



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

جامعة باجي مختار - عنابة

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Thèse en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat

Spécialité : PROTECTION, CONSERVATION ET VALORISATION DES
RESSOURCES NATURELLES

Intitulée

Contribution à l'étude de la végétation littorale numidienne : phytoécologie et conservation

Presentée par : BOULEMTAFES Amir

Devant le jury :

DJEMAI Rachid	Professeur	Président	UBMAnnaba
HAMEL Tarek	Maitre de conférences A	Directeur de thèse	UBMAnnaba
LAIFA Aziz	Professeur	Co-directeur de thèse	UBMAnnaba
BOUTABIA Lamia	Maitre de conférences A	Examinatrice	UCBEI Tarf
SLIMANI Ali	Professeur	Examinateur	UCBEI Tarf
MEDDAD-HAMZA Amel	Maitre de conférences A	Examinatrice	UBMAnnaba
BELABED Ibrahim Adnene	Maitre de conférences A	Membre invité	UBMAnnaba

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

« Un long travail de grande haleine », quatre ans de doctorat m'ont apporté plusieurs avantages surtout personnels. Mes premières intentions de remerciement vont tout d'abord à mon directeur de thèse M. HAMEL Tarek, pour m'avoir permis de vivre cette expérience, pour ses conseils et son aide précieuse et pour m'avoir guidé dans les différentes étapes de ce travail de thèse.

Je tiens à remercier mon co-encadrant M. LAIFA Aziz, et bien évidemment, merci aux rapporteurs et membres du jury d'avoir accepté de juger mon travail.

Je remercie très affectueusement M^{me} MEDDAD-HAMZA Amel pour son aide, son encouragement et son soutien et de sa précieuse expérience tant sur le plan scientifique au cours de mes travaux de recherche que sur celui de la pédagogie.

Je remercie en particulier M. DJEMAI Rachid Professeur à l'université d'Annaba d'avoir accepté de présider la table de jury et M. BELABED Ibrahim Adnene, M^{me} BOUTABIA Lamia et M. SLIMANI Ali d'avoir accepté d'évaluer et d'examiner cette thèse.

Autant je remercie, mon ami BELLILI Abdelmalek pour les belles campagnes de terrain effectuées dans la bonne humeur, que le soleil brille, qu'il pleuve ou qu'il vente. Même dans le froid, cette campagne restera un de mes plus beaux souvenirs de thèse.

Merci à M. VELA Errol pour m'avoir accepté en stage de formation au CIRAD de Montpellier-France. Je le remercie pour sa présence et de m'avoir orienté dans ce domaine et pour les précieux documents scientifiques mis à ma disposition.

Je tiens à remercier par ailleurs Monsieur Gérard de Belair pour ses publications qui nous ont beaucoup aidé, ses orientations et notamment l'identification de taxons difficilement identifiables.

Enfin, je remercie toute personne qu'm'a apportée son aide de près ou de loin.

Résumé

Ce travail de thèse s'inscrit dans le contexte général de l'étude de la biodiversité végétale de la frange littorale numidienne. Il fait appel essentiellement aux techniques d'échantillonnage en botanique afin de nous permettre et permettre à la communauté scientifique de bien visualiser l'intérêt de certaines zones géographiques, en termes de diversité en plantes vasculaires très rarement explorées et aux décideurs politiques de s'orienter vers des décisions rationnelles visant la protection du patrimoine naturel national et mondial.

Bien que les littoraux soient très bien étudiés à l'échelle internationale, le littoral de la Numidie (Nord-Est de l'Algérie), n'est nullement étudié hormis des observations botaniques. En conséquence, il en demeure des incertitudes fortes à propos de la connaissance de sa véritable composition floristique. Ce manque de connaissances est dû en grande partie à l'histoire sécuritaire mouvementée de la région numide, et le caractère sauvage et hostile de ses écosystèmes très difficilement accessibles aux chercheurs scientifiques.

L'objectif de ce travail de thèse est l'étude écologique de la flore vasculaire des écosystèmes du littoral numidien (dunes, estuaires, falaises, plages et îles).

Sur une période de cinq années, les campagnes d'échantillonnage ont permis de recenser 436 espèces dont 59 sont endémiques. Aussi, elles ont permis de décrire en particulier plusieurs nouvelles répartitions de 42 taxons. Ceci apporte une énorme poussée à la connaissance de la biogéographie de répartition de taxons rares et endémiques et plus de clarté sur son état écologique actuel.

Mots clés : Phytoécologie, littoral, Numidie, endémisme, rareté, conservation.

Abstract

This thesis work is part of the general study of plant biodiversity in the Numidia coastal fringe. For the most part, it uses botany sampling techniques to allow on the one hand, the scientific community to clearly visualize the interest of certain geographic areas, in terms of diversity in vascular plants, very rarely explored, and on the other hand, to the government decision-makers to move towards rational decisions protecting the national and world natural heritage.

Although the coasts are very well studied internationally, that of Numidia (North-eastern Algeria), is nowise studied except for botanical observations, there are strong doubt of knowledge of its floristic composition. This lack of knowledge was due to the security instability in the region, and the wildness of its ecosystems which are very difficult to access.

The aim of this thesis work was to study the ecology of the vascular flora and ecosystems that the Numidia coastline encompasses (Dune, estuary, cliff, beach and island).

The five years of sampling campaigns made it possible to identify 436 species of which 59 are endemic. And allows particularly describing several new distributions of 42 taxa.

This work brings a huge boost to the knowledge of the biogeography of distributions of rare and endemic taxa and more clarity on its current ecological state.

Keywords: Phytoecology, coastline, Numidia, endemism, rarity, conservation.

ملخص

يعد عمل هذه الدراسة جزءاً من السياق العام لدراسة التنوع البيولوجي النباتي على الساحل النوميدي، وتعتمد هذه الدراسة أساساً على تقنيات أخذ العينات في علم النبات من أجل تمكين المجتمع العلمي من رؤية أهمية بعض المناطق الجغرافية بوضوح، وذلك من حيث التنوع في النباتات الوعائية، ونادراً ما يتم استكشافها وتوجيه الساسيين لإتخاذ قرارات عقلانية التي تحمي التراث الطبيعي الوطني والعالمي.

على الرغم من أن السواحل تمت دراستها جيداً على المستوى الدولي، فإن نوميديا (شمال شرق الجزائر)، لم تتم دراستها بأي حال من الأحوال باستثناء الملاحظات النباتية، إلا أنه لا تزال هناك شكوك قوية في معرفة تكوينها النباتي الأصلي. هذا النقص المعرفي يرجع إلى التاريخ الأمني المضطرب للمنطقة، ونظامها البيئي الوعر الذي يصعب الوصول إليه.

كان الهدف من هذا العمل دراسة إيكولوجيا النباتات الوعائية والأنظمة البيئية التي يشملها الساحل النوميدي (الكتبان الرملية، المصببات المائية، الأجراف، الشواطئ، الجزر).

استمرت حملات أخذ العينات لمدة خمس سنوات، وقد أتاحت هاته الأخيرة التعرف على 436 نوعاً منها 59 مستوطنة و عدة توزيعات جديدة لـ 42 نوع نباتي.

هذا يجلب دفعة كبيرة لمعرفة الجغرافيا الحيوية لتوزيعات الأصناف النادرة والمستوطنة والمزيد من الوضوح حول حالتها البيئية الحالية.

الكلمات المفتاحية: علم النبات النباتي، الخط الساحلي، نوميديا، التوطن، الندرة، الحفظ.

Table des matières

1. Introduction générale.....	7
1.1. Historique des prospections botaniques (Algérie du Nord).....	11
1.2. La Numidie au sens des subdivisions phytogéographiques.....	12
1.3. Milieux insulaires	15
1.4. Objectifs de la thèse et organisation du manuscrit	16
1.5. Structuration de la thèse	17
Chapitre I : Matériel et méthodes	1
2. Région d'étude	18
2.1. Situation géographique	18
2.2. Le littoral et ses limites écologiques.....	19
2.3. Morphologie	20
2.4. Activité humaine.....	21
2.5. Climatologie	23
2.6. Géologie.....	23
3. Méthodes	24
3.1. Etude floristique	24
3.2. Indice d'abondance et répartition des espèces.....	24
3.3. Modes de dissémination	25
3.4. Détermination et identification des plantes mellifères	25
3.5. Enquête ethnobotanique	25
3.6. Collecte des données environnementales	25
3.7. Analyse écologique.....	27
3.8. Analyse numérique des données floristiques.....	27
3.8.1. Indice de similarité de Sorensen	27
3.9. Analyse Canonique des Correspondances.....	28
Chapitre II : Milieu continental	27
Premières pages des articles scientifiques :	29
4. Introduction	35
5. Résultats	37
5.1. Composition de la flore.....	37
5.2. Diversité biologique	40
5.3. Diversité biogéographique	40
5.4. La richesse floristique des différentes communautés	42
5.5. Analyse canonique des correspondances flore / environnement	42
6. Discussion.....	45

6.1. Composition de la végétation.....	45
6.2. Diversité biologique et phytogéographique	45
6.3. Nouvelle répartition des plantes.....	46
6.4. Valeur écologique de littoral numidien.....	65
6.5. Rareté chez les principales distributions biologiques et biogéographiques.....	70
6.6. Des taxons critiques à aire de répartition restreinte	73
6.7. Une dynamique régressive inquiétante	76
6.8. Interprétation écologique des communautés.....	77
Conclusion	78
Chapitre III : Milieu insulaire.....	80
Premières pages d'un projet international	98
7. Introduction	100
8. Résultats	102
8.1. Typologie de la végétation insulaire	102
8.2. Végétation insulaire des rochers maritimes	102
8.3. Végétation liée aux reposoirs à goéland	104
8.4. Végétation des prairies et friches semi-halophiles.....	106
8.5. Végétation des fruticées et maquis thermophiles.....	106
8.6. Richesse spécifique	109
8.7. Biologie et biogéographie des espèces.....	118
8.8. Végétaux patrimoniaux	119
8.9. Les espèces exotiques	121
8.10. Mode de dissémination.....	122
8.11. Caractéristiques édaphiques	122
8.12. Analyse de la similitude floristique entre les îles étudiées.....	123
8.13. Relation entre la richesse floristique et les variables étudiées	126
8.14. Individualisation des groupements végétaux réalisée par une analyse canonique des correspondances selon les variables de l'environnement.....	129
9. Discussion	131
9.1. Diversité végétale et stratégies de vie des espèces	131
9.2. Phénomène de raréfaction ou d'absence de végétaux communs sur le continent	133
9.3. Phénomène de différenciation microinsulaire et endémisme	133
9.4. Taxons patrimoniaux des îles.....	134
9.5. Influence des variables environnementales sur la richesse floristique des îles....	137
9.6. Menaces et enjeux de conservation de la flore	138
10. Conclusion	141

Chapitre IV : Service écosystémique des plantes mellifères et médicinales.....	143
Premières pages des articles scientifiques	143
11. Introduction	146
12. Résultats.....	147
12.1 Diversité des plantes mellifères	147
12.2. Etude ethnobotanique.....	155
12.3. Utilisation des plantes médicinales	155
13. Discussion.....	161
13.1. Diversité des plantes médicinales	163
14. Conclusion	164
Conclusion générale	166
Références bibliographiques	169
Annexe	186

Liste des figures

Figure 1. Les 11 « mini hot spots » du bassin méditerranéen basé sur l'endémisme végétal et la richesse, (Médail et Quézel, 1997, modifié).....	9
Figure 2. Zones importantes pour les plantes (2019) sur le bassin méditerranéen (Selon Benhouhou et al., 2018)	10
Figure 3. Carte phytogéographique de l'Algérie du Nord (Quèzel et Santa, 1962)	12
Figure 4. Situation géographique de la Numidie littorale	19
Figure 5. Urbanisation des bandes de 100 m et de 300 m (représentation à partir des données du bornage du domaine littoral algérien)	22
Figure 6. Carte géologique de la région d'étude	23
Figure 7. a. Falaises maritimes de la Voile Noire, b. Dalles maritimes de la Messida, c. Dunes maritimes de la Mafragh, d. Embouchure de la Mafragh.....	38
Figure 8. Carte de l'Analyse Canonique des Correspondances (ACC)	44
Figure 9. a : <i>Allium commutatum</i> , b : <i>Allium porrum</i> subsp. <i>polyanthum</i> , c : <i>Andryala laxiflora</i> , d : <i>Anthemis maritima</i> subsp. <i>maritima</i> , e : <i>Anthyllis barba-jovis</i> , f : <i>Antirrhinum tortuosum</i>	60
Figure 10. a : <i>Brassica fruticulosa</i> subsp. <i>numidica</i> , b : <i>Bunium crassifolium</i> , c : <i>Calendula suffruticosa</i> subsp. <i>monardii</i> , d : <i>Centaurea papposa</i> , e : <i>Dianthus sylvestris</i> subsp. <i>aristidis</i> , f : <i>Echinophora spinosa</i>	61
Figure 11. a : <i>Euphorbia dendroides</i> , b : <i>Limonium fradinianum</i> , c : <i>Limonium spathulatum</i> subsp. <i>spathulatum</i> , d : <i>Limonium virgatum</i> , e : <i>Lonas inodora</i> , f : <i>Malva arborea</i>	62
Figure 12. a : <i>Matthiola incana</i> subsp. <i>incana</i> , b : <i>Matthiola sinuata</i> var. <i>numidica</i> , c : <i>Plantago crassifolia</i> , d : <i>Pteris vittata</i> , e : <i>Romulea leichtliniana</i> , f : <i>Romulea ramiflora</i>	63
Figure 13. a : <i>Sonchus asper</i> subsp. <i>glaucescens</i> , b : <i>Sedum tuberosum</i> , c : <i>Senecio angulatus</i> , d : <i>Seseli praecox</i> , e : <i>Silene rosulata</i> subsp. <i>rosulata</i> , f : <i>Sixalix farinosa</i>	64
Figure 14. a : <i>Teucrium fruticans</i> , b : <i>Vera-duthiea noctiflora</i>	65
Figure 15 a. <i>Rouya polygama</i> , b. <i>Andryala nigricans</i> , c. <i>Ipomoea imperati</i> , d. <i>Polycarpon tetraphyllum</i> subsp. <i>catalaunicum</i> , e. <i>Genista numidica</i> subsp. <i>numidica</i> , f. <i>Barnardia numidica</i>	72
Figure 16 g. <i>Ambrosinia bassii</i> , h. <i>Stachys marrubiiifolia</i> , i. <i>Armeria mauritanica</i> , j. <i>Pistorinia breviflora</i> subsp. <i>breviflora</i>	73
Figure 17. a. <i>Genista aspalathoides</i> Lam. subsp. <i>aspalathoides</i> , b. <i>Lithodora rosmarinifolia</i> (Ten.) I. M. Johnst., c. <i>Malcolmia malcolmioides</i> (Coss. & Durieu) Greuter & Burdet, d. <i>Limonium narbonense</i> Mill., e. <i>Anthemis secundiramea</i> Biv., f. <i>Brassica insularis</i> Moris.	75
Figure 18. La situation géographique de chaque île échantillonnée, (Google Earth pro 2020) (modifié, par BOULEMTAFES A.).....	101
Figure 19. A : groupement de l'île Calissar Ouest ; b : Groupement des falaises de l'île Gargamiz	103
Figure 20. a. Groupement de l'île la Fontaine romaine ; b. Groupement de l'île Boutribicha	103
Figure 21. a. Goléand leucophée, b. Reposoir à goélands engendrant la dénudation et la nitrophilisation de la végétation des rochers maritimes de l'île Kef Amor	104
Figure 22. Groupement à <i>Atripmex prostrata</i> sur l'île de Srigina.....	105
Figure 23. a et b. Groupement de <i>Malva arborea</i> L. sur l'île Kef Omar	105

