x	x	x	x	x	x
<i>Opuntia ficus indica</i> Mail.	Cactaceae	Ph	Jaune	2	10H-11H	30-50							x
<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	Oxalidaceae	Géo	Bleue	3	11H-12H	50-70	x	x	x	x			
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Papaveraceae	Th	Jaune	2	11H-12H	20-30				x	x		
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Brassicaceae	Th	Rose	3	11H-12H	30-50			x				
<i>Retama raetam</i> subsp. <i>bovei</i> (Spach)	Fabaceae	Ph	Jaune	2	10H-11H	50-80		x	x				
<i>Romulea bulbocodium</i> (L.) Sebastiani & Mauri subsp. <i>bulbocodium</i>	Iridaceae	Géo	Jaune	3	10H-11H	50-70		x	x		x	x	x
<i>Romulea ligustica</i> Parl.	Iridaceae	Géo	Blanche	2	12H-13H	10--20		x	x		x		x

Taxon	Famille	Type biologique	Couleur de la fleur	Degré de butinage	Rythme journalier de visites (H)	Effectif des butineuses	1	2	3	4	5	6	7
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Rosaceae	Ph	Rose	2	10H-11H	5--10	x	x		x	x	x	x
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Asteraceae	Hém	Blanche	4	10H-11H	40-70		x	x	x	x	x	x
<i>Sinapis pubescens</i> subsp. <i>indurata</i> (Coss.) Batt.	Brassicaceae	Hém	Jaune	2	12H-13H	50-80			x	x	x		
<i>Sinapis arvensis</i> L. subsp. <i>arvensis</i>	Brassicaceae	Th	Jaune	2	10H-11H	5--10	x	x	x	x	x		
<i>Sisymbrium irio</i> L.	Brassicaceae	Th	rouge	1	10H-11H	1--5							x
<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Solanaceae	Géo	Jaune	1	10H-11H	1--5	x		x			x	x
<i>Spartium junceum</i> L.	Fabaceae	Ph	Jaune	1	9H-10H	1--5	x		x	x			
<i>Stachys marrubiifolia</i> Viv.	Lamiaceae	Hém	Blanche	1	10H-11H	10--20		x	x		x		x
<i>Tetragonolobus biflorus</i> (Desr.) DC.	Fabaceae	Th	Rose	2	11H-12H	20-30				x	x	x	
<i>Tetragonolobus purpureus</i> Moench	Fabaceae	Th	Rose	2	9H-10H	20-30		x	x	x		x	
<i>Thymus algeriensis</i> Boiss. & Reut.	Lamiaceae	Ch	Jaune	1	10H-11H	5--10		x	x	x			x
<i>Thymus munbyanus</i> subsp. <i>coloratus</i> (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet	Lamiaceae	Ch	Blanche	3	10H-11H	20-50		x				x	x

Station (1 : El Mellah, 2 : Sidi Amar, 3 : Chétaibi, 4 : Badji Mokhtar, 5 : Ain Zena, 6 : Nechemia, 7 : Djebel El Korsi), x : présence, Th : thérophyte, Géo :

géophyte, Ch : chamaephyte, Ph : phanérophyte, Hém : hémicryptophyte.

8.4.3. Couleur des fleurs butinées par *Andrena flavipes*

Au cours de la période de floraison des plantes, *Andrena flavipes* butine régulièrement les fleurs de couleur jaune, blanche, rose, mauve, violette, rouge et bleue. Les deux couleurs jaune et blanche sont les plus appréciées par l'espèce étudiée (Fig. 37).

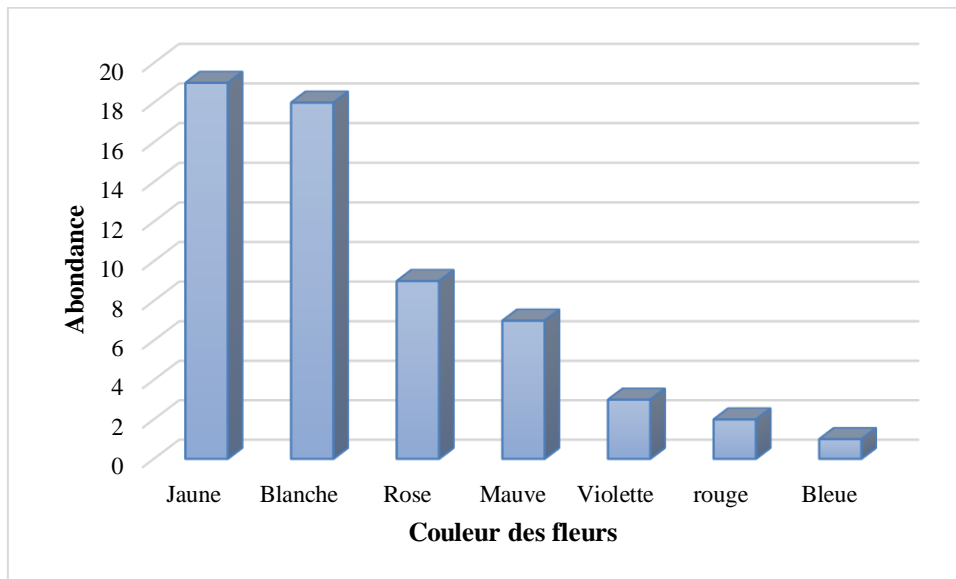


Figure 37 : Couleur des fleurs pollinisées par *Andrena flavipes*

8.4.4. Fréquence de butinage des plantes par *Andrena flavipes*

Des plantes fortement butinées par *Andrena flavipes* sont représentées par cinq espèces, *Cistus monspeliensis*, *Cistus salviifolius*, *Oxalis pes-caprae*, *Raphanus raphanistrum* et *Retama raetam* subsp. *bovei*. Huit espèces sont intensément butinées, il s'agit de, *Arbutus unedo*, *Borago officinalis*, *Brassica procumbens*, *Calicotome spinosa*, *C. villosa*, *Crataegus azarolus*, *Crataegus monogyna* et *Stachys marrubiifolia*. Les espèces moyennement butinées sont majoritaires avec 27 taxons. Ainsi, 19 espèces sont faiblement butinées par les individus d'*Andrena flavipes* (Fig. 38).

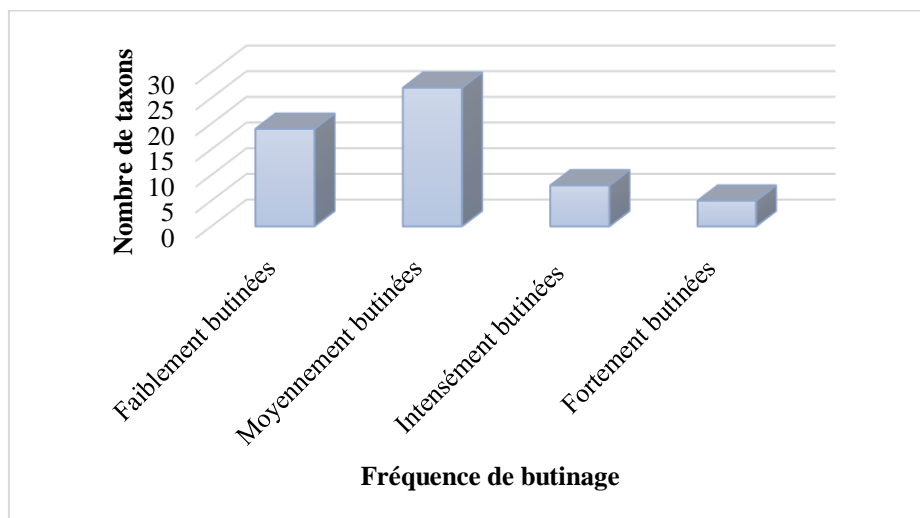


Figure 38 : La fréquence de butinage chez *Andrena flavipes*

8.4.5. Rythme des visites d'*Andrena flavipes* en fonction des tranches horaires journalières

La figure 39 montre les variations des visites d'*A. flavipes* sur les fleurs des plantes butinées selon les tranches horaires journalières d'investigation. Il en ressort de cette figure que l'activité d'*A. flavipes* sur s'effectue de 9 h à 13 h, avec un pic entre 10 h et 11 h.

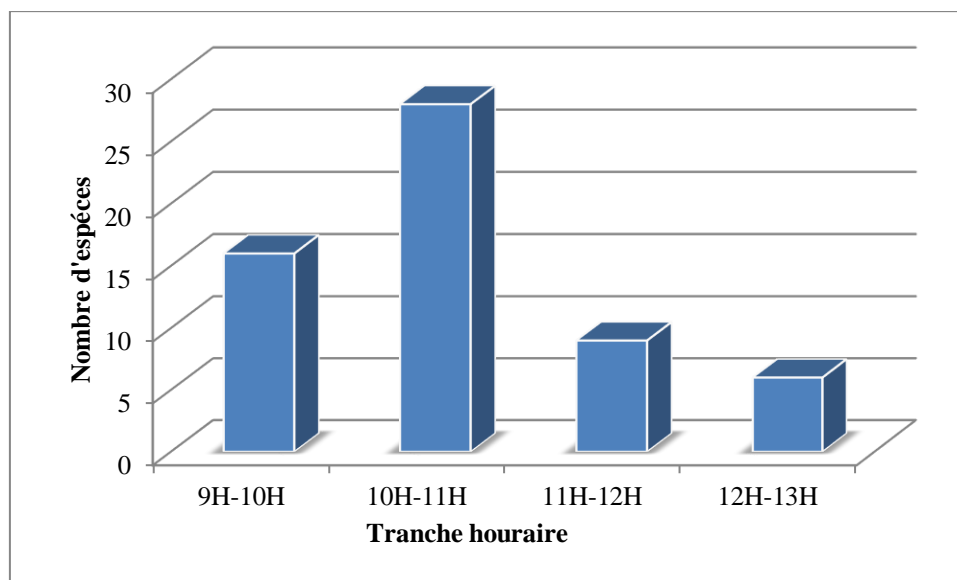


Figure 39 : Rythme de visite d'*Andrena flavipes* sur les fleurs butinées

8.4.6. Effectif des butineuses

Dans les sept stations d'étude, les *A. flavipes* visitaient les plantes pour se nourrir. Les plantes hautement visitées étaient *Oxalis pes-caprae* L., *Retama raetam* subsp. *bovei* (Spach), *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* L. et *Raphanus raphanistrum* L. Celles moyennement visitées étaient *Genista numidica* Spach subsp. *numidica*, *Convolvulus arvensis* L., *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, *Cistus monspeliensis* L., *Calicotome villosa* (Poir.) Link, *C. spinosa* (L.) Link, *Erica arborea* L., *Echium plantagineum* L., *Echium confusum* Coincy, *Brassica procumbens* (Poir.) O. E. Schulz, *Borago officinalis* L. et *Cistus salviifolius* L. (Fig. 40).

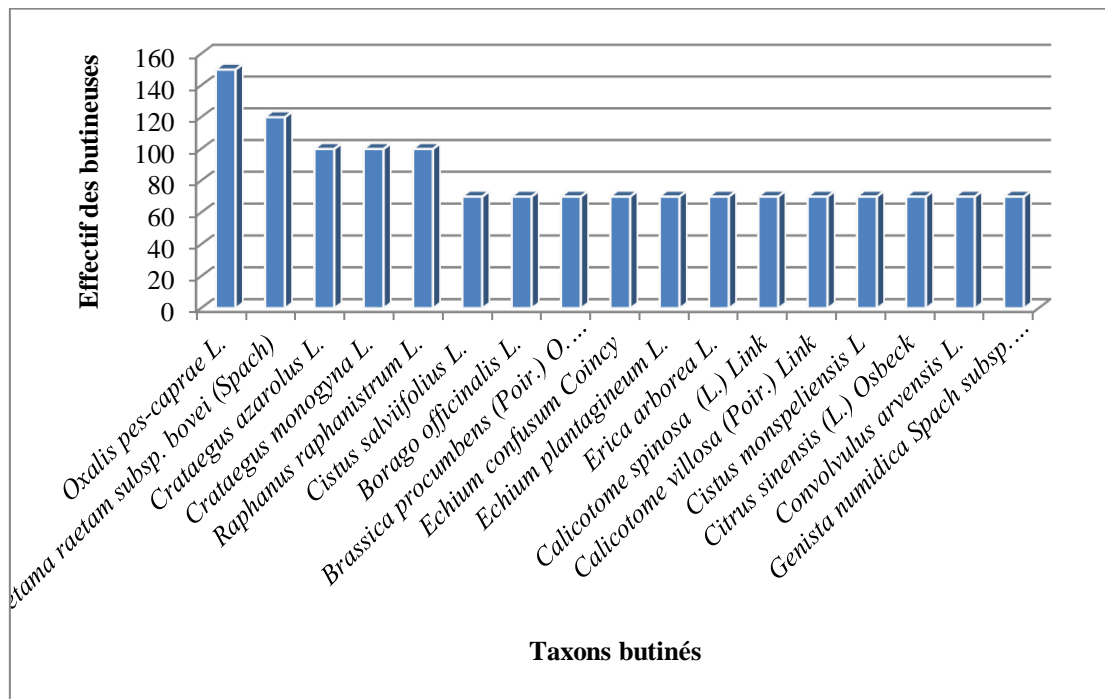


Figure 40 : Les plantes les plus visitées par *A. flavipes*

8.4.7. Relation espèces butinées-stations-variables environnementales

L'analyse canonique des correspondances (ACC), réalisée sur la matrice des données floristiques et celle des variables environnementales, possède une inertie totale de 83,54%, dont respectivement 55,59% et 27,59 % sont portés par l'axe 1 et 2 (Fig. 41).

L'axe 1 est corrélé à une variable dynamique et à un gradient anthropique. Il oppose un groupe de variables liées à la fermeture du milieu comme le recouvrement des espèces herbacées et ligneuses, du côté positif, à un autre groupe de variables liées à l'ouverture du milieu comme l'activité agricole et l'incendie.

Les variables topographiques, altitude (Alti) et pente (Pent) sont positivement corrélées à l'axe 2 et s'opposent à la variable exposition (Exp) négativement corrélée à cet axe.

Le long de l'axe 1, les relevés s'organisent selon un gradient dynamique, en allant des formations basses des pelouses (côté positif) vers les formations forestières conservées (pôle négatif).

Les stations qui se regroupent autour de la variable exposition (Expo) représentent les formations de maquis bas à *Quercus suber* L., *Olea europaea* L. et *Pistacia lentiscus* L. (Djebel El Korsi, Chétaibi, Sidi Amar et Badji Mokhtar). Ces formations occupent les altitudes inférieures à 450 m et sont issues de l'évolution régressive des formations forestières découlant de l'action de l'homme.

La présence de *Solanum lycopersicum* L., *Calendula arvensis* (Vaill.) L., et *Glebionis segetum* (L.) Fourr. révèle le caractère herbacé pour la station El Mellah. Cependant, ce

maquis en conditions écologiques favorables pour le sous arbrisseau psammophile (*Retama raetam* subsp. *bovei*).

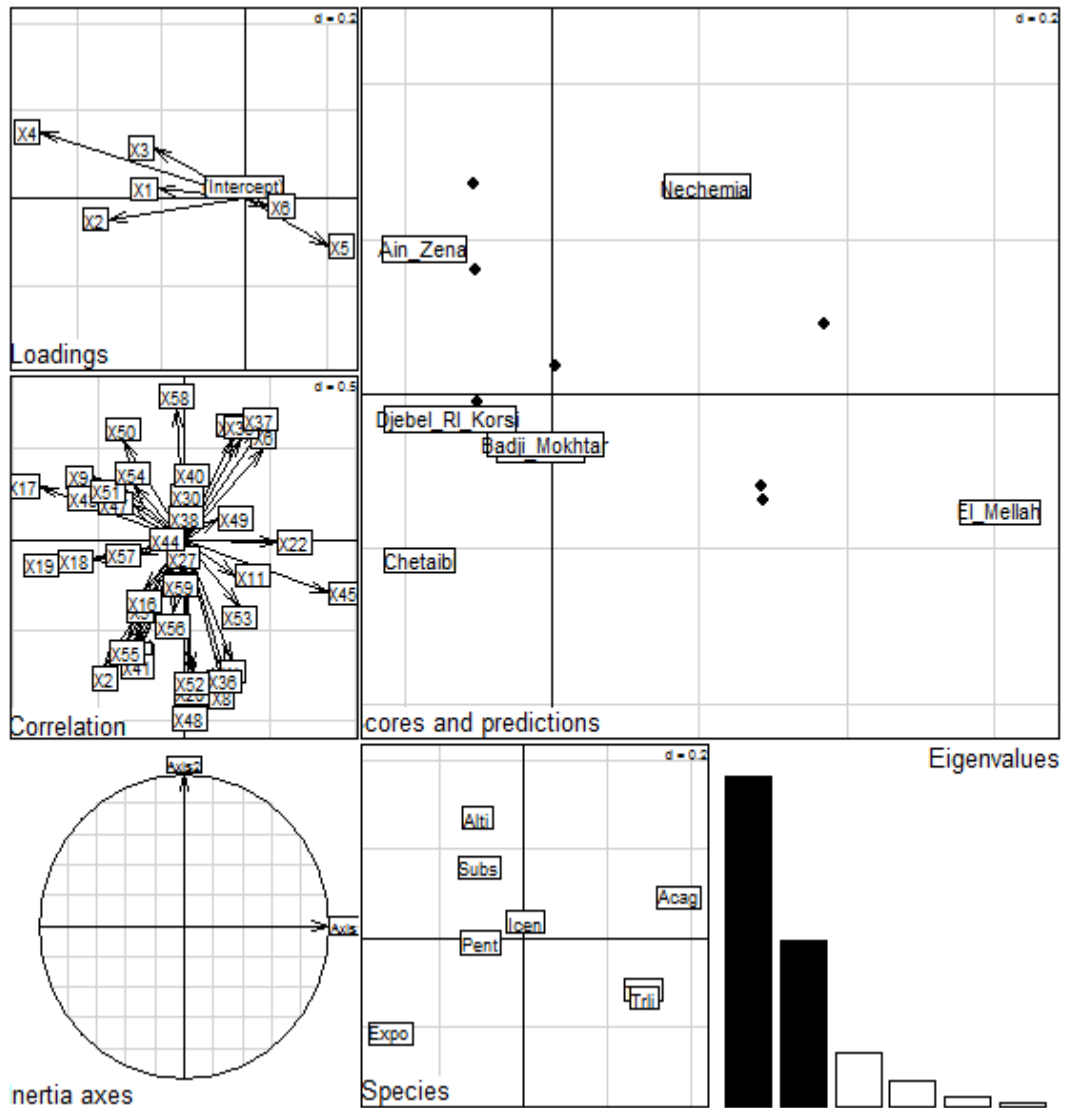


Figure 41 : Plan 1/2 de l'ACC réalisé sur la végétation, les stations et les variables environnementales



Figure 42 : Pollinisation de *Cistus salviifolius* L. par *A. flavipes* (Cliché Hamel T. 2021)

8.5. Les résultats sur *Bombus terrestris* (Linnaeus, 1758)

8.5.1. Diversité floristique des plantes pollinisées par *Bombus terrestris*

Les 9 stations étudiées présentent une richesse de 71 espèces pollinisées par *Bombus terrestris*. Cette flore est regroupée dans 21 familles et 66 genres (Tab. 7).

Les Fabaceae ont une dominance totale par 24 taxons (soit 34%), suivies par les Asteraceae (13 taxons, soit 18%).

Les Apiaceae, Brassicaceae et les Rosaceae occupent la troisième position avec 4 taxons (soit 6% pour chacune).

Les Boraginaceae, Malvaceae, Plantaginaceae, Scrophulariaceae, Solanaceae et Xanthorrhoeaceae sont représentées par 2 taxons (soit 3% pour chacune). Le reste des familles est monospécifique (Fig. 43).

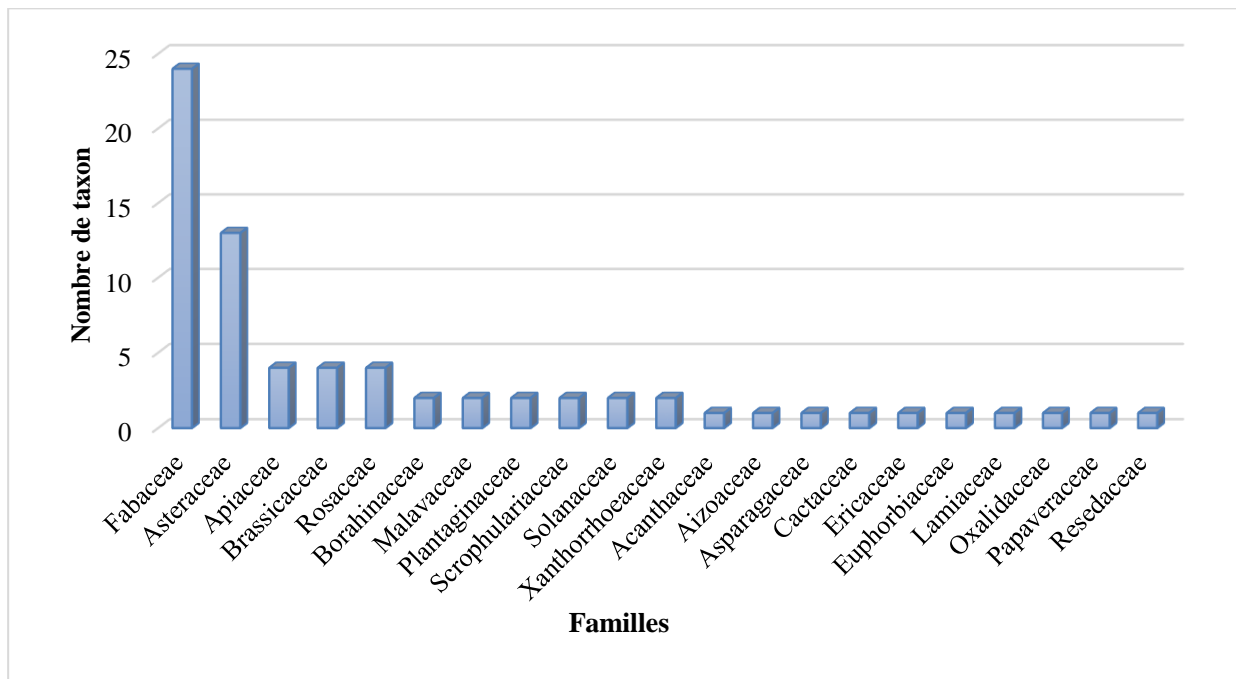


Figure 43 : Répartition des familles pollinisées par *Bombus terrestris*

8.5.2. Type biologique de la flore pollinisée par *Bombus terrestris*

La répartition des types biologiques établie met en évidence une prédominance des hémicryptophytes et thérophytes (23 taxons pour chacune) sur les autres formes étudiées

Par ailleurs, nous remarquons aussi une bonne répartition des phanérophytes avec 19 taxons, suivies par la présence des géophytes marquée par 4 taxons.

Les chaméphytes se situent en dernière position avec deux taxons (*Carpobrotus edulis* N. E. Br et *Matthiola incana* (L.) R. Br.) (Fig. 44).

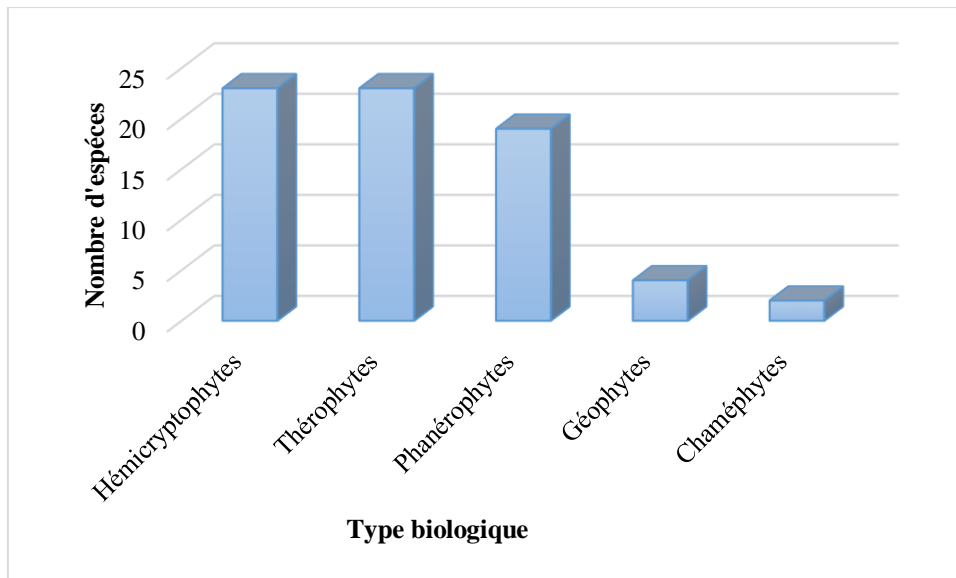


Figure 44 : Spectre biologique global de la flore pollinisée par *Bombus terrestris*

8.5.3. Couleur des fleurs butinées par *Bombus terrestris*

Au cours de nos prospections sur les 9 stations étudiées et pendant la période de floraison des plantes, les individus de *Bombus terrestris* visitent régulièrement les couleurs des fleurs, dont l'ordre décroissant : jaune, blanche, rose, mauve, jaune-blanche, bleue, jaune-rouge et enfin la couleur rouge (Fig. 45).

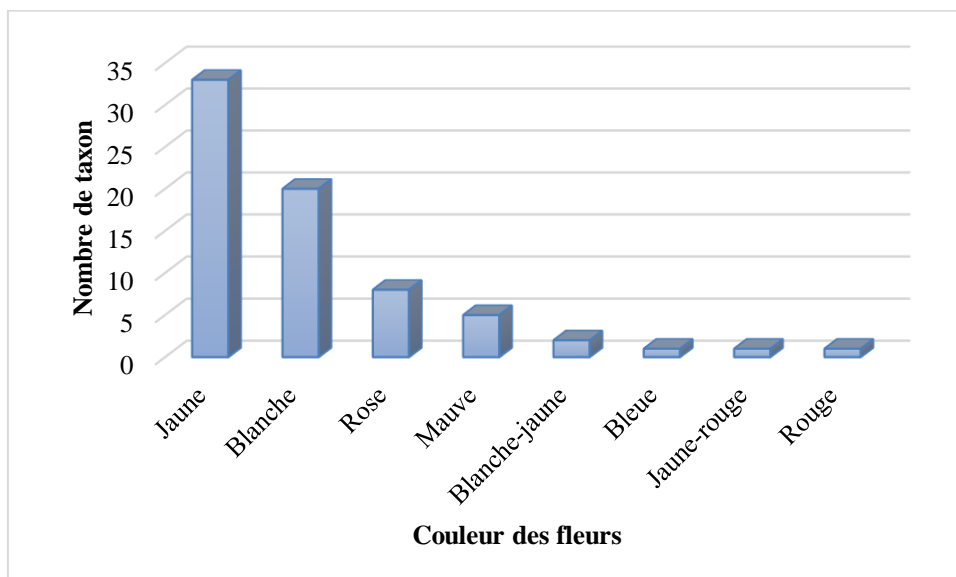


Figure 45 : Couleur des fleurs pollinisées par *Bombus terrestris*

8.5.4. Fréquence de butinage par *Bombus terrestris*

Les plantes fortement butinées sont représentées avec seulement trois espèces : *Retama raetam* subsp. *bovei* (Spach), *Vicia faba* L. et *Asphodelus ramosus* L. subsp. *ramosus* (soit 4%). Treize espèces sont intensément butinées et 24 espèces sont moyennement butinées.

Néanmoins, les plantes faiblement butinées sont les majoritaires avec 31 taxons (Fig. 46).

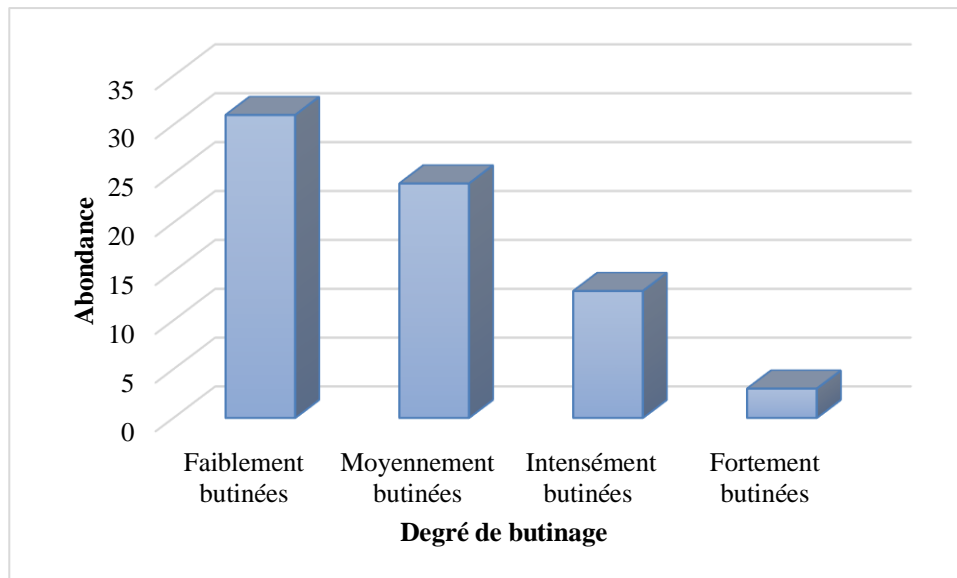


Figure 46 : Activité de butinage chez *Bombus terrestris*

8.5.5. Rythme journalier de visites des plantes par *Bombus terrestris*

L'étude de rythme journalier vis-à-vis de la visite de *Bombus terrestris* aux fleurs nous a permis de distinguer quatre tranches horaires. Durant les deux tranches horaires (10h-11h et 11h-12h) les individus de *Bombus terrestris* butinent le maximum des espèces (Fig. 47).

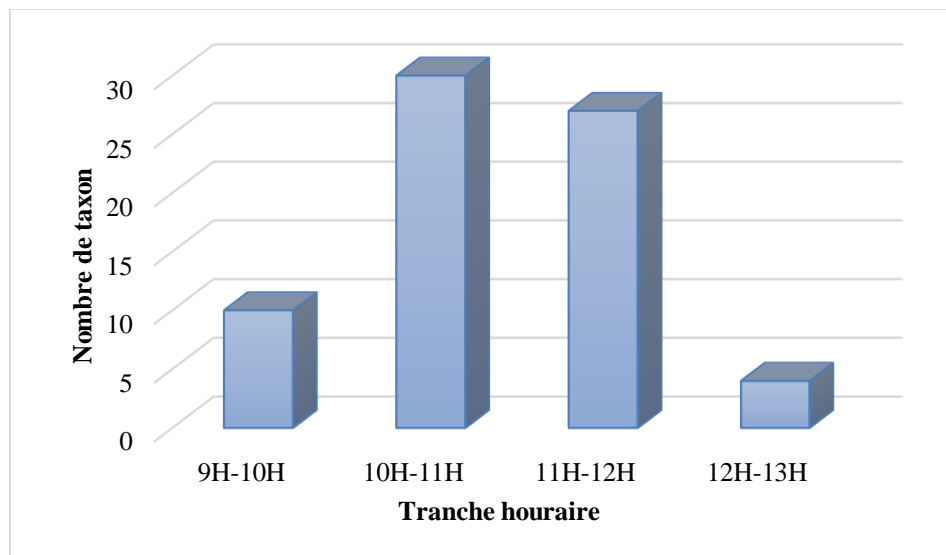


Figure 47 : Rythme journalier de visites chez *Bombus terrestris*

8.5.6. Effectifs des butineuses

Pendant toute la période de floraison nous avons noté un effectif de 70 individus de *Bombus terrestris* qui butinent les fleurs de *Retama raetam* subsp. *bovei*.

En revanche, cinquante individus sont comptés sur les fleurs des espèces : *Cytisus villosus*, *Asphodelus ramosus* subsp. *ramosus*, *Crataegus azarolus*, *Crataegus monogyna*, *Genista ferox*, *Linaria pinifolia*, *Opuntia ficus indica*, *Oxalis pes-caprae*, *Phaseolus vulgaris*, *Solanum lycopersicum* et *Vicia faba* (Fig. 48).

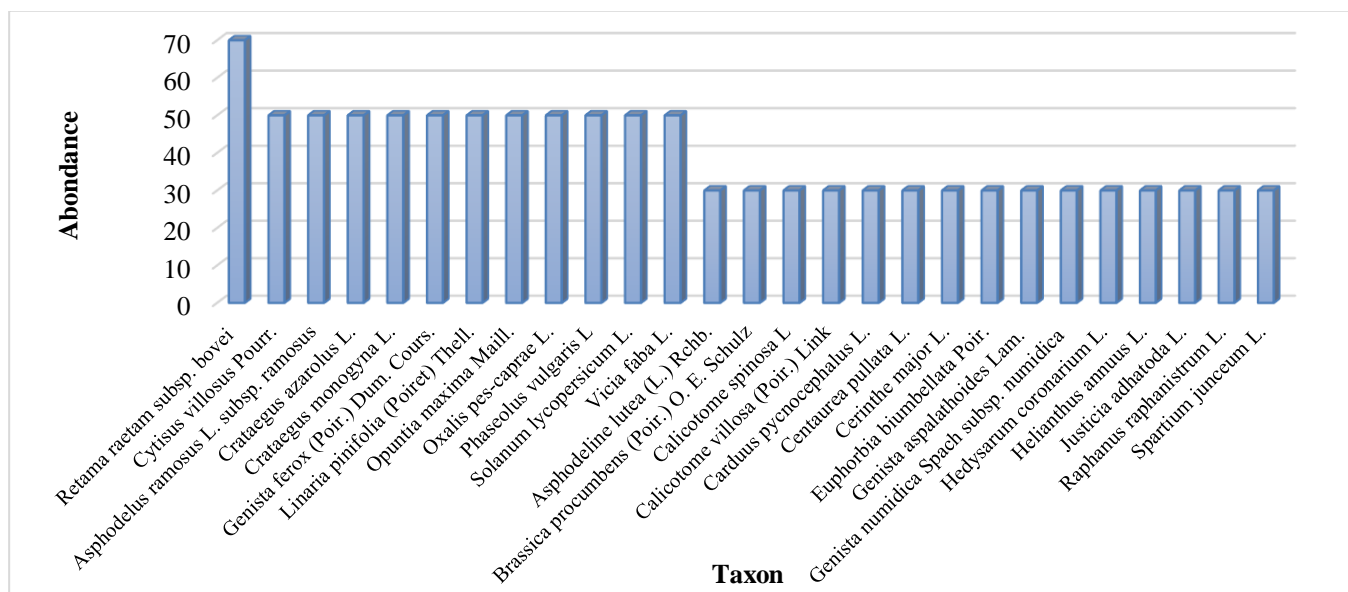


Figure 48 : Les espèces les plus butinées par *Bombus terrestris*

Tableau 8 : Liste des espèces pollinisées par *Bombus terrestris*

Code	Taxon	Famille	Type biologique	Couleur de la fleur	Degré de butinage	Rythme journalier de visites (H)	Effectif des butineuses	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x30	<i>Anthyllis vulneraria</i> L. subsp. <i>maura</i> (Beck.) Becker	Fabaceae	Th	Blanche	1	10H-11H	1—5		x	x				x	x	
x58	<i>Antirrhinum tortuosum</i> Bosc	Plantaginaceae	Hém	Rose	2	10H-11H	10—20					x				
x28	<i>Arbutus unedo</i> L.	Ericaceae	Ph	Blanche	1	12H-13H	10—20				x	x	x			
x69	<i>Asphodeline lutea</i> (L.) Rchb.	Xanthorrhoeaceae	Géo	Jaune	3	11H-12H	20-30							x		x
x70	<i>Asphodelus ramosus</i> L. subsp. <i>ramosus</i>	Xanthorrhoeaceae	Géo	Blanche	4	11H-12H	30-50	x	x	x	x	x	x			
x31	<i>Astragalus caprinus</i> L. subsp. <i>caprinus</i>	Fabaceae	Hém	Jaune	1	11H-12H	10—20		x					x	x	
x32	<i>Astragalus sesameus</i> L.	Fabaceae	Th	Blanche	1	10H-11H	1—5			x	x	x	x			
x21	<i>Borago officinalis</i> L.	Boraginaceae	Th	Bleue	2	10H-11H	10—20	x		x	x	x	x		x	
x23	<i>Brassica procumbens</i> (Poir.) O. E. Schulz	Brassicaceae	Th	Jaune	1	11H-12H	20-30			x	x			x	x	x
x3	<i>Cachris libanotis</i> L.	Apiaceae	Hém	Jaune	1	11H-12H	5—10							x		
x8	<i>Calendula arvensis</i> (Vaill.) L.	Asteraceae	Th	Jaune	1	10H-11H	1—5		x	x		x				
x33	<i>Calicotome spinosa</i> L.	Fabaceae	Ph	Jaune	2	11H-12H	20-30							x	x	x
x34	<i>Calicotome villosa</i> (Poir.) Link	Fabaceae	Ph	Jaune	2	11H-12H	20-30	x	x	x	x	x	x		x	
x9	<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	Asteraceae	Hém	Rose	3	11H-12H	20-30							x		x
x2	<i>Carpobrotus edulis</i> N. E. Br.	Aizoaceae	Ch	Mauve	1	10H-11H	1—5	x	x				x			
x10	<i>Centaurea pullata</i> L.	Asteraceae	Hém	Blanche	2	10H-11H	20-30	x	x	x	x	x	x	x	x	

Code	Taxon	Famille	Type biologique	Couleur de la fleur	Degré de butinage	Rythme journalier de visites (H)	Effectif des butineuses	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x22	<i>Cerinth major</i> L.	Boraginaceae	Th	Blanche-jaune	2	10H-11H	20-30		x	x	x	x	x	x		x
x61	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Rosaceae	Ph	Jaune	2	11H-12H	5—10			x	x				x	x
x11	<i>Cladanthus mixtus</i> (L.)Chevall.	Asteraceae	Th	Blanche-jaune	1	9H-10H	1—5	x			x	x		x		
x35	<i>Colutea arborescens</i> L.	Fabaceae	Ph	Jaune	2	11H-12H	10—20								x	
x62	<i>Crataegus azarolus</i> L.	Rosaceae	Ph	Blanche	3	11H-12H	30-50							x		x
x63	<i>Crataegus monogyna</i> L.	Rosaceae	Ph	Blanche	3	11H-12H	30-50	x		x	x				x	
x12	<i>Cynara cardunculus</i> L.	Asteraceae	Hém	Blanche	1	11H-12H	1—5							x		
x71	<i>Cytisus villosus</i> Pourr.	Fabaceae	Ph	Jaune	3	12H-13H	30-50		x		x				x	
x4	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>maximus</i> (Desf.) Ball	Apiaceae	Hém	Blanche	2	9H-10H	10—20	x		x	x	x	x	x		
x13	<i>Echinops spinosissimus</i> subsp. <i>bovei</i> (Boiss.) Greuter	Asteraceae	Hém	Mauve	2	9H-10H	5—10	x	x	x	x		x		x	
x29	<i>Euphorbia biumbellata</i> Poir.	Euphorbiaceae	Hém	Jaune	1	11H-12H	20-30	x	x	x						
x5	<i>Ferula communis</i> L.	Apiaceae	Hém	Jaune	2	10H-11H	10—20				x					
x14	<i>Galactites mutabilis</i> Durieu	Asteraceae	Hém	Rose	1	9H-10H	10—20	x	x	x	x			x	x	x
x36	<i>Genista aspalathoides</i> Lam.	Fabaceae	Ph	Jaune	3	10H-11H	20-30			x						
x37	<i>Genista ferox</i> (Poir.) Dum. Cours. subsp. <i>ferox</i>	Fabaceae	Ph	Jaune	3	11H-12H	30-50	x	x	x	x	x	x		x	
x38	<i>Genista numidica</i> Spach subsp. <i>numidica</i>	Fabaceae	Ph	Jaune	3	11H-12H	20-30			x	x	x				

Code	Taxon	Famille	Type biologique	Couleur de la fleur	Degré de butinage	Rythme journalier de visites (H)	Effectif des butineuses	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x39	<i>Genista ulicina</i> Spach	Fabaceae	Ph	Jaune	2	10H-11H	10—20	x	x	x	x	x		x	x	x
x41	<i>Hedysarum coronarium</i> L.	Fabaceae	Hém	Rose	2	10H-11H	20-30	x	x		x	x	x	x	x	
x40	<i>Hedysarum glomeratum</i> F. Dietr.	Fabaceae	Hém	Rose	2	10H-11H	10—20							x	x	x
x15	<i>Helianthus annuus</i> L.	Asteraceae	Th	Jaune	1	10H-11H	20-30						x		x	
x16	<i>Hypochaeris radicata</i> L.	Asteraceae	Hém	Jaune	1	11H-12H	1—5		x	x	x		x			x
x1	<i>Justicia radicata</i> L.	Acanthaceae	Ph	Blanche	2	11H-12H	20-30			x						
x17	<i>Leontodon tuberosus</i> L.	Asteraceae	Th	Jaune	1	10H-11H	1—5		x	x	x	x	x	x		
x59	<i>Linaria pinifolia</i> (Poiret) Thell.	Plantaginaceae	Hém	Jaune-rouge	3	11H-12H	30-50		x	x	x		x			
x42	<i>Lotus corniculatus</i> L. subsp. <i>corniculatus</i>	Fabaceae	Hém	Jaune	1	10H-11H	5—10		x	x	x	x				
x43	<i>Lupinus angustifolius</i> L.	Fabaceae	Th	Mauve	2	11H-12H	10—20			x			x			
x44	<i>Lupinus luteus</i> L.	Fabaceae	Th	Jaune	2	10H-11H	10—20			x						
x54	<i>Malva arborea</i> L.	Malvaceae	Ph	Mauve	2	10H-11H	1—5					x				
x55	<i>Malva sylvestris</i> L.	Malvaceae	Th	Mauve	2	10H-11H	1—5	x	x	x	x	x	x	x	x	
x24	<i>Matthiola incana</i> (L.) R. Br.	Brassicaceae	Ch	Rose	1	11H-12H	1—5		x							
x45	<i>Medicago sativa</i> L.	Fabaceae	Th	Rose	1	9H-10H	5—10		x	x			x			
x46	<i>Melilotus indicus</i> (L.) All.	Fabaceae	Th	Jaune	1	9H-10H	1—5		x	x	x	x	x	x	x	
x7	<i>Oncostema peruviana</i> (L.) Speta	Asparagaceae	Hém	Blanche	1	12H-13H	5—10	x		x	x	x	x	x	x	x

Code	Taxon	Famille	Type biologique	Couleur de la fleur	Degré de butinage	Rythme journalier de visites (H)	Effectif des butineuses	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x47	<i>Ononis alba</i> Poir. subsp. <i>alba</i>	Fabaceae	Th	Blanche	1	10H-11H	1—5		x	x	x	x				
x27	<i>Opuntia ficus indica</i> Maill.	Cactaceae	Ph	Jaune	3	9H-10H	30-50			x	x	x	x	x	x	x
x56	<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	Oxalidaceae	Géo	Jaune	3	11H-12H	30-50	x	x	x	x	x	x	x		x
x57	<i>Papaver rhoeas</i> L.	Papaveraceae	Th	Rouge	1	10H-11H	1—5	x		x						
x48	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Fabaceae	Th	Blanche	3	11H-12H	30-50		x	x		x	x			x
x53	<i>Phlomis herba-venti</i> L. subsp. <i>pungens</i> (Willd.) M.	Lamiaceae	Hém	Jaune	1	10H-11H	1—5					x			x	x
x49	<i>Pisum sativum</i> L. subsp. <i>sativum</i>	Fabaceae	Th	Blanche	3	11H-12H	10—20			x	x		x			x
x25	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Brassicaceae	Th	Jaune	2	10H-11H	20-30	x		x	x	x	x	x	x	x
x60	<i>Reseda alba</i> L. subsp. <i>alba</i>	Resedaceae	Th	Blanche	1	9H-10H	1—5		x	x						x
x50	<i>Retama raetam</i> subsp. <i>bovei</i> (Spach)	Fabaceae	Ph	Blanche	4	10H-11H	50-70	x	x	x						
x18	<i>Rhaponticum acaule</i> (L.) DC.	Asteraceae	Hém	Blanche	1	10H-11H	1—5	x								x
x64	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Rosaceae	Ph	Rose	2	9H-10H	5—10	x	x	x	x	x	x	x		
x67	<i>Salpichorea orignifolia</i> (Lam.) Baill.	Solanaceae	Ph	Blanche	1	11H-12H	1—5					x				
x19	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Asteraceae	Hém	Jaune	1	9H-10H	5—10	x	x	x	x	x	x			x
x26	<i>Sinapis arvensis</i> L. subsp. <i>arvensis</i>	Brassicaceae	Th	Jaune	2	10H-11H	10—20		x	x	x	x			x	
x68	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Solanaceae	Géo	Blanche	2	12H-13H	30-50		x	x	x	x	x			
x51	<i>Spartium junceum</i> L.	Fabaceae	Ph	Jaune	2	11H-12H	20-30									x

Code	Taxon	Famille	Type biologique	Couleur de la fleur	Degré de butinage	Rythme journalier de visites (H)	Effectif des butineuses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
x6	<i>Thapsia garganica</i> L.	Apiaceae	Hém	Jaune	1	10H-11H	5—10								x	x	x
x20	<i>Urospermum dalechampii</i> (L.) F. W. Schmidt	Asteraceae	Th	Jaune	1	10H-11H	5—10		x			x	x	x			x
x65	<i>Verbascum creticum</i> (L.) Cav.	Scrophulariaceae	Hém	Jaune	1	10H-11H	1—5		x							x	
x66	<i>Verbascum sinuatum</i> L.	Scrophulariaceae	Hém	Jaune	1	10H-11H	1—5	x	x	x	x	x					x
x52	<i>Vicia faba</i> L.	Fabaceae	Th	Blanche	4	11H-12H	30-50	x	x	x	x	x	x				

Station (1 : Vieille Calle, 2 : El Mellah, 3 : Sidi Amar, 4 : Mourcade, 5 : Chétaibi, 6 : Guerbes, 7 : Ghar Djemaa, 8 : Badji Mokhtar, 9 : Ain Zena), x :

présence, Th : thérophyte, Géo : géophyte, Ch : chamaephyte, Ph : phanérophyte, Hém : hémicryptophyte.

8.5.7. Relation espèces butinées-stations-variables environnementales

Les résultats de la ACC ont indiqué que les deux premiers axes factoriels représentaient 81,97% de la variation totale (Fig. 49). Le coefficient de corrélation vectorielle (CV) de la ACC reflète la relation entre l'espèce et les descripteurs environnementaux échantillonnés. Malgré le nombre réduit de stations, le CV était significatif (CV = 0,84, $p = 0,03$), suggérant ainsi l'existence d'une co-structure significative entre l'environnement et les espèces butinées par le *Bombus terrestris*. Le premier axe représentait le gradient d'altitude. Ce gradient allant des stations d'altitude (Ghar Djemaa 1.100m et Ain Zena 970m) vers les stations de littoral (El Mellah 5m et la Vieille Calle 2m).

Le deuxième axe (8,9% de l'inertie totale) sépare la station de Mourcade et de Guerbes en fonction de fort recouvrement des espèces ligneuses et des herbacées avec la présence de l'activité agricole ainsi que de la présence de *Cytisus villosus* Pourr., *Genista ulicina* Spach, *Crataegusmonogyna* L. d'un coté et de *Carpobrotus edulis* N. E. Br., *Medicago sativa* L., *Lupinus angustifolius* L., *Helianthus annuus* L. et *Phaseolus vulgaris* L.

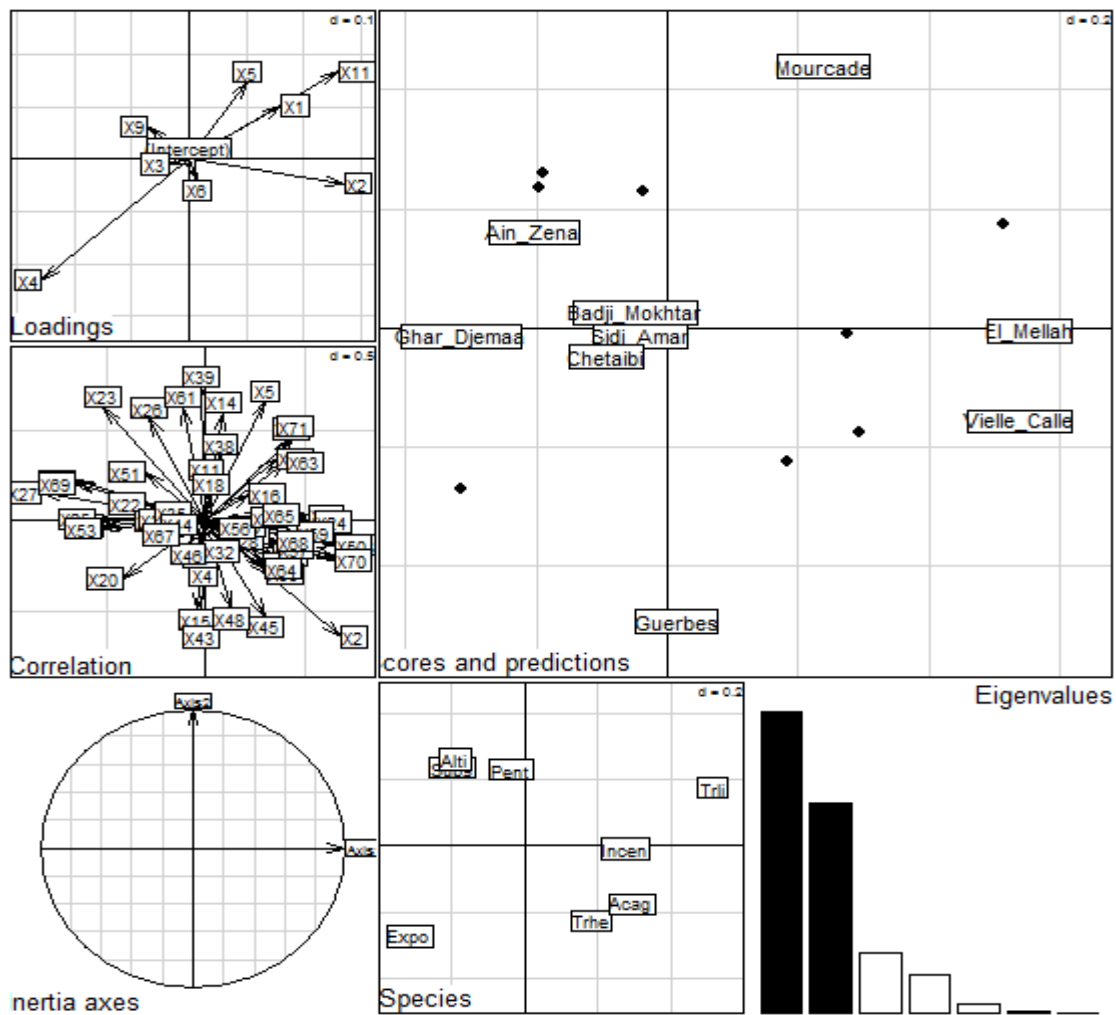


Figure 49 : Carte de l'analyse canonique des correspondances 9 stations X 71 espèces butinées par le *Bombus terrestris* X 8 variables environnementales.



Figure 50 : **a.** Pollinisation de *Lavendula stoechas*, **b.** pollinisation de *Carduus pycnocephalus* L., **c.** pollinisation d'*Asphodelus ramosus* subsp. *ramosus* (Cliché Hamel T. 2019).

9. Discussion

Les observations menées sur les plantes vasculaires au cours des floraisons de 2019 et 2023 montrent que l'entomofaune pollinisatrice des plantes de la région de Nord-Est algérien est composée en majorité d'hyménoptères de la super-famille des Apoidea.

Le *Bombus terrestris* vient en première position en termes d'abondance. En effet, les *Bombus* sont pourtant considérés comme de bons pollinisateurs des plantes (Stoddard et Bond 1987 ; Pierre et al., 1997 & 1999), notamment les espèces à langue longue (*Bombus pascuorum* (Scopoli 1763) et *B. hortorum* L. 1761). Néanmoins, il n'utilise pas les mêmes ressources florales que *Apis mellifera*, ceci est expliqué par la composition stéroliques qui change d'une plante à une autre (Rasmont 1995).

Les autres espèces pollinisatrices notamment *Campsomeriella thoracica* et *Osmia cornuta* sont très peu représentés.

La flore butinée par les cinq espèces étudiées est dominée par les familles des Fabaceae, Asteraceae et Lamiaceae. Nos résultats sont assez proches de ceux obtenus par différents auteurs dans quelques localités en Algérie (Louadi et Doumandji 1998 ; Cherair 2016) et même dans d'autres localités en Afrique, le Cameroun (Dongock et al., 2004) et la Nigeria (Dukku 2013).

Les espèces faunistiques étudiées montrent une prédilection pour les fleurs des plantes spontanées et cultivées. Les plantes spontanées qui sont peu visitées comme le *Convolvulus arvensis*, *Convolvulus tricolor* et *Fumaria capreolata*, ont les pétales soudés et fermés au sommet. Elles rendent difficile l'accès au nectar et au pollen. Les Euphorbiaceae sont toxiques pour les abeilles (Chauvin 1968). En effet, nous avons pu observer quelques individus de *Andrena florea*, *Bombus terrestris* et *Campsomeriella thoracica* sur l'*Euphorbia biumbellata* et *E. paralias*.

L'activité quotidienne des pollinisateurs sur les fleurs dépend de la production soit de pollen (Stone et al., 1998), soit de nectar (Pouvreau 2004) au cours de la journée.

Les butineuses sont nombreuses sur les fleurs pendant toute la journée puisque le pollen est disponible de 9 à 17h (Free 1993) avec des périodes de pic qui correspondent aussi à l'ouverture de nouveaux boutons floraux (Stoddard et Bond 1987). Nos observations montrent un pic de visites durant la tranche horaire 10h à 11h. En effet, la température, l'humidité et la vitesse du vent jouent un rôle prépondérant dans la régulation des populations d'abeilles sauvages. L'*A. florea* semble seulement affectée par l'humidité. Par contre, ces facteurs semblent n'avoir que très peu d'influences sur le *Bombus terrestris* (Louadi et Doumandji 1998).

L'influence de l'environnement sur les pollinisateurs est liée à deux facteurs et conditions, les ressources alimentaires et le climat. La dégradation de l'environnement par les incendies conduit à un manque de disponibilité en plantes et donc manque une nourriture pour l'entomofaune pollinisatrice des plantes. Ainsi, les pesticides tuent souvent directement les insectes pollinisateurs (intoxication aiguë), mais ils peuvent aussi agir à des doses sublétales (intoxication chronique) (Thomposon et al., 2005).

10. Menaces sur les pollinisateurs

Les pollinisateurs sont en déclin dans le monde entier, ce qui génère des inquiétudes quant à la diminution, en parallèle, du service de pollinisation qu'ils fournissent à la fois aux cultures et aux plantes spontanées et qui est essentiel. Les facteurs anthropiques liés à ce déclin incluent les changements d'habitats, l'agriculture intensive, les pesticides, les espèces exotiques envahissantes, la propagation des agents pathogènes, le changement climatique et les prédateurs naturels.



Figure 51 : Prédation de l'espèce (*A. florea*) par l'araignée *Thomisus onustus* Walckenaer, 1805 (Cimetière Sidi Abdallah-Guelma, cliché Hamel T. 2019).

11. Conclusion

Les plantes butinées par les cinq espèces d'hyménoptères sont assez diversifiées.

Ces espèces sont essentiellement des thérophytes spontanées et dans la majorité sont des Fabaceae, Asteraceae et Lamiaceae.

L'étude de l'abondance des pollinisateurs sur les fleurs montre que le début de pollinisations avec trois espèces : *Lavandula stochas*, *Romulea bulbocodium* et *Oxalis pes-caprae*. L'ascension du nombre d'espèces et familles végétales s'est effectuée aux mois de mars et de juin où un pic maximal s'est stabilisé sans décliner même vers la fin du printemps. Certaines espèces végétales ont perduré assez longtemps, jusqu'à la fin de l'été pour *Malva sylvestris* et

Cichorium intybus. En effet, le pic d'abondance des espèces d'abeilles se superpose à celui de la floraison qui est intense au cours du printemps.

Ainsi, la combinaison, l'interrelation et l'action conjuguée ou simultanée des diverses variables écologiques sur les populations d'abeilles et de bourdons ont pour corollaire une activité de butinage intense ou réduite. Celle-ci se traduit par l'apparition des groupements végétaux des espèces butinées.

Chapitre III :
**Etat de lieu sur la production de
miel dans le Nord-Est algérien**

12. Introduction

L'apiculture est une branche de l'agriculture qui a pour objet d'élever des abeilles dans but d'obtenir de manière rentable des produits de la ruche (le miel, la gelée royale, le pollen, la cire) (Louveaux et Abed 1984). Cette activité est pratiquée par les chasseurs, cueilleurs ou par des agronomes aux techniques industrielles des pays les plus riches du monde (Nicola 2010). En effet, elle contribue au développement de l'élevage et à la protection de l'environnement (Boutabia et al., 2016).

De même, elle offre une opportunité de production de nourriture et permettre aux communautés rurales de gagner un revenu avec de faibles coûts d'investissement et d'entretien (Adjilane et al., 2009). En Algérie l'apiculture a toujours revêtu une importance sur le plan socio-économique, compte tenu des conditions climatiques et de la flore importante favorable à son développement (Belhadi et Benabdeli 2010). Malgré ces conditions favorables, la production algérienne en miel de l'ordre de 4000 à 5000 quintaux par an, elle est inférieure aux besoins de la consommation locale, alors qu'elle devrait être supérieur et être à l'origine d'un courant d'exportation important (Nair 2014).

Dans le but de connaître la pratique de cette activité en Algérie et en vue d'améliorer les revenus des ménages. Une étude a été menée pour évaluer la chaîne de valeur de la production de miel dans le Nord-Est algérien.

Matériel et méthodes

Présentation du site d'étude

La description du site, la localisation des stations d'échantillonnages et les démarches suivies ont été déjà décrites précédemment (voir chapitre 1).

13. Résultats et Discussion

13.1. Caractéristiques sociodémographiques des apiculteurs

D'après l'enquête, la grande majorité des exploitants qui dirigent l'élevage apicole dans la région d'étude sont des hommes (Tab. 9). Cela concorde avec Berkani (2007) qui a rapporté que l'apiculture en Algérie est pratiquée par des hommes (95%). Elle explique que l'activité apicole reste toujours un métier dominé par les hommes dans les régions rurales, car la plupart des ruchers sont implantés loin des habitations. Globalement, l'âge des apiculteurs varie entre 20 et 80 ans. Il en ressort que la majorité des apiculteurs sont entre 20 et 40 ans avec 67,14% à Guelma, 61,72% à El Tarf, 53,71% à Annaba et 50,12% au niveau de la wilaya de Skikda. Cette moyenne d'âge est proche de celle des apiculteurs de la région de Sousse (Tunisie) et qui est de 48,5 en moyenne (17–80 ans) (Gargouri et al., 2018). Peu de

répondants qui élevaient des abeilles avaient moins de 20 ans. A cet âge, les jeunes sont toujours dépendants de leurs parents.

Sur l'ensemble des apiculteurs enquêtés, 70% des répondants présentent un niveau d'instruction entre le moyen et le secondaire contre 22,5% ayant un niveau universitaire, alors que les analphabètes sont minoritaires soit 3%. Nos résultats sont d'accord avec Ouakli et al. (2019) qui ont indiqué que tous les apiculteurs de la région de Mitidja (Nord d'Algérie) ont une bonne formation académique et professionnelle.

Tableau 9 : Caractéristiques démographiques sociales des apiculteurs de la région d'étude.

Caractéristiques	Nombre de répondants	Pourcentage de répondants
Sexe		
Hommes	71	88,75
Femmes	9	11,25
Age		
<20	7	8,75
20-40	57	71,25
>40	36	45
Niveau d'éducation		
Analphabète	7	8,75
Moyen	42	52,5
Secondaire	33	41,25
Universitaire	18	22,5

13.2. Types de ruches utilisées par les apiculteurs et les produits de nourriture des abeilles

Les ruches modernes ou ruches Langstroth sont les plus utilisées par les apiculteurs de la Numidie algérienne avec 89,95% par rapport aux ruches traditionnelles ou locales avec 10,05% (Tab. 10). Ceci est en accord avec ce que Nair (2014) a rapporté dans le l'extrême ouest algérien. Les ruches traditionnelles sont principalement fabriquées localement à partir de liège de *Quercus suber* L. (Fig. 52). Cette méthode est moins coûteuse et facilement disponible pour fabriquer des ruches dans les régions rurales. Toutefois, la majorité des apiculteurs enquêtés utilisent les ruches modernes car ils produisaient principalement du miel pour la consommation et la commercialisation. En effet, cette méthode nécessite une bonne connaissance et de compétences professionnelles et les agriculteurs possédant des ruches modernes ont déclaré qu'ils produisaient plus de miel que ceux qui possédaient des ruches locales ; les ruches modernes ont facilité la récolte, l'inspection et le contrôle des ravageurs et des maladies.

Ajoutons, les apiculteurs utilisant la méthode moderne nourrissent les abeilles surtout dans la mauvaise saison, mais le type de nourriture varie d'un apiculteur à l'autre dont 43 apiculteurs avec de taux 53,75% nourrissent leurs abeilles uniquement par la nourriture sirop artisanal avec le sucre, d'autre par 14 apiculteurs (17,50) utilisent du sirop du commerce, 10 apiculteurs (12,50%) utilisent le miel et 8 apiculteurs (10%) utilisent d'autres types pour nourrir leurs les abeilles. Certains des apiculteurs traditionnels (8, soit 6,25%) sont rarement qu'ils utilisent les produits de nourriture d'abeilles.

Tableau 10 : Type des ruches et la nourriture des abeilles

Caractéristiques	Nombre des ruches	Pourcentage des ruches
Type de ruches		
Ruche traditionnelle	84	10,05
Ruche Langstroth	751	89,95
Type de nourritures des abeilles	Nombre de répondants	Pourcentage de répondants
Sirop artisanal avec le sucre	43	53,75
Sirop du commerce	14	17,50
Miel	10	12,50
Autres types	8	10
Sans nourriture	5	6,25



Figure 52 : Les deux types de ruches utilisées par les apiculteurs, à gauche des ruches Langstroth; à droite des ruches traditionnelles (Cliché Hamel T. 2020).

13.3. Taux de colonisation des ruches

Le nombre de ruches colonisées était plus élevé que celui des ruches non colonisées ou en fuite (Tab. 11). Le taux de colonisation élevé était dû à l'environnement où les ruches sont installées. Toutefois, la région de la Numidie (où nos stations sont affichées) et d'autres domaines tels que Kabylie et Kroumirie en Tunisie, renferment une grande richesse

floristique. Elles sont classées selon Médail et Diadema (2009) et Véla et Benhouhou (2007) comme de nouveaux points chauds avec dix autres points régionaux de la biodiversité méditerranéenne déjà identifiés par Médail et Quézel (1999). La colonisation des ruches prenait normalement de 3 à 4 semaines à partir du moment où les ruches ont été installées. Cependant, certains apiculteurs ont commencé leurs ruchers dans de bonnes conditions, mais les ont ensuite laissés devenir touffus. En conséquence, les ruches étaient vulnérables à l'invasion des insectes ravageurs, d'où la fuite des abeilles. On a observé que les colonies d'abeilles fuient des ruches modernes sont plus importants que les ruches locales, en particulier dans les situations où la gestion était très mauvaise. De même, le taux de colonisation dans les ruches traditionnelles est plus élevé que dans les ruches modernes. Généralement, les ruches traditionnelles sont toujours recouvertes à l'intérieur et à l'extérieur de bouse de vache qui, en l'absence de cire d'abeille, ce qui facilite la colonisation de la ruche. Ces résultats confirment ceux obtenus dans la région de Tlemcen au Nord-Ouest algérien (Badren 2016).

Tableau 11 : Taux de colonisation des ruches par rapport aux taux de fuite

Type de colonisation	Nombre de ruches	Pourcentage de colonisation (Total)	Taux de colonisation par type de ruche
Ruches colonisées			
Modernes	573	68,62	76,29
Locales	67	8,02	79,76
Ruches non colonisées			
Modernes	144	17,24	19,17
Locales	13	1,55	15,47
Colonies d'abeilles fuient des ruches			
Modernes	34	4,07	4,52
Locales	4	0,47	4,76

13.4. Renouvellement des reines

La qualité des ruches dépend de la performance des reines en termes de plusieurs mesures telles que la santé des reines, l'âge et la ponte des œufs etc. Pour assurer ses bonnes qualités certains apiculteurs renouvellent la reine par un, deux ou trois an. Ce changement soit systématique ou soit aléatoire.

D'après l'enquête 69 apiculteurs soit 86,25% renouvellent les reines et 11 apiculteurs soit 13,75% ne le font pas. Le taux de renouvellement de la reine dans les ruches modernes est de 77,95%, alors chez les ruches locales est très faible, soit 5,48%. Toutefois, la force des colonies est due à la bonne santé de la reine (Kouchner et al., 2021).

13.5. Origine des aliments prélevés par les abeilles et les sources d'eau

Dans la zone d'étude, les abeilles visitaient les plantes naturelles pour prélever soit le pollen, le nectar ou les deux aliments à la fois (pollens et nectar) (Tab. 12). Ces résultats corroborent ceux de Hamel et al. (2019), obtenus dans la Numidie algérienne et où la flore mellifère était dominée par des plantes spontanées. Cependant aussi, les abeilles se nourrissaient également de cultures et de sous-produits végétaux plantés autour des fermes comme l'*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. et *E. globulus* Labill. Ces champs de cultures avec des plantes maraichères et des arbres fruitiers donnent un nombre non négligeable de fleurs pour les abeilles. En règle générale, l'agrosystème fournit des ressources florales et des sites de nidification pour une large gamme d'insectes (Mandelik et al., 2012).

Les abeilles dépendaient principalement des sources naturelles d'eau (Tab. 12). Toutefois, certains apiculteurs ont fourni de l'eau pour leurs abeilles dans des récipients tels que des casseroles et des bassins en plastique.

Tableau 12 : Fourrage des abeilles et sources d'eau

Source	Nombre de répondants	Pourcentage de répondants
Fourrages d'abeilles		
Flore spontanée	71	88,75
Flore maraichère /plantée	9	11,25
Source d'eau		
Fontaine	39	48,75
Ripisylve	19	23,75
Les marais	11	13,75
L'eau de pluie sur les feuilles	7	8,75
Fourni dans des conteneurs	4	5

13.6. Techniques de récolte du miel

La plupart des agriculteurs utilisaient encore des méthodes traditionnelles pour récolter le miel soit dans les ruches modernes ou locales (Tab. 13). Ils brûlent de l'herbe sèche d'Avoine (*Avena sterilis* L.) et misent des feuilles fraîches de bruyère (*Erica arborea* L. et *E. scoparia* L.) au-dessus du feu pour produire de la fumée. Ces plantes utilisées sont disponibles sur terrain et donc cette méthode de collecte est moins coûteuse, voire gratuite pour l'apiculteur. Cependant, l'utilisation de la fumée a réduit la qualité du miel car certaines cendres et fumée produites par l'herbe / les feuilles ont contaminé le miel. La récolte se faisait principalement de nuit. Peu d'apiculteurs utilisaient des fumeurs modernes. L'enlèvement des rayons de miel se faisait soit à la main (85%), soit à la main et au couteau simultanément (15%). En effet, la plupart des agriculteurs utilisaient des ruches traditionnelles, ce qui ne favorisait pas l'élimination des rayons de miel à l'aide de la technique de coupe au couteau.

Tableau 13 : Techniques de récolte du miel

Technique de récolte	Nombre des apiculteurs	Pourcentages de répondants
Feu traditionnel	63	78,75
Fumeur	12	15
Torche	5	6,25

13.7. Les produits et les sous produits de la ruche

Les apiculteurs enquêtés produisent essentiellement du miel (54 apiculteurs soit 67,5%) et 26 apiculteurs (32,5%) produisent d'autres produits :

- 12 apiculteurs produisent du le pollen ;
- 6 apiculteurs produisent du la propolis ;
- 4 apiculteurs produisent de la gelée royale ;
- 3 apiculteurs produisent de la cire.

Toutefois, la région d'étude représente une aire de production apicole potentiellement importante du fait de sa flore mellifère abondante et variée (Boutabia et al., 2016 ; Hamel et Boulemtafes 2017 ; Hamel et al., 2019).

13.8. Production du miel

90 % des apiculteurs ont indiqué que la production de miel varie entre 7 à 20kg avec une moyenne annuelle de 12,75kg pour la ruche moderne et 10,95kg pour la ruche traditionnelle. Ce résultat est probablement en rapport avec l'importance du couvain durant la saison printanière donc avec le nombre de butineuses lors des miellées. Imdorf et al. (1996) indiquent qu'en présence de bonnes conditions de miellée, plus les colonies sont fortes plus les quantités de miel récoltées sont importantes. Cependant, il est tout à fait normal d'avoir des rendements variables d'une année à l'autre car la disponibilité de la ressource dépend de facteurs aléatoires (alternance des floraisons, disponibilité de la flore mellifère, précipitation) (Adjilane et al., 2012).

13.9. Relation entre le rendement de miels et les variables étudiées

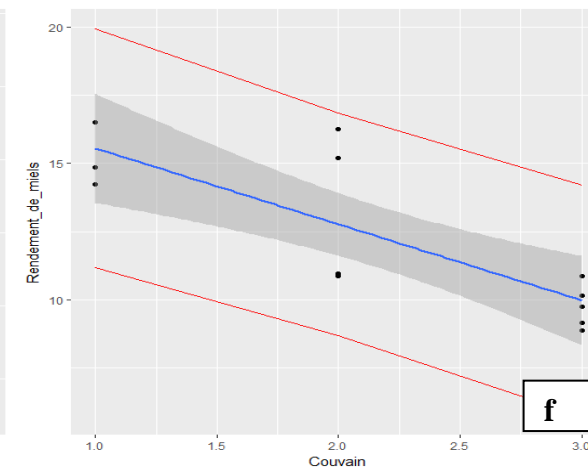
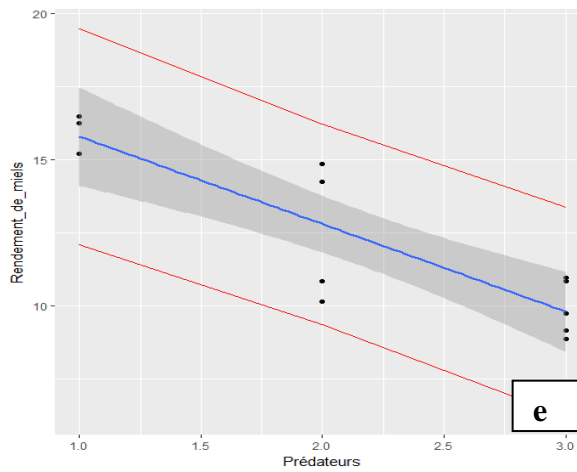
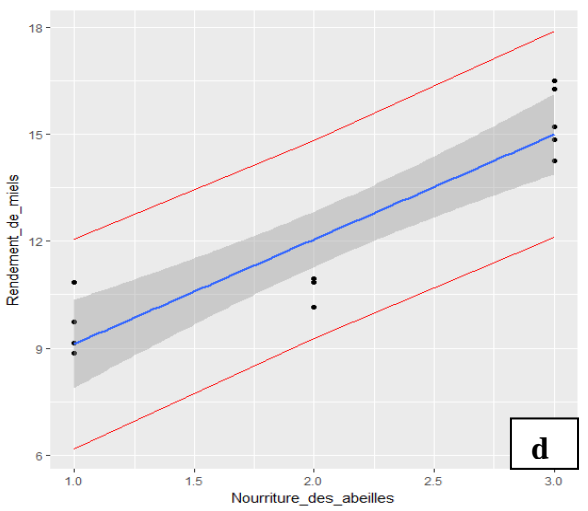
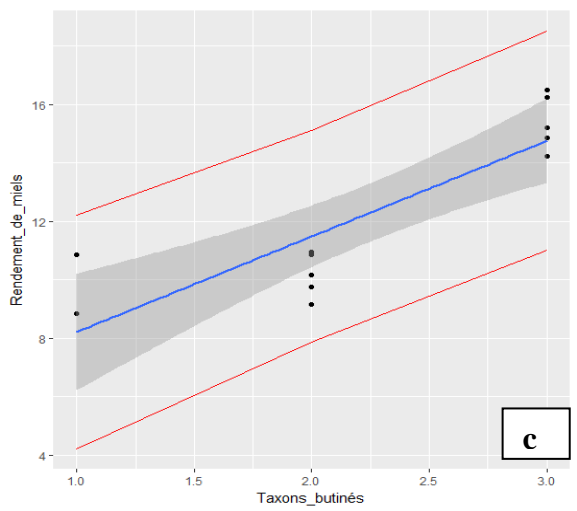
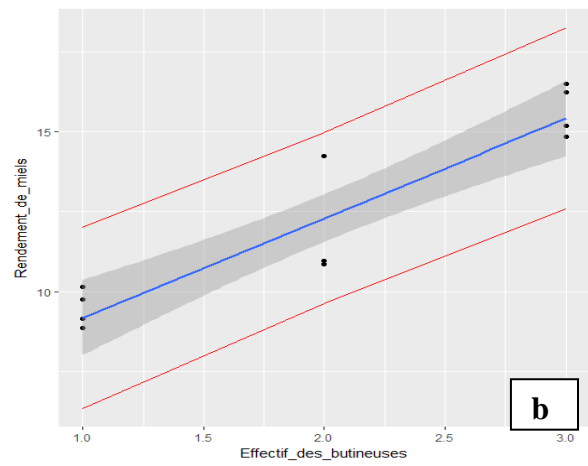
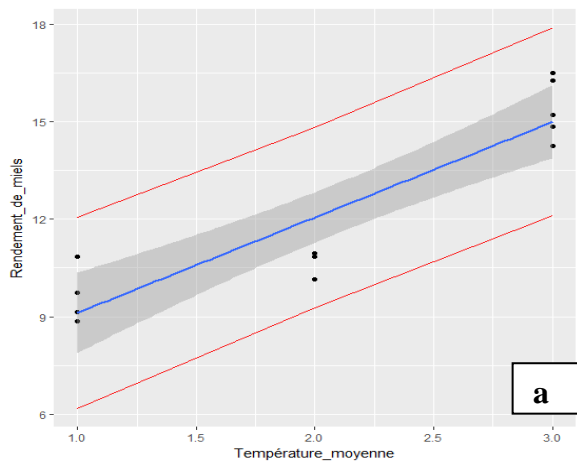
La relation entre le rendement de miels et les variables environnementales et les conditions de la ruche ont fait l'objet d'une analyse de régression (Tab. 14). Le coefficient de corrélation $r^2=0,76$ implique que 76% de rendement de miels dans les ruches étudiées est expliquée par dix variables, à savoir, le nombre de taxons butinés, l'âge de la ruche, la nourriture des abeilles, l'effectif des butineuses, la température moyenne, le nombre de ruches par hectare, le couvain, l'éloignement des sources d'eaux par rapport aux ruches et le nombre des prédateurs

autour des ruches (Fig. 53). Les corrélations entre le rendement de miels et l'effectif des abeilles dans la ruche, la température moyenne, le nombre de taxons butinés par les ouvrières selon l'étude de Hamel et al. (2019), la nourriture des abeilles par les différents aliments, le nombre des prédateurs et le couvain d'abeilles sont les plus importantes ce qui signifie que ces cinq paramètres fournissent beaucoup d'informations au modèle (Fig.53a-f). Néanmoins, les corrélations entre le rendement de miels et l'âge de la ruche, le nombre de ruches par hectare, l'éloignement des sources d'eaux ne sont pas significatives (respectivement, $r = 0,194$, $0,311$ et $r = 0,472$) et fournissent peu d'informations au modèle (Fig. 53g-i).