Figure 24. Formation à carotte maritime et dactyle sur la côte de Garguamiz	106
Figure 25. Groupement à Daoum sur le maquis de Gargamiz	107
Figure 26. a et b. Groupement à <i>Juniperus oxycerus</i> et <i>J. phoenicea</i> subsp. <i>turbinata</i> , sur l'île de Calissar	108
Figure 27. Groupement à <i>Pistacia lentiscus</i> et <i>Phillyrea latifolia</i> sur l'île de Boutribicha ...	108
Figure 28. Distribution des types biologiques sur les 14 îles échantillonnées	118
Figure 29. Distribution des types biogéographiques sur les 14 îles échantillonnées	119
Figure 30. Différents modes de dissémination dans les 14 îles échantillonnées.....	122
Figure 31. a : Corrélation entre la richesse floristique et le pH; b : la conductivité électrique; c : la matière organique et d : la Surface.	127
Figure 32. e : Corrélation entre la richesse floristique et la distance au continent ; f : le nitrate et g : l'altitude.	128
Figure 33. Carte factorielle appliquée aux données des variables floristiques et environnementales par une ACC.....	130
Figure 34. a. <i>Brassica insularis</i> Moris, b. <i>Calendula suffruticosa</i> Vahl subsp. <i>boissieri</i> Lanza, c. <i>Fumaria bicolor</i> Nicotra, d. <i>Lotus drepanocarpus</i> Durieu, e. <i>Sideritis romana</i> L. subsp. <i>numidica</i> Batt., f. <i>Silene sedoides</i> Poir.....	136
Figure 35. a. Profil des enquêtés – sexe ; b. Profil des enquêtés – situation familiale ;	156
Figure 36. Calendrier de l'apparition des couleurs des fleurs des espèces les plus butinées par les abeilles	163

Liste des tableaux

Tableau 1. Liste systématique des espèces inventoriées dans tout le littoral numidien (Nord-Est de l'Algérie) avec leurs types biologiques, biogéographiques et leur présence dans quelques relevés	39
Tableau 2. Calcul des indices de la diversité.....	42
Tableau 3. Les plantes à valeur patrimoniale dans la région d'étude	67
Tableau 4. Taux du degré de rareté dans les principales distributions biogéographiques	71
Tableau 5. Liste des espèces rares et endémiques recensées dans les îles étudiées	74
Tableau 6. Liste des espèces recensées dans les 14 îles échantillonnées	110
Tableau 7. Végétaux vasculaires remarquables signalés sur les 14 îles échantillonnées.....	120
Tableau 8. Caractéristiques physico-chimiques du terrain des îles étudiées.....	123
Tableau 9. Indices de similarité (établis 2 à 2) des 14 îles étudiés.....	125
Tableau 10. Comparaison de la richesse floristique (plantes vasculaires indigènes et exotiques) des îles étudiées	132
Tableau 11. Liste des plantes mellifères recensées dans les stations du littoral numidien	148
Tableau 12. Liste des plantes médicinales recensées dans la flore du littoral numidien, propriétés thérapeutiques et modes de préparations.....	158
Tableau 13. Fiche d'enquête ethnobotanique.....	187
Tableau 14. Géolocalisation des 14 îles échantillonnées	188
Tableau 15. Géolocalisation des stations échantillonnées	189

1. Introduction générale

La biodiversité de la Terre est en danger. La combinaison d'une consommation non durable dans les pays développés et d'une pauvreté persistante dans les pays en développement détruit le monde naturel (Gosselin et al., 2017).

Les régions les plus sauvages continuent de subir des impacts néfastes de l'expansion agricole, de l'urbanisation et du développement industriel, la surexploitation menace la viabilité des populations sauvages, les espèces envahissantes font des ravages sur les écosystèmes, la pollution chimique altère les processus biochimiques dans le sol, l'air et l'eau, et propage rapidement des maladies qui mettent en péril des écosystèmes naturels (Duraiappah et al., 2005 ; Vitousek et al., 1997 ; Wake et Vredenburg, 2008)

D'un point de vue de bien-être matériel, à mesure que les espèces disparaissent, la sécurité sanitaire de chaque être humain est de plus en plus affectée. Les espèces que possède notre planète sont un vaste entrepôt génétique qui peut abriter un remède contre le cancer, le paludisme ou de potentiel nouveau pathogène et des remèdes à découvrir (Duraiappah et al., 2005).

Les espèces sauvages représentent plus de la moitié de tous les médicaments commerciaux (Chivian et Bernstein, 2008). Ce que nous perdons en biodiversité actuellement peut être comparé à un incendie qui ravage une bibliothèque du monde sans connaître le contenu de 90% ou plus des livres.

La biologie de conservation en réponse à ces problématiques a pour but de comprendre et de contrôler l'impact de l'homme sur la nature, porter secours aux habitats naturels les plus fragiles et faire baisser le taux d'extinction des espèces (Delord, 2010).

En 1992, le sommet de la Terre de Rio de Janeiro fut une grande poussée vers un engagement mondial, en s'appuyant sur une stratégie mondiale de conservation (SMC). Une stratégie qui devait faire face à des difficultés d'application, dont la non - uniformité de répartition des taxons sur le globe, le manque d'information taxonomique dans certaines zones géographiques hostiles et la difficulté de mesurer la diversité taxonomique globale et locale.

De plus, évaluer systématiquement la biodiversité, dépend toujours des informations de base du nombre de taxons présents dans une zone donnée, leur répartition et leurs relations taxonomiques, chose qui s'avère très difficilement réalisable aux jours actuels (Vane-Wright et al., 1991).

La plupart des modèles proposés par les experts en biologie de la conservation convergent sur une stratégie commune : agir au niveau des zones géographiques bien délimitées qui sont à la fois riches en espèces et ayant perdues une partie de leur biodiversité de base, c'est-à-dire concentrer les efforts scientifiques de conservation et de protection sur des zones prioritaires biogéographiquement (Marchese et Christian, 2015).

En se basant sur ces derniers critères, Mayer et son équipe ont inventé les points chauds de biodiversité (*Biodiversity hotspots*) : des zones géographiques où la biodiversité est à son maximal et les menaces sont en cours de destruction depuis les trente dernières années (Myers et al., 2000).

Jouissant d'un important potentiel de richesse biologique, le bassin méditerranéen fait partie des régions les plus riches en espèces et parmi les régions les plus exposées aux facteurs de dégradations anthropiques et naturels (de Montmollin et Strahm, 2005 ; Pavon et Véla, 2011). Ce qui explique son statut de point chaud de biodiversité mondial parmi les 34 régions identifiées par (Mayer et al., 2000).

La biodiversité végétale du bassin méditerranéen se répartit inégalement sur un territoire qui ne représente que 1.6 % de la surface de la terre (Quézel, 1985 ; Greuter, 1991 ; Myers et al., 2000 ; Cuttelod et al., 2009). Une surface aussi petite avec un grand potentiel, évalué à 22.500 espèces soit 7% du total mondial en plantes vasculaires (Cañadas et al., 2014), ces chiffres deviennent plus intéressants en les comparant par exemple avec l'Europe non méditerranéenne et ses 6000 espèces.

Pour acquérir des connaissances plus précises à l'échelle locale, dix *hotspots* régionaux tout autour du bassin méditerranéen ont été identifiés (Médail et Diadema, 2006). Ces zones de superficie réduite par rapport aux points chauds de Mayer, hébergent environ 5.500 espèces végétales endémiques (44 % de l'ensemble) sur 22 % des terres, soit environ 515.000 km² (Médail et Myers, 2004) (Fig. 1).



Figure 1. Les 11 « mini hot spots » du bassin méditerranéen basés sur l'endémisme végétal et la richesse (Médail et Quézel, 1997, modifiée)

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.

Une autre méthode de zonation écologique à l'image des *hotspots* était initiée en 2011 par (Redford et al., 2011) en Afrique du Nord, au Proche-Orient et en Albanie (Fig. 2). Appelé projet Zone Importante pour les Plantes (ZIP), ce modèle a permis d'identifier 207 ZIP, toujours dans la même optique : mettre l'accent sur la rareté, l'endémisme et le statut de menace global ou national, toute en prenant en compte les critères de classification proposés par (UICN, 2001).

Les données provenant des trois rives de la Méditerranéen (européenne, asiatique et africaine) ont permis l'évaluation de l'état de la biodiversité végétale du bassin méditerranéen en mettant en avant le nombre d'espèces recensées, les menaces existantes et le taux de rareté et d'endémisme (Médail et Quézel, 1997).

Le résultat le plus récent a identifié deux pôles principaux de diversité floristique sur le bassin méditerranéen, l'un occidental qui comprend péninsule Ibérique, le Maroc et l'Algérie (secteur oranais et kabyle), et l'autre oriental avec la Turquie et la Grèce où le taux d'endémisme dépasse les 20% en particulier dans les îles et les hautes montagnes (Véla, 2017).

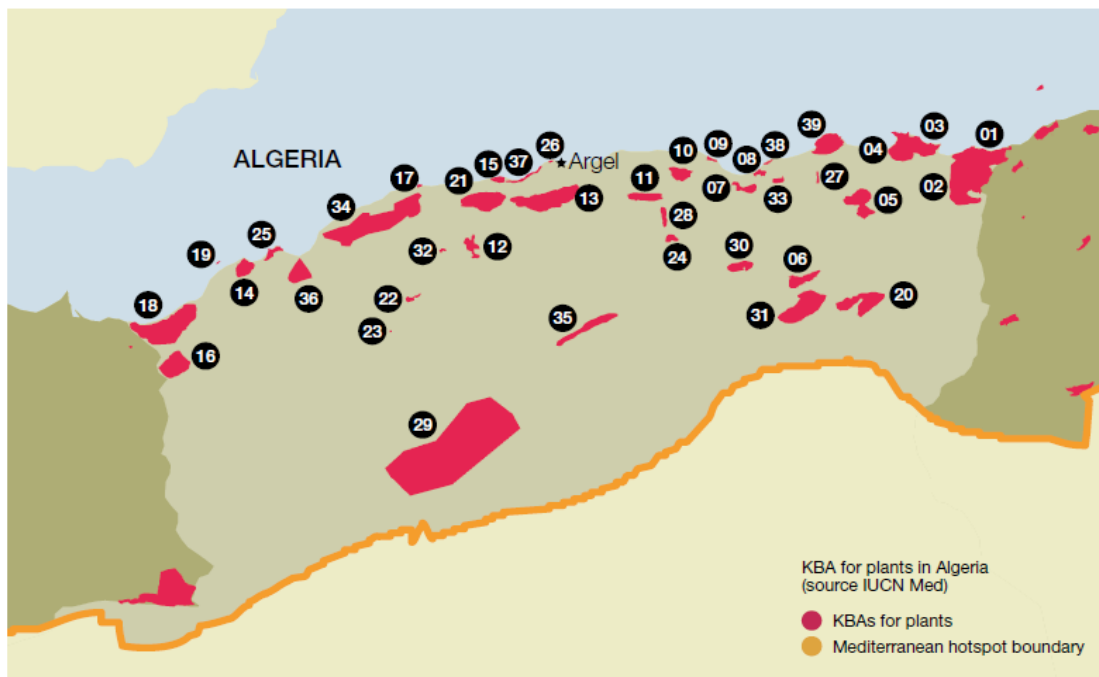


Figure 2. Zones importantes pour les plantes (2019) sur le bassin méditerranéen (Benhouhou et al., 2018)

L'endémisme caractérise le mieux le bassin méditerranéen, en abritant un grand nombre d'espèces qui n'existent nulle part ailleurs avec un taux exceptionnellement élevé, estimé à 52 % sur 22500 taxons (Véla, 2017).

En effet, la conservation de la biodiversité végétale repose sur une étape cruciale, s'illustre par une hiérarchisation des taxons par soucis de conservation, dont le but est d'établir un ordre de priorité et que cette étape réussit à rationaliser les techniques d'applications (l'UICN, 2006)

Or, cette dernière ne peut s'appliquer sans avoir acquis des connaissances précises sur le statut taxonomique des espèces surtout dans les régions les plus reculées (Coates et Atkins, 2001 ; Gauthier et al., 2010).

1.1. Historique des prospections botaniques (Algérie du Nord)

En Algérie, depuis les grandes explorations botaniques datant de l'époque coloniale ou peu avant (Desfontaines, 1798, 1799 ; Mutel, 1835 ; Battandier et Trabut, 1884, 1888–1890 ; Poiret, 1789 ; Shaw, 1830 ; Legrand, 1854 ; Bory, 1838 ; Cosson, 1883–1887 ; Maire, 1952–1987 ; Quézel et Santa, 1962–1963), les recherches nouvelles de botanique systématique et phytogéographique demeurent malheureusement rares.

En Algérie, plusieurs régions restent à ce jour peu explorées y compris celles classées en tant que “point-chaud” (*hotspot*) de biodiversité (Médail et Quézel, 1997 ; Véla et Benhouhou, 2007), mais aussi certaines zones classées zones importantes pour les plantes en Algérie (Yahi et al., 2012 ; Benhouhou et al., 2018).

A l'échelle de la planète, les littoraux comptent parmi les milieux présentant les plus grands enjeux en matière de conservation de la biodiversité et de gestion des interactions hommes-milieux (Robert, 2009). Grâce à leur diversité biologique, écologique et paysagère, (Massifs dunaires, dépressions arrière-dunaires, cordons de galets, dalles rocheuses, falaises maritimes et plaines littorales), les littoraux offrent un habitat particulier pour diverses communautés végétales (pelouses, garrigues, maquis ou forêts).

Le littoral de l'Algérie s'étend sur 1 622 kilomètres (Beneddine et Zenasni, 2019) , englobant des zones de grande valeurs écologique, dont la plupart se situe au nord-est, communément appelé Numide, une région qui a connu une hétéroclite civilisation à travers son histoire (Berbère, Nomade, Arabo-musulman, Romain, Phéniciens), conditionnant parfois la physionomie des communautés végétales et ayant permis l'introduction de certains taxons non indigènes favorisant ainsi une cohabitation avec les espèces autochtones, surexploitation des sols et la conversion d'une grande partie de la végétation vierge en paysages agricoles (Vogiatzakis et al., 2016).

D'une manière ou d'une autre et dans tous les secteurs phytogéographiques du Nord algérien (O₁ : secteur oranais ; A₁ : secteur algérois ; K₁ : Sous-secteur de la grande Kabylie ; K₂ : Sous-secteur de la petite Kabylie ; K₃ : Sous- secteur de la Numidie) définit par Maire (1951) et Quézel et Santa (1962) (Fig. 3), Les marges littorales numidiennes détiennent un taux important de biodiversité végétale, malgré leur superficie restreinte qui se limite à des zones comprises entre la ligne du rivage et le début du maquis, un milieu où les endémiques sont principalement concentrées sur les îles, les péninsules, les falaises rocheuses et les pics montagneux.