Tableau 14 : Corrélation entre le rendement de miels et les différents paramètres d'enquêtes

Station	Taxons butinés	Age de la ruche/ans	Nourriture des abeilles	Effectif des butineuses	Température moyenne C°	Nombre de ruches par hectare	Couvain par ans	Eloignement des sources d'eaux (m)	Prédateurs	Rendement de miels (kg)
Hammam Debegh	80	2	2	plus de 12000	22	10	plus de 1000	1500	2	10,15
Héliopolis	77	2	2	plus de 13000	25	10	plus de 800	700	2	10,85
Megsmia	100	5	3	vers 70000	25	4	plus de 800	7	1	15,2
Nador	87	3	1	plus de 12000	22	12	plus de 1000	300	3	9,75
Lac Bleu	101	5	3	vers 90000	25	5	plus de 800	5	1	16,25
Bouhadjar	100	5	3	vers 17000	24	7	plus de 800	80	2	14,24
Sidi Amar	116	2	3	vers 80000	25	7	plus de 400	120	2	14,85
Ain sepsi	112	2	3	vers 70000	23	5	plus de 400	50	1	16,5
Cap Takouch	90	4	1	plus de 15000	24	8	plus de 1000	500	3	9,15
Guebès	88	5	1	plus de 15000	24	10	plus de 1000	70	3	10,85
Stora	75	5	1	plus de 12000	24	5	plus de 1000	380	3	8,85
Azzaba	90	4	2	plus de 15000	25	5	plus de 800	150	3	10,95

Prédateur : oiseau, le varroa, insectes.



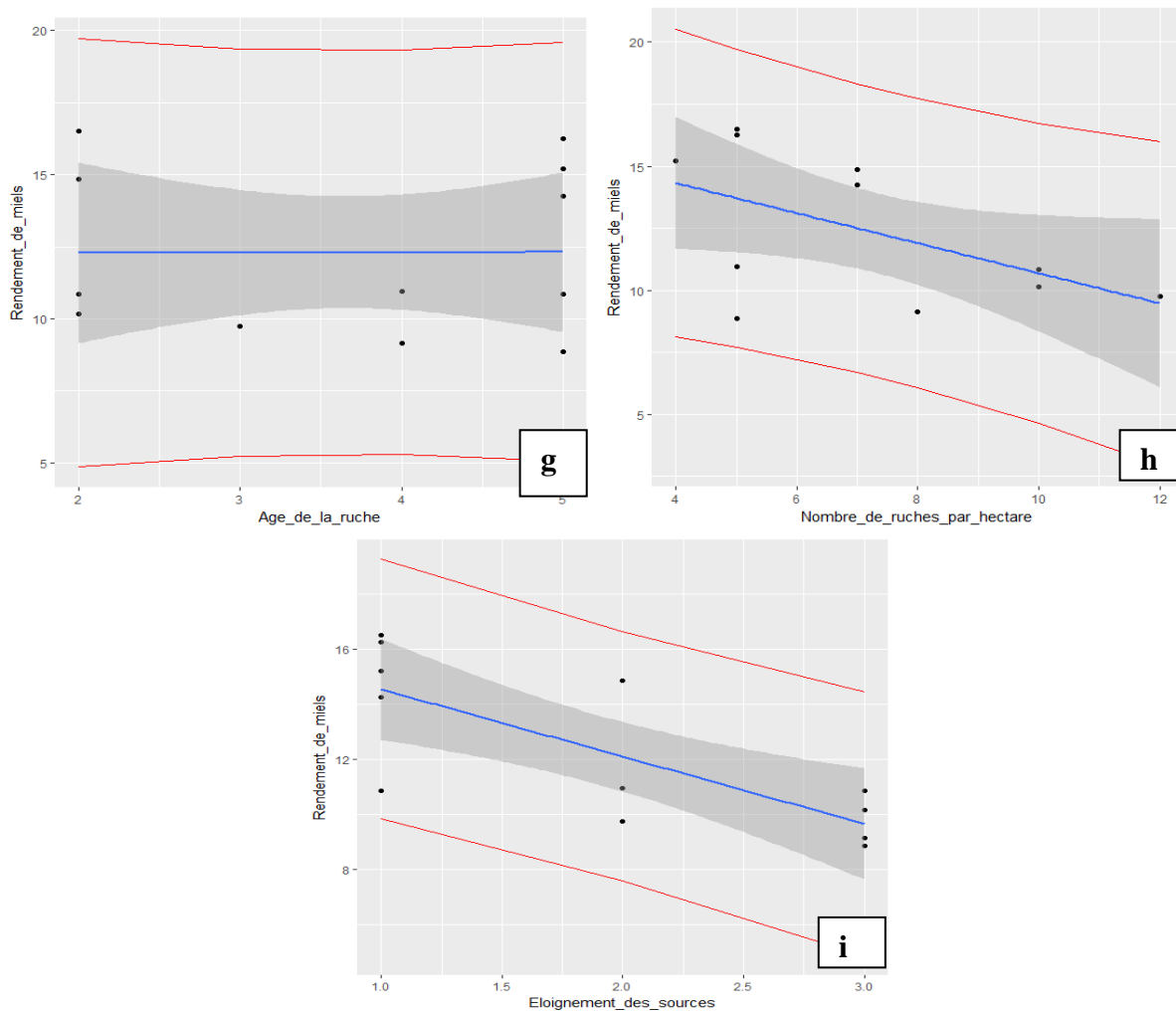


Figure 53 : (a) Corrélation entre le rendement de miels et l’effectif des abeilles dans la ruche;(b) température moyenne;(c) nombre de taxons butinés;(d) nourriture des abeilles;(e) prédateurs;(f) couvain d’abeilles;(g) âge de la ruche ; (h) nombre de ruches par hectare ; (i) éloignement des sources d’eaux.

13.10. Commercialisation du miel

La commercialisation de miels diffère d’un apiculteur à l’autre, certains possèdent une boutique privée (Tab. 15). Certains d’entre eux profitent des salons locaux et régionaux pour vendre leurs produits, ou dans des cas très rares, ils vendent leurs produits à des usines spécifiques et d’autres vendent pour leurs entourages et leurs familles (parents et amis). Dongock et al. (2017), ont rapporté que l’apiculture permet aux communautés rurales de gagner un revenu avec de faibles coûts d’investissement et d’entretien ; faible besoin de main-d’œuvre, et sans nécessairement détruire l’environnement.

Tableau 15 : Commercialisation du miel

Marché	Nombre de répondants	Pourcentage de répondants
Vendeurs privé	41	51,25
Vendeurs intermédiaires	18	22,50
Localement dans les villages	15	18,75
Supermarchés	6	7,5

13.11. Emballage de miel

Les flacons en verre et les bouteilles en plastique sont les matériaux d'emballage les plus couramment utilisés par les agriculteurs (Fig. 54). Ces matériaux sont faciles à fermer hermétiquement; disponibles dans le marché et sont faciles à transporter avec un minimum de pertes dues aux fuites.



Figure 54 : A gauche les matériaux d'emballage utilisés par les agriculteurs ; à droite les matériaux d'emballage utilisés par les supermarchés (Cliché Bellili AM. 2021)

13.12. Traitement des ruches contre le varroa

L'état sanitaire des abeilles et des ruches sont les raisons les plus importantes du succès de l'apiculteur. Le résultat de l'enquête montre que 88 % des apiculteurs utilisent le traitement à base des plantes et 12% ne traitent pas. Néanmoins, les produits naturels pour le traitement de Varroa sont :

- le traitement par le thymol : il représente 57% des ruches traitées, l'efficacité de ce produit contre la maladie à partir d'une concentration de $5\mu\text{g/l}$ d'air ;
- le traitement par l'acide oxalique : il représente 39% des ruches traitées et généralement l'efficacité maximale de ce traitement en l'absence de couvain ;

- le traitement par l'acide formique : ce traitement représente 4% des ruches suivies. La faible utilisation de ce produit est due à son nature très agressif et corrosif, donc délicat à manipuler et il présente plus de risques de perturbation des colonies, mais aussi il laisse de résidus dans les miels.

13.13. Vision de l'avenir de l'apiculture dans la région d'étude

S'ils pointent un certain nombre de facteurs limitant leur activité (dont le montant élevé de l'investissement de départ (55/80 d'entre eux) et le vol de ruches, il est notable que la grande majorité des apiculteurs interrogés se déclarent optimistes (64/80) ou très optimistes (13/80) pour l'avenir. Seuls trois d'entre eux se disent pessimistes. Enfin, dans les cinq ans à venir, 27 d'entre eux souhaiteraient consolider leur activité, 41 l'accroître et 12 la diversifier (Tab. 16).

Tableau 16 : Les contraintes de l'apiculture dans la région d'étude

Limite	Nombre de répondants	Pourcentage des répondants
Clientèle limitée	8	10
Investissement élevé	55	68,75
Manque de main d'œuvre	14	17,5
Manque de technicité	10	12,5
Prix de vente pas encourageant	7	8,75
Vol des ruches	42	52,5
Attaques d'insectes - fourmis noires et termites	7	8,75
Ruches d'abeilles coûteuses / ruches de mauvaise qualité	13	16,25
Incendie en saison sèche	5	6,25

14. Conclusion

L'apiculture dans le Nord-Est algérien est caractérisée par: une utilisation plus modernes des ruches; utilisation du feu pour récolter, flacons en verre pour emballer le miel ; vendre du miel non transformé principalement aux vendeurs dans les centres commerciaux.

Le taux de colonisation est élève dans les ruches Langstroth que les ruches locales. Le nourrissage des abeilles se base sur l'alimentation artificiel et naturelle notant que la dure de nourrissage artificiel dépend de la disponibilité des plantes mellifères dans la région, en ce qui concerne le traitement contre le varroa (88%), des apiculteurs utilisent les traitement a base de plantes.

Enfin pour une bonne amélioration de cette activité dans la région d'étude, il faut un soutien financier des apiculteurs par l'état.

Chapitre IV :
Flore mellifère et caractérisation
pollinique de miels

Nouvelle contribution à l'étude de la flore mellifère et caractérisation pollinique de miels de la Numidie (Nord-Est algérien)

T Hamel^{1,2}, A M Bellili¹, A Meddad-Hamza¹ et A Boulemtafes²

¹ Laboratoire de Biologie Végétale et Environnement, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Badji Mokhtar, 23 000 Annaba, Algérie

tarek_hamel@yahoo.fr

² Laboratoire Sols et Développement Durable, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Badji Mokhtar, 23 000 Annaba, Algérie

Résumé

La connaissance de la diversité de la flore mellifère algérienne est indispensable à l'identification des zones favorables à l'apiculture. Cette étude a évalué la diversité de la flore mellifère de la Numidie (Nord-Est algérien). Des observations directes et périodiques durant deux années, 2017 et 2018, de ruchers au niveau de 15 stations distribuées dans 5 wilayas, nous ont permis de recenser 192 espèces mellifères rattachés à 42 familles, surtout des Fabaceae, Asteraceae, Lamiaceae, Rosaceae et Apiaceae. Les espèces à forte valeur apicole (26) représentent 13,5 % de la richesse totale et sont plus fréquentes durant la saison pluvieuse.

L'apport de l'analyse pollinique à la connaissance des plantes butinées par les abeilles est de 76%. Au total, 239 espèces ont été recensées grâce à ces deux méthodes, dont le ¼ (47 espèces) ont été révélées seulement par l'analyse du miel. L'analyse pollinique et l'observation directe de terrain sont donc deux méthodes d'étude qui se complètent.

Mots clés : analyse pollinique, *Apis mellifera* L, Numidie, plante mellifère, saison

New contribution to the study of the melliferous flora and pollen characterization of Numidia (North-East Algeria)

Abstract

The knowledge of the diversity of Algerian melliferous flora is essential for the identification of areas favorable to beekeeping. This study evaluated the diversity of the honey flora of Numidia (North-East Algeria). Direct and periodic observations over two years, 2017 and 2018, of apiaries at 15 stations distributed in 5 wilayas, allowed us to identify 192 melliferous species related to 42 families, especially Fabaceae, Asteraceae, Lamiaceae, Rosaceae and Apiaceae. High-value bee species (26) account for 13.5% of total wealth and are more frequent during the rainy season.

The contribution of pollen analysis to the knowledge of plants pollinated by bees is 76%. A total of 239 species were identified by these two methods, of which ¼ (47 species) were revealed only by honey analysis. The pollen analysis and direct field observation are therefore two methods of study that complement one another.

Key words: *Apis mellifera* L, melliferous plant, Numidia, pollen analysis, season

Introduction

L'abeille joue un rôle vital de régulation et du maintien de la biodiversité et de l'équilibre écologique (Adjilane et al 2012). En effet, les plantes mellifères offrent aux abeilles des ressources alimentaires, notamment du nectar, du pollen et de la résine et qui, en contrepartie, assurent leur pollinisation. Les plantes mellifères sont soumises à une adaptation climato-géographique (Makhloufi et al 2015) auxquelles correspondent des zones de végétation très diversifiées (Louveaux et Abed 1984). Il est bien connu que les produits de la ruche reflètent en quantité et en qualité la nature des plantes butinées (Dongock et al 2017, Hamel et Boulemtafes 2017).

Ainsi, plusieurs études ont été entreprises afin d'améliorer nos connaissances sur la flore mellifère du monde et sur les ressources alimentaires dont disposent les abeilles en fonction des facteurs écologiques essentiels. Ces connaissances progressent d'année en année, notamment en Algérie. Plusieurs travaux ont été réalisés surtout au Nord algérien qui est réputé par ses zones d'importance pour les plantes (ZIP) (Yahi et al 2012). Parmi les travaux sur ce thème, ceux de Mekious et al (2018) dans la Mitidja, Mekious et al (2015) dans la région de Djelfa, Belhadi et Benabdeli (2010) dans la wilaya de Mascara et Makhloufi et al (2010) dans 66 stations du Tell algérien sont les plus récents.

En outre, le Nord-Est algérien ou la Numidie (K₃ au sens de la subdivision biogéographique proposée par Quézel et Santa 1962) représente une aire de production apicole potentiellement importante du fait de sa flore mellifère abondante et variée (Boutabia et al 2016 ; Hamel et Boulemtafes 2017). Dans cette région, les travaux relatifs à la connaissance des plantes apicoles portent généralement sur leur inventaire (Telailia et al 2011), l'analyse pollinique des miels (Chefrour et al 2009 ; Benaziza-Bouchema et Schweitzer 2010 ; Nedji et Loucif-Ayad 2014 ; Achou et al 2015 ; Boutabia et al 2016), ainsi que la relation plantes mellifères-abeilles (Hamel et Boulemtafes 2017).

La flore mellifère est très diversifiée, ainsi pour l'étudier il serait nécessaire de réaliser une étude basée à la fois sur des études botaniques réalisées sur le terrain ainsi que sur une analyse pollinique d'échantillons de miel permettant d'obtenir une image fidèle et relativement complète des ressources mellifères de la région d'étude.

Matériels et méthodes

Région d'étude

Les sorties ont été réalisées dans 5 wilayas (départements) du Nord-Est algérien (Tableau 1 et Figure 1) : trois wilayas littorales : d'est en ouest, El Tarf, Annaba et Skikda; y deux wilayas à caractère nettement continental : Souk-Ahras et Guelma. Cette région d'étude est limitée au nord par la mer méditerranéenne et au sud par le Tell Constantinois. Elle longe à l'est la frontière tunisienne et à l'ouest la wilaya de Skikda.

15. Introduction

Les abeilles jouent un rôle essentiel dans l'équilibre environnemental mondial en tant que pollinisateurs de nombreuses espèces, comme souligné par Adjilane et al. (2012). Les plantes mellifères constituent des sources alimentaires cruciales pour les abeilles domestiques, telles que l'*Apis mellifera* L., en fournissant divers nutriments tels que le nectar, le pollen et la résine, comme indiqué par Hamel et al. (2018).

La diversité de la flore algérienne et le climat relativement doux permettent, dans certaines régions côtières, des périodes de floraison étalées sur toute l'année, chacune caractérisée par une floraison spécifique (Chefrour et al., 2009).

Le Nord-Est algérien, également connu sous le nom de Numidie présente un potentiel apicole significatif et unique, le positionnant comme l'une des régions les plus intéressantes sur les plans biologique et biogéographique (Boutabia et al., 2016).

Cette étude s'inscrit dans la méthodologie développée par Hamel et Boulemtafes (2017), se présentant comme un travail de compilation qui a permis d'établir un inventaire des plantes vasculaires dont les fleurs ont été butinées par des abeilles.

Les abeilles constituent un élément indispensable de l'équilibre environnemental dans le monde en tant que pollinisateur de très nombreuses espèces (Adjilane et al., 2012).

Les plantes mellifères sont des ressources alimentaires pour les abeilles domestiques (*Apis mellifera* L.). Elles fournissent de nombreux aliments, notamment du nectar, du pollen et de la résine (Hamel et al., 2019).

Matériel et méthodes

Présentation du site d'étude

La description du site, la localisation des stations d'échantillonnages et les démarches suivies ont été déjà décrites précédemment (voir chapitre 1).

16. Résultats

16.1. Diversité de la flore mellifère

L'inventaire floristique des espèces mellifères dans la Numidie algérienne a abouti à l'identification de 192 espèces (Tab. 17), réparties en 148 genres et 42 familles. La distribution en termes de nombre d'espèces a conduit à la classification de ces plantes en trois groupes de familles les plus abondantes. Les familles les plus représentées, comptant plus de dix espèces chacune, étaient les Fabaceae, Asteraceae, Lamiaceae, Rosaceae et Apiaceae, représentant respectivement 15,6 %, 15,1 %, 10,4 %, 5,7 % et 5,2 % du total des espèces mellifères identifiées. Les familles moyennement représentées, avec plus de quatre espèces

chacune, comprenaient Amarylladaceae, Asparagaceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Cucurbitaceae, Geraniaceae, Iridaceae, Plantaginaceae et Ranunculaceae. Les familles faiblement représentées, comptant deux à trois espèces chacune, étaient Anacardiaceae, Caprifoliaceae, Cistaceae, Convolvulaceae, Ericaceae, Malvaceae, Myrtaceae, Oleaceae, Papaveraceae, Rhamnaceae, Rutaceae, Scrophulariaceae, Solanaceae et Xanthorrhoeaceae.

D'autres familles, telles que Aizoaceae, Araliaceae, Cactaceae, Cannabaceae, Thymeleaceae, Verbenaceae et Moraceae, étaient représentées par une seule espèce apicole. En revanche, parmi les espèces recensées, 26 étaient particulièrement butinées et présentaient une haute valeur apicole, constituant ainsi 13,5 % de toutes les espèces inventoriées.

Selon le tableau 17, il est évident que les ressources mellifères de la région d'étude étaient principalement constituées d'une flore spontanée, représentant 173 espèces (soit 90,1 %) des plantes recensées. Les plantes cultivées étaient moins représentées, constituant 9,9 % du total des plantes recensées.

	x37	<i>Helminthotheca echioides</i> Holu	Hémicryptophyte	Méditerranéen	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	20-50	Jaune	Juin-septembre		
	x38	<i>Hyoseris radiata</i> L.	Hémicryptophyte	Méditerranéen	x	x	x		x			x		x			x	x	x	10-20	Jaune	Mai-juin		
	x39	<i>Hypochaeris radicata</i> L.	Hémicryptophyte	Méditerranéen		x				x	x			x	x				x	01-05	Jaune	Mai-septembre		
	x40	<i>Lactuca serriola</i> L.	Thérophyte	Subcosmopolite					x				x	x				x	x	20-30	Jaune	Juillet-aout		
	x41	<i>Leontodon tuberosus</i> L.	Hémicryptophyte	Méditerranéen		x	x	x		x	x	x	x	x					x	01-05	Jaune	Mai-novembre		
	x42	<i>Lonas inodora</i> Gaertner	Thérophyte	Méditerranéen									x							20-40	Jaune	Mai-juin		
	x43	<i>Pallenis maritima</i> (L.) Greuter	Chaméphyte	Méditerranéen														x		x	50-70	Jaune	Avril-juin	
	x44	<i>Pulicaria odora</i> (L.) Reichenb.	Hémicryptophyte	Méditerranéen	x		x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	20-50	Jaune	Avril-juin	
	x46	<i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth.	Hémicryptophyte	Méditerranéen		x	x			x			x	x	x	x	x	x	x	x	01-05	Jaune	Avril-juillet	
	x47	<i>Rhaponticum acaule</i> (L.) DC.	Hémicryptophyte	Endémique Algéro-Tunisien	x		x	x	x		x		x	x						x	01-05	Rose	Mai-juin	
	x48	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Hémicryptophyte	Méditerranéen	x	x	x		x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	20-30	Jaune	Juin-septembre	
	x49	<i>Scorzonera undulata</i> subsp. <i>deliciosa</i> (Guss.) Maire	Géophyte	Méditerranéen																	20-50	Rose	Avril-juin	
	x50	<i>Senecio vulgaris</i> L.	Thérophyte	Subcosmopolite	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x				x	10-20	Jaune	Janvier-novembr	
	x51	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Thérophyte	Cosmopolite	x					x	x		x	x	x				x	x	01-05	Jaune	Mai-octobre	
	x52	<i>Urospermum dalechampii</i> (L.) F. W. SchMaidt	Hémicryptophyte	Méditerranéen	x		x		x				x	x							x	01-05	Jaune	Mai-juin
Boraginaceae	x53	<i>Anchusa italica</i> Retz.	Hémicryptophyte	Méditerranéen	x			x	x				x								01-05	Bleue	Mai-aout	
	x54	<i>Borago officinalis</i> L.	Thérophyte	Méditerranéen	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	01-05	Bleue	Mars-mai	
	x55	<i>Cerithe major</i> L.	Thérophyte	Méditerranéen			x		x				x	x							x	01-05	Jaune-rouge	Mars-mai
	x56	<i>Echium plantagineum</i> L.	Thérophyte	Méditerranéen	x			x	x	x				x	x	x				x	x	50-100	Bleue	Mai-juillet
	x57	<i>Echium sabulicolum</i> Pomel	Thérophyte	Méditerranéen			x			x	x	x		x	x	x	x					50-70	Bleue	Mai-juillet
Brassicaceae	x58	<i>Biscutella didyma</i> L.	Thérophyte	Méditerranéen	x		x	x	x		x			x	x	x	x	x	x	x	01-05	Jaune	Mars-mai	
	x59	<i>Brassica procumbens</i> (Poir.) O. E. Schulz	Thérophyte	Endémique Algéro-Tunisien		x	x		x	x				x	x						x	50-100	Jaune	Septembre-janvier

	x60	<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv.	Chaméphyte	Méditerranéen			x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	10-20	Blanche	Avril-septembre
	x61	<i>Matthiola incana</i> (L.) R. Br.	Chaméphyte	Europe du sud											x		x		01-05	Violette	Mars-mai
	x62	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Thérophyte	Méditerranéen	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	100-200	Blanche	Avril-juillet
	x63	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Thérophyte	Holártica	x		x			x	x	x			x			x	50-70	Jaune	Mai-septembre
	x64	<i>Sinapis pubescens</i> subsp. <i>indurata</i> (Coss.) Batt.	Chaméphyte	Endémique Algérie				x	x										50-70	Jaune	Mars-juillet
Cactaceae	x65	<i>Opuntia ficus indica</i> Maill.	Phanérophyte	Naturalisé			x	x		x		x			x	x	x	x	50-70	Jaune	Aout-septembre
Cannabaceae	x66	<i>Celtis australis</i> L.	Phanérophyte	Endémique Algéro-Tun-Marocain	x			x											10-20	Verte	Avril-mai
Caprifoliaceae	x67	<i>Fedia graciliflora</i> Fisch. & C. A. Mey.	Thérophyte	Méditerranéen	x		x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	50-100	Rose	Mars-juin
	x68	<i>Lonicera implexa</i> Aiton	Phanérophyte	Méditerranéen		x				x	x			x	x				30-50	Jaune	Mai-juin
	x69	<i>Sixalix atropurpurea</i> (L.) Greuter & Burdet	Thérophyte	Méditerranéen			x			x	x	x	x	x	x	x		x	01-05	Rose	Mai-juin
Cistaceae	x70	<i>Cistus monspeliensis</i> L.	Phanérophyte	Méditerranéen	x		x			x		x	x	x	x		x		30-50	Blanche	Mai-juin
	x71	<i>Cistus salvifolus</i> L.	Phanérophyte	Méditerranéen	x		x			x		x	x	x	x		x		30-50	Blanche	Mai-juin
Convolvulaceae	x72	<i>Convolvulus tricolor</i> L.	Thérophyte	Méditerranéen	x		x	x		x	x			x		x		x	01-05	Bleue	Avril-juin
	x73	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Géophyte	Subcosmopolite	x			x	x		x	x			x		x		01-05	Blanche-rose	Mai-octobre
Crussulaceae	x74	<i>Sedum sediforme</i> (Jacq.) Pau	Chaméphyte	Méditerranéen											x		x		01-05	Jaune	Juin-aout
Cucurbitaceae	x75	<i>Bryonia dioica</i> Jacq.	Hémicryptophyte	Méditerranéen-atlantique			x					x	x	x			x		10-20	Verte	Mai-aout
Dioscoreaceae	x76	<i>Dioscorea communis</i> (L.) Caddick & Wilki	Thérophyte	Méditerranéen			x					x	x	x	x		x		10-20	Verte	Mars-juin
Ericaceae	x77	<i>Arbutus unedo</i> L.	Phanérophyte	Méditerranéen		x				x	x		x	x			x		70-100	Blanche	Octobre-janvier
	x78	<i>Erica arborea</i> L.	Phanérophyte	Méditerranéen	x		x			x	x	x	x	x			x		50-100	Blanche	Mars-mai
	x79	<i>Erica mutiflora</i> L.	Phanérophyte	Méditerranéen			x							x	x				10-20	Rose	Septe-janvier
Fabaceae	x80	<i>Astragalus caprinus</i> L.	Hémicryptophyte	Méditerranéen				x	x	x	x								20-50	Jaune	Avril-mai
	x81	<i>Astragalus sesameus</i> L.	Thérophyte	Méditerranéen			x	x		x		x	x		x			x	01-05	Rose	Avril-mai
	x82	<i>Calicotome villosa</i> (Poir.) Link	Phanérophyte	Méditerranéen	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	100-300	Jaune	Mars-mai

x83	<i>Ceratonia siliqua</i> L.	PhanérophYTE	Méditerranéen	x	x	x			x			x	x	x	x				50-70	Rouge	Aout-octobre
x84	<i>Colutea arborescens</i> L.	PhanérophYTE				x													01-05	Jaune	Avril-aout
x85	<i>Cytisus villosus</i> Pourr.	PhanérophYTE	Méditerranéen	x				x	x	x	x	x	x	x	x		x		20-50	Jaune	Mars-mai
x86	<i>Genista ferox</i> (Poir.)Dum. Cours. subsp. <i>ferox</i>	PhanérophYTE	Endémique Algéro-Tunisien et Sardaigne	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		50-100	Jaune	Mars-mai
x87	<i>Genista numidica</i> Spach subsp. <i>numidica</i>	PhanérophYTE	Endémique de l'Algérie										x	x	x		x		50-70	Jaune	Mars-mai
x88	<i>Genista ulicina</i> Spach	PhanérophYTE	Endémique Algéro-Tunisien	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x			10-30	Jaune	Mars-mai
x89	<i>Hedysarum coronarium</i> L.	Hémicryptophyte	Méditerranéen	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		70-200	Rouge	Mars-mai
x90	<i>Hedysarum glomeratum</i> F.Diet.	Hedysarum glomeratum	Méditerranéen	x			x	x											20-30	Rose	Avril-juin
x91	<i>Lathyrus clymenum</i> L.	Thérophyte	Méditerranéen				x	x	x		x	x		x		x			01-05	Rose	Mai-juin
x92	<i>Lotus corniculatus</i> L. subsp. <i>corniculatus</i>	Hémicryptophyte	Euro-méditerranéen					x			x	x	x		x				10-20	Jaune	Mars-juin
x93	<i>Lotus drepanocarpus</i> Durieu	Hémicryptophyte	Endémique Algéro-Tunisien											x		x			20-50	Jaune	Mai-juillet
x94	<i>Lupinus angustifolius</i> L.	Thérophyte	Méditerranéen	x						x		x				x			10-20	Bleue	Avril-juin
x95	<i>Lupinus luteus</i> L.	Thérophyte	Méditerranéen							x									10-20	Jaune	Mars-juin
x96	<i>Medicago littoralis</i> Loisel.	Thérophyte	Méditerranéen				x		x	x	x	x	x	x		x			10-20	Jaune	Mai-juillet
x97	<i>Medicago murex</i> Willd.	Thérophyte	Méditerranéen		x	x	x	x		x	x	x	x			x	x		10-20	Jaune	Mai-juillet
x98	<i>Medicago sativa</i> L.	Hémicryptophyte	Néophyte			x				x		x				x			10-20	Violette	Juillet-octobre
x99	<i>Melilotus indicus</i> (L.) All.	Thérophyte	Paléo tempéré		x		x	x	x		x					x			01-05	Jaune	Avril-juin
x100	<i>Retama raetam</i> subsp. <i>bovei</i> (Spach) Talavera & Gibbs	PhanérophYTE	Ibéro - Maghrébin								x								20-50	Blanche	Mai-juin
x101	<i>Spartium junceum</i> L.	PhanérophYTE	Méditerranéen	x	x		x	x											50-70	Jaune	Mai-juillet
x102	<i>Teline linifolia</i> (L.) Webb & Berthel.	PhanérophYTE	Méditerranéen											x					20-30	Jaune	Avril-mai
x103	<i>Tetragonolobus biflorus</i> (Desr.) DC.	Thérophyte	Méditerranéen			x	x			x		x		x		x	x		01-05	Jaune	Mars-mai
x104	<i>Trifolium arvense</i> L.	Thérophyte	Méditerranéen	x	x		x	x	x		x	x		x	x	x			20-30	Rose	Avril-juin

Moraceae	x174	<i>Ficus carica</i> L.	Thérophyte	Méditerranéen	x				x	x			x	x	x	x	x		20-50	Verte	Mai-juillet	
	x175	<i>Cydonia oblonga</i> Maill.	Phanérophyte	Cultivé	x				x	x					x			10-20	Blanche	Mai-juin		
	x176	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl	Phanérophyte	Cultivé	x				x			x	x			x		x	100-150	Blanche	Octobre-décembre	
Rosaceae	x177	<i>Malus pumila</i> Maill.	Phanérophyte	Cultivé	x	x		x	x			x			x		x		50-70	Blanche	Avril-mai	
	x178	<i>Prunus avium</i> (L.) Web	Phanérophyte	Eury-méditerranéen	x	x		x	x			x			x			x	30-50	Blanche	Avril-mai	
	x179	<i>Prunus dulcis</i> (Maill.)D.A.	Phanérophyte	Cultivé		x						x						x	20-30	Blanche	Avril-mai	
	x180	<i>Pyrus bourgaeana</i> Decne.	Phanérophyte	Cultivé		x						x			x			x	20-30	Blanche	Avril-mai	
Rutaceae	x181	<i>Citrus ×aurantium</i> L.	Phanérophyte	Cultivé	x	x	x		x			x						x	50-70	Blanche	Novembre-déce	
	x182	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Phanérophyte	Cultivé	x	x	x	x	x				x		x			x	70-100	Blanche	Novembre-déce	
les plantes maraichères																						
Amaryllidaceae	x183	<i>Allium cepa</i> L.	Géophyte	Cultivé	x	x	x	x	x			x	x					x	x	05-20	Blanche	Juillet-septembre
Asteraceae	x184	<i>Helianthus annuus</i> L.	Thérophyte	Cultivé		x														20-30	Jaune	Juillet-septembre
Cucurbitaceae	x185	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai	Hémicryptophyte	Cultivé	x	x	x			x	x	x	x					x	x	50-70	Jaune	Juillet-septembre
	x186	<i>Cucumis melo</i> L.	Thérophyte	Cultivé			x	x	x	x					x			x	x	50-70	Jaune	Juillet-septembre
	x187	<i>Cucurbita pepo</i> L.	Thérophyte	Cultivé		x	x	x				x	x	x				x	x	50-70	Jaune	Juillet-septembre
Fabaceae	x188	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Thérophyte	Cultivé	x		x	x				x			x			x	x	10-20	Blanche	Juin-septembre
	x189	<i>Pisum sativum</i> L. subsp. <i>sativum</i>		Cosmopolite	x		x		x	x					x			x	x	10-20	Blanche	Juin-juillet
	x190	<i>Vicia faba</i> L.	Thérophyte	Cultivé	x	x	x	x	x	x			x	x	x			x	x	30-50	Blanche	Juin-juillet
Solanaceae	x191	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Thérophyte	Cultivé	x	x	x		x	x	x	x	x	x				x	x	30-50	Blanche	Juin-juillet
	x192	<i>Solanum tuberosum</i> L.	Géophyte	Cultivé			x					x	x					x		20-30	Violette	Juin-juillet

Station: 1. Hammam Debagh, 2. Héliopolis, 3. Megsmia, 4. El Hanancha, 5. Ain Zena, 6. Ain Sanour, 7. Nador, 8. Lac Bleu, 9. Bouhadjar, 10. Sidi Amar, 11. Ain sepsi, 12. Cap Takouch, 13. Guerbes, 14. Stora, 15. Azzaba), x : présence.

16.2. Répartition des plantes mellifères butinées en fonction des périodes de la floraison et la couleur de la fleur

L'inventaire floristique minutieux dans la Numidie algérienne a révélé la présence de 192 espèces de plantes mellifères, réparties au sein de 148 genres et 42 familles (Tab. 17). Ces découvertes soulignent la richesse et la diversité de la flore apicole dans la région étudiée. L'analyse de la distribution en termes de couleurs de fleurs a permis d'identifier huit teintes distinctes, avec une nette prédominance de la couleur jaune, représentant 35,4% des espèces, suivie de près par le blanc (31,2%) et le rose (15,6%). Les couleurs bleue et violette étaient également présentes, bien que de manière plus modérée.

La saison de floraison a été divisée en trois catégories, démontrant une dynamique continue de la disponibilité des ressources mellifères tout au long de l'année. La saison humide était la plus riche, avec 71,3% des plantes fleurissant à ce moment-là, tandis que la saison sèche présentait 25% des espèces. Notamment, certaines plantes fleurissent pratiquement toute l'année (3,6%), assurant une disponibilité constante de ressources alimentaires pour les abeilles.

La figure 55 synthétise la distribution des couleurs des fleurs en fonction des effectifs des abeilles. Elle met en évidence les préférences saisonnières des abeilles en matière de butinage, soulignant des tendances intéressantes. Par exemple, au début de l'automne, les fleurs jaunes de la liane *Hedera algeriensis* sont exclusivement visitées, tandis qu'au début de l'hiver, les abeilles montrent une préférence pour les fleurs blanches, et en février, elles privilégient les fleurs violettes. La fin de l'hiver et le début du printemps sont marqués par une préférence pour la couleur jaune, tandis que la fin du printemps voit un pic d'activité sur les fleurs d'*Eucalyptus globulus*, entraînant un pic de la couleur blanche en été. Pendant la saison sèche, les fleurs blanches et jaunes des espèces maraîchères constituent une ressource appréciée par les abeilles.

Ces résultats témoignent non seulement de la diversité des plantes mellifères dans la Numidie algérienne mais également des dynamiques saisonnières qui influent sur les choix de butinage des abeilles, mettant en lumière l'importance de la gestion durable de ces ressources pour

soutenir les populations d'abeilles et préserver l'équilibre écologique.

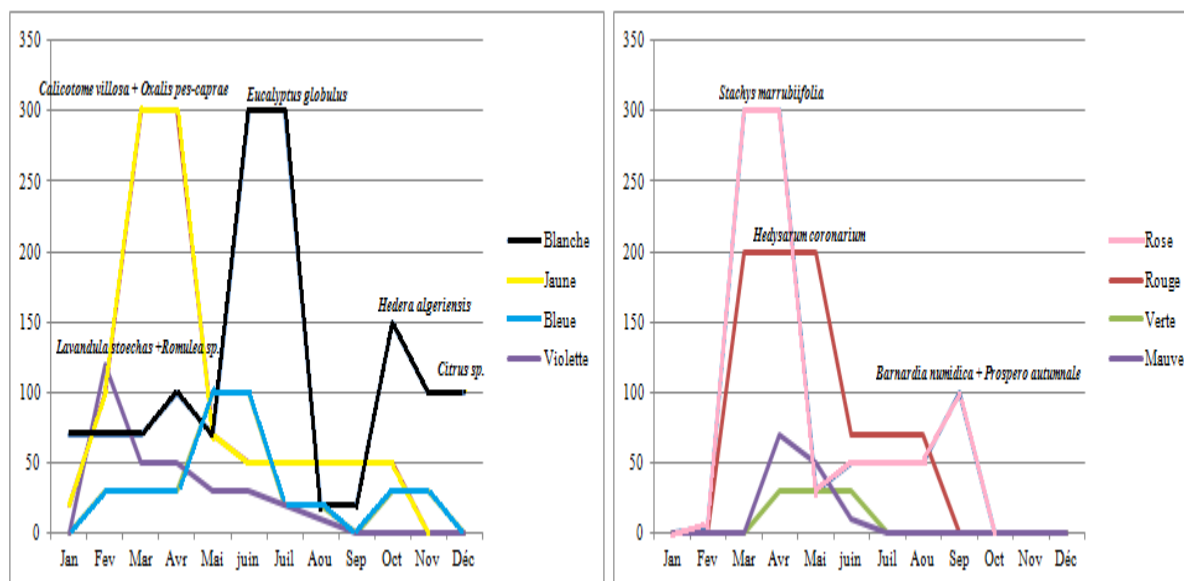


Figure 55 : Calendrier de l'apparition des couleurs des espèces les plus butinées par les abeilles

16.3. Diversité biologique

Parmi les divers types biologiques identifiés dans la flore mellifère recensée, les thérophytes se démarquent nettement en tant que groupe le plus abondant. Avec 55 espèces représentées, les thérophytes constituent 28% de l'ensemble des taxons répertoriés. Ils sont suivis par les phanérophytes, regroupant 48 taxons, soit 25% du total. Les hémicryptophytes occupent également une part significative avec 44 taxons, représentant 23% de l'ensemble. Les géophytes sont représentées par 25 taxons, soit 13%, tandis que les chaméphytes complètent la liste avec 20 taxons, représentant 11% de l'ensemble des types biologiques recensés.

Cette répartition diversifiée des types biologiques témoigne de la variété des adaptations des plantes mellifères dans la région d'étude. Les thérophytes, en particulier, se distinguent par leur cycle de vie court et leur capacité à prospérer rapidement, ce qui peut avoir des implications importantes pour la disponibilité des ressources mellifères tout au long de l'année. L'ensemble de ces types biologiques contribue à la richesse et à la diversité de la flore apicole, soulignant l'importance de prendre en compte cette diversité lors de l'évaluation et de la gestion des ressources mellifères (Tab. 18 et Fig. 56).

Tableau 18. Les types biologiques de la flore mellifère étudiée

Type biologique	Nombre de taxons	Pourcentage
Thérophyte	55	28
Phanérophyte	48	25
Hémicryptophyte	44	23
Géophyte	25	13
Chaméphyte	20	11

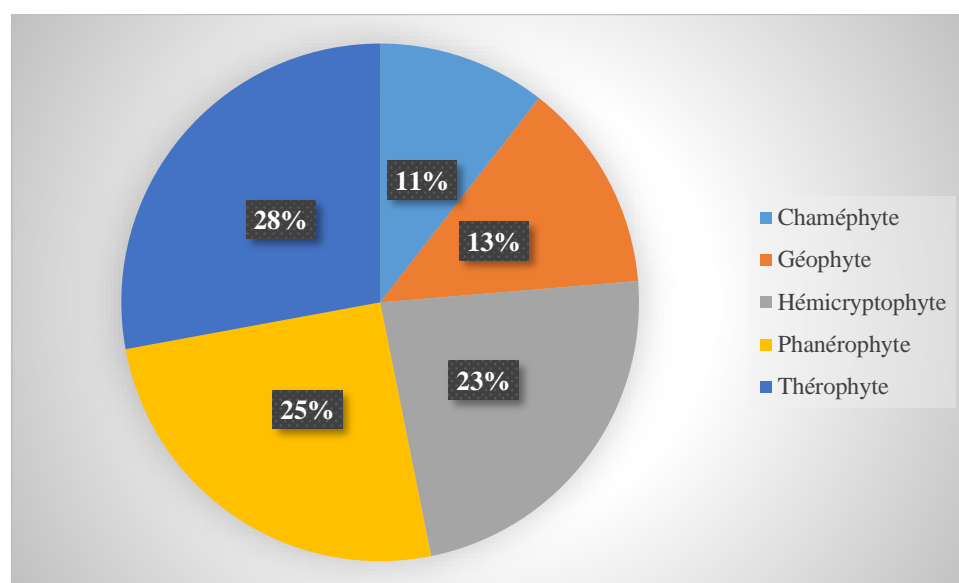


Figure 56 : Spectre biologique global de la flore mellifère étudiée

La prédominance des thérophytes dans la flore butinée étudiée témoigne de l'abondance d'espèces annuelles, illustrant ainsi l'adaptation des communautés végétales à l'incertitude des conditions environnementales (Deil 2005 ; Williams 2006 ; Megharbi et al., 2016). Ce choix en faveur d'espèces à cycle court s'explique par leur propension à investir davantage dans la reproduction sexuée que dans le développement végétatif (Rhazi et al., 2006). Les thérophytes, en tant que type biologique, sont particulièrement bien adaptés pour prospérer dans des environnements fluctuants et incertains.

La présence significative de phanérophytes, hémicryptophytes et géophytes, en plus des thérophytes, souligne la diversité des choix alimentaires des abeilles. Ces résultats corroborent les constatations antérieures de Hamel et al. (2019) lors de leurs recherches sur les plantes mellifères de la région de la Numidie. En ensemble, ces observations révèlent la complexité et l'adaptabilité des communautés végétales et des abeilles face aux variations saisonnières et environnementales. L'étude de la composition biologique des plantes

mellifères offre ainsi des informations précieuses sur la dynamique écologique de la région et sur les préférences des abeilles en matière de butinage.

16.4. Diversité biogéographique de la flore mellifère

La diversité biogéographique de la flore mellifère dans nos sites d'étude est notable, comme illustré dans le tableau 19 et la figure 57. Cette richesse floristique se décline en cinq ensembles distincts :

- Ensemble méditerranéen : prédominant avec 122 espèces, soit 67% de la flore étudiée, cet ensemble est le plus important. Ces résultats sont en accord avec les observations de Quézel (1983), soulignant une augmentation des espèces de type méditerranéen dans la flore de l'Afrique du Nord.
- Ensemble nordique : les espèces de cet ensemble représentent 9% de la flore mellifère répertoriée. Il comprend six taxons relevant de l'élément paléo tempéré.
- Ensemble endémique : la flore mellifère héberge 21 taxons endémiques régionaux, ce qui constitue 11% du total des espèces. Cette richesse en endémisme témoigne de la variabilité des situations biogéographiques et écologiques, ainsi que de la fragmentation des aires continentales liée aux activités humaines (Barbéro et al., 2001). Cette diversité revêt un intérêt scientifique significatif, tant du point de vue de la diversité floristique que de la biogéographie.
- Ensemble de large répartition : un seul taxon (1%) est représenté dans cet ensemble, une constatation similaire à celle de l'étude de Hamel et al. (2019) sur la flore mellifère numidienne.
- Ensemble introduit : comptant 21 espèces (12%) butinées par les abeilles, cet ensemble englobe principalement des arbres fruitiers. Il se divise en trois catégories : l'élément cultivé avec 18 taxons (10% du total des espèces), l'élément introduit avec 3 taxons (2%) et l'élément naturalisé avec un seul taxon.

Ces différents ensembles soulignent la complexité et la diversité des influences biogéographiques sur la flore mellifère, reflétant également l'interaction entre les facteurs naturels et les activités humaines dans la région d'étude. Cette diversification offre des perspectives riches pour la recherche scientifique, tant dans le domaine de la diversité floristique que de la compréhension des dynamiques biogéographiques locales.

Tableau 19 : Origine biogéographique des espèces recensées en pourcentage

Elément biogéographique	Nombre d'espèces	Pourcentage (%)
Méditerranéen	122	67
Endémique	21	11
Cultivé	18	10
Nordique	16	9
Introduite	3	2
Cosmopolite	1	1

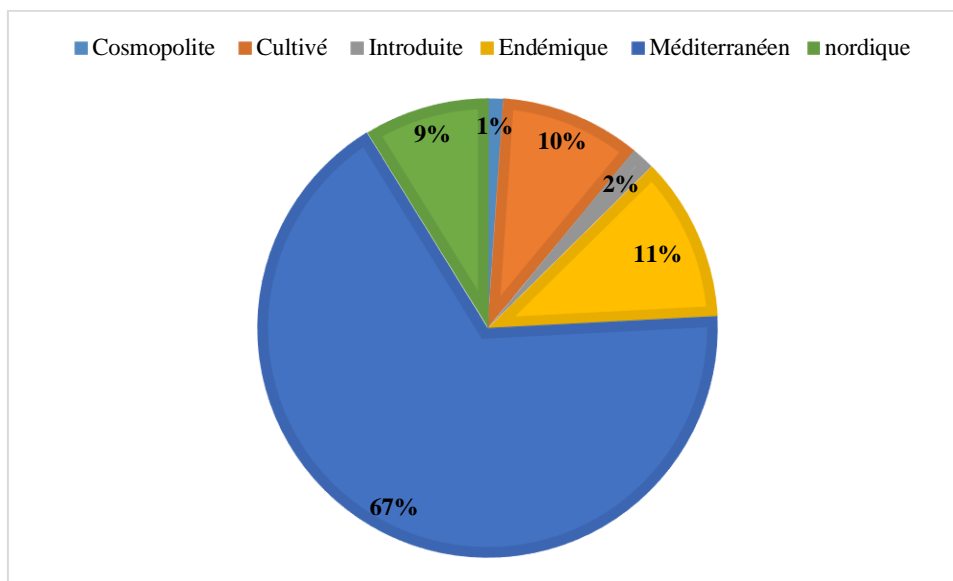


Figure 57 : Répartition biogéographique des plantes mellifères étudiées.

16.5. Relation flore mellifère, station et variables environnementales

L'analyse canonique établit des relations entre les 192 espèces butinées par *Apis mellifera* (codées en présence-absence), les différentes stations étudiées et les variables environnementales. Le plan formé par le premier et le second axe totalise un taux d'inertie de 76,96% (Fig. 58).

Le premier axe représente le gradient de richesse en espèces butinées, s'étendant des stations moins riches, telles qu'Ain Zena avec 69 espèces, vers les stations les plus riches, comme Sidi Amar avec 104 espèces.

Les stations R5, R2 et R1 sont associées aux deux facteurs dominants de la partie négative de l'axe 1, à savoir l'incendie (Icen) et l'activité agricole (Acag). Cela traduit une faible richesse en espèces butinées dans ces stations.

La station R10 apparaît isolée, ce qui est lié à sa richesse spécifique en plantes butinées dépendant du substrat métamorphique de micaschiste.

Le deuxième axe dévoile un gradient structural de la végétation, allant du maquis ouvert de *Quercus coccifera* des stations (R9), caractérisé par des espèces telles que *Stachys arvensis*,

Thymus munbyanus subsp. *coloratus*, *Lavandula stoechas* et *Linaria flava*, vers les stations de maquis dense à oléo-lentisque (R3 et R4), caractérisées par *Malva trimestris*, *Prunella vulgaris* et *Micromeria graeca*.

Cette analyse permet de mettre en lumière les relations complexes entre les espèces butinées par les abeilles, les caractéristiques des stations d'étude et les variables environnementales, offrant ainsi une compréhension approfondie de la structuration de la flore mellifère dans la région examinée.

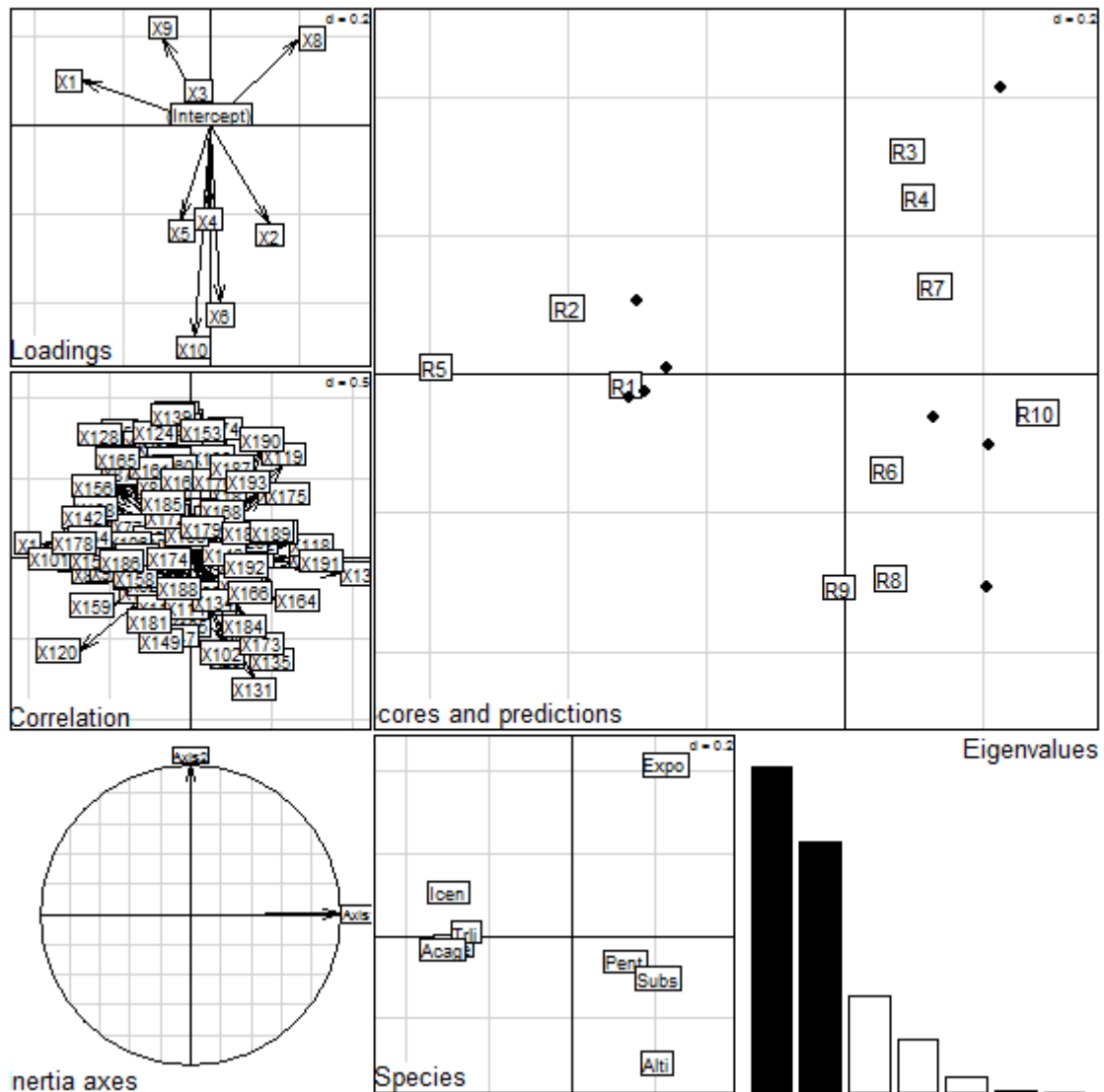


Figure 58 : Carte de l'analyse canonique des correspondances 15 stations x 192 espèces butinées par *Apis mellifera* x 8 variables environnementales.

[R1 : Hammam Debagh, R2 : Héliopolis, R3 : Megsmia, R4 : El Henancha, R5 : Ain Zena, R6 : Ain Sanour, R7 : Nador, R8 : Lac Bleu, R9 : Bouhadjar, R10 : Sidi Amar, R11 : Ain sepsi, R12 : Cap Takouch, R13 : Guerbès, R14 : Stora, R15 : Azzaba].

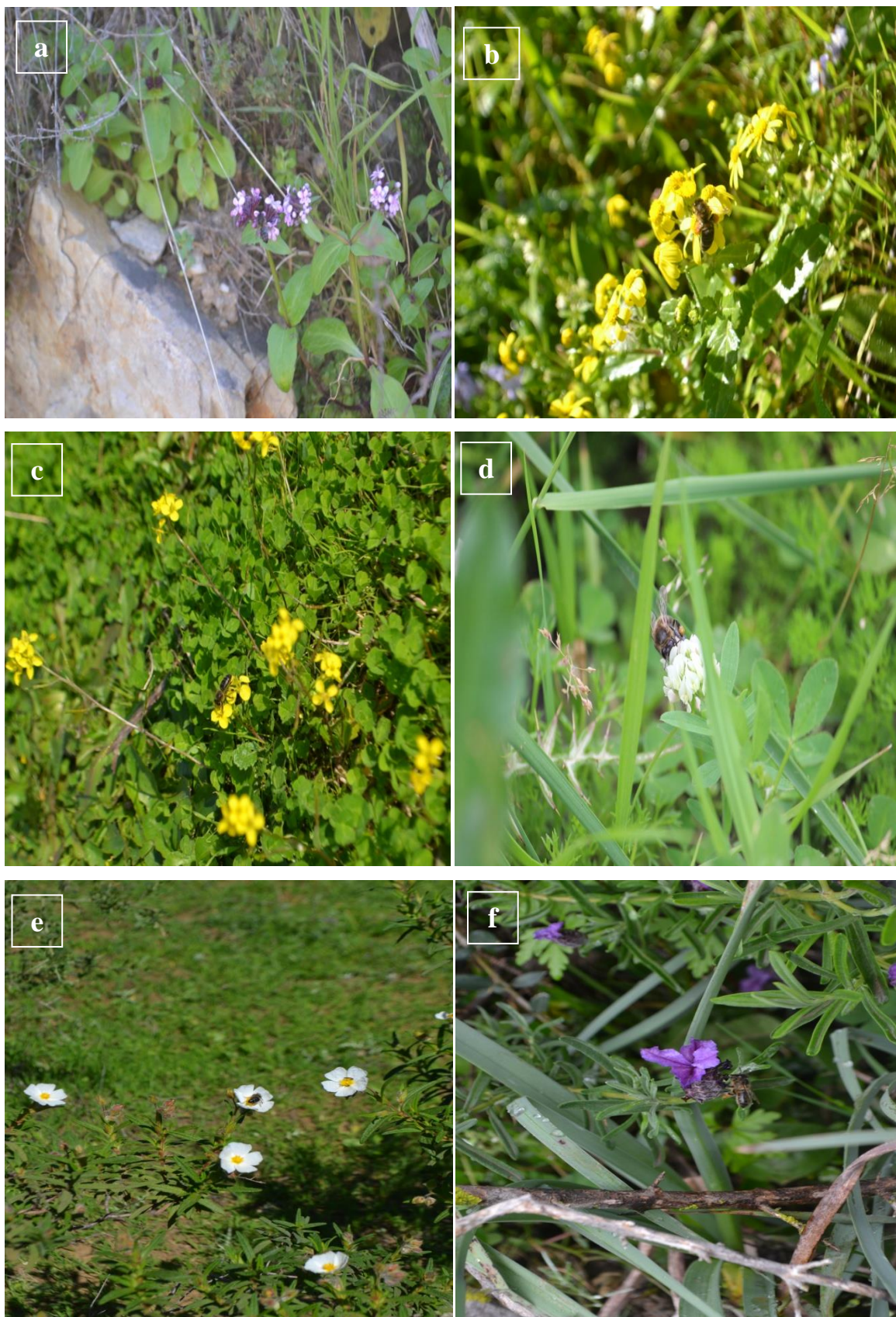


Figure 59 : Fleurs de certaines plantes butinées. a : *Fedia graciliflora*, b : *Senecio vulgaris*, c : *Brassica procumbens*, d : *Trifolium arvense*, e : *Cistus monspeliensis*, f : *Lavandula stoechas* (Cliché Bellili AM. & Hamel T. 2019).

16.6. Indice de diversité, Shannon-Weaver et équitabilité de Piélou

Les paramètres de diversité de la flore apicole montrent que la richesse floristique varie de 144 à 161 espèces, l'indice de diversité Shannon-Weaver de 1,71 à 1,75 et l'indice d'équitabilité de Piélou de 0,92 à 0,94 pour la wilaya de Souk Ahras et Annaba respectivement, indiquant une flore globalement homogène (Tab.20). Le test d'homogénéité de ces peuplements floristiques a montré globalement deux groupes non significativement homogènes constitués des flores apicoles des wilayas de Skikda, Annaba et El Tarf d'une part ($\alpha = 0,13$) et d'autre part des flores de Guelma et Souk Ahras ($\alpha = 0,09$). Ces régions présenteraient ainsi des bonnes potentialités en flore apicole pour la promotion de l'apiculture.

Tableau 20 : Diversité floristique, indice de diversité de Shannon (H') et d'équitabilité de Piélou (J') de la flore apicole dans les cinq wilayas

Wilaya	Nombre d'espèce	H'	J'	Test homogénéité (α)
Skikda	156	1,74	0,93	0,13
Annaba	161	1,75	0,94	*
El Tarf	158	1,75	0,93	*
Guelma	148	1,72	0,92	0,09
Souk Ahras	144	1,71	0,92	*

16.7. Etude méliissopalynologique

Les résultats de l'étude méliissopalynologique révèlent une analyse minutieuse du pollen présent dans le miel, offrant ainsi des insights précieux sur l'origine florale et la diversité botanique de la région étudiée.

16.7.1. Station Ain Sepsi

La station Ain Sepsi se dévoile au travers de l'analyse méliissopalynologique, présente une domination de l'*Eucalyptus globulus* Labill. (39,08%) sur la composition florale singulière qui caractérise le miel de cette région.

Tableau 21 : L'analyse pollinique d'échantillon de la station Ain Sepsi

Type de pollen	Nombre de taxons identifiés: 9	Nombre de pollens comptés : 87	
	Taxons	Nombre	%
Pollens secondaires	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	34	39,08
	<i>Hedysarum coronarium</i> L.	33	37,93
Pollens tertiaires	<i>Olea europaea</i> L.	10	12,34
	<i>Arbutus unedo</i> L.	3	3,70
Pollens rares ou isolés	<i>Acacia mearnsii</i> De Wild.	2	2,46
	<i>Bellis annua</i> L. subsp. <i>annua</i>	2	2,46
	<i>Foeniculum vulgare</i> L.	1	1,23
	<i>Pinus pinaster</i> Aiton	1	1,23
	<i>Myrtus communis</i> L.	1	1,23

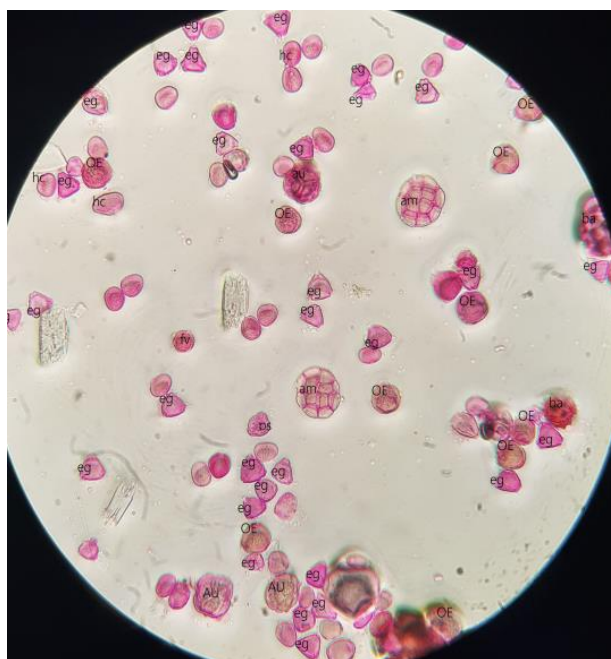


Figure 60 : Observation pollinique du miel de la station d'Ain Sepsi (Grossissement x40)

16.7.2. Station Megsmia

Les résultats méliissopalynologique de la station de Megsmia révèlent une mosaïque botanique distinctive dans ce miel dominé par *Echium plantagineum* L. soit 57,46%, capturant l'essence unique de son environnement.

Tableau 22 : L'analyse pollinique d'échantillon de la station Megsmia

Type de pollen	Nombre de taxons identifiés: 11	Nombre de pollens comptés : 134	
	Taxons	Nombre	%
Pollens dominants	<i>Echium plantagineum</i> L.	77	57,46
Pollens tertiaires	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	17	12,68
	<i>Medicago murex</i> L.	15	11,19
	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	13	9,71
	<i>Hedysarum coronarium</i> L.	12	8,21
	<i>Arbutus unedo</i> L.	9	6,71
	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill	7	5,22
Pollens rares ou isolés	<i>Prunus avium</i> (L.) L.	4	2,98
	<i>Borago officinalis</i> L.	3	2,23
	<i>Lavandula stoechas</i> L.	3	2,23
	<i>Acacia meransii</i> Mill.	1	0,74



Figure 61 : Observation pollinique du miel de la station de Megsmia (Grossissement x40)

16.7.3. Station Bouhadjar

Les résultats méliissopalynologiques de la station Bouhadjar offrent un aperçu concis mais éloquent de la composition florale qui caractérise le miel de cette localité avec une dominance de l'endémique algéro-tunisienne *Brassica procumbens* L. (43,9%).

Tableau 23 : L'analyse pollinique de la station Bouhadjar

Type de pollen	Nombre de taxons identifiés: 10	Nombre de pollens comptés : 41	
	Taxons	Nombre	%
Pollens tertiaires	<i>Brassica procumbens</i> L.	18	43,9
	<i>Arbutus unedo</i> L.	5	12,19
	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	5	12,19
	<i>Acacia mearnsii</i> De Wild.	3	7,13
	<i>Erica arborea</i> L.	2	4,87
	<i>Alnus glutinosa</i> L.	2	4,87
	<i>Daucus carota</i> L.	2	4,87
	<i>Pinus pinaster</i> Aiton	2	4,87
Pollens rares ou isolés	<i>Myrtus communis</i> L.	1	2,47
	<i>Bellis annua</i> L. subsp. <i>annua</i>	1	2,47



Figure 62 : Observation pollinique du miel de la station Bouhadjar (Grossissement x40)

16.7.4. Station Nador

La station Nador dévoile succinctement la diversité botanique captivante présente dans le miel, offrant ainsi une information sur l'écosystème floral distinctif de la région avec une codominance de *Lavandula stoechas* L. (33,33%) et *Hedysarum coronarium* L. (28,57 %).

Tableau 24 : L'analyse pollinique d'échantillon de la station Nador

Type de pollen	Nombre de taxons identifiés: 10	Nombre de pollens comptés : 21	
	Taxons	Nombre	%
Pollens secondaires	<i>Lavandula stoechas</i> L.	7	33,33
	<i>Hedysarum coronarium</i> L.	6	28,57
Pollens tertiaires	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	2	9,52
	<i>Acacia meransii</i> De Wild.	1	4,76
	<i>Eucalyptus globulus</i> L.	1	4,76
	<i>Lotus corniculatus</i> L.	1	4,76
	<i>Calendula</i> type	1	4,76
	<i>Medicago murex</i> L.	1	4,76
	<i>Teucrium polium</i> L.	1	4,76
	<i>Salvia verbinaca</i> L.	1	4,76



Figure 63 : Observation pollinique du miel de la station Nador (Grossissement x40)

16.7.5. Station Azzaba

La station Azzaba, révélée à travers l'analyse méliissopalynologique, dévoile brièvement la riche diversité botanique qui façonne le miel local avec une claire dominance de *Phillyrea latifolia* L. (34,53%) et *Oenanthe globulosa* L. (34,53%).

Tableau 25 : L'analyse pollinique d'échantillon de la station Azzaba

Type de pollen	Nombre de taxons identifiés: 15	Nombre de pollens comptés : 139	
	Taxons	Nombre	%
Pollens secondaires	<i>Phillyrea latifolia</i> L.	48	34,53
	<i>Oenanthe globulosa</i> L.	38	27,35
Pollens tertiaires	<i>Bellis annua</i> L. subsp. <i>annua</i>	18	14,87
Pollens rares ou isolés	<i>Papaver rhoeas</i> L.	6	4,95
	<i>Arbutus unedo</i> L.	5	3,59
	<i>Allium cepa</i> L.	4	3,30
	<i>Medicago murex</i> L.	4	3,30
	<i>Hedysarum coronarium</i> L.	4	3,30
	<i>Lythrum junceum</i> L.	1	0,71
	<i>Trifolium arvense</i> L.	1	0,71
	<i>Teucrium polium</i> L.	2	1,43
	<i>Daucus carota</i> L.	2	1,43
	<i>Lythrum salicaria</i> L.	2	1,43
	<i>Acacia meransii</i> Mill.	2	1,43
	<i>Globularia alpum</i> L.	1	0,71

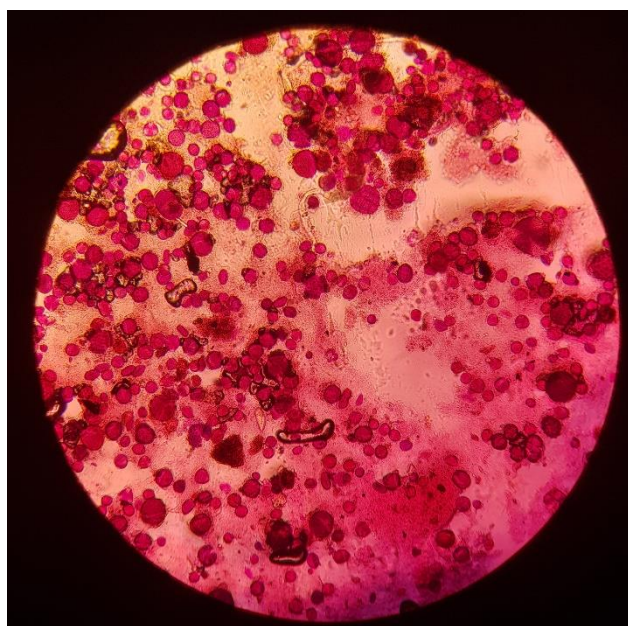


Figure 64 : Observation pollinique du miel de la station Azzaba (Grossissement x40)

16.7.6. Station Guerbès

La station de Guerbès, à travers son analyse méliissopalynologique, révèle brièvement la diversité florale qui caractérise le miel local et la majorité de pollen représenté par 35,71% de lotier suivie par le pollen d'arbousier (25%) et de la lavande (14,28%).

Tableau 26 : L'analyse pollinique de la station Guerbès

Type de pollen	Nombre de taxons identifiés: 9	Nombre de pollens comptés : 28	
	Taxons	Nombre	%
Pollens secondaires	<i>Lotus corniculatus</i> L.	10	35,71
	<i>Arbutus unedo</i> L.	7	25
	<i>Lavandula stoechas</i> L.	4	14,28
Pollens tertiaires	<i>Hedysarum coronarium</i> L.	3	10,71
	<i>Salvia verbinaca</i> L.	1	3,57
	<i>Quercus suber</i> L.	1	3,57
	<i>Sedum sediforme</i> (Jacq.) Pau	1	3,57
	<i>Eucalyptus globulus</i> L.	1	3,57
	<i>Tamarix gallica</i> L.	1	3,57

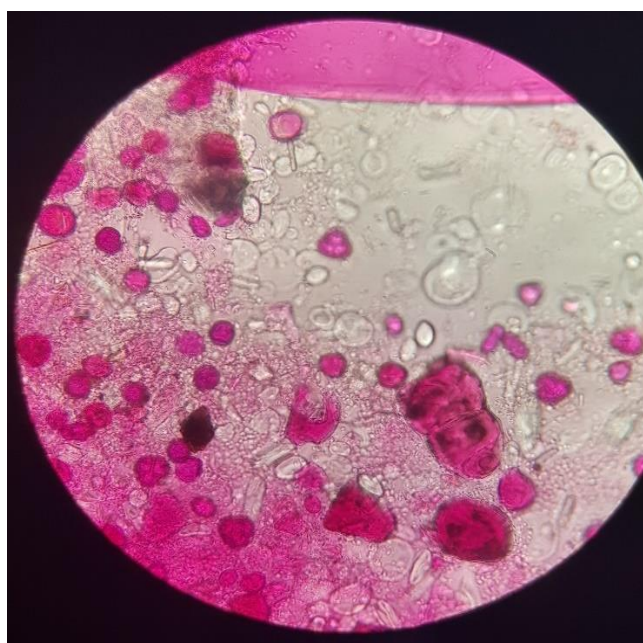


Figure 65 : Observation pollinique de miel de la station Guerbès (Grossissement x40)

16.7.7. Station Cap Takouch

La station de Cap Takouch, à travers l'analyse méliissopalynologique, offre une brève exploration de la richesse botanique qui façonne son miel avec une légère dominance de *Hedysarum coronarium* L. (34,37 %).

Tableau 27 : L'analyse pollinique de la station Cap Takouch

Type de pollen	Nombre de taxons identifiés: 13	Nombre de pollens comptés : 128	
	Taxons	Nombre	%
Pollens secondaires	<i>Hedysarum coronarium</i> L.	44	34,37
	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	38	29,26
Pollens tertiaires	<i>Olea europaea</i> L.	11	8,59
	<i>Bellis annua</i> L. subsp. <i>annua</i>	10	7,81
	<i>Erica arborea</i> L.	10	7,81
	<i>Alnus glutinosa</i> L.	4	3,12
Pollens rares ou isolés	<i>Arbutus unedo</i> L.	3	2,34
	<i>Allium</i> sp.	2	2,34
	<i>Rhamnus alaternus</i> L.	2	2,34
	<i>Pinus pinaster</i> Aiton	1	0,71
	<i>Daucus carota</i> L.	1	0,71
	<i>Lythrum junceum</i> Banks & Sol.	1	0,71
	<i>Oxalis pes-capare</i> L.	1	0,71

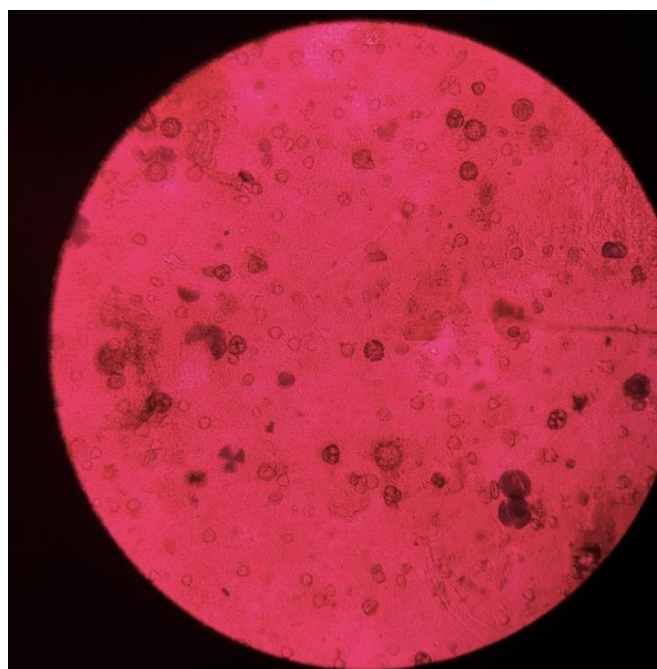


Figure 66 : Observation pollinique du miel de la station Cap Takaouch (Grossissement x10)

16.7.8. Station Stora

La station de la région de Stora, à travers l'analyse méliissopalynologique, dévoile brièvement les subtilités botaniques qui imprègnent son miel avec une forte dominance de *Olea europaea* L. (52,32%) qui offrant ainsi un aperçu concis de la diversité florale distinctive de cette région.

Tableau 28 : L'analyse pollinique de la station Stora

Type de pollen	Nombre de taxons identifiés: 8	Nombre de pollens comptés : 59	
	Taxons	Nombre	%
Pollens dominants	<i>Olea europaea</i> L.	35	52,32
Pollens secondaires	<i>Echium plantagineum</i> L.	14	23,72
Pollens tertiaires	<i>Eucalyptus globulus</i>	4	6,77
	<i>Bellis annua</i> L. subsp. <i>annua</i>	2	3,38
Pollens rares ou isolés	<i>Oncostema peruviana</i> L.	1	0,62
	<i>Trifolium arvense</i> L.	1	0,62
	<i>Alnus glutinosa</i> L.	1	0,62
	<i>Medicago murex</i> L.	1	0,62

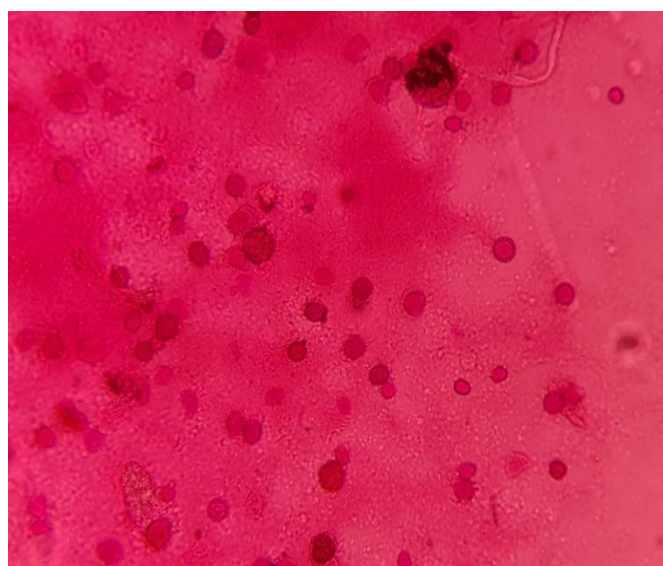


Figure 67 : Observation pollinique de miel de la station Stora (Grossissement x10)

16.7.9. Station Lac Bleu

Le miel de la station dunaire de Lac Bleu, exploré par l'analyse pollinique, révèle la richesse subtile de sa composition florale avec une dominance de *Olea europaea* L. 37.71% suivie par *Hedysarum coronarium* L. (32.46%).

Tableau 29 : L'analyse pollinique de la station Lac Bleu

Type de pollen	Nombre de taxons identifiés: 13	Nombre de pollens comptés : 191	
	Taxons	Nombre	%
Pollens secondaires	<i>Olea europaea</i> L.	71	37,71
	<i>Hedysarum coronarium</i> L.	62	32,46
	<i>Echium plantaginum</i> L.	29	15,18
Pollens tertiaires	<i>Cydonia oblonga</i> Maill.	10	5,23
	<i>Nigella damascena</i> L.	7	3,66
Pollens rares ou isolés	<i>Daucus carota</i> L.	2	1,04
	<i>Arbutus unedo</i> L.	2	1,04
	<i>Eucalyptus globulus</i> L.	2	1,04
	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	2	1,04
	<i>Teucrium pollium</i> L.	1	0,52
	<i>Allium</i> sp.	1	0,52
	<i>Erica arborea</i> L.	1	0,52
	<i>Acacia meransii</i> De Wild.	1	0,52

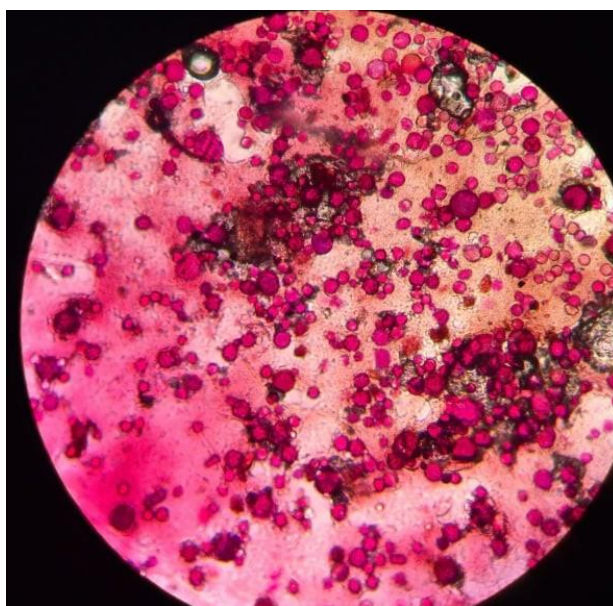


Figure 68 : Observation pollinique du miel de la station Lac Bleu (Grossissement x40)

16.7.10. Station Ain Sanour

L'échantillon de miel de cette station est polyfloral d'*Eucalyptus globulus* Labill. Et *Hedysarum coronarium* L. Le nombre de pollen compté est de 87 et le nombre de taxons identifiés est de 9 avec une dominance d'*Eucalyptus globulus* Labill. (39,08%), suivie par *Hedysarum coronarium* L. (37,93%).