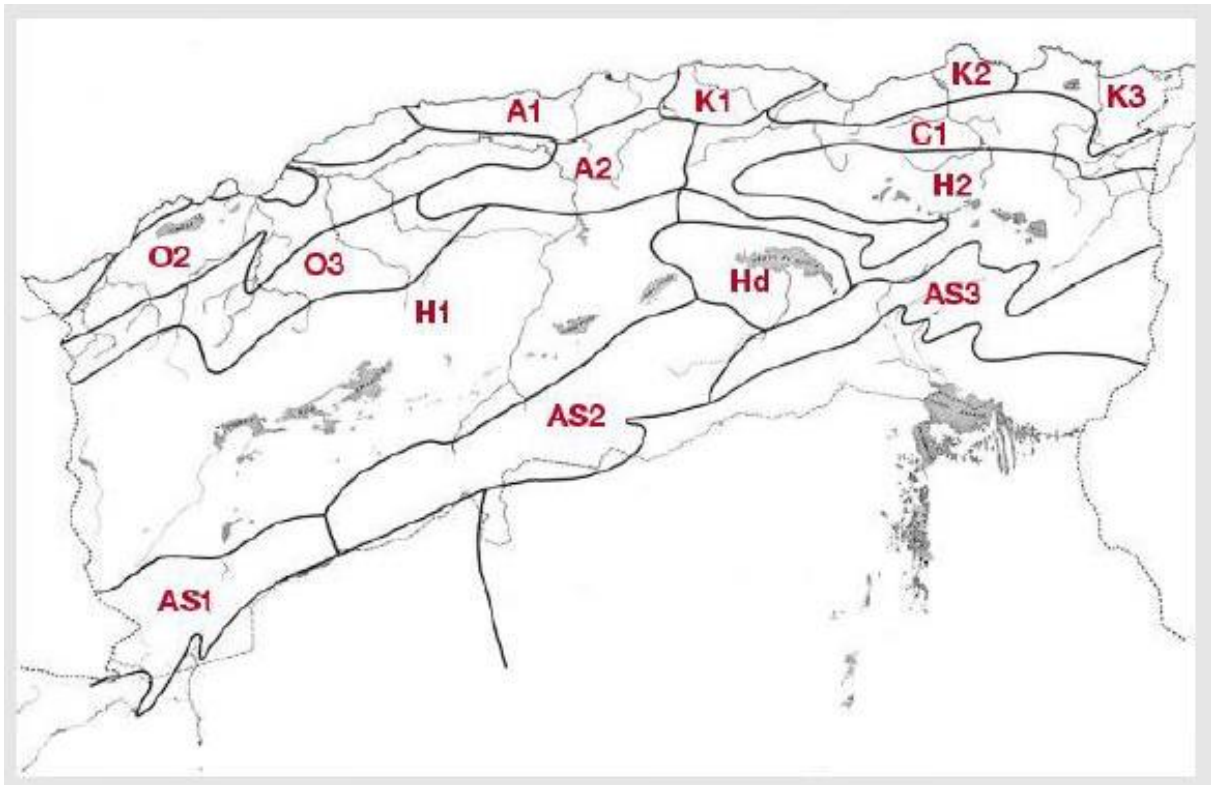


Figure 3. Carte phytogéographique de l'Algérie du Nord (Quézel et Santa, 1962)

La difficulté d'accès à ces zones à cause des obstacles naturels (falaises, terrain rocheux, système dunaire trop vaste, îlots, pics), fait que ces zones restent peu prospectées et dont certaines n'ont même pas été explorées. Un prérequis s'impose alors afin de combler le déficit de connaissance de tels milieux.

1.2. La Numidie au sens des subdivisions phytogéographiques

La Numidie compte le plus grand nombre de taxons (Véla et Benhouhou, 2007), et parmi les *mini-hotspots* du bassin méditerranéen, le plus riche (11^{ème} hotspot « Kabyliès-Numidie-Kroumirie » « Dalmatie » (modifié d'après Médail et Quézel 1997 ; Véla et Benhouhou, 2007) (Médail et Myers, 2004) (cf. Fig.1). A cela s'ajoute trois ZIP qui se localisent au sein du secteur (Edough, Guerbès/Sanhadja, El Kala) des 39 ZIP du Nord de l'Algérie (Benhouhou et al., 2018).

Les récentes inspections botaniques ont permis la découverte de nouveaux taxons et des nouvelles répartition taxonomique (de Bélair et Véla, 2011 ; Véla et al., 2012 ; Véla et de Bélair, 2013 ; Amari et al., 2015 ; Hamel et Meddad-Hamza, 2016 ; Hamel et **Boulemtafes**, 2017 a.b.c ; Allem et al., 2017 ; Djemai et al., 2017 ; Ali Ahmed et al., 2018 ; **Boulemtafes** et al., 2018 ; Hamel et al., 2019a ; Haou et de Bélair 2019 ; Hamel et al., 2020).

En fait, les travaux de recherche entrepris sur la végétation de la frange littorale numidienne sont inexistantes et la seule étude consultable revient à Hamel et al. (2013) avec son travail sur la végétation de la péninsule de l'Edough (faisant partie de la Numidie) où quelques stations du littoral figurent sur ses relevés floristiques. Ce document est intitulé « *Flore vasculaire rare et endémique de la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien)* ».

A l'exception de ce dernier document, aucune étude dédiée spécifiquement à la végétation littorale numidienne n'a été réalisée du moins au cours de cette dernière décennie. Certains milieux de cette région demeurent donc toujours inexplorés.

L'exploitation des anciens et récents documents en matière de diversité floristique du Nord-Est algérien, indique que les régions les plus reculées marquent les taux les plus élevés en biodiversité et notamment des espèces endémiques, rares et parfois très rares qui nous renvoient vers la nécessité de revoir notre mode d'analyse pour optimiser l'acquisition de données d'une surface donnée.

Une richesse en plante vasculaire se traduit généralement par de nouvelles répartitions taxonomiques et parfois les explorations aboutissent même à la découverte de taxons non formellement décrits, tels que les cas de *Erysimum cheiri* subsp. *inepectans* (Ouarmim et al., 2013) et des nouvelles découvertes taxonomiques pour l'Algérie (comme celui de *Galium verrucosum* subsp. *halophilum* (Ponzo) (Véla et de Bélair, 2013).

Or, fréquemment les découvertes de nouvelles répartitions, de taxons rares et endémiques, autrefois considérés comme des espèces limitées qu'à certaines zones géographiques, semblent présents dans d'autres secteurs, ce qui fausse parfois leurs statuts de menace. A titre de preuve, nous notons les taxons suivants récemment redécouverts : *Soleirolia soleirolii* (Hamel et **Boulemtafes**, 2017c), *Limonium narbonense* Mill. (**Boulemtafes** et al., 2017), *Anthyllis barba-jovis* ; *Brassica fruticulosa* Cirillo subsp. *numidica* (Coss.) Maire ; *Centaurea papposa* (Coss.) Greuter ; *Echinophora spinosa* L. ; *Euphorbia dendroides* L. ; *Malva arborea* (L.) Webb et Berthel ; *Matthiola incana* (L.) R. Br. subsp. *incana* ; *Matthiola sinuata* (L.) R. Br. var. *numidica* Coss. ; *Sedum tuberosum* Coss. Et Letourn. ; *Seseli praecox* Gamisans ; *Silene rosulata* Soy.-Will. et Godr. subsp. *rosulata* ; *Sixalix farinosa* (Coss.) Greuter et Burdet ; *Teucrium fruticans* L. (Hamel et **Boulemtafes**, 2017b ; **Boulemtafes** et al., 2018).

Moins importante que celle de la rive nord de la Méditerranée, l'urbanisation est galopante sur tout le littoral numidien. Elle s'étend sur toute la frange littorale est présente une sérieuse

menace notamment dans le milieu dunaire qui occupe une grande partie du littoral et où les espèces clés qui stabilisent les dunes et participent dans la création des dunes embryonnaires sont menacées par le surpâturage. L'exploitation irrationnelle du sable de ce milieu dunaire contribue aussi grandement dans la destruction de cet habitat (Bayed, 2011).

Les estuaires, des zones où l'eau salée, saumâtre et douce se rencontrent, forment des zones de grande diversité écologique. Ce sont aussi des habitats naturels fragiles du fait de leur valeur écologique importante. Sur le littoral numidien, nous comptons deux principaux estuaires (l'estuaire de la Mafragh et l'estuaire de Oued El Kebir-Ouest) qui sont aussi menacés par des eaux polluées (rejets industriels et agricoles) et à un piétinement anthropique lié à une grande fréquentation touristique.

Par contre, le littoral rocheux constitue l'habitat le moins perturbé et potentiellement le plus riche en espèces. Son caractère parfois escarpé en forme de caps et de dalles rocheuses permet la création de microbiotopes jouant le rôle de refuge pour de nombreuses plantes rares et endémiques.

La plupart des découvertes se localisent dans des espaces à géographie insulaire. Ces micro-espaces insulaires offrent un habitat et une protection aux espèces rares et endémiques. Ces nombreuses petites îles sont par conséquent des zones d'intérêt biologique potentiel (Yahi et al., 2012 ; Véla et Pavon, 2013) mais elles restent tout de même des milieux méconnus et non explorés sur toute la façade nord-est algérienne.

Dans leurs expéditions et leurs inventaires (dont la découverte d'*Allium commutatum* Guss.), au niveau de certains petits îles et îlots de l'ouest algérien, Véla et al. (2012b) rapportent l'importance de mettre en valeur ces zones et les centrer au sein des préoccupations botaniques et écologiques.

Les îlots ne sont pas le seul milieu à grande valeur écologique sur le littoral numidien, le milieu dunaire et les estuaires comptent aussi une diversité importante surtout celles des psammophiles endémiques qui poussent sur les plages et les dunes de sable, à l'égard de : *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd., *Euphordia paralias* L., *Medicago marina* L., *Retama raetam* (Forssk.) Webb subsp. *bovei* (Spach) Talavera et Gibbs, *Crucianella maritima* L. et *Malcolmia ramosissima* (Desf.) Thell. ainsi des espèces à grande spécificité écologique qui poussent sur les berges des estuaire : *Plantago crassifolia* Forssk., *Salix pedicellata* Desf., *Vitex agnus-castus* L., *Pteris vittata* L., *Tamarix gallica* L., *Phyla nodiflora* (L.) Greene et *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.

1.3. Milieux insulaires

L'insularité ne se limite pas à des îles de grande superficie, même si la fameuse théorie de biogéographie insulaire proposée par MacArthur et Wilson (1960) et qui ne concerne que les îles océaniques et non pas les îles continentales définit la superficie d'une île comme un facteur limitant (Blondel, 1995). Après quelques années la valeur écologique des petites îles a été formalisée dans une théorie écologique générale (MacArthur et Wilson, 1967).

La superficie restreinte de certains îles et îlots joue en faveur de la biodiversité qu'elle héberge. En effet, la plupart des petits îles et îlots de la méditerranée ne sont pas habités par l'homme, ce qui réduit énormément ses interventions négatives. Ils ne subissent pas donc les mêmes dégradations anthropiques que sur le littoral continental (Benoit et Comeau, 2005).

Il existe environ 4000 îles de superficie inférieure à 1000 hectares en méditerranée (Montmollin et Strahm, 2005). Jusqu'à présent, aucun dénombrement réel des îles et îlots n'a été effectué (Greuter, 1995). C'est donc une réelle méconnaissance autour d'un habitat pourtant riche et vulnérable.

Même si le nombre d'espèces est moins important qu'en continent, les îles de petite surface constituent des refuges où persistent des espèces rares et menacées (Médail et Véla, 2020). Or, ces habitats naturels isolés de grand intérêt écologiques ont longtemps été ignorés par la communauté scientifique. Actuellement, ces territoires isolés constituent un véritable réservoir de connaissances et étudier la biodiversité de ces zones géographiques participera grandement dans la conservation de la biodiversité du littoral méditerranéen (Médail et al., 2000).

Mais quand on parle de petits îles et îlots de la méditerranée, il n'existe pas de définition universelle qui indique clairement les îles de petite superficie, ce qui rend la classification des petites îles changeante d'une zone à l'autre. Dans notre étude, nous utilisons celle du programme - Initiative petites îles de la méditerranée (Initiative PIM, www.initiative-pim.org) (Bernard, 2018). L'initiative définit une petite île comme étant une « *entité insulaire de superficie inférieure à mille hectares, constamment isolée par une hauteur d'eau égale au moins à 50 cm, éloignées d'au moins 5 m d'une autre zone émergée plus vaste (continentale ou insulaire) et accueillant au minimum une plante vasculaire* ».

Le projet scientifique PIM n'a malheureusement pas pu aborder les petites îles de la Numidie, et aucune autre étude n'a été réalisée sur ces îles. Dans la littérature, il n'existe que

quelques descriptions de certaines îles (Iles de vivier et Srigina) (cf. Véla et Pavon, 2013). La plupart d'elles n'ont jamais été dénombrées et sont donc méconnues.

1.4.Objectifs de la thèse et organisation du manuscrit

Cette thèse a pour objectif principal de combler le manque de connaissances et l'évaluation de l'état de la biodiversité floristique du littoral numidien, une frange du territoire algérien peu connue.

En premier, nous procédons à un échantillonnage systématique de toute la zone littorale numidienne, depuis la frontière algéro-tunisienne jusqu'à Stora (Wilaya de Skikda) (K₃) en incluant les îlots végétalisés de toute la côte. A cet effet, quatre buts sont ciblés :

1-Repérer les zones à espèces endémiques ou rares : dans tous les modèles scientifiques qui rationalisent les techniques de conservation de la biodiversité, optent dans la plupart des cas pour un repérage de zones ayant une valeur patrimoniale élevée.

Procéder à un ciblage des zones géographiques bien délimitées et par la suite un ciblage des familles, genres et espèces.

La rareté et l'endémisme sont nos critères d'appariation et d'évaluation, en cherchant des zones sur le littoral qui contiennent le taux le plus élevé des espèces endémiques et rares, par habitat et par continuum écologique.

2-Lister les zones des espèces à préserver et les zones menacées : Arriver à représenter cartographiquement les habitats et les zones prioritaires en trame de conservation et de protection, en se basant sur les résultats acquis permettent de lever le voile sur des innombrable lacunes de gestion de l'espace sauvage littoral de la Numidie et surtout corriger les répartitions et mentionner précisément les habitats les plus riche et les plus menacés.

3-Mettre en exergue les patrons écologique, biologique et biogéographique qui contrôlent la végétation :

La répartition des plantes sur le littoral numidien n'est pas uniforme. Elle varie en fonction des conditions de milieu et de certains gradients écologiques. Ceci explique parfois la disparition d'une espèce ou la prolifération d'une autre espèce.

Connaitre ces aspects nous permettra de saisir les relations, les origines et de prévoir le devenir de certains taxons.

4- Connaitre l'intérêt de la population autochtone pour cette diversité et les services écosystémiques des plantes mellifères et médicinales sur la bande littorale.

1.5. Structuration de la thèse

La thèse est structurée en quatre chapitres suivant une introduction générale et une description de la zone d'étude incluant plusieurs aspects qui caractérisent la région étudiée.

Dans le premier chapitre « **Matériel et méthodes** », nous détaillons les techniques utilisés dans notre étude.

Le deuxième chapitre intitulé « **Milieu continental** » comporte les sous-titres suivants (Introduction, résultat, discussion et conclusion).

Un troisième chapitre s'intitule « **Milieu insulaire** » (Introduction, résultat, discussion et conclusion). Un quatrième chapitre sur les « **Services écosystémiques des plantes mellifères et médicinales** » qui comportera à son tour les mêmes sous-titres que les deux chapitres précédents. Une conclusion générale clôturera ce manuscrit.

Chapitre I : Matériel et méthodes

2. Région d'étude

2.1. Situation géographique

La Numidie « *forme une unité biogéographique précise, développée en croissant autour du Djebel Edough (altitude : 1 008 m) à l'Ouest d'Annaba. Elle est délimitée au Nord par la Méditerranée, au Sud par un ensemble de collines d'altitude moyenne (massifs de la Medjerda et de Guelma), n'excédant pas les 1200 m (Djebel Ghorra, à la frontière tunisienne), à l'Est par la frontière algéro-tunisienne, correspondant au « rebroussement » de l'Atlas tellien vers la mer et à l'Ouest par le massif de Filfila* » (de Bélair, 2005) (Fig. 4).