Tableau 30 : L'analyse pollinique de la station Ain Sanour

Type de pollen	Nombre de taxons identifiés: 9	Nombre de pollens comptés : 87	
	Taxons	Nombre	%
Pollens secondaires	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	34	39,08
	<i>Hedysarum coronarium</i> L.	33	37,93
Pollens tertiaires	<i>Olea europaea</i> L.	10	12,34
	<i>Arbutus unedo</i> L.	3	3,70
Pollens rares ou isolés	<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.	2	2,46
	<i>Bellis annua</i> L. subsp. <i>annua</i>	2	2,46
	<i>Foeniculum vulgare</i> L.	1	1,23
	<i>Pinus pinaster</i> Aiton	1	1,23
	<i>Myrtus communis</i> L.	1	1,23

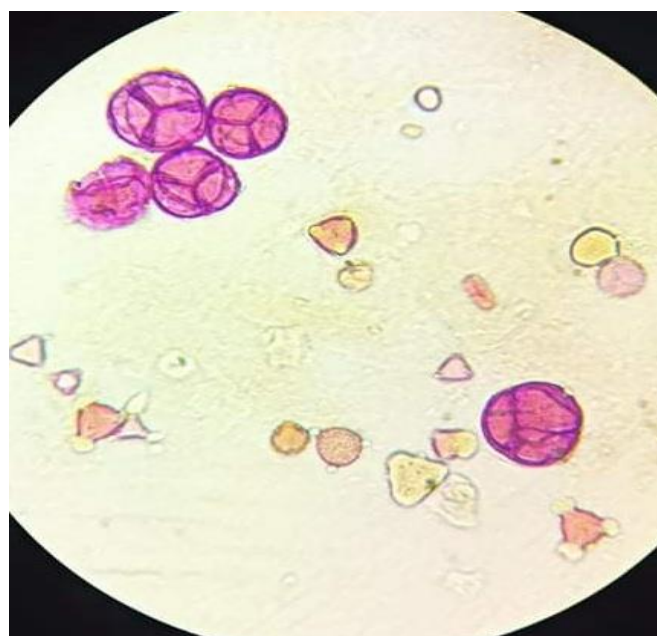


Figure 69: Observation microscopique X40 du pollen de l'échantillon de Ain Sanour

16.7.11. Station Héliopolis

Notre échantillon de la wilaya de Guelma sur le maquis bas à oléo-lentisque de Héliopolis est moyennement riche avec une légère dominance de *Eucalyptus globulus* Labill. et *Hedysarum coronarium* L. associé par la présence de *Lavandula stoechas* L. (Tab. 31 et Fig. 70).

Tableau 31 : L'analyse pollinique de la station Héliopolis

Type de pollen	Nombre de taxons identifiés: 9	Nombre de pollens comptés : 45	
	Taxons	Nombre	%
Pollens tertiaires	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	7	15,55
	<i>Hedysarum coronarium</i> L.	4	8,88
	<i>Echium plantagineum</i> L.	4	8,88
	<i>Olea europaea</i> L.	3	6,66
	<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	3	6,66
	<i>Lavandula stoechas</i> L.	3	6,66
Pollens rares ou isolés	<i>Bellis annua</i> L. subsp. <i>annua</i>	1	2,22
	<i>Prunus avium</i> L.	1	2,22

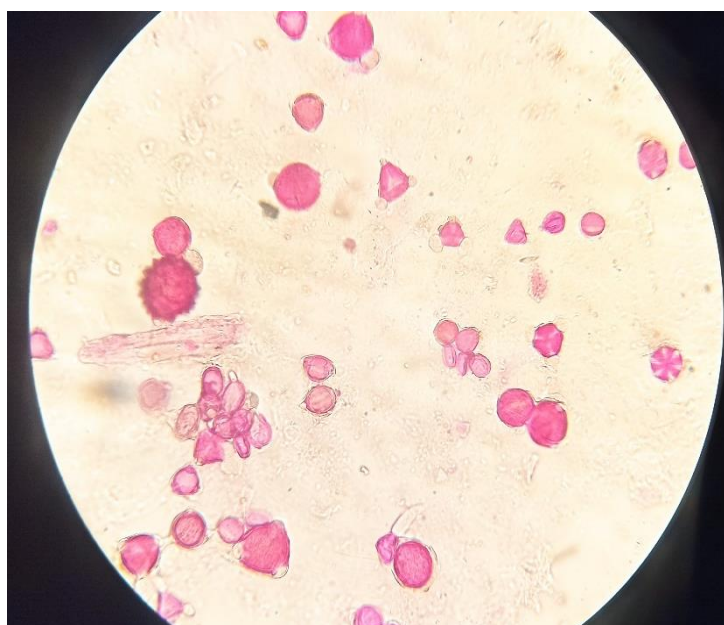


Figure 70. Observation microscopique X40 du pollen de la station Héliopolis

16.7.12. Station Hamam Debagh

Notre échantillon est marqué par une forte dominance de l'espèce *Arbutus unedo* L. on peut dire que c'est du miel d'arbusier (Tab. 32 et Fig. 71). Ce sous arbrisseau est caractéristique de cortège floristique de chêne liège à la péninsule de l'Edough (Hamel 2013). Il offre un miel de gout amer et trop demandé dans le marché (Boutabia et al., 2016).

Tableau 32 : L'analyse pollinique d'échantillon E7 de la station Hamam Debagh

Type de pollen	Nombre de taxons identifiés: 3	Nombre de pollens comptés : 39	
	Taxons	Nombre	%
Pollens dominants	<i>Arbutus unedo</i> L.	36	92,30
Pollens tertiaires	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	2	5,12
Pollens rares ou isolés	<i>Olea europaea</i> L.	1	2,56



Figure 71 : Observation microscopique X40 du pollen de la station Hamam Debagh

16.7.13. Station Sidi Amar

Cette station périurbaine de maquis à oléo-lentisque est caractérisée par 4 taxons à savoir *Hedysarum coronarium* L., *Olea europaea* L., *Eucalyptus globulus* Labill. et *Daucus carota* subsp. *maximus* (Desf.) Ball. Ce miel est le plus riche en pollen, nous avons compté 200 pollens de 7 taxons (Tab. 33 et Fig. 72).

Tableau 33 : L'analyse pollinique de la station de Sidi Amar

Type de pollen	Nombre de taxons identifiés: 7	Nombre de pollens comptés : 200	
	Taxons	Nombre	%
Pollens tertiaires	<i>Hedysarum coronarium</i> L.	12	6
	<i>Olea europaea</i> L.	12	6
	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>maximus</i> (Desf.) Ball	11	5,5
	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	9	4,5
Pollens rares ou isolés	<i>Bellis annua</i> L. subsp. <i>annua</i>	5	2,5
	<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	4	2
	<i>Malva sylvestris</i> L.	3	1,5
	Pollen non identifié	2	1,3

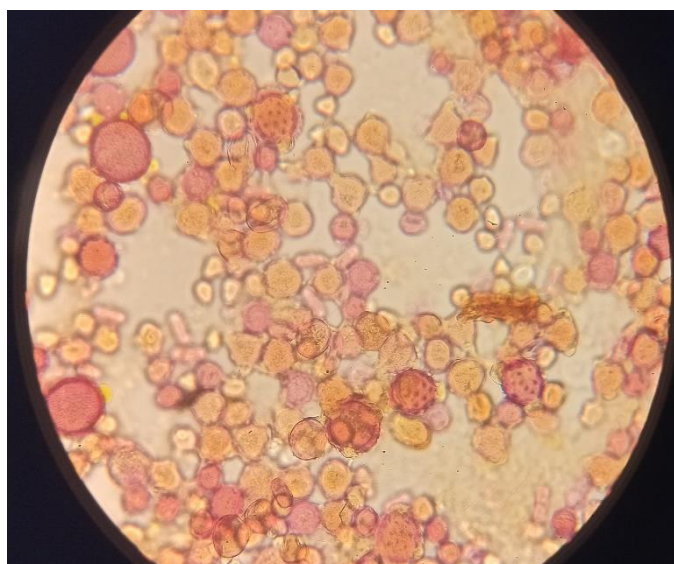


Figure72 : Observation microscopique X40 de la station de Sidi Amar

16.7.14. Station Ain Zena

Cet échantillon de miel est fortement riche en taxons mellifères soit 10 espèces avec un nombre de pollen de 92 (Tab. 34 et Fig. 73).

Tableau 34. L'analyse pollinique de la station de Ain Zena

Type de pollen	Nombre de taxons identifiés: 10	Nombre de pollens comptés : 92	
	Taxons	Nombre	%
Pollens secondaires	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	23	25
	<i>Echium plantaghineum</i> L.	15	16,30
Pollens tertiaires	<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	7	7,60
	<i>Hedysarum coronarium</i> L.	5	5,43
Pollens rares ou isolés	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>maximus</i> (Desf.) Ball	2	2,17
	<i>Prospero autumnalis</i> L.	1	1,08
	<i>Quercus suber</i> L.	1	1,08
	<i>Trifolium repens</i> L.	1	1,08
	<i>Populus alba</i> L.	1	1,08
	<i>Bellis annua</i> L. subsp. <i>annua</i>	1	1,08



Figure 73 : Observation microscopique (X40) de la station de Ain Zena

16.7.15. Station El Hanancha

Ce miel est relativement pauvre en taxons (6 espèces) avec une légère dominance de l'*Eucalyptus globulus* Labill. (Tab. 35 et Fig. 74).

Tableau 35. L'analyse pollinique de la station El Hanancha

Type de pollen	Nombre de taxons identifiés: 6	Nombre de pollens comptés : 78	
	Taxons	Nombre	%
Pollens tertiaires	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	10	12,82
	<i>Echium plantagineum</i> L.	5	7,69
	<i>Bellis annua</i> L. subsp. <i>annua</i>	3	3,84
	<i>Arbutus unedo</i> L.	3	3,84
Pollens rares ou isolés	<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.	1	1,28
	<i>Olea europaea</i> L.	1	1,28
	Pollen non identifié	1	1,28

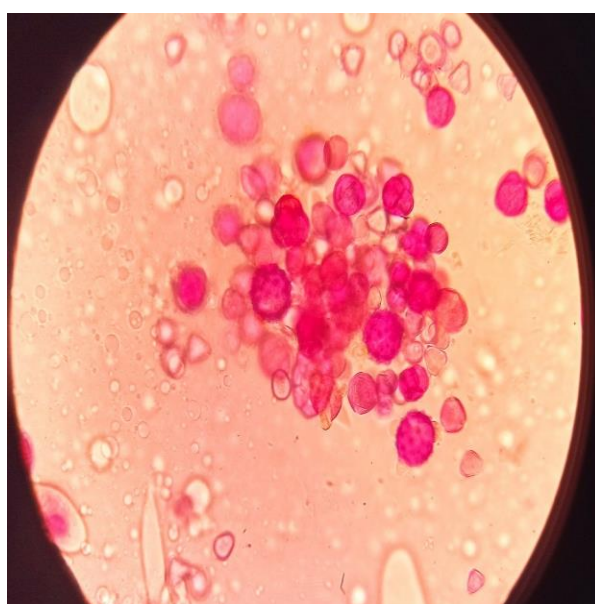


Figure 74 : Observation microscopique (X40) de la station El Hanancha

16.8. L'analyse pollinique des miels et de l'observation directe des plantes mellifères

Les résultats obtenus permettent, d'après la densité relative de 15 échantillons de miels, de différencier la Numidie en deux zones de production bien distinctes (Tab. 36) :

- La zone côtière ou, en raison de la modification qu'a subi la végétation au cours des dernières décennies (incendie et défrichage des terrains), on récolte la plupart des miels d'*Eucalyptus*.

- Une zone intérieure où persistent les chênaies (*Quercus suber* et *Q. canariensis*), représentants de la végétation climax et où sont produits les miels de

Thymus algeriensis, *Echium plantagineum* et *Calicotome villosa* ou bien les miels toutes fleurs contenant une quantité importante de ces taxons.

Il est possible de distinguer une troisième zone, une zone de transition de cultures ou *Citrus* × *aurantium*, *C. reticulata* et *Hedysarum coronarium* alternant leur prédominance ou la partageant, donnent ainsi des miels toutes fleurs.

En revanche, l'ensemble *Eucalyptus-Hedysarum-Citrus-Oxalis* représente près de 50 % de composant de miels analysés. Ces quatre types polliniques, en plus le pollen de *Lavandula stoechas*, *Calicotome villosa*, *Echium plantagineum*, *Fedia graciliflora*, *Raphanus raphanistrum*, *Eriobotrya japonica*, *Erodium moschatum*, *Olea europaea* et *Rhamnus alaternus* caractérisent les miels de la Numidie mais avec quelques caractéristiques pour chaque station. Néanmoins, les bruyères, bien que présentes dans la végétation de la zone étudiée, apparaissent en faible quantité dans les miels analysés. Le pollen des Ericaceae ne dépasse pas 3% dans deux localités montagneuses (Ain Senour et Megsmia). Cette faible représentation des bruyères trouve son explication dans la floraison précoce de espèces (*Erica arborea* et *E. mutiflora*), ce qui restreint les possibilités d'utilisation par les abeilles pour la production du miel.

Les deux méthodes couplées portent la flore apicole de la région d'étude à 239 espèces. Toutefois, 145 espèces (soit 67%) ont été à la fois identifiées sur le terrain et dans les miels analysés

Parmi les espèces exclusivement identifiées dans les miels, 47 espèces étaient en fleurs au cours de la période d'étude mais n'ont pas été recensées comme plantes mellifères par la méthode d'observation directe.

Tableau 36 : La densité relative (Dr) des espèces identifiées dans les 15 échantillons de miels

Site	Pollens dominants Dr ≥ 45%	Pollens d'accompagnements ou importants 16 ≤ Dr ≤ 45%	Pollens isolés importants 3% ≤ Dr ≤ 16%	Pollens isolés Dr ≤ 3%	Taxons identifiés seulement dans le miel
1	x89	x120, x173, x71, x139, x62, x82, x182, x56, x142, x144	x181, x151, x54, x143, x70, x71, x109, x160, x83, x63, x67, x90	x53, x73, x106, x152, x50, x17, x39, x148, x124, x134, x104, x6, x170, x178, x185, x177, x7, x10, x138, x122	<i>Rosmarinus eriocalyx</i> , <i>Lotus</i> sp., <i>Alkanna tinctoria</i> , <i>Jasminum fruticans</i> , <i>Cistus albidus</i>
2	x182	x142, x77, x144, x120, x10, x121, x176, x134, x162	x99, x8, x151, x171, x140, x54, x174, x166, x173, x163	x21, x106, x131, x145, x97, x175, x7, x104, x124, x101, x164, x138, x83	<i>Hedysarum coronarium</i> , <i>Globularia alypum</i> , <i>Convolvulus</i> sp., <i>Eucalyptus camaldulensis</i>
3	x89	x62, x134, x144, x86, x82, x120, x181, x161	x103, x145, x17, x10, x11, x54, x143, x70, x71, x83, x142, x109, x162	x15, x22, x121, x154, x55, x58, x72, x7, x79, x39, x97, x98, x59, x78, x127, x173, x57, x156, x63, x67, x164	<i>Hedysarum glomeratum</i> , <i>Cistus albidus</i> , <i>Astragalus caprinus</i> , <i>Eucalyptus globulus</i> , <i>E. camaldulensis</i> , <i>Mentha pulegium</i>
4	x89	x182, x130, x56, x173, x134, x120	x65, x163, x190, x64, x140, x109, x144, x82, x62, x54	x142, x138, x101, x6, x90, x139, x66, x103, x31, x53, x127, x10, x80, x161	<i>Dorycnium rectum</i> , Type Rosaceae, <i>Mentha suaveolens</i> , <i>Melilotus indicus</i> , <i>Ornithogalum</i> sp.
5	x82, x56	x144, x120, x182, x54, x115	x172, x80, x64, x173, x190, x67, x55, x32, x62, x33, x77	x59, x181, x90, x99, x126, x86, x28, x10, x91, x17, x104, x177, x35	<i>Calicotome spinosa</i> , <i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>glandulosum</i> , <i>Lotus</i> sp., <i>Quercus suber</i> , <i>Pistacia atlantica</i>
6	x134	x176, x141, x24, x140, x130, x63, x57, x22, x142	x82, x122, x123, x101, x173, x56, x70, x71, x104, x161	x83, x67, x109, x68, x85, x78, x80, x115, x144, x119, x175, x16, x38, x143, x128, x36	<i>Lotus</i> sp., <i>Nasturtium officinale</i> , <i>Stachys ocymastrum</i> , <i>Calicotome spinosa</i> , <i>Quercus canariensis</i>
7	x144	x135, x89, x173, x82, x163, x162	x138, x63, x143, x8, x62, x99, x109, x86, x142, x73, x151	x7, x120, x181, x185, x67, x11, x36, x14, x115, x45, x97, x105, x57, x103, x175, x187	<i>Dorycnium rectum</i> , <i>Quercus suber</i> , <i>Ononis</i> sp., <i>Echinops bovei</i> ., <i>Medicago</i> sp., <i>Lotus</i> sp., Type Brassicaceae
8	x140	x18, x144, x107, x77, x100, x89, x141	x82, x67, x86, x120, x71, x139, x54, x19, x63, x173, x119, x122	x22, x24, x161, x11, x111, x95, x166, x35, x142, x50, x98, x171, x143, x115, x123, x185, x65, x76, x32, x188	<i>Pinus pinaster</i> , <i>Tamarix</i> sp., <i>Lotus</i> sp., <i>Thymelaea hirsuta</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Hypericum</i> sp., <i>Acacia</i> sp.
9	x120	x160, x48, x89, x185, x176	x82, x144, x135, x19, x24, x56, x115, x62, x116, x182, x29, x99	x148, x141, x173, x22, x7, x59, x161, x187, x35, x92, x50, x32, x23, x91, x47	<i>Ornithogalum</i> sp., <i>Cynoglossum cheirifolium</i> , <i>Muscari comosum</i> , <i>Quercus suber</i> , <i>Medicago</i> sp.

Site	Pollens dominants Dr ≥ 45%	Pollens d'accompagnements ou importants 16 ≤ Dr ≤ 45%	Pollens isolés importants 3% ≤ Dr ≤ 16%	Pollens isolés Dr ≤ 3%	Taxons identifiés seulement dans le miel
10	x140	x77,x142,x56,x63,x82,x11	x59,x141,x89, x33, x116, x173,x28,x120, x176,x10,x32,x109	x190, x128, x83,x87,x166,x122,x54,x48,x144,x14,x35,x154,x131,x8, x70, x71 x94,x127,x159,x62,x129	<i>Stachys ocymastrum</i> , <i>Vicia sicula</i> , <i>Quercus suber</i> , <i>Eucalyptus camaldulensis</i> , <i>Populus alba</i> , <i>Citrullus lanatus</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i>
11	x140	x161,x83, x141, x18, x181	x67,x162, x99,x82, x120, x144,x62, x12, x85, x8,x68, x24, x186	x19, x56, x109, x21, x135, x22,x102, x45, x77, x49, x63, x16,x187, x52, x36, x50,	<i>Ulmus minor</i> , <i>Polygala</i> sp., <i>Calystegia sepium</i> , <i>Geranium</i> sp., <i>Hypericum</i> sp. <i>Echinops bovei</i> , <i>Ranunculus</i> sp.
12	x140	x48,x89, x129,x173,x31	x54,x144,x136,x120,x111,x142,x59, x132	x174, x86,x1,x115,x103,x2,x4,x62,x93,x70,x82,x71,x138,x160,x67,x42	<i>Apium nodiflorum</i> , <i>Anthemis</i> sp., <i>Helichrysum rupestre</i> , <i>Ononis</i> sp. Type Rosaceae
13	x182	x186,x100, x89, x185,x138	x187, x115,x120,x177,x140,x48,x176,x62, x8	x59,x107,x82, x188, x146,x151,x189,x54,x136,x166,x11,x65,x161,x73,x92, x28, x129,x109,x173	<i>Dorycnium rectum</i> , <i>Lythrum</i> sp., <i>Salix pedicellata</i> , <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Hypericum</i> sp., Type Polygonaceae, <i>Fraxinus angustifolia</i>
14	x140	x31,x89,x109, x82,x132	x160,x99,x144,x54,x120,x24,x48,x7,x56	x139,x118,x103,x9,x27,x93,x173,x137,x86, x91,x127,x104,x70,x71,x166	<i>Ferula communis</i> , <i>Asparagus</i> sp., <i>Artemisia arborescens</i> , <i>Daucus</i> sp., <i>Tamarix</i> sp.
15	x181	x182,x191, x135,x144, x120	x109,x187,x115,x89,x138, x50, x140,x160,x82,x176	x123,x170,x81, x63,x77, x146, x186,x56,x67,x131, x180,x190,x142,x10,x32	<i>Pinus pinaster</i> , Type Rosaceae, <i>Carduus</i> sp., <i>Ononis</i> sp., Type Campanulaceae, <i>Euphorbia</i> sp.

16.9. Analyse physico-chimique du miel

16.9.1. pH

Le pH est un critère de qualité et qui figure dans les normes internationales. Les valeurs des pH des échantillons de miel étudiées obtenues sont regroupées dans le tableau 37 et la figure 75.

Tableau 37 : Valeurs du pH des échantillons de miels étudiés

Echantillon	pH
E1	4,03
E2	3,92
E3	4,09
E4	3,76
E5	4,01
E6	3,81
E7	4,43
E8	4,32
E9	4,08
E10	4,32
E11	3,64
E12	3,69
E13	4,23
E14	3,92
E15	4,02

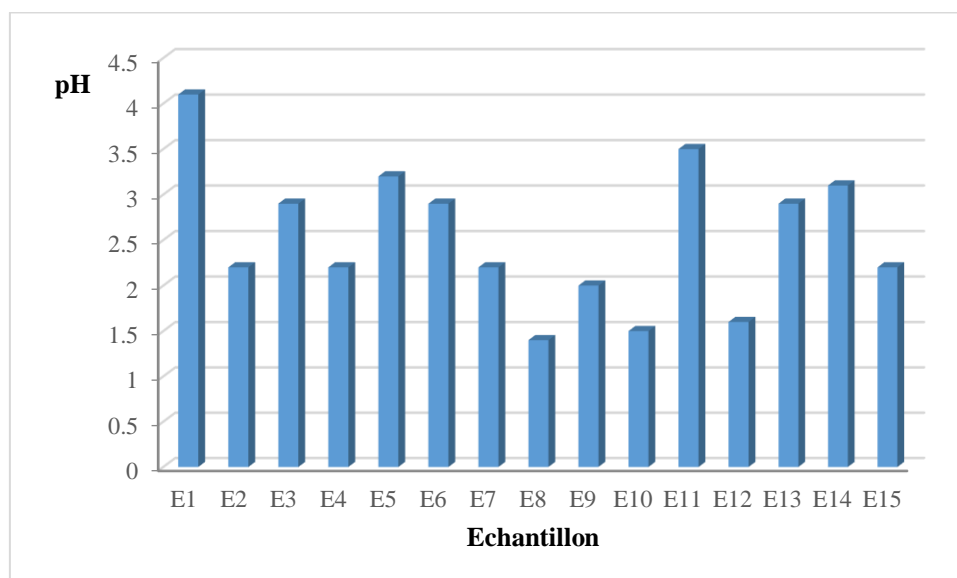


Figure75 : Valeurs du pH des échantillons de miels

L'analyse des résultats montre que le pH des échantillons étudiés varie entre 3,64 et 4,43.

Toutefois, la valeur plus faible (3,64) par rapport aux autres échantillons de miel tandis que l'échantillon de Bouhadjar possède une valeur de qui est de (4,43).

Cependant les valeurs obtenues sont acides et cela rentre dans les normes internationales et qui sont situées entre pH 3,5 et 4,5 (Bogdanov 1999).

16.9.2. Conductivité électrique

La conductivité représente un bon critère pour la détermination de l'origine botanique du miel et elle est désignée aujourd'hui lors de contrôles de routine du miel et qui remplace la teneur en cendres. Elle est utilisée par les nouvelles normes de Codex Alimentarius et l'Union Européenne. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 18 et la figure 76.

Tableau 38 : La conductivité électrique de chaque échantillon de miels

Echantillon	CE $\mu\text{s/cm}$
E1	708
E2	408
E3	472
E4	603
E5	626
E6	287
E7	626
E8	255
E9	340
E10	286
E11	483
E12	305
E13	288
E14	407
E15	417

L'examen des résultats montre que la conductivité électrique des échantillons varie entre 255 $\mu\text{s/cm}$ et 708 $\mu\text{s/cm}$. L'échantillon de la station Lac Bleu possède une valeur plus faible (255 $\mu\text{s/cm}$) par rapport à les autres variétés de miel tandis que l'échantillon d'Ain Sepsi possède une valeur de 708 $\mu\text{s/cm}$.

Ces valeurs obtenues sont conformes selon les normes internationales et qui sont $\leq 08 \mu\text{s/cm}$ pour les miels de nectar et $\geq 0.8 \mu\text{s/cm}$ pour le miel de miellat (Bogdanov 1999).

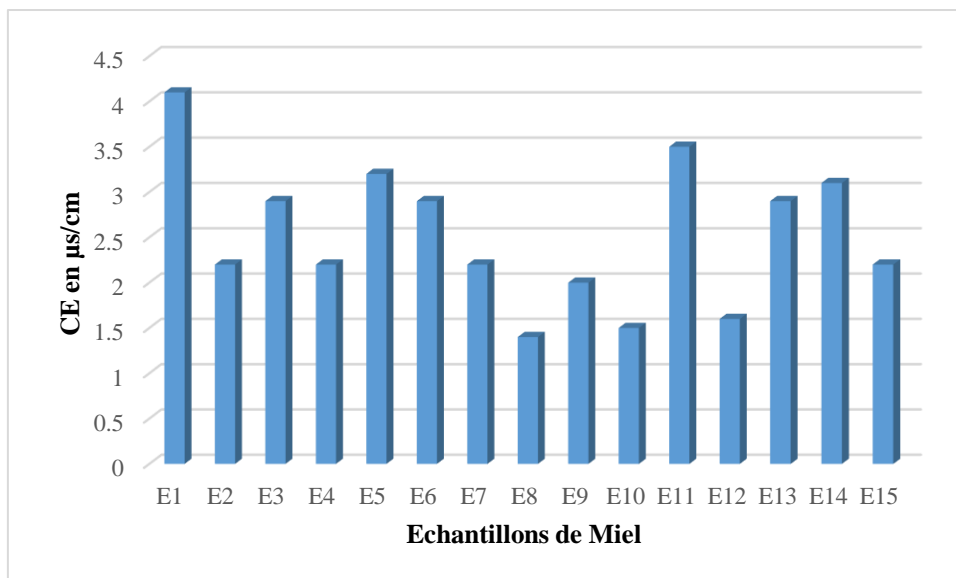


Figure 76 : Les valeurs de la conductivité électrique de chaque échantillon de miels

16.9.3. Acidité

L'acidité est un critère de qualité important. La fermentation du miel provoque une augmentation de l'acidité dans le miel, c'est pourquoi une valeur maximale est très utile, bien qu'il existe une fluctuation naturelle considérable.

Tous les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau 39 et représentés par la figure 77. Les résultats obtenus révèlent que les valeurs d'acidité libre varient entre 1,4 Meq/Kg pour l'échantillon de El Hanancha (E4) et de 4,1 Meq/Kg pour l'échantillon de Hamam Debagh (E1).

Tableau 39 : Valeurs de l'acidité de chaque échantillon de miels analysé

Echantillon	Valeur
E1	4,1
E2	2,2
E3	2,9
E4	2,2
E5	3,2
E6	2,9
E7	2,2
E8	1,4
E9	2
E10	1,5
E11	3,5
E12	1,6
E13	2,9
E14	3,1
E15	2,2

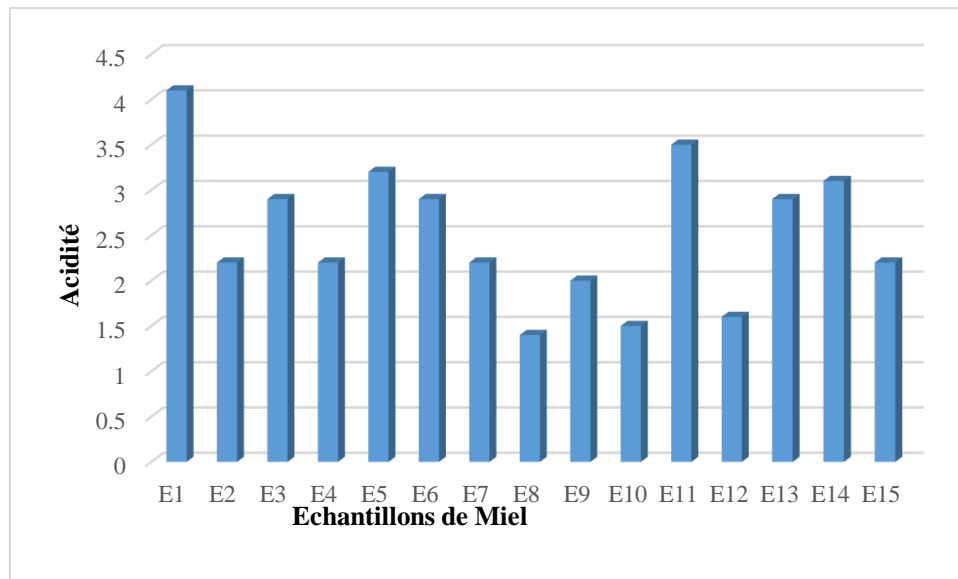


Figure 77. Valeurs de l'acidité de chaque échantillon de miels

17. Discussion

La connaissance de la flore mellifère reste toujours partielle. Les résultats du présent travail ont permis de dénombrer 192 espèces mellifères. Cette richesse spécifique mellifère est nettement supérieure au total de 107 espèces obtenues dans la péninsule de l'Edough (Hamel et Boulemtafes 2017) et de 103 espèces enregistrées dans les plaines de la Mitidja (Mekios et al., 2018). Cette flore mellifère pourrait s'expliquer par la composition floristique de l'Algérie (inclus nos sites d'observations) et qui renferme plus de 4450 espèces (Dobignard et Chatelain 2010-2013 ; APD 2023).

Toutefois, les espèces mellifères identifiées appartiennent à diverses familles dont les plus représentées : les Fabaceae, Asteraceae, Lamiaceae, Rosaceae et Apiaceae. Les familles importantes dans les miels sont les Fabaceae, Lamiaceae et Asteraceae. Ceci n'est pas surprenant car ces familles semblent être les plus importantes sources de nourritures aux abeilles (Boutabia et al 2016 ; Hamel et Boulemtafes 2017). Une autre explication possible est que, le nord-est algérien sont représentées par ces différentes familles (de Bélair 1990 ; Hamel 2013). Nos résultats ont corroboré ceux de Rabiet (1984) sur l'identification des plantes mellifères au Maroc, montrant que les Fabaceae, Asteraceae et Lamiaceae sont les principaux taxons représentant la flore mellifère inventoriée. Mahouachi (2008) est également observé que la flore mellifère de la Tunisie était représentée par les Fabaceae, Asteraceae et Apiaceae.

Les plantes apicoles dont les fleurs étaient moyennement et faiblement butinées représentaient 166 soit 86,4% de la flore recensée. Ces résultats corroborent avec ceux de Hamel et

Boulemtafes (2017), obtenus dans la péninsule de l'Edough, où la flore apicole était dominée par des espèces faiblement butinées.

L'évolution du cortège floristique des plantes mellifères de la Numidie au cours d'un cycle annuel laisse transparaître une disponibilité permanente des ressources florales scindée en deux domaines reliés par une partie de transition. Le premier instant est caractérisé par une importante floraison des arbres fruitiers et plantes maraichères en saison sèche et le second est marqué par une disponibilité prédominante des espèces herbacées en saison des pluies. Ces deux périodes sont intercalées par la floraison des espèces ligneuses et herbacées en début de la saison des pluies. Le nombre d'espèces butinées au cours de l'année est nettement en dessous de celui d'espèces en fleurs. Ces résultats confirment ceux obtenus dans la région de Constantine (Nord-Est algérien) (Louadi et al., 2007). Cela signifierait que le potentiel apicole d'un site n'est pas forcément lié à la quantité de plantes en fleurs du milieu et qu'il faut plutôt tenir compte de la valeur mellifère des espèces et de leur abondance dans l'estimation des potentialités apicoles d'une station.

La diversité des couleurs des fleurs des plantes mellifères est en rapport avec la richesse de la flore du milieu écologique. Dans leurs travaux sur les couleurs des fleurs des plantes mellifères de la péninsule de l'Edough, Hamel et Boulemtafes (2017) ont également relevé une grande diversité. Si dans l'ensemble, nous avons retrouvé les mêmes types de couleurs de fleurs dans notre zone d'étude, les couleurs jaune, blanche et rose sont les plus caractéristiques des plantes mellifères étudiées, elles représentent plus de 80% des plantes recensées. Selon Backhaus (1993), la vision de couleur chez les abeilles est de trois types de photorécepteurs: ultraviolet (UV), bleu et vert.

L'importante représentation des plantes spontanées dans la flore apicole de la zone d'étude traduirait des régions de mosaïque où les lambeaux forestiers sont maintenus à proximité des champs, offrant aux abeilles la possibilité d'exploiter la flore présente dans différents types d'utilisation des terres (perturbés, défrichés, jachères ou cultivés). On pourrait ainsi confirmer avec Boutabia et al. (2016) que le comportement de butinage des abeilles est lié à la structure de la végétation.

Cependant, l'abeille domestique montre une prédilection pour les fleurs des plantes spontanées étudiées. La colonisation des fleurs de ces plantes et leur exploitation par les abeilles dépendent de la morphologie florale des diverses plantes (Jacob-Remacle 1989) et de la nature et de la composition du nectar (Hagler et al., 1990). La lavande offre un très bon nectar dont les abeilles sont très friandes. Leur nectar est très aromatique et très apprécié par les abeilles (Loublier et al., 1994). Ainsi, l'*Hedysarum coronarium* est une plante

méditerranéenne qui présente une grande importance pour les abeilles (Makhloufi et al., 2010). Les Lamiaceae endémiques *sensu* Dobignard et Chatelain (2012) (*Origanum vulgare* subsp. *glandulosum*, *Stachys marrubiiifolia*, *Thymus algeriensis* et *Thymus munbyanus* subsp. *coloratus*) servirent la population locale de la région d'étude grâce à ses intérêts médicaux. Ses fleurs attirent les abeilles et favorisent la production de miel de très bonne qualité. Ce miel est très utilisé pour le traitement des problèmes de toux convulsives et l'asthme (Delphine 2010).

La dominance de pollen de *Hedysarum coronarium* dans 3 échantillons de miels s'explique par l'importance de la culture de cette espèce dans ces régions. Louveaux et Abed (1984) soulignent que l'*Hedysarum coronarium* est dominant dans les pays de l'Afrique du Nord, ce qui concorde avec nos résultats. Ainsi, les miels obtenus de pollen de *Citrus* constituent la partie la plus importante des miels étudiés des stations cultivées.

Bien que, le genre *Eucalyptus* est planté en Algérie pour son intérêt économique et médicinal. Le pollen de ces espèces (*E. globulus* et *E. camaldulensis*) constitue une source importante pour la production de miel (Benaziza-Bouchema et Schweitzer 2010).

Les plantes spontanées qui sont peu visitées comme le *Convolvulus arvensis*, *C. tricolor* et *Fumaria capreolata*, ont les pétales soudés et fermés au sommet. Elles rendent difficile l'accès au nectar et au pollen.

L'analyse de la flore apicole de la Numidie révèle son originalité floristique, induite par les particularités orographiques et surtout écologique. Ces conditions ont permis le développement et le maintien d'une flore riche et diversifiée (plus de 140 espèces mellifères par wilaya). Cela explique que cette région est faite partie du onzième point névralgique «hotspot» régional de biodiversité en Méditerranée, dénommé «Kabylies–Numidie Kroumirie» (Véla et Benhouhou 2007).

Les faibles indices de diversité obtenus dans la wilaya de Guelma et Souk Ahras pourraient se justifier par l'inventaire de la flore apicole qui a été réalisée dans des zones fortement anthropisées. Pour faire face aux menaces pesant sur cette flore, une stratégie intégrée de conservation de cette biodiversité doit être mise en place. Cette stratégie doit se focaliser en premier lieu sur les espèces les plus butinées par les abeilles qui, par leur unicité, constituent la charpente essentielle de deux écosystèmes naturel et agricole.

Il ressort de l'ACC que la distribution des plantes butinées, exprimée par les facteurs environnementales. En effet, cette analyse exprime l'effet des activités agricoles et les incendies récurrents sur l'évolution régressive des formations végétales de la Numidie. Les réponses de cette flore aux ces facteurs et aux perturbations anthropiques sont exprimées par

leurs traits de vie (plus de annuelles que des vivaces). Cette stratégie de vie est très fréquente dans la flore méditerranéenne (Barbéro et al., 2001).

Bien étendu, l'augmentation de la fréquence de ces perturbations notamment l'utilisation des pesticides dans les champs de cultures entraînent une diminution de visites et contamination de miels (Chauzat et al., 2009 ; Bernal et al., 2010 ; Lambert et al., 2013).

La présence des pollens de 145 taxons dans les miels analysés pourrait s'expliquer par le fait qu'ils constituent des réserves polliniques emmagasinées pendant leur floraison en saison sèche. En effet, selon Mekious et al. (2015), les réserves de pollens ne sont entièrement épuisées de la ruche qu'après six mois de stockage alors qu'ici, la durée entre la période d'étude et la floraison desdites espèces est inférieure à six mois. Ce qui justifie leur présence dans les miels échantillonnés et analysés.

L'identification des espèces seulement dans le miel, pourrait s'expliquer par le fait que, soit leurs périodes de floraison ne coïncidaient pas avec celles des visites de terrain, soit elles n'ont pas été repérées au cours des prospections sur le terrain comme l'ont fait observer Draiaia et al. (2014).

18. Conclusion

Les plantes apicoles inventoriées dans la Numidie sont assez diversifiées et appartiennent à 42 familles. Cette flore est essentiellement spontanée, dominée par les Fabaceae, Asteraceae, Lamiaceae, Rosaceae et Apiaceae avec vingt six espèces ont été identifiées comme ayant un plus fort potentiel apicole et recommandées pour la domestication.

Les couleurs jaune, blanche et rose sont les plus appréciées par les abeilles. Cette étude a montré que la saison de printemps est plus diversifiée en espèces mellifères en se basant sur un nombre limité de variables environnementales.

Nos données montrent que la structure de la végétation couplée aux pressions anthropiques, la saisonnalité, le mode d'utilisation ou de gestion des terres influencent la diversité de la flore mellifère.

Les résultats de l'analyse pollinique font apparaître en Numidie la dominance des miels monofloraux d'*Eucalyptus globulus*, *Hedysarum coronarium*, *Citrus* et d'*Oxalis pes-caprae* et de miels polyfloraux qui ont une grande importance pour l'apiculture algérienne.

Tous ces résultats obtenus permettent d'orienter les décisions en matière de développement d'une apiculture intensive dans la zone d'étude.

Chapitre V :
Flore horticole mellifère

A. M. Bellili, A. Meddad-Hamza, B. Babali, H. Belabed-Zediri, A. I. Belabed & T. Hamel

Une première investigation sur la flore horticole de la région de Annaba (Nord-Est algérien): Biodiversité et intérêt socio-écologique

Abstract

Bellili, A. M., Meddad-Hamza, M. Babali, B., Belabed-Zediri, H., Belabed, A. I. & Hamel, T.: Une première investigation sur la flore horticole de la région de Annaba (Nord-Est algérien): Biodiversité et intérêt socio-écologique. — Fl. Medit. 32: 117-129. 2022. — ISSN: 1120-4052 printed, 2240-4538 online.

A first investigation on the horticultural flora of the Annaba region (North-East Algeria): Biodiversity and socio-ecological interest. — The present study was undertaken with the aim of improving knowledge and proposing a first checklist of horticultural plants present in public and private green spaces in the region of Annaba (northeastern Algeria). During the period from 2018 to 2021, a total of 164 taxa recorded. The results obtained are given in terms of floristic composition, forms of life, type of nativity and socio-ecological interest of the plants observed. However, the real impact of potentially invasive species on plant communities and ecosystems deserves urgent assessment with specific studies.

Key words: Horticultural flora, floristic composition, life forms, socio-ecological interest..

Introduction

Deux composantes importantes participent à la création de la biodiversité végétale, à savoir: la végétation indigène vivant à l'état naturel et la végétation cultivée, cette dernière comprend des espèces alimentaires concentrées le plus souvent dans les champs et les vergers et des espèces ornementales essentiellement retrouvées dans les pépinières, les jardins et les autres types d'espaces verts (Östberg & al. 2018; Meghan & al. 2020). Cette flore horticole est considérée une composante importante du paysage urbain, avec de multiples rôles écologiques et fonctions socio-économiques (Muzafar & al. 2018; Caneva & al. 2020). Ces espaces verts peuvent être exploités pour la préservation *ex-situ* des espèces végétales rares ou menacées d'extinction et constituent ainsi des lieux propices pour la sauvegarde de la biodiversité (Sakhraoui & al. 2019).

Les études ont montré que les écosystèmes urbains contribuent à l'amélioration de la qualité de l'air en limitant la concentration des différents gaz ou particules fines résultant essentiellement du trafic routier (Nowak & al. 2006). Ils participent également au bien-être des habitants et peuvent être porteurs de véritables valeurs culturelles et esthétiques (Savard & al. 2000).

19. Introduction

Le maintien et la promotion de la biodiversité végétale reposent sur deux composantes majeures : la végétation indigène vivant à l'état naturel et la végétation cultivée, regroupant des espèces alimentaires présentes principalement dans les champs et les vergers, ainsi que des espèces ornementales que l'on trouve surtout dans les pépinières, les jardins et autres espaces verts (Östberg et al., 2018 ; Meghan et al., 2020). La flore horticole, constituée de ces espèces, joue un rôle important dans le paysage urbain en offrant des bénéfices écologiques multiples et en remplissant des fonctions socio-économiques (Muzafar et al., 2018; Caneva et al., 2020). Ces espaces verts urbains peuvent également servir à la conservation ex-situ d'espèces végétales rares ou menacées d'extinction, contribuant ainsi à la préservation de la diversité biologique (Sakhraoui et al., 2019 ; Bellili et al., 2022).

Les écosystèmes urbains ont été reconnus pour leur contribution significative à l'amélioration de la qualité de l'air en réduisant la concentration des gaz et des particules fines provenant notamment du trafic routier (Nowak et al., 2006). En plus de leurs avantages environnementaux, ces espaces verts contribuent au bien-être des habitants et revêtent des valeurs culturelles et esthétiques importantes (Savard et al., 2000).

Les introductions de plantes ornementales sont une pratique ancienne, remontant au Moyen Âge, et ont été intensifiées après la découverte des Amériques, entraînant un échange mondial de matériel végétal entre les continents (Gritti et al., 2006). En Algérie, durant la période coloniale, le jardin d'essai du Hamma a joué un rôle majeur dans l'introduction d'importantes collections de plantes exotiques, comprenant des arbres industriels, des arbres fruitiers, des plantes ornementales, des plantes médicinales et aromatiques (Reichard et White 2001; Sakhraoui et al., 2019).

Malgré le développement croissant du secteur horticole en Algérie, avec une attention particulière portée ces dernières années à l'horticulture ornementale et aux aspects paysagers, un inventaire dédié à la flore horticole représente une contribution essentielle pour combler une lacune significative dans ce domaine et mettre en lumière la biodiversité végétale existante dans le pays.

Dans la littérature, la région de Annaba, dans le Nord-Est algérien, est reconnue pour sa richesse en espèces végétales endémiques et rares. Bien que la flore spontanée de cette région ait fait l'objet d'études approfondies, la flore horticole, notamment celle à intérêt ornemental, a été largement négligée. C'est dans ce contexte que s'inscrit ce chapitre, visant à combler cette lacune en réalisant un inventaire des espèces horticoles présentes dans la région de Annaba, en se concentrant sur plusieurs sites spécifiques.

20. Zone d'étude

L'étude a été conduite sur douze sites urbains, dont deux sites périurbains, situés dans la région de Annaba, dans le Nord-Est de l'Algérie. Nos sites appartiennent à la Numidie (K₃) (Fig. 78). Les sites sélectionnés comprennent des cimetières, des jardins publics et universitaires, en mettant l'accent sur les plantations anciennes de plus de 50 ans. Des jardins privés de maisons ont également été inclus dans l'étude en raison de leur potentiel horticole (Fig. 79 et Tab. 40).

En l'absence de données climatologiques spécifiques pour les sites étudiés, la méthode des extrapolations (Seltzer et Auberty 1946) a été utilisée pour déterminer le type de climat de chacun des sites. Les précipitations moyennes varient, avec environ 689 mm par an à Bône Marché (comprenant : Cours de la Révolution, Square El Houria, Campus universitaire de Sidi Amar, Campus universitaire d'El Bouni, Square Edough Est, Square Edough Ouest, Cimetière Chrétien, et Parc d'attraction de Sidi Achour), 787 mm à Bône Port (comprenant : Jardins du Majestic et Cimetière Zeghoune), 967 mm à Herbillon (comprenant : Jardins de Chétaibi), et 1169 mm à l'Edough (comprenant : l'Arboretum de l'Edough).

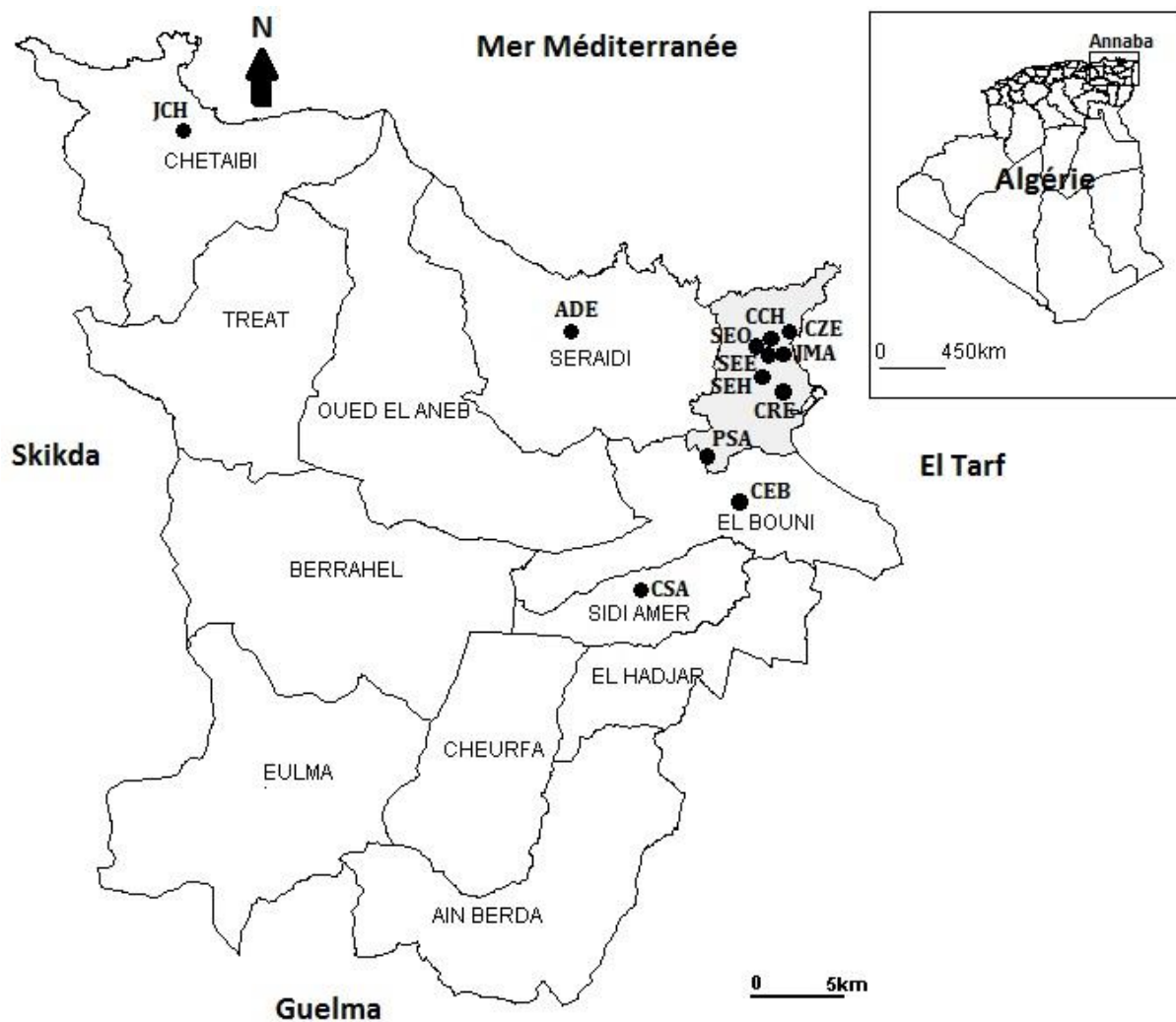


Figure 78 : Localisation des sites d'étude (INTC 2005)

Tableau 40 : Les coordonnées des sites échantillonnés

Code	Site	Coordonnées (Google Earth 2022)	Altitude (m)	Superficie (m ²)	Précipitation (mm)
CRE	Cours de la révolution	36°53'54"N ; 7°45'37"E	4	1028	689
SEH	Square El Houria	36°54'5"N ; 7°45'21"E	7	623	689
CSA	Campus universitaire de Sidi Amar	36°48'52"N ; 7°42'50"E	37	3828	689
CEB	Campus universitaire d'El Bouni	36°51'37"N ; 7°43'47"E	68	2942	689
JMA	Jardins du Majestic	36°54'34"N ; 7°45'52"E	10	50-100	787
SEE	Square Edough Est	36°54'20"N ; 7°45'30"E	8	390	689
SEO	Square Edough Ouest	36°54'35"N ; 7°45'24"E	10	671	689
CCH	Cimetière Chrétien	36°54'42"N ; 7°45'26"E	15	1088	689
CZE	Cimetière Zeghoune	36°54'54"N ; 7°45'55"E	18	795	787
ADE	Arboretum de l'Edough	36°54'25"N ; 7°39'53"E	735	325	1169
JCH	Jardins de Chétaibi	37° 3'50"N ; 7°22'38"E	27	50-100	967
PSA	Parc d'attraction de Sidi Achour	36°52'24"N ; 7°42'55"E	33	1150	689

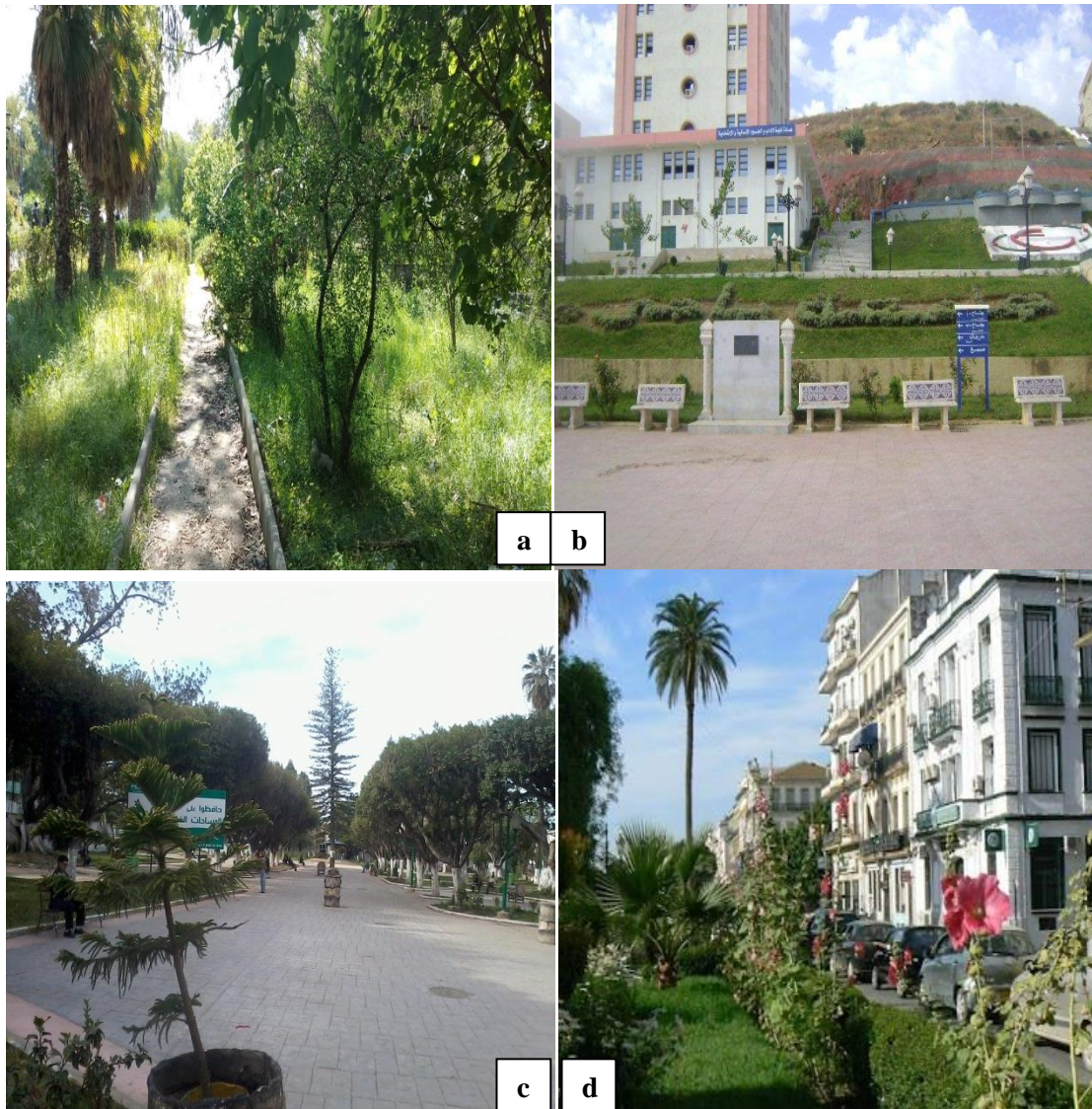


Figure 79 : Photos du jardin public du campus universitaire de Sidi Amar, b. campus universitaire d'El Bouni, c. square El Houria, d. cours de la révolution (cliché Hamel T., 2021).

Matériel et méthodes

Présentation du site d'étude

La description du site, la localisation des stations d'échantillonnages et les démarches suivies ont été déjà décrites précédemment (voir chapitre 1).

21. Résultats

21.1. Diversité de la flore horticole

Un total de 164 espèces de plantes horticoles, réparties dans 133 genres et 71 familles, ont été identifiées dans les cimetières, jardins publics et privés de la région de Annaba. La famille des Asteraceae se distingue en tant que plus importante en termes de nombre d'espèces,

constituant 7,31% de la flore étudiée avec 12 espèces. Elle est suivie par les Lamiaceae avec 6,70% (11 espèces), les Fabaceae et les Rosaceae avec 6,09% chacune (10 espèces pour chaque famille). Ces quatre familles regroupent plus d'un quart de la diversité florale étudiée. En complément, les Moraceae (6 espèces, soit 3,65%), les Oleaceae et les Pinaceae (5 espèces chacune, soit 3,04%), ainsi que les Rutaceae et les Iridaceae (4 espèces chacune, soit 2,43%), étaient moyennement représentées. Les autres familles étaient souvent monospécifiques ou bispécifiques.

La concentration la plus élevée d'espèces recensées a été observée dans le campus universitaire de Sidi Amar et les jardins privés du Majestic, avec respectivement 71 et 61 espèces. En revanche, certaines espèces présentent une distribution étendue dans la région d'étude, soit par le biais de plantations (*Euonymus tobira* Thunb., *Lantana camara* L., *Lonicera japonica* Thunb., *Myoporum laetum* G. Forst., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Rosa ×hybrida* Vill., *Rosa canina* L., *Schinus molle* L. et *Tecoma capensis* (Thunb.) Lindl.), soit par le biais d'envahissement (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. et *E. globulus* Labill.). En revanche, d'autres espèces sont notées dans un seul site d'étude, telles que : *Oenothera rosea* L'Hér. ex Aiton, *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl., *Taxus baccata* L., *Cercis siliquastrum* L. et *Pyracantha coccinea* M. Roem.

21.2. Forme biologique et écologique de la flore recensée

La répartition des types biologiques dans les sites étudiés suit, dans l'ensemble, le schéma suivant : phanérophytes (118 taxons, soit 71,95%) > chamaephytes (17 taxons, soit 10,36%) > hémicryptophytes et géophytes (12 taxons, soit 7,31% pour chacun) > thérophytes (4 taxons, soit 2,43%).

En outre, la composition floristique a permis de distinguer plusieurs groupements végétaux, à savoir :

Groupement des taxons forestiers, le plus dominant, comprenant essentiellement des espèces telles que *Quercus suber* L., *Arbutus unedo* L., *Tilia europaea* L., *Cupressus sempervirens* L., *Taxus baccata* L., *Ilex aquifolium* L., *Myrtus communis* L., *Rhamnus alaternus* L., *Olea europaea* L., *Pistacia lentiscus* L., *Platanus ×hispanica* Münchh., *Populus alba* L., *Prasium majus* L., *Schinus molle* L. et *Viburnum tinus* L.

Groupement des arbres fruitiers, largement représenté dans les vergers privés du Majestic et Chétaibi, avec des espèces telles que *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl., *C. limon* (L.) Burm. f., *C. ×aurantium* L., *Ficus carica* L., *Juglans regia* L., *Morus alba* L., *Musa ×paradisiaca* L., *Prunus cerasifera* Ehrh., *Prunus dulcis* (Mill.) D. A. Webb, *Punica granatum* L., *Vitis vinifera* L. subsp. *vinifera* et *Ziziphus jujuba* Mill.

Groupement des plantes pionnières des pelouses artificielles perturbées, comprenant des herbacées annuelles ou vivaces telles que *Argyranthemum frutescens* (L.) Sch. Bip., *Calendula officinalis* L., *Cenchrus clandestinus* (Hochst. ex Chiov.), *Helianthus annuus* L. et *Heliotropium amplexicaule* Vahl.

Groupement rupicole, caractérisé par des taxons qui se développent essentiellement sur les anciens murs comme *Cenchrus setaceus* subsp. *morronei* Ibn Tattou, *Erigeron karvinskianus* DC., *Hedera algeriensis* Hibberd, *H. helix* L. et *Kalanchoe daigremontiana* Raym. -Hamet & H. Perrier.

Groupement des milieux humides, caractérisé par *Acanthus mollis* L., *Adiantum capillus-veneris* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Bidens aurea* (Aiton.) Sherff., *Cyperus alternifolius* L., *Mentha ×piperita* L., *Mentha suaveolens* Ehrh., *Nerium oleander* L., *Ruscus hypophyllum* L., *Sambucus ebulus* L., *Sambucus nigra* L., *Tamarix gallica* L., *Ulmus minor* Mill. et *Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng.

21.3. Statut d'indigénat

Sur le nombre de taxons horticoles recensés, les taxons non indigènes prédominent nettement dans la flore étudiée (109 espèces soit 66,46 %) ; parmi ces taxons, les cultivés sont légèrement plus nombreux que les naturalisés/introduits. Les taxons dont la présence est problématique sont représentés par six taxons et les échappés de culture sont au nombre de trois (*Bidens frondosus* L., *Cenchrus clandestinus* (Hochst. ex Chiov.) et *Cenchrus setaceus* subsp. *morronei* Ibn Tattou). Les taxons d'origine spontanés cultivés dans nos sites d'étude sont assez importants avec 48 espèces dont six sont endémiques (*Abies numidica* Carrière, *Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière, *Hedera algeriensis* Hibberd, *Iris unguicularis* Poir., *Origanum vulgare* subsp. *glandulosum* (Desf.) Ietsw. et *Thymus munbyanus* subsp. *coloratus* (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet).

21.4. Intérêt de plantation

Les résultats révèlent que 61 espèces et 51 genres appartenant à 35 familles sont cultivés dans les différents sites d'études pour leur port décoratif. De ces espèces, 44 sont spécifiquement cultivées pour la beauté de leurs fleurs. Cependant, certaines espèces recensées offrent une combinaison entre des fleurs attrayantes et un port décoratif, telles que *Bougainvillea glabra* Choisy, *Euonymus tobira* Thunb., *Gazania rigens* (L.) Gaertn., *Jasminum officinale* L., *Mirabilis jalapa* L., *Lantana camara* L., *Lonicera japonica* Thunb., *Strelitzia reginae* Banks et *Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng.

Par ailleurs, 25 taxons sont cultivés dans la région pour leurs intérêts alimentaires, tandis que 24 taxons sont privilégiés pour leurs caractéristiques de feuillage. Dans les exploitations

horticoles de la région, on observe la culture de 17 espèces à essences qui possèdent des vertus médicinales, utilisées pour le traitement de diverses maladies.

21.5. Flore horticole alimentaire

Les familles botaniques recensées au sein des plantes alimentaires sont au nombre de 22, et parmi celles-ci, les Rosaceae dominent avec 19,51% des espèces alimentaires utilisées. Les Lamiaceae suivent de près avec 14,63%, suivies des Rutaceae avec 7,31%, et d'autres familles complètent le tableau. Les phanérophytes sont les plus fréquemment utilisés (85,36%), suivis par les chamaephytes (12,19%). On note la présence d'un géophyte représenté par un seul taxon, *Asparagus acutifolius* L., dont les tiges fragiles sont consommées.

Les fruits des arbres et arbustes spontanés, tels que *Arbutus unedo* L., *Ficus carica* L., *Myrtus communis* L., *Olea europaea* L., *Quercus ilex* L., *Crataegus azarolus* L., *Vitis vinifera* L. subsp. *sylvestris* et *Castanea sativa* Mill., sont recherchés pour être consommés directement ou transformés de diverses manières.

Parmi les Rosaceae cultivées, des espèces telles que *Cydonia oblonga* Mill., *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl., *Malus pumila* Mill., *Prunus cerasifera* Ehrh., *P. dulcis* (Mill.) D. A. Webb, *P. insitiosa* L. et *Pyracantha coccinea* M. Roem. sont utilisées pour leurs fruits. Les Lamiaceae ont principalement une utilisation condimentaire et aromatique avec des espèces telles que *Mentha ×piperita* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Salvia officinalis* L., *Mentha suaveolens* Ehrh., *Ocimum basilicum* L. et *Origanum vulgare* subsp. *glandulosum* (Desf.) Ietsw.

Un cas particulier est le figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), naturalisé en Algérie, utilisé comme clôture des champs en raison de ses formes très épineuses. Il est très recherché pour ses fruits et est également utilisé pour la préparation d'une mélasse.

21.6. Flore horticole mellifère

L'inventaire floristique des espèces mellifères dans les sites d'étude a révélé la présence de 121 espèces horticoles, réparties en 96 genres et 49 familles. Sept familles se distinguent par leur dominance, à savoir les Asteraceae (12 taxons), Lamiaceae (11 taxons), Fabaceae, Rosaceae (10 taxons chacune), ainsi que les Oleaceae et Moraceae (5 taxons chacune).

Parmi ces espèces, 23 ont été identifiées comme les plus butinées et présentant une haute valeur apicole. Elles représentent 14,02% de l'ensemble des espèces recensées. Ces espèces à forte valeur apicole comprennent *Acacia dealbata* Link, *Acacia mearnsii* De Wild., *Acacia melanoxylon* R. Br., *Acacia saligna* (Labill.) H.L. Wendl., *Ceratonia siliqua* L., *Cercis siliquastrum* L., *Citrus ×aurantium* L., *C. limon* (L.) Burm. f., *C. reticulata* Blanco, *Crataegus azarolus* L., *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl., *Eucalyptus camaldulensis*

Dehnh., *E. globulus* Labill., *Euonymus tobira* Thunb., *Hedera algeriensis* Hibberd, *Lavandula angustifolia* Mill., *L. dentata* L., *L. stoechas* L., *Prunus cerasifera* Ehrh, *P. dulcis* (Mill.) D. A. Webb, *Salvia officinalis* L., *Tilia europaea* L. et *Ziziphus jujuba* Mill.

Tableau 41 : Liste des plantes réellement envahissantes, naturalisées ou occasionnelles dans la zone d'étude.

Taxon	Famille	Statut (APD 2023)	Tb	IP	Cons	Tax but	CRE	SEH	CSA	CEB	JMA	SEE	SEO	CCH	CZE	ADE	JCH	PSA
<i>Abies numidica</i> Carrière	Pinaceae	Spontané	Ph	PD												x		
<i>Acacia dealbata</i> Link	Fabaceae	Problématique	Ph	PD		x		x	x	x		x	x		x			x
<i>Acacia mearnsii</i> De Wild.	Fabaceae	Naturalisé/introduit	Ph	PD		x		x	x									
<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.	Fabaceae	Naturalisé/introduit	Ph	PD		x				x			x				x	x
<i>Acacia saligna</i> (Labill.) H.L. Wendl.	Fabaceae	Naturalisé/introduit	Ph	PD		x			x	x								
<i>Acanthus mollis</i> L.	Acanthaceae	Spontané	Hém	FD												x		
<i>Acer campestre</i> L.	Sapindaceae	Problématique	Ph	FD												x		x
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Sapindaceae	Cultivé	Ph	FD												x		x
<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	Pteridaceae	Spontané	Hém	FD				x			x							
<i>Agave americana</i> L. var. <i>americana</i>	Asparagaceae	Naturalisé/introduit	Hém	PD										x			x	x
<i>Agave americana</i> var. <i>marginata</i> Trel.	Asparagaceae	Naturalisé/introduit	Hém	PD										x	x		x	
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	Aimaroubaceae	Problématique	Ph	FD			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	Betulaceae	Spontané	Ph	PD												x		
<i>Anredera cordifolia</i> (Ten.) Steenis	Basellaceae	Naturalisé/introduit	Ph	PD							x						x	
<i>Araucaria heterophylla</i> (Salisb.) Franco	Araucariaceae	Cultivé	Ph	PD												x		
<i>Arbutus unedo</i> L.	Ericaceae	Spontané	Ph	PD	x	x							x			x		
<i>Argyranthemum frutescens</i> (L.) Sch. Bip.	Asteraceae	Cultivé	Th	FID		x	x	x			x				x			
<i>Artemisia arborescens</i> (Vaill.) L.	Asteraceae	Naturalisé/introduit	Ph	IT		x			x						x		x	
<i>Arundo donax</i> L.	Poaceae	Spontané	Géo	PD									x	x				

Taxon	Famille	Statut (APD 2023)	Tb	IP	Cons	Tax but	CRE	SEH	CSA	CEB	JMA	SEE	SEO	CCH	CZE	ADE	JCH	PSA
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	Asparagaceae	Spontané	Géo	PD	x							x		x		x		
<i>Austrocyllindropuntia subulata</i> (Muehlenpf.) Backeb.	Cactaceae	Naturalisé/introduit	Ph	PD		x			x	x		x	x		x			x
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Meliaceae	Cultivé	Ph	FD					x									
<i>Bidens aurea</i> (Aiton.) Sherff.	Asteraceae	Naturalisé/introduit	Ch	PD		x			x									
<i>Bidens frondosus</i> L.	Asteraceae	Adventice	Ch	PD		x			x	x							x	
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	Nyctaginaceae	Cultivé	Ph	FID + PD		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Calendula officinalis</i> L.	Asteraceae	Naturalisé/introduit	Th	FID		x		x										
<i>Camellia japonica</i> L.	Theaceae	Cultivé	Ph	FID					x	x	x		x	x			x	
<i>Campsis radicans</i> (L.) Seem.	Bignoniaceae	Cultivé	Ph	FID		x	x	x	x	x	x				x			x
<i>Canna indica</i> L.	Cannaceae	Cultivé	Géo	FID				x							x			x
<i>Carpobrotus edulis</i> (L.) N.E. Br.	Aizoaceae	Naturalisé/introduit	Géo	PD		x		x									x	x
<i>Castanea sativa</i> Mill.	Fabaceae	Spontané	Ph	AF	x	x										x		
<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Carrière	Pinaceae	Spontané	Ph	PD		x	x	x								x		
<i>Celtis australis</i> L.	Cannabaceae	Spontané	Ph	PD	x	x											x	
<i>Cenchrus clandestinus</i> (Chiov.) Morrone	Poaceae	Adventice	Géo	PD				x	x	x	x	x	x					x
<i>Cenchrus setaceus</i> subsp. <i>morronei</i> Ibn Tattou	Poaceae	Adventice	Hém	PD										x	x		x	
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	Fabaceae	Spontané	Ph	AF	x	x		x	x	x		x		x	x			
<i>Cercis siliquastrum</i> L.	Fabaceae	Cultivé	Ph	FID		x									x			
<i>Chamaerops humilis</i> L.	Aracaceae	Spontané	Ph	PD	x	x					x	x		x				x
<i>Chasmanthe floribunda</i> (Salisb.)N.Br	Iridaceae	Cultivé	Géo	FID		x		x	x				x	x	x			

Taxon	Famille	Statut (APD 2023)	Tb	IP	Cons	Tax but	CRE	SEH	CSA	CEB	JMA	SEE	SEO	CCH	CZE	ADE	JCH	PSA
<i>Chrysojasminum fruticans</i> (L.) Banfi	Oleaceae	Spontané	Ph	FID		x							x	x				
<i>Citrus ×aurantium</i> L.	Rutaceae	Cultivé	Ph	AF	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. f.	Rutaceae	Cultivé	Ph	AF	x	x					x						x	x
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Rutaceae	Cultivé	Ph	AF	x	x		x	x			x		x				
<i>Clematis flammula</i> L.	Ranunculaceae	Spontané	Ph	FID		x					x				x	x		
<i>Clerodendrum chinense</i> (Osbeck) Mabb.	Lamiaceae	Cultivé	Ph	PD					x									
<i>Crataegus azarolus</i> L.	Rosaceae	Spontané	Ph	AF	x	x					x				x			
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Cupressaceae	Problématique	Ph	PD			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cycas revoluta</i> Thunb.	Cycadaceae	Cultivé	Ph	PD			x	x			x						x	x
<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	Rosaceae	Cultivé	Ph	AF	x	x					x					x	x	
<i>Cyperus alternifolius</i> L.	Cyperaceae	Cultivé	Hém	PD							x							
<i>Dimorphotheca fruticosa</i> (L.) Less.	Asteraceae	Cultivé	Ch	FID		x			x	x		x						
<i>Erigeron karvinskianus</i> DC.	Asteraceae	Spontané	Hém	FID		x										x		x
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Rosaceae	Cultivé	Ph	AF	x	x					x						x	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	Myrtaceae	Problématique	Ph	PD		x		x	x	x		x	x	x	x			x
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Myrtaceae	Introduit	Ph	PD		x		x	x	x			x					x
<i>Euonymus tobira</i> Thunb.	Pittosporaceae	Cultivé	Ph	PD + FID		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x
<i>Ficus carica</i> L.	Moraceae	Cultivé	Ph	AF	x	x												x
<i>Ficus elastica</i> Hornem	Moraceae	Naturalisé/introduit	Ph	FD		x			x		x	x			x		x	
<i>Ficus macrophylla</i> Pers.	Moraceae	Naturalisé/introduit	Ph	FD		x	x	x										

Taxon	Famille	Statut (APD 2023)	Tb	IP	Cons	Tax but	CRE	SEH	CSA	CEB	JMA	SEE	SEO	CCH	CZE	ADE	JCH	PSA
<i>Ficus microcarpa</i> L. f.	Moraceae	Cultivé	Ph	FD		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Fraxinus angustifolia</i> subsp. <i>oxycarpa</i> (Willd.) Franco & Rocha Afonso	Oleaceae	Spontané	Ph	FD		x	x		x	x		x		x	x			x
<i>Gazania rigens</i> (L.) Gaertn.	Asteraceae	Cultivé	Hém	PD +		x	x	x	x	x	x	x	x					x
<i>Globularia alypum</i> L. subsp. <i>alypum</i>	Plantaginaceae	Spontané	Ph	FID		x		x										
<i>Hedera algeriensis</i> Hibberd	Araliaceae	Spontané	Ph	FD		x								x	x	x	x	x
<i>Hedera helix</i> L.	Araliaceae	Naturalisé/introduit	Ph	FD		x					x	x	x	x	x		x	x
<i>Helianthus annuus</i> L.	Asteraceae	Cultivé	Th	FID		x	x	x										
<i>Heliotropium amplexicaule</i> Vahl	Boraginaceae	Naturalisé/introduit	Th	FID					x									
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Malvaceae	(naturalisé/introduit)	Ph	FID		x		x	x	x	x	x	x	x				x
<i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser.	Hydrangeaceae	Cultivé	Ph	FID		x	x				x				x		x	
<i>Ilex aquifolium</i> L.	Aquifoliaceae	Spontané	Ph	PD												x		
<i>Ipomoea indica</i> (Burm.) Merr.	Convolvulaceae	Naturalisé/introduit	Géo	FID		x		x	x			x		x	x			x
<i>Iris albicans</i> Lange	Iridaceae	Problématique	Géo	FID								x	x	x	x			x
<i>Iris germanica</i> L.	Iridaceae	Naturalisé/introduit	Géo	FID							x	x						x
<i>Iris unguicularis</i> Poir.	Iridaceae	Spontané	Géo	FID												x		
<i>Jacobaea maritima</i> (L.) Pelser & Meijden	Asteraceae	Naturalisé/introduit	Ph	FID		x		x									x	
<i>Jasminum officinale</i> L.	Oleaceae	Cultivé	Ph	FID +	x		x				x	x	x		x		x	x

Taxon	Famille	Statut (APD 2023)	Tb	IP	Cons	Tax but	CRE	SEH	CSA	CEB	JMA	SEE	SEO	CCH	CZE	ADE	JCH	PSA
<i>Juglans regia</i> L.	Juglandaceae	Cultivé	Ph	AF	x	x										x	x	
<i>Juniperus phoenicea</i> L.	Cupressaceae	Cultivé	Ph	PD			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Justicia adhatodoides</i> (Nees) V.A.W. Graham	Acanthaceae	Cultivé	Ph	FID		x	x	x	x									x
<i>Kalanchoe daigremontiana</i> Raym.-Hamet & H. Perrier	Crassulaceae	Cultivé	Géo	FID					x		x							
<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	Naturalisé	Ph	FID + PD		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Laurus nobilis</i> L.	Lauraceae	Spontané	Ph	IT	x	x										x		
<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	Lamiaceae	Cultivé	Ch	IT		x		x										x
<i>Lavandula dentata</i> L.	Lamiaceae	Spontané	Ch	IT		x		x	x									x
<i>Lavandula stoechas</i> L.	Lamiaceae	Spontané	Ch	IT		x				x	x	x			x		x	x
<i>Ligustrum ovalifolium</i> Hassk.	Oleaceae	Naturalisé/introduit	Ph	PD		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	Caprifoliaceae	Problématique	Ph	FID + PD		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x
<i>Maclura pomifera</i> (Raf.) B.L. Rob.	Moraceae	Cultivé	Ph	PD			x											
<i>Malus pumila</i> Mill.	Rosaceae	Cultivé	Ph	AF	x	x					x						x	x
<i>Malva olbia</i> (L.) Alef.	Malvaceae	Spontané	Ph	FID		x			x							x		x
<i>Mentha ×piperita</i> L.	Lamiaceae	Cultivé	Ch	IT	x	x					x						x	
<i>Menthasuaveolens</i> Ehrh.	Lamiaceae	Spontané	Ch	IT	x	x					x						x	
<i>Mesembryanthemum cordifolium</i> L. f.	Aizoaceae	Cultivé	Hém	PD		x									x			x
<i>Mirabilis jalapa</i> L.	Nyctaginaceae	Cultivé	Ph	FID + PD		x		x	x									