En termes de découpage administratif récent, la Numidie englobe les cinq principales Wilaya de l'Est algérien (El Tarf, Annaba, Skikda, Souk Ahras, Guelma). Dans cette étude, nous allons nous intéresser uniquement à la zone littorale qui regroupe trois wilalyas de l'Est algérien (El-Tarf, Annaba et Skikda) là où nos stations d'échantillonnage sont présentes.

La géographie du littoral numidien est hétéroclite. Ce dernier s'étale sur une distance de 154 km (vol d'oiseau) se distingue par une diversité géographique indiscutable : cordon dunaire falaises et dalles rocheuses, plage maritime de dépôts alluviaux et des embouchures d'oueds.

Adossée face à la mer et constituée par trois blocs montagneux (Djebel Edough avec un versant qui culmine à 1.008m, Filfila à l'ouest et Bougous vers l'extrême est) cette côte maritime est pénétrée par plusieurs oueds.

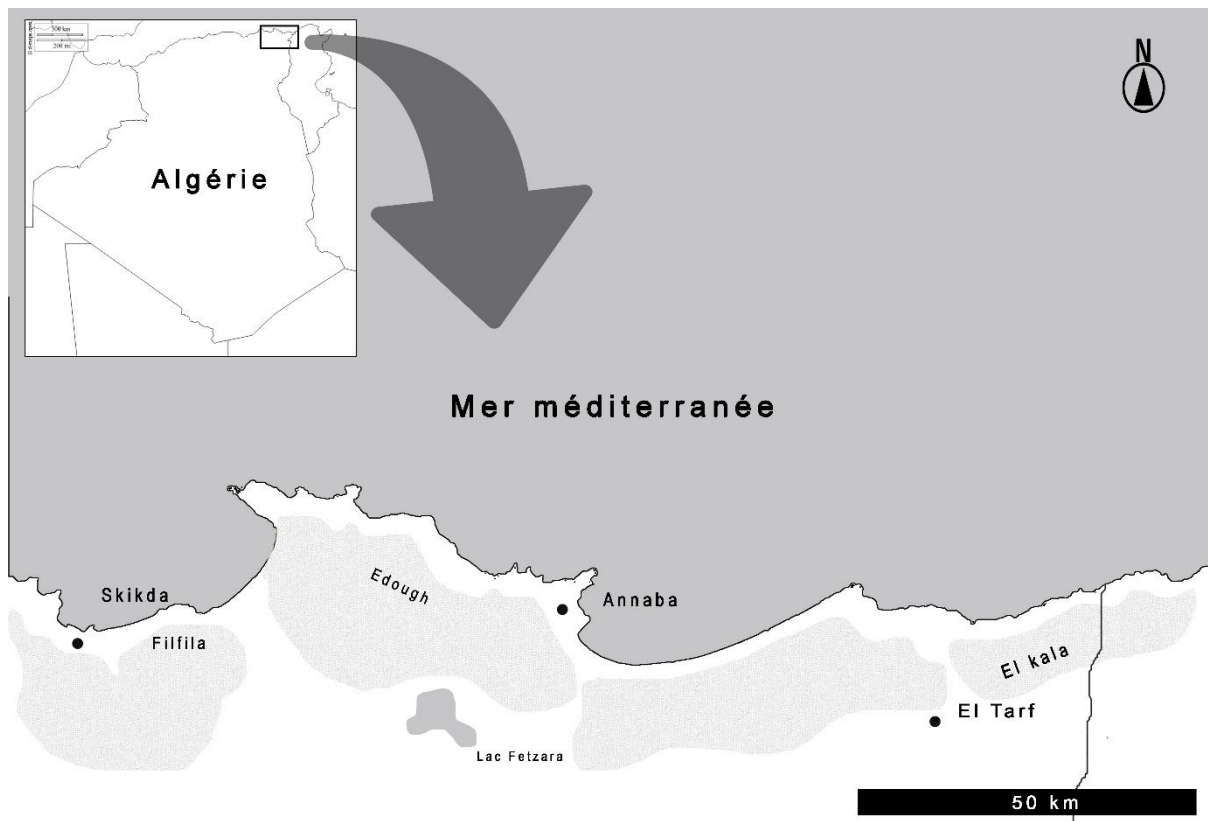


Figure 4. Situation géographique de la Numidie littorale

2.2. Le littoral et ses limites écologiques

Même si la définition courante d'un littoral reste la ligne que partage le milieu marin avec le milieu terrestre (Bord, côte et rivage), elle reste tout de même imprécise et changeante selon le domaine d'étude et elle peut être alors d'ordres biologique, physique, économique, démographique ou juridique (Herbert, 2010).

Notre étude portant sur l'aspect biologique, nous le délimitons sur la base de la composante biologique qu'englobe le milieu. La présence de la végétation vasculaire constitue le critère le plus logique pour le définir dans cette étude, puisqu'elle est quasi inexistante dans la zone subtidale, une zone émergée par l'eau d'une façon permanente où très rarement des plantes vasculaires résistent à la zone super-intertidale, une zone d'impression conditionnée par l'état de la marée. Tel est le cas des *Limonium* qui colonisent le milieu temporairement et qui seront confrontés à la marée haute.

A partir de la zone supratidale (supra-littorale), la densité de la végétation vasculaire devient de plus en plus importante. Les horizons moyens et inférieurs sont caractérisés par les

pelouses aérohalines, les végétations chasmo-halophiles et la végétation des fissures rocheuses.

Au-delà de cette zone de largeur variable et surtout d'hauteur, la végétation du maquis prend le relais. Nous l'avons considérée comme la limite supérieure du littoral dans notre travail.

Les limites inférieures de ce littoral se distinguent par la première végétation qui s'échappe aux conditions d'immersion par les vagues de la zone super-intertidale jusqu'au commencement le plus net d'une formation de maquis.

Nos critères de délimitation ne sont pas pour autant généralisés à tous les écosystèmes littoraux considérés dans cette étude puisqu'il en existe des particularités comme les cas des zones urbaines et des embouchures des oueds.

Dans les zones où l'urbanisation est en contact direct avec le milieu marin, seule la végétation des fissures est inventoriée et quant aux embouchures, l'inventaire touche seulement la partie terminale des deux rives. En outre, toutes les îles de la Numidie ont été inventoriées malgré leur petite surface terrestre.

2.3. Morphologie

Faute d'une étude de typologie géographique et morphologique du littoral numidien, ce dernier se constitue par deux parties : l'une avec une côte rocheuse basse ou à falaises, avec plages et dunes de dimensions réduites, et une côte basse à grandes plages à massifs dunaires et à marais maritimes.

Nous définissons la côte selon nos observations de terrain par comparaison à des typologies d'une étude effectuée sur la berge française. Il en résulte sept observations.

- Première observation comparative : Berges rocheuses, avec des falaises, terrains à fortes pentes. Localement, il peut y avoir des criques à faible fréquentation voire exceptionnelle. Le Cap de Garde et le Cap de Fer sont les plus représentatifs de cette typologie.
- Deuxième observation comparative : Berges rocheuses, avec des falaises, topographie abrupte, avec une zone urbanisée en bord de mer. Localement, il peut y avoir des criques ou des zones de rochers accessibles à la population. C'est le cas d'Ain Barbar et Chetaibi.

- Troisième observation comparative : De petites plages d'extension faible. C'est le cas de certaines plages de la Calle (ex. La Messida, Calissar, Medjez Echair).
- Quatrième observation comparative : Des plages sableuses avec des galets d'extension limitée et situées en terrains montagneux, à l'égard des plages de l'Oued El Gueb et de l'Oued Semhout qui se situent aux pieds du massif montagneux de l'Edough.
- Cinquième observation comparative : Plages de petite taille avec des terrains à faible pente derrière et les berges boisées. C'est le cas de la plage de Medjez Echair.
- Sixième observation comparative : Zone urbaine et terrain à faible pente. Il s'agit des villes ou des quartiers situés en bord de mer, avec une plage et parfois avec une promenade ou un port situé sur une plaine sans grands reliefs. Ceci correspond au port d'Annaba et les quartiers de Sidi Salem dans la wilaya d'Annaba et la Marssa dans la wilaya à Skikda.
- Septième observation comparative : Plage sableuse large, présence de dunes littorales, d'étangs ou des plaines maritimes, zone naturelle. Nous avons observé ce type de morphologie à El Battah où les plages sont de grandes extensions (en largeur et en longueur), avec parfois des dunes littorales et parfois des plaines maritimes derrière les plages. C'est le cas de l'embouchure de la lagune d'El Mellah et l'embouchure de l'Oued El Kebir dans la commune d'El Marssa.

Ces observations ont été comparées avec l'étude typologique de la morphologie de (Monfort Climent et Terrier, 2010). Sept types ont été retenus selon nos observations à l'exception de la 8^{ème} typologie qui ne correspond à aucune de nos observations. Ces observations ne constituant en aucun cas une étude de terrain, une étude de typologie géomorphologique du littoral algérien est bien évidemment souhaitable (Monfort Climent et Terrier, 2010).

2.4. Activité humaine

Le littoral algérien est très fortement urbanisé et de façon désordonnée. L'urbanisation s'y concentre sur une bande très restreinte du territoire, 19.6% de la bande des 100m et 34.6 % de la bande des 300m. La figure suivante nous montre l'état préoccupant de la zone littorale d'un point de vue écologique (Fig. 5).

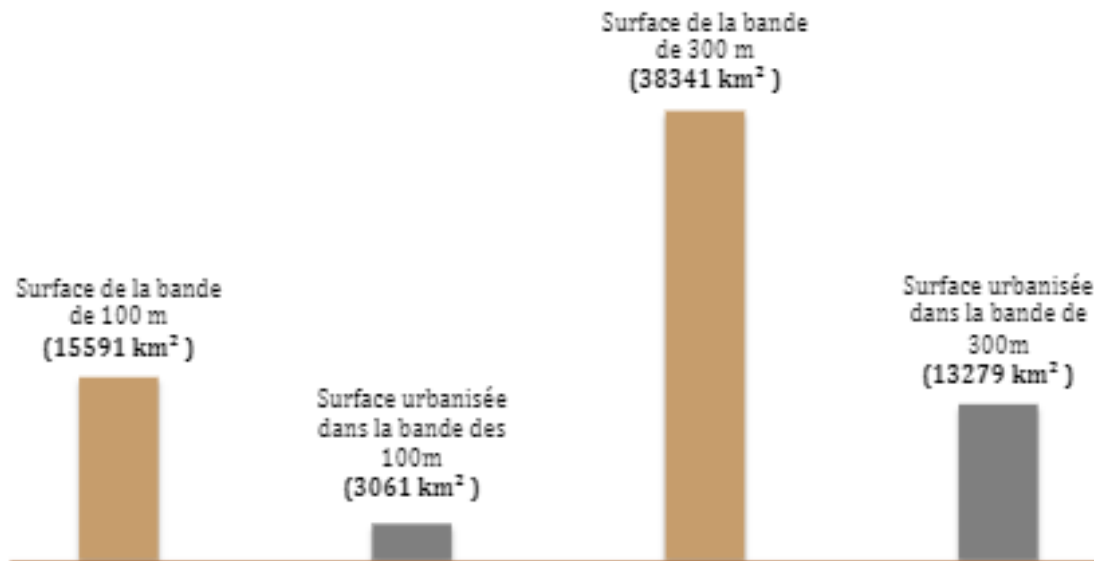


Figure 5. Urbanisation des bandes de 100 m et de 300 m (représentation à partir des données du bornage du domaine littoral algérien)

Le littoral numidien détient le taux de boisement le plus élevé 784 000 ha de forêt et 5000 ha de reboisement alors que les terrains nus occupent 9790 ha, soit un taux de 0,55% de sa superficie totale. Ce taux ne cesse de diminuer par l'extension de l'urbanisation.

De nombreuses activités humaines se déroulent sur le littoral numidien dont l'industrie touristique, les activités commerciales des ports principaux et les productions agricoles spécialisées sont les plus prépondérantes. Elles ne sont pas sans impacts sur le littoral :

- L'urbanisation effrénée au niveau de ces trois grandes (El Tarf, Annaba, Skikda), a soustrait à la côte d'importantes quantités de matériaux (notamment le sables) ;
- Une extraction massive du sable des plages et des dunes bordières pour les besoins de la construction de logements.
- Réduction des apports solides charriés par les différents oueds qui débouchent en mer. Elle est due d'une part à la construction de barrages en amont de ces oueds et d'autre part à des périodes de sécheresses prolongées.

2.5. Climatologie

La région est sous un climat méditerranéen caractérisé par deux saisons distinctes, l'une fraîche, humide et pluvieuse et l'autre chaude et sèche. Les conditions microclimatiques sur le littoral tendent vers l'extrême surtout lors des hautes marées. Les embruns marins et les vents violents frappent toute la côte et participent grandement au maintien d'une concentration élevée de l'humidité de l'air.

Les précipitations moyennes sont de l'ordre de 910 mm par an à El Kala, 902mm à Cap Rosa, 682mm à Cap de Garde, 967mm à Herbillon (Chétaibi) et 614 mm à Cap de Fer (Seltzer, 1946).

2.6. Géologie

La carte géologique détaillée de Bougie à 1/50 000 publiée par le service de la carte géologique de l'Algérie (1960) montre que les grès numidiens dominent les deux caps d'El Kala (Cap Sigleb et Cap Rosa) ainsi qu'une grande masse de littoral entre Séraïdi et Ain Barbar. Tandis que la zone d'El Kala située entre le Cap Sigleb et Cap Rosa est formée par des dunes de sable. Par contre, la pointe de Cap de Garde et la corniche de Stora repose sur des gneiss. Dans la partie occidentale, les rochers de Cap Takouch et Cap de Fer sont formés par des granites, grano-diorites, microgranites, dolérites et rhyolites (Fig. 6).

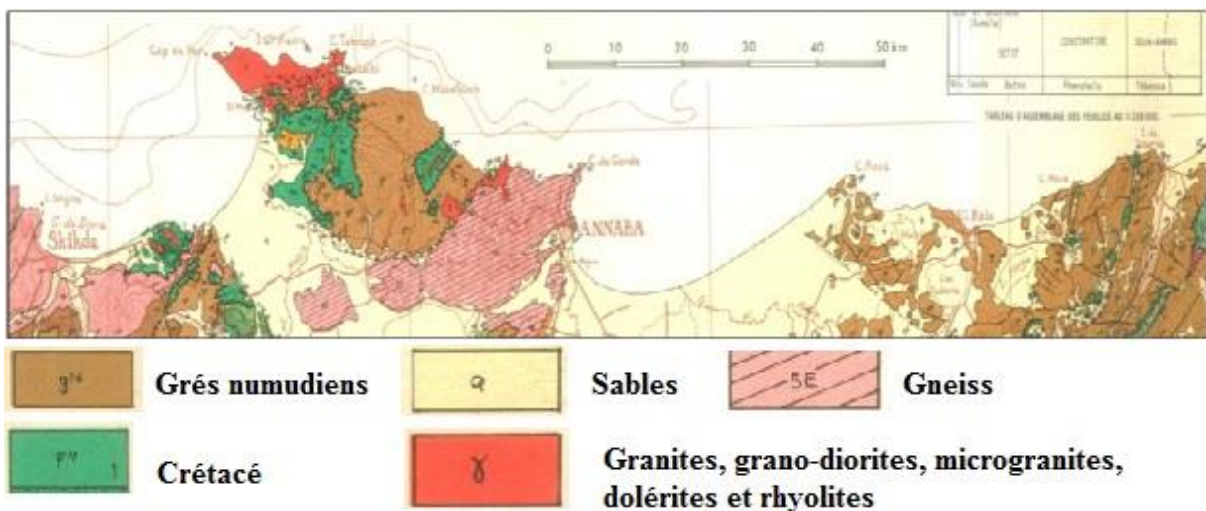


Figure 6. Carte géologique de la région d'étude (Vila, 1980).