Taxon	Famille	Statut (APD 2023)	Tb	IP	Cons	Tax but	CRE	SEH	CSA	CEB	JMA	SEE	SEO	CCH	CZE	ADE	JCH	PSA
<i>Morus alba</i> L.	Moraceae	Naturalisé/introduit	Ph	AF	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x		x
<i>Musa ×paradisiaca</i> L.	Musaceae	Cultivé	Ph	AF	x	x			x		x						x	x
<i>Myoporum laetum</i> G. Forst.	Scrophulariaceae	Problématique	Ph	PD		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
<i>Myrtus communis</i> L.	Myrtaceae	Spontané	Ph	IT	x	x			x						x	x		x
<i>Nephrolepis exaltata</i> (L.) Schott	Nephrolepidaceae	Cultivé	Hém	PD		x	x											
<i>Nerium oleander</i> L.	Apocynaceae	Spontané	Ph	FID					x						x			x
<i>Nicotiana glauca</i> Graham	Solanaceae	Naturalisé/introduit	Ph	PD										x	x			
<i>Ocimum basilicum</i> L.	Lamiaceae	Cultivé	Ch	IT	x	x					x						x	
<i>Oenothera rosea</i> L'Hér. ex Aiton	Onagraceae	Introduit	Hém	FID					x									
<i>Olea europaea</i> L.	Oleaceae	Spontané	Ph	IT	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Opuntia dillenii</i> (Ker Gawl.) Haw.	Cactaceae	Problématique	Ph	PD		x			x	x								x
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Cactaceae	Cultivé	Ph	AF	x	x							x		x		x	x
<i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>glandulosum</i> (Desf.) Ietsw.	Lamiaceae	Spontané	Ch	IT	x	x					x							
<i>Paraserianthes lophantha</i> (Willd.) I.C. Nielsen subsp. <i>lophantha</i>	Fabaceae	Naturalisé/introduit	Ph	FD		x			x	x		x			x			
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	Vitaceae	Cultivé	Ph	FD		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Passiflora caerulea</i> L.	Passifloraceae	Naturalisé/introduit	Ph	FID		x			x		x				x		x	x
<i>Pelargonium capitatum</i> (L.) L'Hér.	Geraniaceae	Cultivé	Ch	FID		x					x	x	x			x	x	
<i>Pelargonium zonale</i> (L.) L'Hér.	Geraniaceae	Cultivé	Ch	FID		x		x	x									

Taxon	Famille	Statut (APD 2023)	Tb	IP	Cons	Tax but	CRE	SEH	CSA	CEB	JMA	SEE	SEO	CCH	CZE	ADE	JCH	PSA
<i>Phoenix dactylifera</i> L.	Arecaceae	Cultivé	Ph	AF	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x			x
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	Pinaceae	Spontané	Ph	PD	x	x		x										x
<i>Pinus pinaster</i> Aiton	Pinaceae	Spontané	Ph	PD		x		x	x	x		x	x		x			x
<i>Pinus pinea</i> L.	Pinaceae	Cultivé	Ph	PD		x				x								
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Anacardiaceae	Spontané	Ph	IT	x	x			x	x		x	x	x	x	x		x
<i>Pistacia terebinthus</i> L.	Anacardiaceae	Spontané	Ph	FD		x			x									x
<i>Platanus ×hispanica</i> Münchh.	Platanaceae	Cultivé	Ph	FD				x	x	x		x	x	x	x	x		x
<i>Platanus orientalis</i> L.	Platanaceae	Cultivé	Ph	FD					x									
<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco	Cupressaceae	Cultivé	Ph	FD		x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	
<i>Plumbago europaea</i> L.	Plumbaginaceae	Spontané	Ph	FID						x	x							
<i>Populus alba</i> L.	Salicaceae	Spontané	Ph	FD			x	x	x	x		x	x	x	x			x
<i>Prasium majus</i> L.	Lamiaceae	Spontané	Ph	FD		x									x	x		
<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh	Rosaceae	Cultivé	Ph	AF	x	x					x							
<i>Prunus dulcis</i> (Mill.) D. A. Webb	Rosaceae	Cultivé	Ph	AF	x	x					x						x	
<i>Prunus insitisia</i> L.	Rosaceae	Cultivé	Ph	AF	x	x				x								
<i>Punica granatum</i> L.	Punicaceae	Cultivé	Ph	AF	x	x					x						x	x
<i>Pyracantha coccinea</i> M. Roem.	Rosaceae	Naturalisé/introduit	Ph	AF	x	x										x		
<i>Quercus ilex</i> L.	Fagaceae	Spontané	Ph	AF	x	x						x						
<i>Quercus suber</i> L.	Fagaceae	Spontané	Ph	AF	x	x									x	x		x
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	Rhamnaceae	Spontané	Ph	PD		x								x	x	x		
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Fabaceae	Naturalisé/introduit	Ph	PD		x	x		x	x		x		x	x			
<i>Rosa ×hybrida</i> Vill.	Rosaceae	Cultivé	Ph	FID		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Rosa canina</i> L.	Rosaceae	Cultivé	Ph	FID		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Taxon	Famille	Statut (APD 2023)	Tb	IP	Cons	Tax but	CRE	SEH	CSA	CEB	JMA	SEE	SEO	CCH	CZE	ADE	JCH	PSA
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Lamiaceae	Spontané	Ph	IT	x	x			x	x	x							x
<i>Ruscus hypophyllum</i> L.	Asparagaceae	Spontané	Ch	PD		x	x	x						x	x			
<i>Ruta graveolens</i> L.	Rutaceae	Naturalisé/introduit	Ch	IT							x							
<i>Salpichroa origanifolia</i> (Lam.) Baill.	Solanaceae	Introduit	Ph	PD		x						x	x	x				x
<i>Salvia officinalis</i> L.	Lamiaceae	Naturalisé/introduit	Ch	IT	x	x		x	x	x			x		x		x	x
<i>Sambucus ebulus</i> L.	Adoxaceae	Spontané	Ph	FD		x										x		
<i>Sambucus nigra</i> L.	Adoxaceae	Spontané	Ph	FD		x							x	x	x	x		
<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae	Cultivé	Ph	PD		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Senecio angulatus</i> L. f.	Asteraceae	Naturalisé/introduit	Ph	FID		x									x			
<i>Sequoia sempervirens</i> (D.Don) Endl.	Taxodiaceae	Cultivé	Ph	PD												x		
<i>Strelitzia reginae</i> Banks	Strelitziaceae	Cultivé	Géo	FID + PD				x										
<i>Tagetes patula</i> L.	Asteraceae	Naturalisé/introduit	Ch	FID		x	x	x	x	x	x				x		x	
<i>Tamarix gallica</i> L.	Tamaricaceae	Spontané	Ph	PD		x						x	x					x
<i>Taxus baccata</i> L.	Taxaceae	Spontané	Ph	PD												x		
<i>Tecoma capensis</i> (Thunb.) Lindl.	Bignoniaceae	Naturalisé/introduit	Ph	FID		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Thymus munbyanus</i> subsp. <i>coloratus</i> (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet	Lamiaceae	Spontané	Ch	IT		x					x							
<i>Tilia europaea</i> L.	Tiliaceae	Cultivé	Ph	IT		x										x		
<i>Tropaeolum majus</i> L.	Tropaeolaceae	Naturalisé/introduit	Hém	FID		x									x			
<i>Ulmus minor</i> Mill.	Ulmaceae	Spontané	Ph	PD	x	x										x		
<i>Viburnum tinus</i> L.	Adoxaceae	Spontané	Ph	FD		x								x	x	x		

Taxon	Famille	Statut (APD 2023)	Tb	IP	Cons	Tax but	CRE	SEH	CSA	CEB	JMA	SEE	SEO	CCH	CZE	ADE	JCH	PSA
<i>Vinca major</i> L.	Apocynaceae	Naturalisé	Ph	FID		x	x									x	x	
<i>Vitis vinifera</i> subsp. <i>sylvestris</i> (C.C. Gmel.) Hegi	Vitaceae	Cultivé	Ph	AF	x	x					x					x	x	
<i>Vitis vinifera</i> L. subsp. <i>vinifera</i>	Vitaceae	Cultivé	Ph	AF	x	x					x					x	x	
<i>Washingtonia filifera</i> (André) H. Wendl.	Arecaceae	Cultivé	Ph	PD		x	x	x	x	x		x	x	x	x			x
<i>Washingtonia robusta</i> H. Wendl.	Arecaceae	Cultivé	Ph	PD		x	x		x		x	x						x
<i>Wisteria sinensis</i> (Sims) Sweet	Fabaceae	Introduit	Ph	FD		x								x				
<i>Yucca aloifolia</i> L.	Asparagaceae	Cultivé	Ph	PD		x		x	x	x	x		x				x	x
<i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Spreng.	Araceae	Naturalisé/introduit	Hém	FID + PD									x					
<i>Ziziphus jujuba</i> Mill.	Rhamnaceae	Cultivé	Ph	AF	x	x									x		x	

Tb : type biologique, Cons : consommation, Tax but : taxons butinés, IP : intérêt de plantation, x : présence, Ph : phanérophYTE, Ch : chamaephyte, Géo : Géophyte, Hém : hémicryptophyte, Th : thérophyte, AF : arbre fruitier, PD : port décoratif, FD : fleur décorative, FID : feuillage décoratif, IT : intérêt thérapeutique.

21.7. Profil des taxons envahissants

Les prospections réalisées dans les différents espaces verts de la région d'étude, nous ont permis de recenser un total de 18 espèces potentiellement envahissantes (Tab.42). Toutes ces espèces semblent avoir une concurrence relativement forte vis-à-vis des espèces indigènes et elles peuvent avoir un impact modéré sur les communautés naturelles.

Tableau 42 : Liste des taxons envahissants de la région d'étude.

Taxon	Sites naturels voisins envahies
<i>Acacia mearnsii</i> De Wild.	Subéraie, maquis, plage maritime, pelouse, zone lacustre
<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.	Subéraie, maquis, plage maritime, pelouse, zone lacustre
<i>Acacia saligna</i> (Labill.) H.L. Wendl.	Subéraie, maquis, plage maritime, pelouse, zone lacustre
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	Ripisylve, zone lacustre
<i>Anredera cordifolia</i> (Ten.) Steenis	Maquis, ripisylve
<i>Carpobrotus edulis</i> (L.) N.E. Br.	Plage maritime
<i>Cenchrus clandestinus</i> (Chiov.) Morrone	Pelouse
<i>Cenchrus setaceus</i> subsp. <i>morronei</i> Ibn Tattou	Plage maritime
<i>Clerodendrum chinense</i> (Osbeck) Mabb.	Maquis, pelouse
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	Ripisylve, zone lacustre
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Ripisylve, zone lacustre
<i>Ipomoea indica</i> (Burm.) Merr.	Pelouse
<i>Nicotiana glauca</i> Graham	Plage maritime, pelouse, maquis
<i>Oenothera rosea</i> Aiton	Pelouse
<i>Salpichroa organifolia</i> (Lam.) Baill.	Maquis, pelouse
<i>Senecio angulatus</i> L. f.	Maquis
<i>Tropaeolum majus</i> L.	Plage maritime
<i>Vinca major</i> L.	Ripisylve

22. Discussion

La connaissance de la flore horticole de la région d'Annaba reste toujours partielle. Les résultats du présent travail ont permis de dénombrer 164 espèces. Cette richesse spécifique horticole est nettement supérieure au total des 50 espèces recensées dans les pépinières et les jardins de la région de Skikda (Nord-Est algérien) (Sakhraoui et al., 2019). Quatre familles sont particulièrement bien représentées dans la zone inventoriée : Asteraceae, Lamiaceae, Fabaceae et Rosaceae. Ces quatre familles, qui jouent un rôle de premier plan à l'échelle de la planète (Craven 2009). Quant à la richesse floristique du jardin botanique du Hamma, le plus grand et le mieux connu à l'échelle nationale, elle est plus importante que celle enregistrée

dans l'ensemble de nos jardins ou encore l'ensemble des localités prospectées. Ce jardin recèle 8214 espèces, parmi lesquelles certaines sont des espèces indigènes (Carra et Gueit 1952). Cela indique clairement que la filière d'horticulture est l'une des principales voies d'introduction d'espèces exotiques dans différentes régions du monde.

Toutes les plantes inventoriées dans le présent travail sont déjà signalées sur les listes d'espèces exotiques envahissantes établies dans la région méditerranéenne, ou encore dans d'autres régions du monde (Brunel et Tison 2005 ; Lambdon et al., 2008 ; Brunel et al., 2010 ; Pyšek et al., 2017). Vu le manque de données chorologiques de nombreuses espèces naturalisées en Algérie, il est impossible de préciser l'état de leur invasion et de leur dynamique actuelle.

D'après cette étude, il ressort que les ressources des plantes horticoles sont très diversifiées. Cette diversité des communautés végétales offre à de multiples espèces (naturalisées, cultivées et parfois d'origine spontanées) une niche écologique d'une part; et d'autre part, par leurs interactions avec les communautés animales. Cette diversité assure à l'ensemble des zones vertes urbaines, qui sont des écosystèmes bien délimités, leur fonctionnement puisque ces espèces végétales se situent à l'extrémité de la chaîne alimentaire urbaine (Belabed et al., 2014 ; Aouissi et al., 2017 ; Belabed-Zediri et al., 2021 ; Belabed et al., 2021).

Toutefois les espaces verts urbains jouent un rôle clé dans l'atténuation du changement climatique et sont responsables de 80 % des émissions de gaz à effet de serre et de 50 % de la production totale de déchets (Gargano et al., 2021).

En revanche, la région d'étude est dominée par des phanérophytes (71,95%). La forte diversité spécifique est couplée avec un fort recouvrement dans les sites d'étude. Ces espèces jouent de ce fait un rôle déterminant dans la mise en place d'un cortège floristique spécifique aux milieux forestiers (Le Compte-Barbet 1975) et urbains (Meddour et al., 2020 ; Bellili et al., 2022).

La flore médicinale de la zone d'étude compte 22 taxons soit 27,5 % de la flore médicinale spontanée et cultivé de la péninsule de l'Edough évaluée à 80 espèces (Hamel 2013 ; Hamel et al., 2018) et soit 6,28% de la flore médicinale de l'Algérie estimée à 320 espèces (Beloued 1998). La comparaison de la flore comestible italienne (Camangi et al., 2013) avec celle de notre région d'étude montre une homogénéité substantielle du point de vue des familles et des espèces les plus représentatives qui devient encore plus prononcé par rapport à celui de Sardaigne (Camarda et al., 2017).

Une base de données pourra être réalisée avec l'apport des résultats des relevés d'autres campagnes d'échantillonnage qui seront probablement effectuées sur l'ensemble de la zone

afin de rendre accessible les indications thérapeutiques des plantes cultivées de la région d'Annaba.

Les observations de butinage d'*Apis mellifera* L. dans les sites étudiés ont permis de recenser 121 espèces mellifères horticoles. Cette haute valeur mellifère est expliquée par la forte diversité des Asteraceae et des Fabaceae (Hamel et Boulemtafes, 2017). Une part importante de cette flore est dominée par des arbres fruitiers. Ces espèces sont considérées comme étant une source alimentaire importante pour les abeilles (Hamel et al., 2019).

Les espèces potentiellement envahissantes cultivées sont essentiellement des plantes ligneuses, le maintien des individus sur une longue période permettrait l'adaptation aux différentes conditions environnementales et faciliterait la naturalisation (Gaertner et al., 2009). De nombreuses espèces non naturalisées observées dans nos sites d'étude ayant une multiplication végétative naturelle sont considérées comme envahissantes avérées en Méditerranée (Arianoutsou et al., 2010; Podda et al., 2011; Meddour et al., 2020 ; Bellili et al., 2022). Dans la zone d'étude, leur présence est limitée pour l'instant aux périmètres de culture, mais elles ont de fortes chances d'échapper des lieux de plantations pour coloniser les milieux voisins possédant des caractéristiques édaphiques similaires. Cependant la biologie de plusieurs espèces observées laisse présager dans un avenir plus ou moins proche une possibilité d'installation dans les milieux naturels (Hamel 2016; Hamel et Azzouz 2018 ; Hamel et al., 2020 ; Dechir et Hamel 2021). La mise en place d'un plan de surveillance au sein des jardins botaniques et des arboretums permettrait d'identifier les espèces invasives émergentes susceptibles de se répandre dans les milieux naturels (Branquart 2012). Il est nécessaire donc de suivre de près l'évolution de l'aire de chaque espèce envahissante.

23. Conclusion

Ce premier inventaire de la flore horticole de la région de Annaba fourni une base de données pour l'amélioration et la gestion de la verdure urbaine de la zone d'étude. Ainsi, l'application de bonnes pratiques vertes est un véritable investissement pour l'avenir de cette ville. De même, un changement de mentalité s'impose chez les citoyens pour qu'ils comprennent que planter des plantes en ville n'est pas seulement une question d'esthétique et de décoration mais aussi une source de vie (alimentaire et mellifère).

A l'heure actuelle, il est souhaitable et il convient d'approfondir les connaissances floristiques de la région par une augmentation des prospections de terrains en développant des guides afin d'aider les gens et de lever une grande partie des ambiguïtés concernant les espèces introduites insuffisamment documentées et non évaluées.

Conclusion générale

L'étude des plantes butinées par les six pollinisateurs dans la Numidie algérienne, nous à permis de recenser 192 espèces butinées par *Apis mellifera* L. Linnaeus, 1758, 36 espèces pour l'*Osmia cornuta* (Latreille, 1805), 17 espèces pour *Campsomeriella thoracica* (Fabricius, 1787), 31 espèces pour l'*Andrena florea* Fabricius, 59 espèces pour l'*Andrena flavipes* Panzer, 1799 et 71 espèces pollinisées par le *Bombus terrestris africanus* (Kruger 1956).

L'étude méllisopalynologique de 15 échantillons de miel a montrée que :

- La composition pollinique des échantillons de miels est dominée par des espèces spontanées par rapport aux espèces cultivées, ce qui veut dire que les ruches ont été installées dans des parcours naturels.
- Le nombre de grains de pollen et les types d'espèces visitées par les abeilles dans les huit stations ne sont pas les mêmes, car le couvert végétal varie d'une zone à une autre (plantes assez diversifiées).
- Composition des miels que seul un miel est monofloral miel d'arbousier et le reste est plurifloral avec une dominance d *Eucalyptus globulus* et de *Hydesarum coronarum*.

Les deux méthodes couplées (observation directe et l'analyse pollinique) portent la flore apicole de la région d'étude à 239 espèces. Toutefois, 145 espèces (soit 67%) ont été à la fois identifiées sur le terrain et dans les miels analysés.

Parmi les espèces exclusivement identifiées dans les miels, 47 espèces étaient en fleurs au cours de la période d'étude mais n'ont pas été recensées comme plantes mellifères par la méthode d'observation directe.

Les valeurs des analyses physico-chimique sont conformes aux normes international ce qui induit que nos miels sont des miels de qualité.

La flore cultivée est aussi importante que la flore indigène car c'est une composante essentielle de la biodiversité d'une région ou d'un pays, sa connaissance et sa détermination sont donc indispensables pour une meilleure évaluation de la biodiversité en général. Les prospections réalisées sur une grande partie du territoire de la wilaya de Annaba, nous ont permis de collecter des données précieuses ayant abouti à la rédaction d'une publication internationale. Cette flore considérable, regroupant 164 taxons, constituée essentiellement de plantes introduites (54 espèces), comprend des espèces alimentaires (22 espèces), médicinales (17 espèces) et surtout mellifères (121 espèces).

Enfin, il apparaît dès lors nécessaire de préserver les abeilles pour une bonne production du miel. Cela ne pourra se faire qu'en protégeant l'habitat exploité par cette espèce contre les

fortes pressions humaines à travers une mise en place urgente des moyens de protection appropriés.

Références bibliographiques

- Abdelguerfi A. et Laouar M. 1999. Autoécologie et variabilité de quelques légumineuses d'intérêt fourrager et/ou pastoral : possibilités de valorisation en région méditerranéenne. *Pastagens Forragens* 20 : 81-112.
- Adam J., Gosselain P. A. et Goldfinger P. 1953. Laws of Addition and Substitution in Atomic Reactions of Halogens. *Nature* 171 : 43-55.
- Adjilane N., Doumandji S. et Haddad N. 2012. Situation de l'apiculture en Algérie : facteur menaçant la survie des colonies des abeilles locales *Apis mellifera intermissa*. *Cahiers d'agricultures* 21(4) : 234-241.
- Albrecht M., Duelli P., Müller C., Kleijn D. et Schmid D. 2007. The Swiss agri-environment scheme enhances pollinator diversity and plant reproductive success in nearby intensively managed farmland. *Journal of Applied Ecology* 44(4) : 813-822.
- Allem M., Hamel T., Tahraoui C. et Boulemtafes A. 2017. Diversité floristique des mares temporaires de la région de Annaba (Nord-Est Algérien). *Int. J. Environ. Stud.* 75(3) : 405-424.
- Amiet F., Herrmann M., Müller A. et Neumeyer R. 2010. *Apidae 6. Andrena, Melitturga, Panurginus, Panurgus*. Ed. Loiser 126p.
- Aouissi H. A., Gasparini J., Belabed A. I. et Bouslama Z. 2017. Impact of greenspaces in city on avian species richness and abundance in Northern Africa. *C. R. Biol.* 340(8) : 394-400.
- APD. 2023. African Plant Database. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève and South African National Biodiversity Institute. –<https://www.africanplantdatabase.ch> [Last Accessed 06/30/2023].
- Arianoutsou M., Bazos I., Delipetrou P. et Kokkoris I. 2010. The alien flora of Greece: taxonomy, life traits and habitat preferences. *Biol. Invas.* 12: 3525-3549.
- Ascher J.S. et Pickering J. 2018. Discover Life Bee Species Guide and World Checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila), http://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Vol. 1. Association of Official Analytical Chemists. 81p.
- Augul RS. 2016. Taxonomic study of the family Scoliidae (Hymenoptera; Aculeata) in Iraq. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences* 8 (2) : 124-138.
- Backhaus W. 1993. Color vision and color choice behavior of the honey bee. *Apidologie* 24: 309-331.

- Badren MA. 2016. *La situation de l'apiculture en Algérie et les perspectives de développement*. Thèse de Doctorat en Ecologie Végétale. Université Abou Baker Belkaid Tlemcen. 226p.
- Barbéro M., Loisel R., Médail F. et Quézel P. 2001. Signification biogéographique et biodiversité des forêts du bassin méditerranéen. *Boccone* 13 : 11-25.
- Barour C., Tahar A. et Baylac M. 2011. Forewing shape variation in Algerian honeybee populations of *Apis mellifera intermessa* (Buttel-Reepen, 1906) (Hymenoptera: Apidae): A landmark Based Geometric Morphometrics Analysis. *African Entomology* 19 : 11-22.
- Belabed A. I., Aouissi H. A., Zediri H., Djemadi I., Houhamdi M. et Bouslama Z. 2014. L'effet de l'urbanisation sur le phénotype de la Tourterelle turque (*Streptopelia decaocto*) dans le nord-est algérien. *Bull. Inst. Sci. Rabat, Sect. Sci. Vie* 35 : 155-164.
- Belabed-Zediri H., Belabed A. I. et Bouslama Z. 2020. Étude comparative de l'écologie de la reproduction des rallidés entre milieu urbain et milieu naturel dans le nord-est algérien. *Bull. Soc. Zool. Fr.* 145 (4) : 489-508.
- Belabed A. I., Belabed-Zediri H. et Bouslama Z. 2021. Nestling diet of Common Blackbird (*Turdus merula mauritanicus*) in Algeria. *Environ. Ecol.* 39 (4) : 1396-1409.
- Belhadi A. et Benabdeli K. 2010. Impact des écosystèmes forestiers des Monts de Béni Chougrane (Mascara-Algérie) dans l'amélioration du potentiel mellifère. *Mediterranea* 21 (2) : 9-27.
- Bellili AM.** 2019. *Flore butinée par les hyménoptères (Apoidea et Vespoidea) dans la Numidie (Nord-Est algérien)*. Mémoire de Master en Écologie et Environnement, Université Badji Mokhtar Annaba, 135p.
- Bellili AM.,** Meddad-Hamza A., Babali B., Belabed-Zediri H., Belabed A.I. et Hamel, T., 2022. Une première investigation sur la flore horticole de la région de Annaba (Nord-Est algérien) : Biodiversité et intérêt socio-écologique. *Flora Mediterranea* 32 : 117-129.
- Beloued A. 1998. *Les plantes médicinales d'Algérie*. Alger. 154p.
- Benachour K., Louadi K. et Terzo M. 2007. Rôle des abeilles sauvages et domestiques (Hymenoptera : Apoidea) dans la pollinisation de la fève (*Vicia faba* L. var. *major*) (Fabaceae) en région de Constantine (Algérie). *Ann. Soc. Entomol. Fr. (n.s.)* 43 (2) : 213-219.
- Benaziza-Bouchema D. et Schweitzer P. 2010. Caractérisation des principaux miels des régions du Nord de l'Algérie. *Cahiers d'agriculture* 19 (6) : 1-7.

- Bendjedid H. et Achou M. 2014. Etude de la diversité morphométrique de deux populations d'abeilles domestiques (*Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera sahariensis*) du Sud Algérien. *Synthèse : Revue des Sciences et de la Technologie* 95 : 84-95.
- Berkani ML. 2007. *Etude des paramètres de développement de l'Apiculture Algérienne*. Thèse de Doctorat d'état en Science Agronomique, ENSA., El Harrach, Alger, 220p.
- Bernal J., Garrido-Bailón E. et Del Nozal MJ. 2010. Overview of pesticide residues in stored pollen and their potential effect on bee colony (*Apis mellifera*) losses in Spain. *J. Econ. Entomol.* 103 : 1964–1971.
- Bisvigou U., Mayi Tsonga S., Nkoghe D., Mpiga Mickoto B. et Akue J. P. 2010. Serological study on toxoplasmosis among pregnant women from Franceville, Gabon. *Bulletin de la Société de pathologie exotique* 103 : 41-43.
- Blanca G., Cabezudo B., Cueto M., López CF. et Torres CM. 2009. *Flora Vasculair de Andalucía Oriental*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 1851p.
- Blondel J. 2006. The 'design' of Mediterranean landscapes: a millennial story of humans and ecological systems during the historic period. *Human ecology* 34 : 713-729.
- Bogdanov S., Lüllmann C., Martin P., Von Der Ohe W., Russmann H., Vorwohl G. et Vit P. 1999. Honey quality and international regulatory standards: review by the International Honey Commission. *Bee world* 80 (2) : 61-69.
- Bosch J., Maeta Y. et Rust R. 2001. A Phylogenetic Analysis of Nesting Behavior in the genus *Osmia* (Hymenoptera: Megachilidae). *Entomol. Soc. Am.* 94(4) : 617-627 .
- Boudy P. 1952. *Considération sur la forêt algérienne et sur la forêt tunisienne*. P. V. de l'académie d'agriculture de France, séance de 8 octobre 1952, Alençon, 16p.
- Boulemtafes A., Hamel T., de Bélair G. et Véla E. 2018. Nouvelles données sur la distribution et l'écologie de seize taxons végétaux du littoral de la péninsule de l'Edough (Nord–Est algérien). *Bull. Soc. Linn. Provence* 69: 59-76.
- Bourgeois G. 2006. *Différentes abeilles butineuses pour la pollinisation du bleuet nain*. Ed. Lousier 150p.
- Boutabia L., Telailia S. et Chefrour A. 2016. Spectre pollinique de miels d'abeille (*Apis mellifera* L.) de la région d'El Tarf (Nord-Est algérien). *Livestock Research for Rural Development* 28 (8) :1-10.
- Branquart É. 2012. Arbres et arbustes exotiques : une nouvelle vague d'envahisseurs? – For. Wallonne 120: 42-58.
- Braun-Blanquet J., Roussine N. et Negre R. 1952. *Les groupements végétaux de la France*. Ed. Lousier 250p.

- Brunel S. et Tison J. M. 2005. *A method of selection and hierarchization of the invasive and potentially invasive plants in continental Mediterranean*. France. – Pp. 34-43 in: Brunel, S., *Invasive Plants in Mediterranean Type Regions of the World*. Meze (Fr).
- Bruni G., Kaflan D., Sergai E. et Dogas G. 2006. *Botanica*. Encyclopédie de botanique et d'horticulture. – Paris.
- Camangi F., Guarrera P. M, Camarda I., Tomei P. E., Lentini F., Stefani A., Leporatti L. et Pieroni A. 2013. Usi alimentari. – Pp. 113-142 in: Caneva, G., Pierini, A., Guarrera, P. M. (eds), *Etnobotanica. Conservazione di un patrimonio culturale come risorsa per uno sviluppo sostenibile*. Bari.
- Camarda I., Carta L. Vacca G. et Brunu A. 2017. Les plantes alimentaires de la Sardaigne: un patrimoine ethnobotanique et culturel d'ancienne origine. *Fl. Medit.* 27 : 77-90.
- Caneva G., Bartoli F., Zappitelli I. et Savo V. 2020. Street trees in Italian cities: story, biodiversity and integration within the urban environment. *Rend. Lincei Sci. Fis. Nat.* 31 : 411-417.
- Carra P. et Gueit M. 1952. *Le jardin d'essai du Hamma*. Alger. Ed. Paron 15p.
- Chauvin R. 1968. *Traité de biologie de l'abeille*. Masson et Cie, Paris. Vol. 4. pp. 279-284.
- Chauzat MP., Carpentier P., Martel AC., Bougeard S., Cougoule N., Porta P., Lachaize J., Madec F., Aubert M. et Faucon JP. 2009. Influence of pesticide residues on honey bee (Hymenoptera: Apidae) colony health in France. *Environmental Entomology* 38: 514–523.
- Chefrour A., Draiaia R., Tahar A., Ait Kaki Y., Bannadja S. et Battesti MJ. 2009. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some North-East Algerian honeys. *AJFAND* 9 (5) : 1276-1293.
- Cherair EH. 2016. *Etude éco-éthologique du peuplement d'apoides (Hymenoptera, Aculeata) en milieu steppique (Région de Djelfa)*. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, 271p.
- Craven P. 2009. *Phytogeographic study of the Kaokoveld centre of endemism*. – PhD. dissertation, University of Stellenbosch.
- Cullen J., Knees S. G. et Cubey H. S. 2011. *The European garden flora, Alismataceae to Orchidaceae*. 2^o ed. – Cambridge.
- de Bélair G. 1990. *Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre écosystèmes lacustres et marécageux : El Kala, Est algérien*. Thèse de Doctorat dissertation, 347p.
- de Bélair G., Véla, E. et Boussouak R. 2005. Inventaire des orchidées de la Numidie (NE Algérie) sur vingt années. *Jour. Eur. Orch.* 37 (2) : 291-401.

- Dechir B. et Hamel T. 2021. *Amaryllis belladonna* (Amaryllidaceae), a new alien to the flora of Algeria. *Fl. Medit.* 31: 19-22.
- Delphine I. 2010. *Le miel et ses propriétés thérapeutiques*. Masson, Paris, 25p.
- Dobignard A. et Chatelain C. 2010-2013. *Index synonymique et bibliographique de la flore d'Afrique du Nord*. Vol. 1-5. Base de données des plantes d'Afrique. 458p, 428p, 449p, 431p, 442p.
- Dongock N.D., Pinta J.Y., Ngouo L.V., Tchoumboue J. et Zango P. 2004. Inventaire et identification des plantes apicoles de la zone soudano-guinéenne d'altitude de l'ouest Cameroun. *Tropicultura* 22 (3) : 139–145.
- Dongock ND., Tientcheu ML., Djimasngar AV., Goy S. et Pinta JY., 2017. Importance écologique et potentialité apicole à la périphérie du Parc national de Manda en zone soudanienne du Moyen-Chari (Tchad). *International Journal of Environmental Studies* 74 (3) : 443–457.
- Draiaia R., Rezki AR., Ben nacer K. et Chefrour A. 2014. Quality of Some Algerian Honey: Study of Botanical and Some Physicochemical Parameters. *Middle-East Journal of Scientific Research* 22 (9) : 1363-1371.
- Dukku U.H. 2013. Identification of plants visited by the honeybee, *Apis mellifera* L. in the Sudan Savanna zone of northeastern Nigeria. *African Journal of Plant Science* 7(7) : 273–284.
- Ellenberg H. et Muller-Dombois D. 1967. A key to Raunkiaer plant forms with revised subdivisions. *Ber Geobot Inst ETH Stiftung Rubel* 37: 3-43.
- Erdtman H. et Tsuno K. 1969. Taxus heartwood constituents. *Phytochemistry* 8(5). 931-
- Faegri K. et Iversen J. 1975. *Text book of pollen analysis*. Ed. Segel. 48p.
- Fallahzadeh M. et Saghaei N. 2010. A brief study on the Scoliidae (Insecta: Hymenoptera) in Iran. *Munis Entomology & Zoology* 5 (2) : 792-795.
- Faohouo FN., Messi J et Pauly A. 2002. L'activité de butinage des Apoïdes sauvages 48 (Hymenoptera Apoïdea) sur les fleurs de maïs à Yaoundé (Cameroun) et réflexion sur la pollinisation des gramminées tropicales. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 6 : 87-98.
- Feller-Demasly MJ. et Patent J. 1989. Analyse pollinique des miels de l'Ontario, Canada. *Apidologie* 20 : 127-38.
- Fetnaci I., Beddiar A. et Hamel T. 2019. Le lac Fetzara (Nord-Est algérien): Biodiversité floristique et menaces potentielles. *Fl. Medit.* 29 : 227-245.
- Free JB. 1993. *Insect pollination of crops*. 2nd ed. Academic Press. London.
- Gaertner M., Den Breeyen A., Hui C. et Richardson D. M. 2009. Impacts of alien plant invasions on species richness in Mediterranean-type ecosystems: a meta-analysis. *Progr. Phys. Geogr.* 33(3) : 319-338.

- Gallais N., Salles J.M., Seetle J. et Vaissière B. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecol. Econom.* 68 : 810-821.
- Gargano M. L., Di Gristina E., Domina G. et Venturella G. 2021. Trees and shrubs in the city of Bari (Italy). *Fl. Medit.* 31: 23-30.
- Gargouri S., Aissa M., Hayouni A., Abdelghani A., Garrouche A., Hayouni M. et Benzart M., 2018. Allergie au venin d'abeilles : enquête épidémiologique réalisée dans la région de Sousse, Tunisie. *Revue Française d'Allergologie* 58 (3) : 296-309.
- Gray JS., McIntyre AD. et Stirn J. 1992. *Manuel des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique. Onzième partie. Evaluation biologique de la pollution marine, eu égard en particulier au benthos.* FAO Document technique sur les pêches. 142p.
- Gritti E. S., Smith B. et Sykes M. T. 2006. Vulnerability of Mediterranean Basin ecosystems to climate change and invasion by exotic plant species. *J. Biogeogr.* 33: 145-157.
- Haccour P. 1960. Recherche sur la race d'abeille saharienne au Maroc. *Comptes rendus, société des sciences naturelles et physiques du Maroc* 6 : 96-98.
- Halgar JR., Cohen AC. et Loperm CM. 1990. Production and composition of onion Nectar and Honey bee (Hymenoptera, Apidae) foraging activity in Arizona. *Environmental Entomology* 19(2) : 327-331.
- Hamel T. 2013. *Contribution à l'étude de l'endémisme chez les végétaux vasculaires dans la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien).* Thèse de Doctorat en Biodiversité et gestion des écosystèmes, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie. 238p.
- Hamel T., Seridi R., de Bélair G., Slimani A. R. et Babali B. 2013. Flore vasculaire rare et endémique de la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien). *Rev. Synth. Sci. Technol.* 26: 65-74.
- Hamel T. 2016. Première observation d'une xénophyte *Oenothera rosea* L'Her. ex Aiton. (*Onagraceae*) en Afrique du Nord. *Act. Bot. Mal.* 41: 287-289.
- Hamel T. et Azzouz Z. 2018. Découverte de *Gamochoaeta antillana* (*Asteraceae*) en Numidie orientale (El Tarf-Algérie). *Fl. Medit.* 28: 155-164.
- Hamel T. et Boulemtafes A. 2017. Plantes butinées par les abeilles à la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien). *Livestock Research for Rural Development* 29 (9) : 1-13.
- Hamel T., Sadou N., Seridi R., Boukheldir S. et Boulemtafes A. 2018. Pratique traditionnelle d'utilisation des plantes médicinales dans la population de la péninsule de l'Edough (nord-est algérien). *Ethnopharmacologia* 59 : 65-71.
- Hamel T., **Bellili A.M.**, Meddad-Hamza A. et Boulemtafes A. 2019. Nouvelle contribution à l'étude de la flore mellifère et caractérisation pollinique de miels de la Numidie (Nord-Est algérien). *Liv. Res. Rur. Dev.* 31 (11) : 1-10.