3. Méthodes

3.1. Etude floristique

Les stations du littoral numidien ont fait l'objet de suivis phytoécologiques : la végétation a été étudiée à deux saisons (printemps et automne), et durant cinq campagnes (2015 à 2019). Trois quadrats d'une superficie de 100m² chacun ont été appliqués par station tandis que la végétation des îles a été étudiée d'une manière exhaustive pendant le printemps (mars, avril et mai) des mêmes années.

Les taxons ont été identifiés selon la flore de Quézel et Santa (1962-1963), la flore de Maire (1952–1987) d'une part et la flore d'Italie (Pignatti, 1982) d'autre part. La nouvelle nomenclature a été mise à jour pour les espèces inventoriées en tenant compte des travaux récents compilés dans l'index synonymique et bibliographique de la flore d'Afrique du Nord (Dobignard et Chatelain, 2010-2013), et le site web de la base de données des plantes d'Afrique [<http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/recherche.php?langue=fr>].

Les espèces recensées ont été renseignées par leur type biogéographique recomposé selon Pignatti (1982), Blanca et al. (2009), Dobignard et Chatelain (2010-2013) et Euro+Med Plant Base (<http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/>) et leur type biologique selon Raunkiaer (1934), Pignatti (1982), Blanca et al. (2009), Tison et De Foucault (2014) et selon nos propres observations.

3.2. Indice d'abondance et répartition des espèces

Chaque espèce recensée sur le milieu continental est affectée par un indice d'abondance-dominance (coefficient inspiré de Braun-Blanquet et al., 1952) :

- 5 : Nombre quelconque d'individus – recouvrement > 3/4 de la surface de référence (> 75%) ;
- 4 : – Recouvrement entre 1/2 et 3/4 (50–75% de la surface de référence) ;
- 3 : – Recouvrement entre 1/4 et 1/2 (25–50% de la surface de référence) ;
- 2 : – Recouvrement entre 1/20 et 1/4 (5–25% de la surface de référence) ;
- 1 : – Recouvrement < 1/20, ou individus dispersés à couvert jusqu'à 1/20 (5%) ;
- + : - Peu d'individus, avec très faible recouvrement.

Dans la seconde étude concernant les îles, nous avons adopté les coefficients suivants (sens de Quézel et Santa, 1962-1963) :

- AC, C et CC : assez commun, commun et très commun ;
- AR, R et RR : assez rare, rare et très rare.

3.3. Modes de dissémination

Le mode principal de dispersion de chaque espèce a été réparti en différentes catégories selon la classification proposée par Van Der Pijl (1982) qui ont été renseignées d'après les données de Molinier et Muller (1938) :

- Taxons anémochores disséminés par le vent ;
- Taxons autochores mécaniques qui par un phénomène de projection assurent eux-mêmes la dispersion des diaspores ;
- Taxons barochores qui ne présentent aucun moyen particulier de dissémination ;
- Taxons zoochores adaptés à la dispersion par les animaux ;
- Taxons hydrochores dispersés par la pluie ou la mer.

3.4. Détermination et identification des plantes mellifères

Des observations directes ont été faites lors de sorties périodiques en saisons pluvieuse et sèche de 4 campagnes 2016-2019. Les plantes dont les fleurs ont été butinées par des abeilles ouvrières pendant au moins deux minutes ont été considérées comme des plantes mellifères (Hamel et Boulemtafes 2017d).

Il a été question de dresser la liste des plantes apicoles par famille selon leurs caractéristiques botaniques, la couleur des fleurs et la période de floraison selon la flore de (Maire, 1952-1987) et le site web eflora de Tela Botanica [<https://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-41475-synthese>].

3.5. Enquête ethnobotanique

Une enquête ethnobotanique a été réalisée dans les régions du littoral numidien pendant une période de cinq mois (janvier - mai 2017) auprès de 150 personnes de différentes classes d'âges chez lesquels nous nous sommes procurés des échantillons de plantes récoltées.

L'enquête est basée sur un questionnaire préalablement établi, contenant des mentions relatives à l'intérêt thérapeutique, la partie utilisée et le mode de préparation (Tableau en annexe).

3.6. Collecte des données environnementales

- Géologie (Géol)

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.

- 1 : Grés numidien ;
- 2 : Quaternaire indifférencié ;
- 3 : Nappe ultra Tellienne ;

- 4 : Roche éruptive récente, granite grano-diorites ;
- 5 : Couverture secondaire sédimentaire épi métamorphique ;
- 6 : Fyschs mauritanienne ;
- 7 : Socle métamorphique de petite Kabylie (phyllades micaschiste).

- ***Taux de recouvrement des espèces ligneuses et des herbacées (Trli ; Trhe)***

Quatre classes ont été inventoriées :

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

- ***Pâturage, incendie, tourisme et pêche (Patu, Ince ; Tour ; Pech)***

Quatre catégories par variable ont été définies :

- 1 : Activité minimale ;
- 2 : Légère activité ;
- 3 : Activité moyenne ;
- 4 : Activité très importante.

- ***Proximité au parking, distance à la mer et distance à l'agglomération (Prpr, DiCo ; DiAg)***

Trois classes sont retenues

- 1 : Eloigné ;
- 2 : Proche ;
- 3 : Très proche.

- ***Pente (Pent)***

Trois classes ont été définies :

- 1 : Nulle ;
- 2 : Moyenne ;
- 3 : Forte.

- ***Habitat (Habi)***

Quatre types d'habitats sont étudiés dans ce travail :

- 1 : Falaise maritime ;
- 2 : Dalle maritime ;
- 3 : Dune maritime ;
- 4 : Embouchure.

- ***Fréquence de goéland (FrGo)***

Quatre catégories sont retenues :

- 1 : Absence ;
- 2 : Faible présence de 1 à 5 ;
- 3 : Présence normale de 6 à 15 ;
- 4 : Forte présence + de 15.

- **Surface (Surf)**

Quatre catégories sont retenues :

- 1 : Très petite ;
- 2 : Petite ;
- 3 : Moyenne ;
- 4 : Grande.

3.6. Analyse pédologique

Les variables pédologiques mesurées pour chaque île sont (1) la conductivité électrique, (2) pH et nitrate selon Mathieu et Pielain (2003) et (3) matière organique selon Afnor (1999).

3.7. Analyse écologique

La richesse en espèces des plantes recensées a été évaluée grâce à l'indice de la diversité alpha et l'indice de la diversité de Shannon Weaver (H'). La diversité *alpha* est une mesure de diversité intracommunautaire. Elle a été appréhendée à l'aide de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (Krebs, 1985).

Ces indices sont accompagnés par l'indice d'équitabilité de Pielou (J') (Gray et al., 1992).

3.8. Analyse numérique des données floristiques

3.8.1. Indice de similarité de Sorensen

Nous avons tenté d'établir une relation entre la richesse floristique et les données physiographiques des différentes îles par une étude des régressions simples ou le calcul des coefficients de corrélation (r^2). La recherche d'une corrélation entre les similitudes de richesse floristique entre les sites et la distance qui les sépare a également été étudiée.

Pour les traits fonctionnels des plantes, nous avons traité nos résultats par une analyse de la variance (ANOVA) à deux critères de classification.

3.8.2. Analyse Canonique des Correspondances

L'ensemble des relevés floristiques (codé présence-absence), a été soumis à une Analyse Canonique des Correspondances (ACC). 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).

Une fois la liste des noms scientifiques des espèces et sous-espèces est dressée, ces dernières ont été classées par ordre alphabétique, en affectant à chacun d'eux un code d'une lettre suivie 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.

Chapitre II : Milieu continental

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 races 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://gdebelair.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.

Cependant 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 & Amir Boulemtafes

Découverte d'une endémique tyrrhénienne *Soleirolia soleirolii* (*Urticaceae*) en Algérie (Afrique du Nord)

Abstract

Tarek Hamel, T. & Boulemtafes, A.: Découverte d'une endémique tyrrhénienne *Soleirolia soleirolii* (*Urticaceae*) en Algérie (Afrique du Nord). — Fl. Medit. 27: 185-193. 2017 — ISSN: 1120-4052 printed, 2240-4538 online.

The recent discovery in Algeria (North Africa) of *Soleirolia soleirolii* (Req.) Dandy (*Urticaceae*) endemic to the Tyrrhenian area is here reported. Due to the limited distribution area (Edough peninsula North-East Algeria), a particular conservation attention is to be paid in Algeria.

Key words: Tyrrhenian endemic, chorology, plant conservation, Western Mediterranean Basin, vascular flora.

Introduction

La région méditerranéenne possède une diversité biologique exceptionnelle, sa richesse floristique estimée à 25000 espèces des plantes vasculaires, ce qui correspond à 9.2 % de la flore mondiale, sur un territoire représentant seulement 1.5% de la surface terrestre (Médail & Quézel 1997). La moitié de ces espèces sont endémiques du pourtour et qui sont bien adaptées aux périodes sèches (Véla & Benhouhou 2007).

Cette région est le troisième hotspot le plus riche du monde en diversité végétale (Mittermeier & al. 2004). Elle est caractérisée par leur richesse spécifique et leur taux d'endémisme (Myers 1988, 1990) et par les menaces anthropiques grandissantes (Myers & al. 2000).

La grande richesse biologique de l'extrême Nord-Est algérien et du Nord-Ouest tunisien les ont fait considérer comme un point-chaud régional de biodiversité nommé «Kabylies-Numidie-Kroumirie» (Véla & Benhouhou 2007), renfermant de nombreuses zones importantes pour les plantes (Radford & al. 2011), dont la péninsule de l'Edough fait partie.

Elle comporte en effet une grande diversité floristique et une richesse certaine en taxons endémiques et sub-endémiques à aire fragmentée, rarissimes en Algérie, souvent très localisées (sténoendémiques) (Yahi & al. 2012, Hamel & al. 2013).

Cette région plutôt méconnue, à la fois riche et sauvage (Véla & de Bélair, 2013), mérite plus d'attention de la part des chercheurs. Les travaux sur la végétation sont peu nombreux



Floristic diversity of the Cap de Garde (North-East Algeria)

Tarek Hamel*, Amir Boulemtafes

Badji Mokhtar University, Faculty of Sciences, Biology Department, Annaba, Algeria

Key words: Cap de Garde (North-East Algeria), Insular climate, Terrestrial environments, Phytogeographic, biological.

<http://dx.doi.org/10.12692/ijb/10.6.131-149>

Article published on June 16, 2017

Abstract

The Cap de Garde (North-East Algeria) has a rich floristic, estimated at 349 species representing 254 genera and 87 families. These species are either strictly subservient to the insular climate or transgressive to terrestrial environments. This work therefore focuses on the systematic study of the flora, the phytogeographical and biological significance of the floristic of this region. The preservation of this short-term exceptional biodiversity requires the urgent establishment of scientific studies and appropriate safeguards.

* Corresponding Author: Tarek Hamel ✉ tarek_hamel@yahoo.fr

Nouvelle station de *Sixalix farinosa* (Coss.) Greuter et Burdet dans la péninsule de l'Edough (Nord–Est algérien)

par Tarek HAMEL* et Amir BOULEMTAFES**

*Laboratoire d'écologie des systèmes terrestres et aquatiques, département de biologie, faculté des sciences, université Badji Mokhtar Annaba, Algérie, 23000. Courriel : tarek_hamel@yahoo.fr

**Département de biologie, faculté des sciences, université Badji Mokhtar Annaba, Algérie, 23000. Courriel : boulemtafesamir@yahoo.fr.

Resumé: Cet article concerne une nouvelle observation de *Sixalix farinosa* (Coss.) Greuter et Burdet (Dipsacaceae) sur la côte de la péninsule de l'Edough en Algérie. Cette espèce a longtemps été considérée comme endémique de Tunisie, jusqu'en 2004 où elle a été découverte pour la première fois en Algérie (VÉLA et al., 2012). Nous discutons de la nouvelle station découverte, distante de 83 km de la première

Resumo: Ĉi-tiu artikolo temas pri nova observo de *Sixalix farinosa* (Coss.) Greuter et Burdet (Dipsacaceae) sur la marbordo de la duon-insulo Edough en Algerio. Ĉi-tiu specio estis longtempe taksita kiel Tunizia endemiulo, ĝis ĝia unua malkovro en 2004 en Algerio (VÉLA k al., 2012). Ni diskutas pri la nove malkovrita kreskoloko, je 83 km

Abstract: This article concerns a new observation of *Sixalix farinosa* (Coss.) Greuter et Burdet (Dipsacaceae), on the coast of the Edough peninsula in Algeria. This species has long been considered endemic to Tunisia, until 2004 (VÉLA et al. 2012), discovered the species for the first time in Algeria. We discuss the new discovery station, 83 km dis-

station algérienne connue. Les falaises maritimes de la Voile noire, où cette rare espèce a été découverte, nécessitent une surveillance et une protection particulières.

Mots clés: *Sixalix farinosa* (Coss.) Greuter et Burdet, endémique, falaise littorale, nouvelle station, Voile noire, zone importante pour les plantes.

for de la unua konata Algeria kreskoloko. La klifoj de la Nigra Velo, kie ĉi tiu malofta specio estis malkovrata, necesigas apartajn gardadon kaj protektadon.

Ŝlosilvortoj: *Sixalix farinosa* (Coss.) Greuter et Burdet, endemia, klifo, nova kreskoloko, Nigra Velo, grava zono por plantoj.

tant from the first known Algerian station. The sea cliffs of Voile noire where this rare species has been discovered require special surveillance and protection.

Key words: *Sixalix farinosa* (Coss.) Greuter and Burdet, endemic, coastal cliff, new station, Black Sail, important plants area.

Introduction

En raison de sa flore vasculaire, le bassin méditerranéen est considéré comme l'un des principaux points chauds de biodiversité végétale au monde (MÉDAIL et QUÉZEL, 1997; MÉDAIL et MYERS, 2004). Cependant, la flore de la rive sud de la méditerranée demeure méconnue, en particulier l'ensemble montagneux du littoral algéro-tunisien dénommé « Kabylies–Numidie–Kroumirie » (appellation phytogéographique la plus courante employée notamment par QUÉZEL et SANTA 1962–1963) montre une forte diversité végétale

et un fort taux d'endémisme (VÉLA et BENHOUBOU, 2007).