- Hamel T., Azzouz Z., **Bellili A. M.**, Boutabia L. et Telailia S. 2020. L'arctothèque souci (*Arctotheca calendula*): une nouvelle espèce exotique pour la flore algérienne. *Fl. Medit.* 30 : 137-142.
- Hoekstra J. M., Boucher T. M., Ricketts T. H. et Roberts C. 2005. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology letters* 8(1) : 23-29.
- Indorf M., Riels M. et Fluvi P. 1996. *La dynamique des populations d'abeille*. Edition Centre Suisse de Recherches Apicoles : Liebefeld, CH-3003 Berne. 49p.
- Jacob-Remacle F. 1989. Comportement de butinage de l'abeille domestique et des abeilles sauvages dans des verges de pommiers en Belgique. *Apidologie* 20(4) : 271-285.
- Johnson R., Borowiec M., Chiu J., Lee E., Atallah J. et Ward P. 2013. Phylogenomics resolves evolutionary relationships among ants, bees, and wasps. *Current Biology* 23: 1-14.
- Klein J.K. 1979. Application de l'analyse factorielle des correspondances à l'étude des variations annuelles dans les populations de microarthropodes. *Bulletin d'Ecologie* 4 (4) : 319-327.
- Klein A M., Vaissiere B E., Cane J H., Steffan-Dewenter I., Cunningham SA., Kremen C et Tscharrntke T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc.Roy. Soc. B, Biol. Sci.* 274 : 303–313.
- Kouchner C., Basso B., Blanchard S., Boyer S., Britten V., Brunet JL., Burc A., Chauvat S., Colombo E., Cousin M., Dalmon A., Decante D., Decourtye A., Diévert V., Feschet-Delestra E., Frey H., Gerez T., Guirao AL., Hache S., Jourdan P., Le Conte Y., Mage M., Mior M., Riffard C., Seulliet T., Sudan A., Tchamitchian M., Teston A., Zahm F., Zaimia H. et Ferrus C. 2021. DURAPI – Vers une meilleure connaissance et un accompagnement technique des exploitations apicoles professionnelles : durabilité, stratégies de renouvellement du cheptel et conséquences sur le fonctionnement global de l'exploitation. *Innovations Agronomiques* 82 : 81-94.
- Lambdon P.W., Pyšek P., Basnou C., Arianoutsou M., Essl F., Hejda M., Jarošik V., Pergl J., Winter M. et Anastasiu P. 2008. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. *Preslia* 80 (2) : 101-149.
- Lambert O., Piroux M., Puyo S., Thorin C., L'Hostis M. et Wiest L. 2013. Widespread occurrence of chemical residues in beehive matrices from apiaries located in different landscapes of Western France. *PLoS ONE* 8(6) : 22-35.
- Larkin LL., Neff JL. et Simpson BB. 2008. The evolution of pollen diet: host choice and diet breadth of *Andrena* bees (Hymenoptera: Andrenidae). *Apidologie* 39 : 133–145.
- Le Compte-Barbet O. 1975. Introduction à une étude de l'endémisme végétal au Maroc. CNRS. *Trav. R. C. P.* 249 (3) : 15-46.

- Le Conte Y. 2002. L'abeille dans la classification des insectes. *Abeilles et fleurs* 628 : 15-16.
- Le Conte Y. 2011. *Mieux connaître l'abeille, la vie sociale de la colonie*. In : Bruneau.E ; Barbançon J.-M., Bonnaffé P., Clément H., Domerego R., Fert G., Le Conte Y ; Ratia. G ; Reeb C., Vaissière. B. *Le traité rustica de l'apiculture*. Ed. Rustica. Paris. 12-83p.
- Le Féon V. 2010. *Insectes pollinisateurs dans les paysages agricoles : approche pluri-échelle du rôle des habitats semi-naturels, des pratiques agricoles et des cultures entomophiles*. Thèse de Doctorat en Ecologie et Environnement, Université Rennes 257p.
- Le Féon V., Schermann-Legionnet A., Delettre Y., Aviron S., Billeter R., Bugter R. et Burel F. 2010. Intensification of agriculture, landscape composition and wild bee communities: a large scale study in four European countries. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 137(1-2) : 143-150.
- Lemoine G., Baptiste H., Vanappelghem C., Rasmont P., Folschweiller M., Drossart M., François N., Gadoum S., Ninolas B., Rey G., Seignez N. et Vago JL. 2018. *Atlas préliminaire des bourdons (genre Bombus) du Nord et du Pas-de-Calais*. Edition Société entomologique du nord de France, 185p.
- Livory A., Lair X., Sagot P. et Baldock D. 2013. Inventaire analytique des andrènes (*Andrena*) de la Manche (Hymenoptera Andrenidae) du département de la Manche. *L'Argiope* 80-81 : 43-107.
- Louadi K. et Doumandji S. 1998. Diversité et activité de butinage des abeilles (Hymenoptera : Apoidea) dans une pelouse à thérophytes de Constantine. *The Canadian Entomologist* 130 (5) : 691-702.
- Louadi K., Benachour K. et Berchi S. 2007. Floral visitation patterns during spring in Constantine-Algeria. *African Entomology* 15 (1) : 209-213.
- Louadi K., Terzo M., Benachour K., Berchi S., Aguib S., Maghni N. et Benarfa N. 2008. Les Hyménoptères Apoidea de l'Algérie orientale avec une liste d'espèces et comparaison avec les faunes ouest paléarctiques. *Bulletin de la Société entomologique de France* 113 (4) : 459-472.
- Loublier Y., Piana ML., Pham Delegue MH. et Borneck R. 1994. Caractérisation pollinique des miels français de lavande : premiers résultats. *Grana* 33 : 231-238.
- Loucif Aw., Achou M., Legout H., Alburaki M. et Garnery L. 2014. Genetic assessment of Algerian honeybee populations by microsatellite markers. *Apidologie* 42 :27-41.
- Louveaux J., Maurizio A. et Vorwohl G. 1978. Methods of melissopalynology. *Bee World* 59 : 139-57.
- Louveaux J. et Abed L. 1984. Les miels d'Afrique du Nord et leur spectre pollinique. *Apidologie* 15 : 145-70.

- Mahouachi M. 2008. *Etude de faisabilité de la mise en place de signes distinctifs de la qualité et/ou d'origine pour le miel tunisien*. Ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques Tunisie, 178p.
- Maire R. 1952-1987. *Flore de l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrenaïque et Sahara)*. 16 vols, Lechevalier. Paris.
- Makhloufi C., Scheweizer P., Azouzi C., Persano OL., Azouni C., Lemani H., Ricciardelli C. et D'Albore G. 2007. Some properties of Algerian Honey. *Apiacta* 42 : 73-80.
- Makhloufi C., Kerkvliet J. D., D'albore G. R., Choukri A. et Samar R. 2010. Characterization of Algerian honeys by palynological and physico-chemical methods. *Apidologie* 41(5) : 509-521.
- Mandelik Y., Winfree R., Neeson T. et Kremen C. 2012. Complementary habitat use by wild bees in agro-natural landscapes. *Ecological Applications* 22 : 1535–1546.
- Marre A. 1992. *Le Tell oriental algérien : de Collo à la frontière tunisienne: étude géomorphologique*. Office des publications universitaires.
- Martin R., Rebbas K., Véla E., Beghami Y., Bougaham A. F., Bounar R., Boutabia L., de Bélaïr G., Filali AD., Haddad M., Hadji K., Hamel T., Kreutz K., Madoui A., Nemer W., Telailia S. et Ludinant S. 2020. *Etude cartographique des orchidées de Kabylie, Numidie, Aurès (Algérie)*. La Motte d'Aigues.
- Médail F. et Quézel P. 1999. Biodiversity hotspots in the Mediterranean basin: setting global conservation priorities. *Biological Conservation* 13 : 1510-1513.
- Médail F. et Diadema K. 2009. Glacial refugia influence plant diversity patterns in the Mediterranean Basin. *Journal of Biogeography* 36 : 1333-1345.
- Meddour R., Sahar O. et Fried G. 2020. A preliminary checklist of the alien flora of Algeria (North Africa): taxonomy, traits and invasiveness potential. *Bot. Lett.* 167 (4) : 453-470.
- Meghan A., Diane E., Pataki G., Darrel J., Stephanie P., Lorraine W., Clarke J., Cavender-Bares T., Gillespie S., Hobbie E., Heather R., McCarthy R., Tara L. et Trammell E. 2020. Urban plant diversity in Los Angeles, California: Species and functional type turnover in cultivated landscapes. *Plants, People, Planet* 2 (2) : 144-156.
- Megharbi A., Abdoun F. et Belgherbi B. 2016. Diversité floristique en relation avec les gradients abiotiques dans la zone humide de la Macta (ouest d'Algérie). *Revue d'Ecologie, Terre et Vie* 71(2) : 142-155.
- Mekious S., Houmani Z., Bruneau E., Masseaux C., Guillet A. et Hance T. 2015. Caractérisation des miels produits dans la région steppique de Djelfa en Algérie. *Biotechnol., Agron. Soc. Environ.* 19(3) : 219-229.
- Mekious S., Houmani Z. et Houmani M. 2018. Étude des potentialités mellifères de deux régions du Nord de l'Algérie. *Phytothérapie* 16 : 275–280.

- Michener CD. 2007. *The Bees of the World*. Second ed. Johns Hopkins University Press, Baltimore. 85p.
- Mittermeier R. A., Gil P. R., Hoffmann M., Pilgrim J., Brooks T., Mittermeier C. G. et Da Fonseca G. A. B. 2004. Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most threatened ecoregions. *CEMEX, Mexico City, Mexico* 392 : 468-549
- Moukrim S., Lahssini S., Naggar M., Lahlaoui H., Rifai N., Arahou M. et Rhazi L. 2018. Local community involvement in forest rangeland management : Case study of compensation on forest area closed to grazing in Morocco. *The Rangeland Journal* 41(1) : 43-53.
- Muzafar I., Khuroadec A. A., Mehraj G., Houad M., Raoudeg I., Mahrou A. H. 2018. Floristic diversity along the roadsides of an urban biodiversity hotspot in Indian Himalayas. *Pl. Biosyst.* 153 : 222-230.
- Myers C. R., Carstens B. P., Antholine W. E. et Myers J. M. 2000. Chromium (VI) reductase activity is associated with the cytoplasmic membrane of anaerobically grown *Shewanella putrefaciens*. *Journal of applied microbiology* 88 (1) : 98-106.
- Myers N. 1990. The biodiversity challenge: expanded hot-spots analysis. *Environmentalist* 10: 243-256.
- Nair S. 2014. *Identification des plantes mellifères et analyses physicochimiques des miels algériens*. Thèse de doctorat en Biologie Végétale. Université d'Oran. 202p.
- Nicola B. 2010. *Le rôle des abeilles dans le développement rural. Manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles*. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) Rome. 238p.
- Norman C. 2016. *Field Guide to the Bees of Great Britain and Ireland*. *International Bee Research Association*. University of Sussex, 347p.
- Nowak D. J., Crane D. E. et Stevens J. C. 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban For. Urban Green* 4: 115-123.
- O'Toole C. et Raw A. 1999. *Bees of the world*. Bland ford. New York. 192p.
- Odenwald N. G. et Turner J. R. 2006. *Identification, selection and use of southern plants for landscape design*. Ed. Baton Rouge, 140p.
- Ohba H. et Amirouche R. 2003. Observation of the Flora of Tadmait and Tidikelt, Central Sahara, Algeria. *Journal of Japanese Botany* 78: 104-11.
- Ollerton J., Winfree R. et Tarrant S. 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* 120 : 321-326.
- Östberg J., Wiström B. et Randrup T. B. 2018. The state and use of municipal tree inventories in Swedish municipalities – results from a national survey. *Urban Ecosyst.* 21: 467-477.
- Otiobo Atibita EN., Tchuenguem Fohouo FL. et Djieto-Lordon C. 2015. Activité de butinage et de pollinisation de *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera:Apidae) sur les

- fleurs d'*Oxalis barrelieri* (Oxalidaceae) à Yaoundé (Cameroun). *Entomologie Faunistique – Faunistic Entomology* 68 : 101-108.
- Ouakli K., Neggache S., Mefti-Kortebay H. et Bencherchali M. 2019. Diversité des modalités de production apicoles dans la plaine de Mitidja (Algérie). *Revue Agrobiologia* 9 (2) : 1694-1700.
- Pesson P et Louveau J. 1994. *Pollinisation et production végétale*. INRA, Paris, 663p.
- Petit R. J., Csaikl U. M., Bordács S., Burg K., Coart E., Cottrell, J. et Kremer A. 2002. Chloroplast DNA variation in European white oaks: phylogeography and patterns of diversity based on data from over 2600 populations. *Forest ecology and Management* 156 (1-3) : 5-26.
- Pierre J., Le Guen J., Esnault R., Debbagh S. et Sadiki M. 1997. *Méthode d'étude de la fréquentation de diverses féveroles par les insectes pollinisateurs*, p. 199-206 in: INRA (ed.) Les légumineuses alimentaires méditerranéennes. Rennes (France), 20-22 février, Les Colloques, 88. INRA, Paris.
- Pierre J., Suzo M.J., Moreno M.T., Esnault R. et Le Guen J. 1999. Diversité et efficacité de l'entomofaune pollinisatrice (Hymenoptera: Apidae) de la féverole (*Vicia faba* L.) sur deux sites, en France et en Espagne. *Annales de la Société Entomologique de France*. (n.s.) 35 (suppl.) : 312-318.
- Pignatti S. 1982. *Flora d'Italia*. Vol. 2. Edagricole, 732 p.
- Podda L., Fraga P., Arguimbau I., Mascia F., Mayoral García-Berlanga O. et Bacchetta G. 2011. Comparison of the invasive alien flora in continental islands: Sardinia (Italy) and Balearic islands (Spain). *BMC Biol.* 22 : 31-45.
- Potts S G., Biesmeijer J C., Kremen C., Neumann P., Schweiger O. et Kunin WE. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and Drivers. *Trends Ecol. Evol.* 25 : 345–353.
- Pouvreau A. 2004. *Les insectes pollinisateurs*. Delachaux & Niestlé. 157p.
- Punt A. E. et Japp D. W. 1990. Stock assessment of the kingklip *Genypterus capensis* of South Africa. *South African Journal of Marine Science* 14(1) : 133-149.
- Pyšek P., Pergl J., Essl F., Lenzner B., Dawson W., Kreft H., Weigelt P., Winter W., Kartesz, J. et Nishino M. 2017. Naturalized alien flora of the world: species diversity, taxonomic and phylogenetic patterns, geographic distribution and global hotspots of plant invasion. *Preslia* 89(3): 203-274.
- Quézel P. et Santa S. 1962-1963. *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Tome I. et II Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris 7e, 1090p.

- R Development Core Team 2013. *R: A language and environment for statistical computing*. - R Foundation for statistical computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>
- Rabiet E. 1984. *Plantes mellifères, plantes apicoles : Rapport entre les plantes et l'abeille domestique*. Ed. Rabiet E., Grand Casablanca. Maroc. 424p.
- Rasmont P. 1995. Les anthophores de France du sous- genre (*Lophanthophora* Brooks avec la redescription de trois espèces au statut confus (Hymenoptera, Apoidea, Anthophorinae). *Ann. Soc. Entomol. Fr.* (N.S.) 31 (1) : 3-20.
- Rasmont P., Coppée A., Michez D. et De Meulemeester T. 2008. An overview of the *Bombus terrestris* (L. 1758) subspecies (Hymenoptera: Apidae). *In Annales de la Société entomologique de France* 44 : 243-250.
- Raunkiaer C. 1934. *The life forms of plants and statistical plant*. Geography.Claredon press, Oxford, 632p.
- Reichard S. H. et White P. 2001.Horticulture as a pathway of invasive plant introductions in the United States. *BioScience* 51: 1103-1113.
- Reille M. 1990. *Leçon de palynologie et analyse pollinique*. Ed. Centre Nationale de la Recherche Scientifique. Paris, pp: 1-20.
- Rhazi L., Rhazi M., Grillas P. et Khyari D. E. 2006. Richness and structure of plant communities in temporary pools from western Morocco: influence of human activities. *Hydrobiologia* 570 : 197-203.
- Rust R. W., Thorp R. W. et Torchio P. F. 1974. The ecology of *Osmia nigrifrons* with a comparison to other Acanthosmioides. *Journal of Natural History* 8(1) : 29-47.
- Ruttner F. 1968. *Systématique du genre Apis. Les races d'abeilles*. Chauvin r. traité de biologie de l'abeille, Tome I. Eds. Masson et Cie. Paris. 44p.
- Sakhraoui N., Metallaoui S., Chefrou A. et Hadeff A. 2019. La flore exotique potentiellement envahissante d'Algérie : première description des espèces cultivées en pépinières et dans les jardins. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 23 (2) : 63-73.
- Sala O. E., Stuart Chapin F. I. I. I., Armesto J. J., Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R. et Wall D. H. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287 (5459) : 1770-1774.
- Savard J. P. L., Clergeau P. et Mennechez G. 2000. Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landsc. Urban Plan.* 7: 131-142.
- Schrader G., Brundu, G. et Fried G. 2010. Emerging invasive alien plants for the Mediterranean Basin. *EPPO Bull.* 40: 219-238.
- Seltzer P. et Auberty E. 1946. *Le climat de l'Algérie. Travaux de l'Institut de météorologie et de physique du globe de l'Algérie*. Alger. 350p.

- Stoddard F.L. et Bond D.A. 1987. The pollination requirements of the faba bean. *Bee World*. 68 (3): 144-152.
- Stone G.N., Willmer P et Rowe J.A. 1998. Partitioning of pollinators during flowering in an african acacia community. *Ecology* 79 (8) : 2808-2827.
- Tasei J.N. 1973. Le Comportement De Nidificationchez *Osmia (Osmia) Cornuta* latr. et *Osmia (Osmia) rufa* l. (hymenoptera megachilidae). *Apidologie* 4(3) : 195-225
- Telailia S., Boutabia L., Necib N. et Chefrour A. 2011. Les plantes mellifères des massifs forestiers littoraux de l'extrême Est algérien: inventaire et étude melissopalynologique. *Annales de l'INRGREF* 15 (Numéro spécial) : 215-229.
- Ter Braak C.J.F. 1986. Canonical Correspondence Analysis: A New Eigenvector Technique for Multivariate Direct Gradient Analysis. *Ecology* 67(5) : 1167–1179.
- Ter Braak C.J.F. 1995. *Ordination: Data analysis in community and landscape ecology*. in: Jongman R.H.G, Ter Braak C.J.F, Van Tongeren O.F.R. (eds). *Ordination: Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge University Press, Cambridge. 932.
- Terzo M. et Rasmont P. 2007. *Abeilles sauvages, bourdons et autres insectes pollinisateurs*. Les livrets de l'agriculture N° 14. Ministère de la région Wallonne direction générale de l'agriculture. 61p.
- Thomposon H.M., Wilkinis S., Battersby A.H., Waite R.J. et Wilkinson D. 2005. The effects of four insect growth-regulating (IGR) insecticides on honeybee (*Apis mellifera* L.) colony development, queen rearing and drone sperm production. *Ecotoxicology* 14 : 757-69.
- Tison J. M., Jauzein P. et Michaud H. 2014. *Flore de la France méditerranéenne continentale*. Turriers, 140p.
- Tzedakis P. C., Lawson I. T., Frogley M. R., Hewitt G. M. et Preece R. C. 2002. Buffered tree population changes in a Quaternary refugium: evolutionary implications. *Science* 297 (5589) : 2044-2047.
- Vaissière B. 2002. *Abeilles et pollinisation*. Courrier de la nature-Paris-p 24-27.
- Véla E. et Benhouhou S. 2007. Evaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *Compte Rendus Biologies* 330 : 589-605.
- Véla E., Rebbas K., Meddour R. et de Bélair G. 2013. *Note sur quelques xénophytes nouveaux pour l'Algérie (et la Tunisie)*. Addenda. Notes Xénophytes. – Pp. 372-376 in: Dobignard A. et Chatelain C. (eds). *Index synonymique de la Flore d'Afrique du Nord*, 5. – Genève.
- Verlaque R., Médail F., Quézel P. et Babinot J. F. 1997. Endémisme végétal et paléogéographie dans le bassin méditerranéen. *Geobios* 30 : 159-166.

- Von der Ohe W., Persano Oddo L., Piana L., Morlot M. et Martin P. 2004. Harmonised methods of melissopalynologie. *Apidologie* 35 : 18-25.
- Vorwohl G. 1964. Die Beziehungen zwischen der elektrischen Leitfähigkeit der Honige und ihrer trachtmässigen Herkunft. *Les Annales de l'Abeille* 7(4) : 301-309.
- Westphal C., Bommarco R., Carré G., Lamborn E., Morison N., Petanidou T. et Steffan-Dewenter I. 2008. Measuring bee diversity in different European habitats and biogeographical regions. *Ecological monographs* 78(4) : 653-671.
- Wood TJ. et Roberts SPM. 2017. An assessment of historical and contemporary diet breadth in polylectic *Andrena* bee species. *Biol. Conserv.* 215 : 72–80.
- Wood TJ. et Roberts SPM. 2018. Constrained patterns of pollen use in Nearctic *Andrena* (Hymenoptera: Andrenidae) compared with their Palaearctic counterparts. *Biol. J. Linn. Soc.* 124: 732–746.

Webographie

Site web1: <https://www.tela-botanica.org/>

Productions scientifiques antérieures

Redécouverte de *Limonium narbonense* Mill. (Plumbaginaceae) en Algérie (El Tarf, Numidie Nord - Est Algérien)

Amir Boulemtafes¹, Tarek Hamel² & Abdel-Malek Bellili²

¹Université Badji Mokhtar de Annaba, Laboratoire sol et développement durable (Algérie)

²Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie.

Correspondencia

A. Boulemtafes

e-mail: boulemtafesamir@yahoo.fr

Recibido: 30 mayo 2017

Aceptado: 15 diciembre 2017

Publicado on-line: diciembre 2017

Rediscovery of Limonium narbonense Mill. (Plumbaginaceae) in Algeria (El Tarf, Numidia North - East Algerian)

Mots clés: *Limonium narbonense* Mill., redécouverte, Algérie, Afrique du Nord.

Key words: North Africa, Rediscovery, *Limonium narbonense* Mill., Algeria flora..

La particularité floristique du bassin méditerranéen ne fait qu'élargir le débat entre botanistes, surtout sur sa rive sud, où de nombreuses espèces végétales ont été découvertes récemment.

En termes de généralité, *Limonium* est le genre le mieux représenté en espèces dans le monde, avec un nombre approximatif avoisinant les 500 espèces (Brullo & Erben, 2016), dont la plupart se localisent essentiellement sur le pourtour méditerranéen (Greuter *e tal.*, 1989). Elles évoluent principalement dans des habitats côtiers caractérisés par de grandes fluctuations édaphiques et climatiques (côtes rocheuses et sablonneuses, falaises côtières, marais salés, sansouïres) (Artelari & Georgiou, 1999 ; Dolcher & Pignatti, 1971 ; Erben, 1993).

En Algérie, et plus particulièrement le Nord-Est algérien, le genre *Limonium* est peu connu jusqu'à ce jour. Aucune révision du genre n'a été effectuée, cause probable, la détermination de ses espèces qui se heurte souvent à une grande difficulté d'identification, liée directement à la variabilité des taxons et à l'existence d'innombrables race au niveau local (Pignatti, 1982 ; Quézel & Santa, 1962-1963). Le Nord-Est algérien renferme 11 espèces congénères au genre *Limonium* signalées et figurent d'ailleurs dans l'herbier de Gérard DE BELAIR (acronyme international GDB; <http://gdebelaire.com/>) (tab. 1).

Limonium narbonense Mill., est une plante très rare et surtout menacée d'extinction, qui retient l'attention de tous les botanistes. Selon Quézel

& Santa (1963), elle a été découverte dans les Sebkhass (milieu inondé salé) et elle n'y a pas été revue depuis 1963.

Pendant de Bélair et Bencheikh-Lehocine (1987) dans leurs recherches sur la végétation des plaines côtières de la Mafragh ne signalent pas ce taxon.

Ainsi, la plante ne figure pas aussi dans l'inventaire de de Bélair (1990) intitulé « *la végétation de quatre éco-complexes lacustres et marécageux d'El Kala* », (lac Tonga, lac Oubeira, lagune Mellah et marais Mekhrada où nos stations d'observation figurent).

En 2005, de Bélair ne cite pas la plante dans ses relevés qui ont été réalisés entre 1996 et 2001 sur les mares temporaires de la Numidie, dont la mare de l'embouchure de la Mafragh fait partie des zones prospectées.

Plus récemment en 2016, la plante ne figure non plus dans les travaux de Chessel & Lobry sur *les analyses statistiques de la végétation de la plaine de la Mafragh*.

En outre, l'espèce est reconnaissable par ses grandes et larges feuilles oblongues lancéolées à nervure centrale et ramifiée sur toute la longueur (Pavon, 2005). L'espèce rencontrée porte parfaitement les mêmes critères d'identifications décrites auparavant dans *la nouvelle Flore de l'Algérie* (Quézel & Santa, 1963).

Nomenclature

Limonium narbonense Mill. (Dobignard & Chatelain 2010-2013).

= *L. vulgare* auct. non Mill. Quézel et Santa 2 :



Tarek Hamel, Amel Meddad-Hamza, Gérard de Bélair, Amir Boulemtafes, Abderachid Slimani et Abdelmalek Bellili

Sur la découverte des nouvelles stations d'Orchidées rares dans le Djebel Taya (Guelma, Nord-Est algérien)

Keywords

Orchidaceae; *Dactylorhiza elata*, *Ophrys atlantica* subsp. *atlantica*, *Ophrys numida*, *Ophrys omegaifera* subsp. *hayekii*, *Ophrys* ×*joannae*, *Orchis patens* subsp. *patens*; endémisme; Djebel Taya, Guelma, Nord-Est algérien.

Summary

Hamel, T., Meddad-Hamza, A., de Bélair, G., Boulemtafes, A., Slimani, A. & A. Bellili (2018): On the discovery of new sites of rare orchids at Djebel Taya (Guelma, North-East Algeria).- J. Eur. Orch. 50 (2-4): 299-314.

Botanical surveys were carried out during the spring of 2018 on an occasional basis on Jebel Taya (Guelma, North-East Algeria). They made it possible to discover new sites of three orchids (*Ophrys omegaifera* subsp. *hayekii*, *Ophrys* ×*joannae* and *Orchis patens* subsp. *patens*) in sector C1 (sensu QUÉZEL & SANTA 1962-1963). Thus, new stations in and around Djebel Taya have been discovered, where three orchids have been observed for the first time in this territory i.e. *Ophrys numida*, *Ophrys atlantica* subsp. *atlantica* and *Dactylorhiza elata*. In addition, three species and one hybrid share the status of endemism with some countries of the Mediterranean, namely, Tunisia and Italy. This area little visited by orchidologists deserves to be better explored and better known.

Zusammenfassung

Hamel, T., Meddad-Hamza, A., de Bélair, G., Boulemtafes, A., Slimani, A. & A. Bellili (2018): Über die Entdeckung neuer Fundorte seltener Orchideen am Djebel Taya (Guelma, Nordost Algerien).- J. Eur. Orch. 50 (2-4): 299-314.

Im Frühjahr 2018 ergab sich die Gelegenheit, mehrere botanische Exkursionen zum Djebel Taya (Guelma, Nordost-Algerien) durchzuführen. Dabei konnten im Sektor C1 (nach QUÉZEL & SANTA 1962-1963) neue Fundorte von drei

Inventaire des ptéridophytes dans le Parc National d'El Kala (Algérie orientale)

Hamel Tarek¹, Boulemtafes Amir², Bellili Abdelmalek¹

¹Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie. Email: tarek_hamel@yahoo.fr

²Laboratoire d'écopédologie, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie

Correspondencia

H. Tarek

e-mail: tarek_hamel@yahoo.fr

Recibido: 28 mayo 2018

Aceptado: 1 julio 2018

Publicado on-line: octubre 2018

Résumé

Cette étude rapporte des données sur la diversité des Ptéridophytes du Parc National d'El Kala (Nord-Est algérien). Treize stations à caractéristiques écologiques différentes ont été prospectées; 27 espèces ont été identifiées, dont 7 sont rares. L'inventaire de ces taxons constitue une étape importante pour le développement des stratégies de conservation des ressources génétiques et de la diversité des fougères et lycophytes sur l'ensemble de leur aire de distribution naturelle. Le statut des espèces et les principales menaces pour les habitats sont discutés.

Mots clés: Fougères, Ptéridophytes, Algérie, menaces, conservation.

Abstract

Inventory of pteridophytes in the El Kala National Park (Eastern Algeria)

This study reports data on the diversity of the Pteridophyte of El Kala National Park (North east Algeria). Thirteen stations with different ecological characteristics were prospected; 27 species have been identified (7 of which are exceptionally rare).

The inventory of these species constitutes an important stage for the development of the strategies of preservation of the genetic resources and the diversity of ferns and lycophytes on their whole area of natural distribution. The status of species and major threats to the habitats are discussed.

Key words: Ferns, Pteridophytes, Algeria, threats, conservation.

Introduction

Les ptéridophytes comprennent deux lignées évolutives distinctes et non étroitement apparentées, les lycophytes et les fougères – parfois nommées monilophytes (Pryer *et al.* 2004; Smith *et al.* 2006; PPG1 2016). Ces lignées d'origine plus anciennes que celles des plantes à graines, continuent d'occuper de nombreuses niches écologiques diverses, terrestres, marécageuses et même aquatiques.

La zone de biodiversité de l'Afrique du Nord, de l'Est, est classée comme une zone de l'hyperdiversité ou point chaud ("hotspot") (Myers *et al.* 2000; Mittermeier *et al.* 2011). Sur 11916 espèces de ptéridophytes connues dans le monde (PPG1 2016), l'Algérie abrite 82 espèces (Dobignard &

Chatelain, 2010).

Selon Quézel et Santa (1962), l'Algérie est découpée en 20 secteurs phytogéographiques, dont 15 pour l'Algérie du Nord. Les secteurs les plus riches en ptéridophytes sont K1 (33 taxons) et K3 (28 taxons). Ensuite, viennent d'autres secteurs : K2 et A1 (avec 27 taxons pour chacun), A2 (avec 25 taxons) et O1 (avec 23 taxons).

Cette richesse remarquable en fougères dans la Numidie K3 s'explique que les plaines et reliefs littoraux de cette zone sont partie prenante du point-chaud de biodiversité végétale nommé "Kabylies-Numidie-Kroumirie" (Véla & Benhouhou, 2007).

Le vaste ensemble de point-chauds renferme le site d'El Kala1. Il est considéré comme une Zone importante pour les Plantes (Important Plants



L'impact de surpâturage sur les subéraies de la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien)

The impact of overgrazing on the Cork oak forest of the Edough peninsula (North east Algeria)

Tarek HAMEL¹, Amir BOULEMTAFES¹ & Abdelmalek BELLILI¹

Abstract: The Cork oak forest of the Edough peninsula (North-east Algeria) suffer many damages from the man and his herds. Their stability is threatened in the short term in all the studied stations. The increase in the number of sheep, goat and cattle herds, which have caused extensive damage to the natural environment. Indeed, overgrazing increases the number of therophytes on the number of perennials.

Keywords: Cork oak forest, Edough peninsula (North-east Algeria), overgrazing, therophytes, perennials.

Résumé : Les subéraies de la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien) subissent de nombreux dommages de la part de l'homme et de ses troupeaux. Leur stabilité est menacée à court terme dans toutes les stations étudiées. L'augmentation de nombre des cheptels ovin, caprin et bovin dont l'élevage extensif provoque des dégâts considérables au milieu naturel. En effet le surpâturage augmente le nombre des thérophytes sur le nombre des pérennes.

Mots-clés: Subéraie, péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien), surpâturage, thérophytes, pérennes.

INTRODUCTION

Le phénomène de dégradation des ressources naturelles est un phénomène très ancien dans la région méditerranéenne (BOUDY, 1952 ; MCGREGOR *et al.*, 2009). En effet, les sociétés ont continuellement transformé et modelé le paysage pour répondre à leurs besoins et services (WYMAN & STEIN, 2010). Ces transformations, imposées par des systèmes d'exploitation inappropriés des écosystèmes naturels, sont à l'origine de stades de dégradation irréversibles (M'HIRIT *et al.*, 1998).

Dans un contexte mondial de préservation de la biodiversité, l'étude de la flore du bassin méditerranéen, présente un grand intérêt, vu sa grande richesse liée à l'hétérogénéité de facteurs historiques, paléogéographiques, paléoclimatiques, écologiques et géologiques qui la caractérisent, ainsi qu'à l'impact séculaire de la pression anthropique (QUÉZEL *et al.*, 1980).

Le pâturage en forêt est une tradition encore vivace dans les pays d'Afrique du Nord. Les bovins, les ovins, mais aussi les caprins y ont de tout temps trouvé en partie ou en totalité leur ration alimentaire. Ce cheptel a ainsi exploité les forêts, les parcours collectifs, les jachères et les chaumes, en alternance, selon les saisons (KARMOUNI, 1997).

Dans ce contexte, les travaux les plus récents réalisés sur la végétation et l'influence anthropique dans Numidie en général et la péninsule de l'Edough en particulier, citons ceux de : TOUBAL-BOUMAZA, 1986 ; DE BÉLAIR *et al.*, 2005 ; BELOUAHEM-ABED *et al.*, 2012 ; HAMEL, 2013 ; HAMEL *et al.*, 2017 ; HAMEL & BOULEMTAFES, 2017).

L'objectif de cette étude est de caractériser les sites d'études pour comprendre l'impact de surpâturage sur la compositions floristique des subéraies. Afin de répondre à cette question et atteindre l'objectif de l'étude, des méthodes simples d'inventaires floristiques.

¹ Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie, 23000.

T. Hamel, Z. Azzouz, A. M. Bellili, L. Boutabia & S. Telailia

L'arctothèque souci (*Arctotheca calendula*): une nouvelle espèce exotique pour la flore algérienne

Abstract

Hamel, T., Azzouz, Z., Bellili, A. M., Boutabia, L. & Telailia, S.: L'arctothèque souci (*Arctotheca calendula*): une nouvelle espèce exotique pour la flore algérienne. — Fl. Medit. 30: 137-142. 2020. — ISSN: 1120-4052 printed, 2240-4538 online.

The Cape marigold (*Arctotheca calendula*): a new exotic species for the Algerian flora. — The authors report the recent discovery in Algeria of a xenophyte belonging to the *Asteraceae*. *Arctotheca calendula*, native to South Africa, was observed for the first time, in the northeast of the country (Oriental Numidia).

Key words: alien species, xenophytes, *Asteraceae*, Oriental Numidia, Algeria.

Introduction

Des observations de terrain au cours des dernières années ont permis non seulement l'amélioration des connaissances floristiques de la Numidie K₃ (*sensu* Quézel & Santa 1962) (voir par exemple de Bélair 2005 ; Belouahem & al. 2011; Bouldjedri & al. 2011; Hamel & al. 2013; Hamel & Meddad-Hamza 2016; Allem & al. 2017; Hamel & al. 2018; Dechir & al. 2019; Boutabia & al. 2019; Fetnaci & al. 2019; Hamel & al. 2019), mais aussi la découverte de nombreux nouveaux taxons indigènes pour la flore algérienne (de Bélair & Boussouak, 2002; de Bélair & Véla 2011; de Bélair & al. 2012; Véla & al. 2012; Véla & de Bélair 2013; Hamel & Boulemtafes 2017a) et non indigènes (Véla & al. 2013; Hamel 2016; Meddour & El Mokni 2016; Miara & al. 2018; Hamel & Azzouz 2018; Sakhraoui & al. 2019a 2019b). Ainsi que de nouvelles localités des espèces (Hamel et Boulemtafes 2017b; Boulemtafes & al. 2018; Hamel & al. 2020).

Nous rapportons dans ce travail une première contribution qui évoque, jusqu'à présent, la présence réelle d'*Arctotheca calendula* sur le territoire algérien.

Observations et détermination

En premier lieu, il convient de noter que cette espèce ne semble pas avoir été préalablement signalée en Algérie (cf. Battandier 1888-1890; Battandier & Trabut 1905; Maire

***Lasallia pustulata* (L.) Mérat, une nouvelle espèce pour la flore lichénique d'Algérie**

Abderachid SLIMANI¹, Mohamed AIT HAMMOU², Tarek HAMEL¹, Amir BOULEMTAFES¹,
Rafika BRAKNI¹, Dounia ZEGHOUMA¹, Abdelmalek BELILI¹ & Mohamed DJAMEL MIARA^{2*}

SLIMANI A., AIT HAMMOU M., HAMEL T., BOULEMTAFES A., BRAKNI R., ZEGHOUMA D., BELILI A. & DJAMEL MIARA M., 2020.
Lasallia pustulata (L.) Mérat, une nouvelle espèce pour la flore lichénique d'Algérie. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles* 99: 119-128.

Résumé

Dans ce manuscrit, les auteurs signalent la présence d'une espèce qui n'a jamais été citée dans la littérature sur la flore lichénique algérienne « *Lasallia pustulata* (L.) Mérat ». Ce lichen foliacé à thalle ombiliqué fait partie de la famille exceptionnelle des *Umbilicariaceae* repérée pour la première fois dans la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien).

Mots-clés : Lichen, *Umbilicariaceae*, Péninsule Edough, Afrique du Nord.

SLIMANI A., AIT HAMMOU M., HAMEL T., BOULEMTAFES A., BRAKNI R., ZEGHOUMA D., BELILI A. & DJAMEL MIARA M., 2020.
Lasallia pustulata (L.) Mérat, a new species for the lichen flora of Algeria. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles* 99: 119-128.

Abstract

In this paper, authors indicate the presence of a species that had never been mentioned in the literature on Algerian lichen flora « *Lasallia pustulata* (L.) Mérat ». This foliose lichen species with an umbilicate thallus belongs to the exceptional *Umbilicariaceae* family, found for the first time in the Edough peninsula (North-East of Algeria).

Keywords : Lichen, *Umbilicariaceae*, Edough peninsula, North Africa.

¹ Département de Biologie, Université BADJI Mokhtar – Annaba – 23000, Algérie.

² Laboratoire d'Agro Biotechnologie et de Nutrition en Zones Semi-arides., Faculté SNV, Université de Tiaret, Algérie.

Slimani : slim23000@hotmail.fr

T. hamel : tarek_univ_bve@hotmail.fr

A. Boulemtafes : boulemtafesamir@yahoo.fr

M. Ait Hammou : mohamedait Hammou@gmail.com

*Auteur correspondant : Dr. Mohamed Djamel Miara

Department and Faculty of NLS. University Ibn Khaldoun, Tiaret, 14000, Algeria.

miara14130@yahoo.fr