La Numidie littorale (K3 au sens des divisions biogéographiques proposées par QUÉZEL et SANTA 1962–1963) forme à l'ouest et au centre une unité biogéographique précise, développée en croissant autour du djebel Edough qui culmine à 1 008 m d'altitude (MARRE, 1992). Elle fait partie d'un point-chaud régional de biodiversité, récemment reconnu au sein de l'ensemble méditerranéen, et considérée comme un

Nouvelles données sur la distribution et l'écologie de seize taxons végétaux du littoral de la péninsule de l'Edough (Nord–Est algérien)

par Amir BOULEMTAFES*, Tarek HAMEL**, Gérard de BÉLAIR***
et Errol VÉLA****

*Laboratoire sols et développement durable, département de biologie, faculté des sciences, université Badji Mokhtar, 23 000 ANNABA, Algérie; courriel : boulemtafesamir@yahoo.fr. [auteur correspondant]

**Département de biologie, faculté des sciences, université Badji Mokhtar, 23 000 ANNABA, Algérie; courriel : tarek_hamel@yahoo.fr

***Université Badji Mokhtar, 12 rue Hassi Beida, 23 000 ANNABA, Algérie; courriel : debelaigr@yahoo.com

****AMAP, université de Montpellier / CIRAD / CNRS / INRA / IRD, CIRAD – TA A51/PS2, 34398 MONTPELLIER cedex 5, France. errol.vela@cirad.fr

Résumé: Compte tenu de l'importance de réunir les connaissances sur la distribution et l'habitat des espèces végétales dans un but de conservation et de gestion, les auteurs essaient de fournir des informations à jour sur l'écologie et la répartition de seize taxons observés sur le littoral de la péninsule de l'Edough (Nord–Est algérien), dont huit sont méditerranéens (*Anthemis maritima* L. subsp. *maritima*, *Anthyllis barba-jovis* L., *Echinophora spinosa* L., *Euphorbia dendroïdes* L., *Malva arborea* (L.) Webb et Berthel., *Matthiola incana* (L.) R. Br., *Romulea leichtliniana* Halácsy et *Teucrium fruticosum* L.), trois endémiques algéro–tunisiens (*Centaurea papposa* (Coss.) Greuter,

Resumo: Kalkulante kun la graveco arigi la sciojn pri la disvastigo kaj habitato de la plantospecioj cele al ties konservado kaj mastrumado, la aŭtoroj provas liveri ĝisdatajn informojn pri la ekologio kaj disvastigo de dek ses taksonoj observitaj sur la marbordo de la duoninsulo Edough (NE Algerio), el kiuj ok estas mediteraneaj (*Anthemis maritima* L. subsp. *maritima*, *Anthyllis barba-jovis* L., *Echinophora spinosa* L., *Euphorbia dendroïdes* L., *Malva arborea* (L.) Webb et Berthel., *Matthiola incana* (L.) R. Br., *Romulea leichtliniana* Halácsy et *Teucrium fruticosum* L.), tri algeriaj–tuniziaj endemiuloj (*Centaurea*

Abstract: Given the importance of bringing assemble knowledge of distribution and habitat for plant species at risk, with the intention in order to conserve and protect this resource. In this article the authors will provide information about the ecology and geographical distribution of sixteen taxa observed along the littoral of Edough peninsula (North–East Algeria), eight of which are Mediterranean (*Anthemis maritima* L. subsp. *maritima*, *Anthyllis barba-jovis* L., *Echinophora spinosa* L., *Euphorbia dendroïdes* L., *Malva arborea* (L.) Webb et Berthel., *Matthiola incana* (L.) R. Br., *Romulea*

limonium gougetianum (Girard) O. Kuntze subsp. *gougetianum*, *Sedum tuberosum* Coss. et Letourn., *Sisylax farinosa* (Coss.) Greuter et Burdet), un subendémique tyrrhénien (*Seseli praecox* (Gamisans) Gamisans) et quatre endémiques algériens (*Brassica fruticulosa* subsp. *numidica* (Coss.) Maire, *Limonium fradinianum* (Pomel) Erben, *Matthiola sinuata* (L.) R. Br. var. *numidica* Coss. et *Silene rosulata* Soy.–Will. et Godr. subsp. *rosulata*).

Mots clés : Nouvelle répartition, méditerranéen, endémique, aire disjointe, conservation.

papposa (Coss.) Greuter, *Limonium gougetianum* (Girard) O. Kuntze subsp. *gougetianum*, *Sedum tuberosum* Coss. et Letourn., *Sisylax farinosa* (Coss.) Greuter et Burdet), unu tirena subendemiulo (*Seseli praecox* (Gamisans) Gamisans) kaj kvar algeriaj endemiuloj (*Brassica fruticulosa* subsp. *numidica* (Coss.) Maire, *Limonium fradinianum* (Pomel) Erben, *Matthiola sinuata* (L.) R. Br. var. *numidica* Coss. et *Silene rosulata* Soy.–Will. et Godr. subsp. *rosulata*).

Ŝlosilvortoj : Nova disvastigo, mediteranea, endemia, disiginta areo, konservado.

Algerian–Tunisian endemic (*Centaurea papposa* (Coss.) Greuter, *Limonium gougetianum* (Girard) O. Kuntze subsp. *gougetianum*, *Sedum tuberosum* Coss. et Letourn., *Sisylax farinosa* (Coss.) Greuter et Burdet), one is Tyrrhenian subendemic (*Seseli praecox* (Gamisans) Gamisans) and four are Algerian endemic (*Brassica fruticulosa* subsp. *numidica* (Coss.) Maire, *Limonium fradinianum* (Pomel) Erben, *Matthiola sinuata* (L.) R. Br. var. *numidica* Coss. et *Silene rosulata* Soy.–Will. et Godr. subsp. *rosulata*).

Keywords : New distribution, mediterranean, endemic, disjointed

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'Afromontagne 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

4. Introduction

Le littoral fait partie des écosystèmes les plus fragiles avec une grande originalité floristique, malgré sa faible surface spéciale. Il constitue un intérêt politique de toutes les nations (Médail et Vidal 1998 ; Véla et Pavon, 2013). Sa sensibilité aux perturbations physiques et anthropiques augmente de jour en jour l'importance de sa connaissance et de sa gestion durable (Bodéré et al., 1991; Granja, 2001).

En Algérie, les milieux littoraux présentent de grandes originalité et diversité biologiques, écologiques et paysagères. Massifs dunaires, dépressions arrière-dunaires, cordons de galets, dalles rocheuses, falaises maritimes et plaines littorales constituent des refuges particuliers pour diverses communautés végétales (pelouses, garrigues, maquis ou forêts). Ces milieux restent cependant peu connus et leur protection mal assurée (**Boulemtafes**, 2015).

Parmi les rares travaux qui se sont intéressés au littoral algérois, on peut citer ceux de (Ducellier, 1911) sur la phytogéographie des dunes de la baie d'Alger et plus tard ceux de (Killian, 1943) sur les dunes maritimes du littoral d'Alger, pour leur enrichissement par la végétation et le rôle des micro-organismes du sol.

Plus récemment, d'autres travaux sont au moins descriptifs (de Bélair et al., 1984 ; Hanifi et al., 2007 ; Stambouli-Meziane et al., 2009 ; Khennouf et al., 2018 ; **Boulemtafes** et al., 2018). Les premières études phytosociologiques ont été entreprises par Pons et Quézel (1955) sur les rochers maritimes de la partie centrale et occidentale du littoral algérien, Zaffran (1960) sur les formations à *Juniperus phoenicea* du littoral algérois et Nègre (1964) sur la cartographie des groupements végétaux de la région de Tipaza. Plus récemment, d'autres auteurs ont contribué à la connaissance des groupements végétaux du littoral algérien : (Géhu et al., 1992 ; Géhu et Sadki, 1995 ; Hamel, 2013 ; Ghermaoui et al., 2016 ; Véla, 2017 ; **Boulemtafes** 2015 ; Amari et al., 2015 ; Hamel et **Boulemtafes** 2017a & b ; **Boulemtafes** et al., 2018).

Contrairement à la flore insulaire de Skikda (Véla, 2008), la flore vasculaire de la Numidie (ex. Voile Noire, Cap Tekouch, Plages d'Ain Barbar, Cap de Garde, les dunes de la Mafragh, Cap Rosa, Cap Sigleb...) n'a jamais fait l'objet de publications botaniques historiques.

En se basant sur ce constat, ce travail a pour vocation de mettre en exergue les patrons écologiques, biologique et biogéographiques qui contrôlent la végétation vasculaire, et qui peuvent se révéler très utiles dans un but de gestion et de conservation.

Le travail présent vise à combler en partie cette lacune, et s'attache à :

- 1- Caractériser l'état actuel de ces formations maritimes (halophiles) emblématiques de la Numidie ;
- 2- Evaluer leur biodiversité floristique ;

- 3- Définir la typologie stationnelle (structure spatiale) ;
- 4- Evaluer l'ampleur et la nature des menaces les concernant ;
- 5- Proposer sur des bases des mesures de conservation et de protection.

A cet effet, des relevés de végétation ont été réalisés entre 2015 et 2019 dans 162 stations réparties sur la côte du Nord-Est algérien depuis les frontières algéro-tunisiennes (Cap Sigleb) jusqu'à la falaise de Stora (willaya de Skikda). Ces données doivent notamment permettre d'inventorier les espèces végétales caractérisant les formations étudiées (falaises maritimes, dalles maritimes, dunes maritimes et embouchures des oueds) et d'identifier les stations les plus vulnérables.

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

- La première partie sera réservée à la présentation des régions d'étude et leur situation géographique, ainsi une présentation de la méthode d'approche utilisée et la démarche méthodologique pour la réalisation de l'expérimentation et l'analyse des données.
- Dans la deuxième partie, nous présenterons d'abord une étude floristique descriptive approfondie se basant sur plusieurs types de classification. Nous nous intéresserons ensuite, aux méthodes analytiques qui permettront l'étude de la structure et le fonctionnement des formations maritimes en fonction d'un certain nombre de facteurs du milieu.
- La troisième partie sera réservée à la proposition d'un certain nombre d'actions à prendre pour préserver cette biodiversité en Numidie.

Nous terminerons ce travail par une conclusion générale et des perspectives.

5. Résultats

5.1. Composition de la flore

Un total de 436 espèces de plantes vasculaires appartenant à 191 genres et 88 familles ont été identifiées dans le littoral numidien (Tab. 1). La famille des Asteraceae était la plus importante en termes de nombre d'espèces et constitue 14,9 % des plantes identifiées (65 espèces), suivie par les Fabaceae avec 8,94% (39 espèces) et les Poaceae avec 7,56 % (33 espèces). Ces trois familles représentent à elles seules environ le tiers de la flore étudiée. À côté d'elles, les Apiaceae (18 espèces, 4,11%), les Caryophyllaceae (16 espèces, 3,66 %) et les Brassicaceae (15 espèces, 3,44 %) étaient assez bien représentées. Le reste des familles étaient le plus souvent monospécifique ou bien bispécifique.

La majorité des plantes recensées se concentraient dans les falaises maritimes (374 espèces) espèces tandis que les embouchures des oueds, les dunes des sables et les dalles maritimes en comptabilisaient beaucoup moins (114, 74 et 32 espèces respectivement). Le nombre de taxons groupés dans chaque relevé pouvait aller de 4 à 42.

Quatre types de milieux ont été définis sur des critères physiognomiques liés à la topographie et au type de végétation :

- Les falaises maritimes, correspondant à une topographie très particulière, où le degré d'exposition à la mer, la géologie et la géomorphologie jouent un rôle prépondérant dans la distribution des communautés végétales. Des micro-écosystèmes se forment sur toute la surface de la falaise et dans les fissures. Les espèces des falaises numidiennes les plus caractéristiques sont *Hyoseris radiata* L., *Polycarpon tetraphyllum* (L.) L. subsp. *catalaunicum* (O. Bolòs & Vigo) Iamónico & Domina, *Anthyllis barba-jovis* L., *Calendula suffruticosa* Vahl subsp. *boissieri* Lanza, *Lotus drepanocarpus* Durieu, *Matthiola incana* (L.) R. Br. subsp. *incana*, *Sedum sediforme* (Jacq.) Pau, *Daucus carota* L. subsp. *hispanicus* (Gouan) Thell., *Dianthus sylvestris* Wulfen subsp. *aristidis* (Batt.) Greuter & Burdet et *Seseli praecox* (Gamisans) Gamisans (Fig. 7a).

- Les dalles rocheuses, correspondant à une roche plutôt horizontale recouverte par un sol presque entièrement minéral, des fissures humides favorables à la germination des plantes, une végétation distinguée par un recouvrement discontinu. Parmi les espèces qui caractérisent ce milieu nous citons *Anthemis secundiramea* Biv., à *Silene sedoides* Poir., à *Frankenia hirsuta* L., à *Limonium virgatum* (Willd.) Fourr., à *Limbarda crithmoides* (L.) Dumort. et à *Arthrocaulon macrostachyum* (Moric.) Piirainen & G. Kadereit (Fig. 7b).

- Les dunes maritimes, des milieux où le sol sableux domine, donnent une écologie de répartition très conditionnée ce qu'on appelle les psammophiles : *Ammophila arenaria* (L.)

Link, *Eryngium maritimum* L., *Achillea maritima* (L.) Ehrend. & Y. P. Guo, *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd., *Cakile maritima* Scop, *Silene nicaeensis* All., *Retama raetam* (Forssk.) Webb subsp. *bovei* (Spach) Talavera & Gibbs, *Salsola kali* L., *Euphorbia paralias* L. et *Pancreatium maritimum* L. (Fig. 7c).

- Les embouchures : c'est un lieu à cheval entre deux milieux naturels différents entre milieu salin et berges, zone terminale et milieu humide. Ce milieu est caractérisé par une végétation très riche. Nous citons : *Arundo donax* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Phyla nodiflora* (L.) Greene, *Juncus acutus* L., *Plantago crassifolia* Forssk., *Tamarix gallica* L., *Vitex agnus-castus* L. et *Panicum repens* L. (Fig. 7d).



Figure 7.a. Falaises maritimes de la Voile Noire, b. Dalles maritimes de la Messida, c. Dunes maritimes de la Mafragh, d. Embouchure de la Mafragh.

Tableau 1. Liste systématique des espèces inventoriées dans tout le littoral numidien (Nord-Est de l'Algérie) avec leurs types biologiques, biogéographiques et leur présence dans quelques relevés

Code	Taxon	Famille	Type bio	Type biogéographique	R1	R13	R16	R40	R58	R64	R81	R ₁₀₆	R ₁₁₁	R ₁₃₁
------	-------	---------	----------	----------------------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------------------	------------------	------------------

Bio : biologique, Th : thérophyte, Hydro : hydrophyte, Hém : hémicryptophyte, Géo : géophyte, Ph : phanérophyte et NPh : nanophanérophyte, Ch : chamaephyte, Méd : méditerranéen, Atl : atlantique, Intro : introduite, End : endémique, Tyr : tyrrhénien, Alg : Algérie, Tun : Tunisie, Mar : Maroc, Esp : Espagne, Ital : Italie, Lyb : Lybie, Cosmo : cosmopolite, Hola : Halarctique, Paléotemp : paléotempéré, Trop : tropicale, Eura : eurasién, Magh : Maghreb, Cul : cultivé, Natu : naturalisé.

R1 : Cap roux, R13 : Messida-2, R16 : Calissar-1, R40 : Cap Rosa-2, R58 : La Mafragh-4, R64 : Château des anglais, R81 : Aïn ben Soltan, R106 : Tahouna, R111 : Gons Embark, R131 : Cap de Fer-

5.2. Diversité biologique

Les thérophytes ont été nettement le type biologique le plus abondant. Représentées par 167 espèces, elles constituent 38,3% de l'ensemble des taxons répertoriés. Viennent ensuite les hémicryptophytes (94 taxons, soit 11,55%), les phanérophytes (65 taxons, soit 14,9%), les géophytes (59 taxons, soit 13,53%), les chaméphytes (48 taxons, soit 11%) et enfin les hydrophytes (3 taxons, soit 1,37%) (Tab. 1).

De plus, la composition floristique a permis de distinguer des groupements végétaux halophytes, hélophytes, psammophiles et amphibies :

- Les halophytes sont représentées par *Arthrocaulon macrostachyum* (Moric.) Piirainen & G. Kadereit, *Atriplex prostrata* Boucher ex DC., *Sarcocornia fruticosa* (L.) A. J. Scott, *Limonium fradinianum* (Pomel) Erben, *Plantagomacrorrhiza* Poir. subsp. *macrorrhiza*, *Daucus carota* L. subsp. *hispanicus* (Gouan) Thell., *Polycarpon tetraphyllum* (L.) L. subsp. *catalaunicum* (O. Bolòs & Vigo) Iamonico & Domina et *Limbarda crithmoides* (L.) Dumort.

- Les amphiphytes sont faiblement représentées avec par exemple *Cotula coronopifolia* L., *Cyperus longus* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Vitex agnus-castus* L., *Typha domingensis* (Pers.) Steud. et *Juncus acutus* L. Ce dernier macrophyte est le plus abondant, il a été observé sur les rives des embouchures échantillonnées aussi bien en milieu exondé qu'en milieu inondé.

- Les psammophiles sont représentées par *Ipomoea imperati* (Vahl) Griseb., *Malcolmia malcolmioides* (Coss. & Durieu) Greuter & Burdet, *Retama raetam* (Forssk.) Webb subsp. *bovei* (Spach) Talavera & Gibbs, *Linaria pinifolia* (Poir.) Thell., *Pistorinia breviflora* Boiss. subsp. *breviflora* et *Echinophora spinosa* L.

- Les hélophytes sont largement représentées dans les quatre habitats étudiés (*Senecio leucanthemifolius* Poir., *Pallenis maritima* (L.) Greuter, *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Lobularia maritima* (L.) Desv., *Bellis annua* L. subsp. *annua*, *Silene gallica* L., *Beta vulgaris* L. subsp. *maritima* (L.) Arcang., *Blackstonia perfoliata* subsp. *grandiflora* (Viv.) Maire, *Euphorbia helioscopia* L. subsp. *helioscopia*, *Galactites mutabilis* Durieu, *Mercurialis annua* L. subsp. *ambigua* (L. f.) Arcang. et *Trifolium campestre* L.

5.3. Diversité biogéographique

Sur les falaises maritimes, 42,8% des espèces de la flore étudiée ont une distribution méditerranéenne (*sensu lato*), dont deux tiers sont des méditerranéennes (*sensu stricto*). Les endémiques sont bien représentées avec 31 espèces. La majorité des plantes de l'embouchure

(78,3%) sont d'origine méditerranéenne avec deux taxons uniquement endémiques. 33,12 % des espèces des dunes maritimes sont méditerranéennes et 10 espèces sont endémiques (soit 13,51%). 53,58% d'espèces des dalles maritimes ont une répartition méditerranéenne et 2,7 % d'espèces sont endémiques.

En revanche, les espèces recensées dans l'ensemble des quatre habitats appartiennent à plusieurs ensembles chorologique (Tab. 1).

- Ensemble méditerranéen : Cet ensemble domine avec 248 espèces, soit 65,13 % de la flore répertoriée, dont 219 pour l'élément de liaison méditerranéen (*sensu stricto*), 39 pour l'élément de liaison eury-méditerranéen et 25 pour l'élément de liaison méditerranéen atlantique. Dans cet ensemble, les familles les plus riches sont celles qui sont le mieux représentées dans la flore étudiée. La famille des Asteraceae compte 37 taxons, celles des Fabaceae 20 taxons, les Poaceae (18 taxons), les Apiaceae et Lamiaceae (8 taxons pour chacun). D'autres familles possèdent 5 voire 1 taxon.

- Ensemble de large répartition : Cet ensemble regroupe 48 espèces, soit 11% de la flore du littoral numidien. Il est présenté par 42 taxons cosmopolites (inclus les subcosmopolites) répartis en 23 familles et six taxons d'origine tropicale (*Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd., *Achyranthes aspera* L., *Cyperus rotundus* L. subsp. *rotundus*, *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Ipomoea imperati* (Vahl) Griseb. et *Solanum linnaeanum* Hepper & P.-M. L. Jaeger).

- Ensemble nordique : Ces espèces représentent 5,27 % de la flore étudiée (23 taxons). L'élément paléotempéré est représenté par 15 taxons, suivi par l'élément holarctique avec 6 taxons. L'élément eurasienn n'est représenté que par un à deux taxons (*Geranium robertianum* L. et *Poa trivialis* L.).

- Ensemble d'espèces introduites : Cet ensemble est représenté par 21 espèces dont 5 sont naturalisées et 3 sont cultivées : *Artemisia absinthium* L., *Phoenix dactylifera* L. et *Ruta chalepensis* L.

- Ensemble endémique : 59 espèces représentent cet ensemble soit 13,53 % de la flore inventoriée ; une part non négligeable qui apporte de l'intérêt à notre étude, d'autant plus avec la présence de sept endémiques algériennes (*Calendula suffruticosa* Vahl subsp. *monardii* (Boiss. & Reut.) Ohle, *Daucus gracilis* Steinh., *Dianthus sylvestris* Wulfen subsp. *aristidis* (Batt.) Greuter & Burdet *Genista numidica* Spach subsp. *numidica*, *Matthiola sinuata* (L.) R. Br, *Silene rosulata* Soy.-Will. et Godr. subsp. *rosulata* et *Vera-duthiea noctiflora* (Batt. & Trab.) Speta?). Sur les 191 genres présents, 45 d'entre eux possèdent des taxa endémiques. Le genre *Genista* est le plus diversifié avec 5 taxons suivi par le genre *Brassica* et *Scrophularia* avec trois taxons pour chacun. Les pourcentages d'endémiques se répartissent

particulièrement parmi les familles Asteraceae (avec 11 taxons), Fabaceae (avec 8 taxons) et Brassicaceae (avec 5 taxons).

5.4. La richesse floristique des différentes communautés

Les quatre communautés étudiées présentent une biodiversité spécifique intrinsèque, ou diversités α (Whittaker, 1972), faible. Elle varie de 7,4 espèces par relevé, pour les communautés des dalles falaises, à 9,8 espèces par relevé pour les falaises où les conditions édaphiques sont les meilleures.

L'analyse du tableau 2 montre que les différences entre les indices des différentes communautés sont peu marquées. La valeur de l'indice H' de Shannon et Weaver est relativement faible pour l'ensemble des trois formations étudiées (de 3,14 à 4,82). Il est aussi à remarquer que les valeurs des taux d'équitabilité (E) proches de l'unité (0,91 à 0,97) indiquent une régularité dans la distribution des espèces, induisant donc une structure spatiale relativement uniforme.

Tableau 2. Calcul des indices de la diversité.

	Indice de diversité (α)	Indice de Shannon (H')	Équitabilité (J')	Richesse floristique (y)
Communauté des falaises maritimes	9,8	4,82	0,91	29
Communauté des embouchures	8,7	3,91	0,95	19
Communauté des dunes maritimes	8,3	3,77	0,97	13
Communauté des dalles maritimes	7,4	3,14	0,97	10

5.5. Analyse canonique des correspondances flore / environnement

L'analyse canonique des correspondances flore / environnement met en relation les 436 espèces végétales recensées et les neuf variables environnementales. Le plan formé par le premier et le second axe totalise un taux d'inertie de 62,82% (Fig.7). Il met en évidence la répartition des relevés des différentes stations en fonction des variables du milieu et de la physionomie de la végétation.

Le long de l'axe 1, les stations s'organisent selon un gradient de dégradation, en allant des formations moins dégradées (côté négatif) vers les formations dégradées (côté positif).

Les stations (R60, R59, R56, R57, R141, R135 et R23) qui se regroupent autour des variables pâturages, incendies dominés par des espèces rudérales (*Xanthium strumarium* L., *Reichardia picroides* (L.) Roth, *Umbilicus horizontalis* (Guss.) DC., *Valantia muralis* (L.) DC., *Asphodelus ramosus* L. subsp. *ramosus* et *Trifolium campestre* L.). Cette formation dégradée forme des parcours de grand nombre des cheptels ovins et caprins. Elle se traduit par la dominance des espèces annuelles héliophiles qui remplacent des espèces pérennes.

De même, la présence des plantes hydrophytes (*Juncus maritimus* Lam., *Suaeda vera* Forssk. ex J. F. Gmel. et *Juncus acutus* L.) sont le témoin des formations halophytes dégradées.

Dans la partie négative de l'axe 1, les stations des escarpements rocheux maritimes inaccessibles au bétail sont organisées autour des variables taux de recouvrement des herbacées et des ligneuses et se caractérisent par les espèces (*Malva arborea* (L.) Webb & Berthel., *Lobularia maritima* (L.) Desv., *Allium roseum* L., *Genista numidica* Spach subsp. *numidica* et *Stachys marrubifolia* Viv.).

La variable géologie est positivement corrélée à l'axe 2 avec un coefficient de corrélation de -1,98, et s'oppose à la variable pente négativement corrélée à cet axe ($r = -1,21$).

Les groupes de stations acquis dans le plan F2 (37,68 %) mettent en évidence une zonation de la végétation qui est tributaire de l'action de différents facteurs primordiaux. Sur la base de la valeur écologique de ces espèces, le second axe indique une répartition géologique du fait que, sur le côté positif, s'ordonnent des espèces des falaises calcaires (*Matthiola incana* (L.) R. Br. subsp. *incana*, *Lotus drepanocarpus* Durieu, *Ceratonia siliqua* L., *Sedum sediforme* (Jacq.) Pau, *Capparis spinosa* L. subsp. *spinosa*, *Cerinthe major* L. et *Brassica insularis* Moris).

Alors que, sur l'autre côté, se réunissent des espèces des dunes littorales et dalles maritimes (*Retama raetam* (Forssk.) Webb subsp. *bovei* (Spach) Talavera & Gibbs., *Cakile maritima* Scop., *Carex distachya* Desf., *Euphorbia paralias* L., *Malva sylvestris* L., *Limonium virgatum* (Willd.) Fourr., *Limbarda crithmoides* (L.) Dumort., *Adiantum capillus-veneris* L. et *Spergula arvensis* L.).

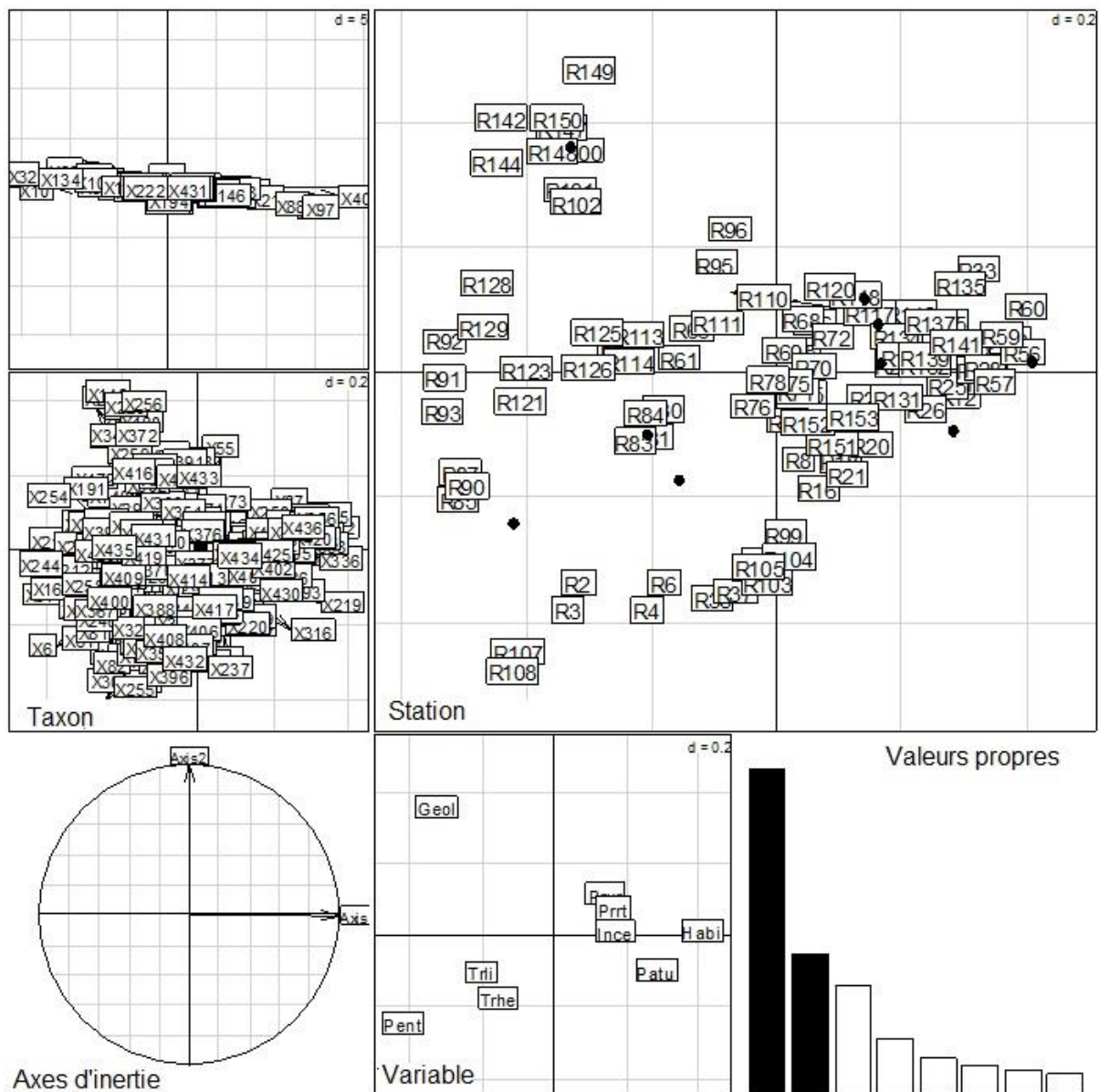


Figure 8. Carte de l'Analyse Canonique des Correspondances (ACC) sur 153 stations x 436 espèces x 9 variables environnementales (Trli= taux de recouvrement des ligneuses, Trhe= taux de recouvrement des herbacées, Patu= pâturage, Ince = incendie, Geo= géologie, Habi= habitat, Prur : proximité à site urbain, Prpr= proximité au parking, Pent= pente).

6. Discussion

6.1. Composition de la végétation

La liste floristique des 153 relevés sur le littoral numidien compte 436 espèces. Un nombre assez important qui lui confère une certaine richesse floristique en comparaison avec les autres stations du littoral algérien (de Bélair et al., 1984 ; Hanifi et al., 2007 ; Stambouli-Meziane et al., 2009 ; Khennouf et al., 2018) et de certaines zones du littoral tunisien et marocain (Gharbi-Gammar et Véla, 2008 ; Hammada et al., 2011). Ces espèces sont réparties en 191 genres représentant 88 familles avec la prédominance des Asteraceae, Fabaceae et Poaceae. Nos résultats sont en accord avec ceux de Khennouf et al. (2018) qui ont relevé les mêmes familles majoritaires dans le littoral jijilien (Nord-Est algérien). Stambouli-Meziane et al. (2009) rapportent également une prédominance des Asteraceae sur les dunes maritimes de la région de Tlemcen (Nord-ouest algérien).

Ces trois familles font partie des familles que l'on retrouve le plus souvent en Algérie dans les habitats humides ou forestiers (de Bélair, 1990 ; Hamel, 2013 ; Belouahem-Abed et al., 2011 ; Megharbi et al., 2016 ; Allem et al., 2017 ; Djemai et al., 2017) mais, aussi dans les régions méditerranéennes (Quézel, 2002).

La diversité d'ordre 1 est majorée, car en plus du nombre important d'espèces, le nombre de familles l'est aussi (Daget et Gaston, 2001). Ces résultats se rapprochent globalement de ceux obtenus par Hamel (2013) dans ses études sur les formations forestières et préforestières de la péninsule de l'Edough.

6.2. Diversité biologique et phytogéographique

Les thérophytes (167 taxons) composent principalement le spectre biologique du littoral numidien. La dominance des espèces annuelles traduit l'adaptation des communautés à l'imprévisibilité des conditions environnementales (Raunkier, 1934 ; Quézel, 2000), en favorisant les espèces à cycle court qui investissent plus dans la reproduction sexuée que dans le développement végétatif (Rhazi et al., 2006).

Les hémicryptophytes sont aussi assez bien représentés (94 espèces). Le littoral est en général favorable à leur prolifération (Hanifi et al., 2007) et leur grande présence est signalée par Barbéro et al. (2001) dans les pays du Maghreb. Cette richesse peut en outre s'expliquer par l'importance des mycorhizes dans le sol (Whigham, 2004).

Ainsi, la présence de nombreuses phanérophytes et chaméphytes ajoutée aux types biologiques précédents vient souligner le fait d'un caractère commun qui réside dans leur résistance à la salinité. Ces résultats sont comparables à ceux de Stambouli-Meziane et al. (2009), dans ses recherches sur les psammophiles de la région de Tlemcen (Nord-Ouest algérien).

L'examen des principaux types chorologiques rencontrés dans la région d'étude confirme la dominance de l'élément méditerranéen (56,64 %), fait souligné par (Quézel 2002) pour l'ensemble des pays de l'Afrique du Nord.

Sur les 32 espèces endémiques citées pour la péninsule de l'Edough (Hamel et al., 2013), nous retrouvons 8 espèces dans la zone d'étude, soit 25%. Les familles les plus riches en espèces endémiques sont celles qui sont le mieux représentées dans la flore du lac Fetzara. Ces résultats corroborent ceux mentionnés par Le Houérou (1995) qui considère que les Asteraceae et les Fabaceae sont des familles à forte endémicité au Nord de l'Afrique.

Néanmoins, les endémiques se développant dans la région d'étude sont relativement nombreux par rapport à ce qui a été observé dans les dunes littorales de Jijel, 9 taxons (Khenouf et al., 2018). Si, pour des raisons orographiques, les taxons endémiques sont un peu représentés dans le peuplement végétal numidien (Quézel, 1964), les taxons d'origine septentrionale semblent constituer par contre une de ses composantes principales (Quézel, 2002 ; Véla et Benhouhou, 2007).

L'abondance relative des espèces cosmopolites généralistes (11%) est liée à la perturbation et la modification de la nature des formations végétales (Teyssèdre et Barbault, 2009). Ceci est supporté par le fait que les formations étudiées abritent un grand nombre d'espèces à large distribution, révélant pour certaines l'impact du piétinement et du pâturage. Ces espèces à large répartition, sont le plus souvent des rudérales ou des espèces de milieux perturbés. Quand leur proportion est forte, ces espèces sont des indices de dégradation, et la flore perd de sa spécificité (Masharabu et al., 2010).

6.3. Nouvelle répartition des plantes

6.3.1. *Allium commutatum* Guss.

La découverte récente d'*Allium commutatum* Guss. Sur des îlots du littoral tunisien (Le Floc'h et al., 2010 ; Pavon et Véla, 2011) a relancé notre intérêt pour les poireaux du littoral d'Afrique du Nord. A ce jour, aucune signalisation n'a été faite pour le continent africain lui-même, les quatre localités connues (Pilau à Raf-Raf, Grand Cani à Bizerte, Fauchelle à La

Galite, Boulimate à Bejaia) étant insulaires, et particulièrement limitées à de très petites îles (< 15 ha, et le plus souvent < 1 ha).

Ce taxon a été signalé en Algérie par de Bélair et al. (2011) dans la plage Medjez Ecchâir (El Kala). Nous avons signalé une deuxième station de ce taxon en mai 2018 sur la dalle rocheuse de la Messida (Fig. 9a).

6.3.2 *Allium porrum* L. subsp. *polyanthum* (Schult. et Schult. f.) Jauzein et J.-M. Tison

Allium polyanthum est une espèce d'Europe méridionale. Sa répartition est étendue depuis l'Italie jusqu'en Espagne, en empruntant les îles tyrrhénienne (Euro+Med 2006-).

En Afrique du Nord, elle est indiquée au Maroc et en Tunisie (Dobignard et Chatelain 2010).

En Algérie, la plante n'est pas citée dans les anciennes flores (Battandier & Trabut 1884 ; Battandier et Trabut, 1895 ; Battandier, 1910, 1919) (Fig. 9b).

Maire (1958 : 253) inclut deux variétés pour l'espèce *A. rotundum* subsp. *eu-rotundum* « var. *typicum* et var. *polyanthum*). Cependant Quézel et Santa (1962: 213) signalent une seule espèce (*A. rotundum* subsp. *multiflorum*) pour Oran (Nord-Ouest algérien).

En effet, la présence de deux localités maghrébines (Maroc et Tunisie) suggère plutôt un statut d'autochtone pour cette espèce en Algérie (Babali et al. in préparation).

La plante a été observée dans la station d'Akacha sur un sol est relativement pauvre en matière organique. Parmi les espèces végétales accompagnatrices les plus abondantes on peut citer : *Allium roseum* L. subsp. *roseum*, *Stachys marrubiiifolia* Viv., *Limonium fradinianum* (Pomel) Erben, *Pallenis maritima* (L.) Greuter, *Sedum caeruleum* L., *Plantago macrorhiza* Poir. subsp. *macrorhiza* et *Hyoseris radiata* L.

6.3.3 *Andryala laxiflora* DC.

Cette espèce est signalée très rare en Algérie (cf. Quézel et Santa, 1963) où elle est limitée à deux secteurs K₂ (Collo) et O₃ (Garrouban). Elle semble toutefois très rare en Tunisie (cf. Pottier-Alapetite, 1981 ; Le Floch et al., 2010) (Fig. 9c).

Dans la région d'étude, elle a été vue au printemps 2015 à la Voile Noire.

6.3.4. *Anthemis maritima* L. subsp. *maritima*

Cette espèce est donnée « assez commune » sur les sables littoraux de petite et grande Kabylie (Quézel et Santa, 1963) mais pas au-delà (Fig. 1). Elle n'est pourtant bien dispersée en Numidie, sur substrats sableux, graveleux, ou encore rocheux (schistes, molasses) avec lithosol sablonneux. Dans la péninsule de l'Edough, elle a été vue à la plage des Sables d'Or et à la Voile Noire ainsi qu'au printemps 2013 sur la station grotte Oued El Gueb, où elle semble très rare et localisée. Ces observations semblent nouvelles pour le littoral nord-est algérien.

Battandier lui-même (1888-1890), la signalait déjà à Bougie (Bejaia) et Philippeville (Skikda) mais aussi à Bône (Annaba). Tout ceci confirme non seulement l'oubli conséquent dans la flore de Quézel et Santa (1962-1963), mais aussi en partie la faible prospection historique du littoral oriental (Fig. 9d).

En Tunisie, ce taxon est bien présent sur les sables maritimes de nombreuses stations (Pottier-Alapetite, 1981).

6.3.5. *Anthyllis barba-jovis* L.

Signalée de Bône à La Calle, l'Anthyllide barbe de Jupiter y a été retrouvée en stations morcelées (Château des Anglais, plage Hennaya) pour atteindre la frontière tunisienne au Cap Sigleb (cf. Véla et al., 2012) (Fig. 3). Nous avons aussi redécouvert au Cap de Garde (cf. Battandier, 1888-1890), limité aux schistes et gneiss à l'ouest du phare et du sémaphore. Mais nous l'avons aussi découvert bien au-delà vers l'ouest dans la falaise de la Voile Noire où il abonde et forme un maquis dense sur le rebord supérieur de celle-ci. Cette station a partiellement subi un incendie en 2006 dont elle s'était déjà très bien remise l'année suivante. L'extension des stations connues vers l'ouest dans la péninsule de l'Edough, et à l'est vers la frontière tunisienne, est ici le reflet du manque de prospection de ces deux secteurs littoraux prestigieux que sont la Voile Noire et le Cap Sigleb (Fig. 9e).

6.3.6. *Antirrhinum tortuosum* Bosc ex Vent.

La présence d'*Antirrhinum tortuosum* [= *A. majus* L. subsp. *tortuosum* (Bosc.) Rouy] ne semble jamais avoir été reportée en Numidie orientale ni sur les Kabylies ou le Centre algérien (Quézel et Santa, 1963: 847). Néanmoins, ce taxon est bien présent en Numidie occidentale puisqu'il a été observé en 2008 sur la corniche littorale de Stora (Skikda) (Véla, 2008).

Toutefois, sa présence sur le cap de Fer n'est pas surprenante. Le cas similaire de nouvelles localités de certains taxons (*Anthemis maritima* L. subsp. *maritima*, *Brassica fruticulosa* Cirillo subsp. *numidica* (Coss.) Maire, *Limonium fradinianum* (Pomel) Erben et *Silene rosulata* Soy.-Will. et Godr. subsp. *rosulata*) ont déjà été signalés dans la station d'observation (Boulemtafes et al., 2018) (Fig. 9f).

6.3.7. *Brassica fruticulosa* Cirillo subsp. *numidica* (Coss.) Maire

Sur le plan biogéographique, ce Chou est un taxon endémique du Nord-Est algérien, à aire de distribution mondiale très restreinte (Dobignard et Chatelain, 2011).

Elle a été découverte pour la première fois dans le secteur du Cap de Garde par Letourneux (Cosson, 1887 ; Battandier, 1888-1890 ; Maire, 1965). Ensuite, elle fait défaut dans la flore de Quézel et Santa (1962 : 415), vraisemblablement par choix car le rang de variété n'était alors

guère retenu, et le rang de sous-espèce créé à titre posthume par Maire (1965 : 175) n'a été publié par les soins de P. Quézel qu'après la parution de la flore nationale.

Ainsi, au-delà la redécouverte de sa station historique du Cap de Garde sur des roches métamorphiques, ce taxon s'étend aussi à l'autre extrémité de la péninsule de l'Edough dans le Cap de Fer dans les fissures de roches magmatiques. Enfin il est également présent au-delà de la péninsule dans les dunes fossiles des plages de la ZIP de Guerbès Senhadja (Nord-Est algérien).

La particularité de la nouvelle station du Cap de Fer est que les fleurs sont de couleur jaunâtre (jaune crème), alors que celles de la localité type du Cap de Garde y sont blanchâtres (blanc crème). La couleur également jaunâtre des plantes de la station Kef Fatima serait à confirmer sur le frais car basée sur des échantillons secs (Fig. 10a).

6.3.8. *Bunium crassifolium* (Batt.) Batt.

Cette espèce semble avoir été mentionnée dans diverses études sur la flore forestière et aquatique de la Numidie (cf. Hamel et al., 2013 ; Hamel et Meddad-Hamza, 2016 ; Allem et al., 2018 ; Hamel et al., 2019b) et même insulaire (cf. Khennouf et al., 2018 ; **Boulemtafes** et al., 2018) (Fig. 10b).

Elle semble très rare dans le pays (cf. Quézel et Santa, 1963) où elle est limitée aux Cap de Garde et la Calle. Elle a été vue au printemps 2015 sur plusieurs points à la Numidie occidentale (Cap de Fer, Akacha, Cap Jalou, Gons Embarek), où elle semble très rare avec des populations très réduites.

Néanmoins, il nous a été impossible de retrouver la localité précise sur le Cap de Garde (cf. Quézel et Santa, 1963).

6.3.9. *Calendula suffruticosa* Vahl subsp. *monardii* (Boiss. & Reut.) Ohle

C'est sous ce nom qu'il conviendrait d'appeler les soucis vivaces présents sur le littoral numidien (Fig. 10c).

L'identité taxonomique est restée jusqu'à ce jour incomprise et cette identification a été effectuée par Dr. Paulo SILVEIRA (Université d'Aveiro-Portugal) à partir de photographies et de spécimens vivants collectés et mis en culture. Ce taxon typiquement algérien qui mériterait encore des études complémentaires notamment caryologiques.

6.3.10. *Centaurea papposa* (Coss.) Greuter

Au-delà du secteur historique du Cap de Garde (où elle ne sort pas des schistes du sémaphore exposé à l'ouest), cette endémique partagée du Cap Bon en Tunisie et de l'Edough en Algérie a été découverte en plusieurs points du secteur Voile Noire, depuis la grande falaise jusqu'au Pain de Sucre (Fig. 10d).

L'espèce était autrefois signalée également à Bône (Annaba) où elle n'a pas été revue, sans doute localisée dans les rochers de la corniche d'où elle a dû disparaître à cause de l'urbanisation et à l'eutrophisation des habitats péri-urbains, à moins qu'elle n'existe encore en position relictuelle dans des propriétés privées inaccessible au public ?

La découverte de nouvelles stations parfaitement naturelles à l'Ouest du Cap de Garde dénote manifestement un manque de prospections historiques du secteur très difficile d'accès de la Voile Noire.

6.3.11. *Dianthus sylvestris* Wulfen subsp. *aristidis* (Batt.) Greuter et Burdet

Il semble que ce taxon endémique stricto de l'Algérie n'avait jamais été observé en dehors de ses frontières classiques sur les falaises maritimes de Bône (Annaba) à Philippeville (Skikda). La présence de l'espèce était visiblement passée inaperçue du fait que les falaises Ouest de Cap Sigleb (ex. Cap Roux) sont une région non exploitée sur le plan botanique. Le cas similaire de certains nouveaux taxons sont déjà signalés dans la région : *Sixalix farinosa* (Coss.) Greuter et Burdet, *Galium verrucosum* subsp. *halophilum* (Lonzo) Lambinon, *Allium commutatum* Guss. (de Bélair et al., 2011 ; Véla et al., 2012a ; Véla et de Bélair, 2013) (Fig. 10e).

En outre, la découverte inattendue de cette espèce, très éloignée de ses stations classiques des îles de la Méditerranée occidentale, augure de l'existence d'autres populations, qu'il convient de rechercher dans son aire potentielle. Il serait également utile de la rechercher ailleurs sur les côtes tunisiennes, notamment sur les falaises de Tabarka.

6.3.12. *Echinophora spinosa* L.

Ce taxon est signalé par (Battandier, 1888-1890) comme disparu sur le territoire national après le signalement de (Desfontaines, 1798) (Fig. 10f).

La plante a été redécouverte par M. Peltier près de la mer au Corso (A₁) en 1917 (Battandier, 1919 ; Ducelier et Maire, 1923), station reprise par (Quézel et Santa, 1963 : 656) avec une autre station à La Calle (K₃), tout en précisant « non revu depuis longtemps ».

Cette espèce semble avoir été mentionnée dans diverses études sur la végétation psammophile de l'oranais (O₁) (voir par exemple le travail de Stambouli et al., 2009). Il semble qu'elle n'avait jamais été observée sur le Nord-Ouest algérien (cf. Quézel et Santa, 1963).

Néanmoins, plusieurs décennies après Thomas qui la récolta en 1967 pour l'herbier Dubuis (planche n° MPU187438), elle a été revue dans les années 2009-2013 à Beni Bélaïd (K₁) où elle semble très rare et localisée en association avec *Achillea maritima* (L.) Ehrend. & Y.P. Guo. (de Bélair et Samraoui, 2000 ; Bouldjedri et al., 2011 ; Khennouf et al., 2018).

Dans la péninsule de l'Edough, elle a été observée sur les sables maritimes d'Oued El Gueb où elle semble très rare. Cette observation semble nouvelle pour le littoral numidien (Hamel et al., 2013) où elle n'était connue qu'à la Calle (station non retrouvée jusqu'à nos jours).

6.3.13. *Euphorbia dendroides* L.

Cette espèce est répandue depuis la corniche Nord d'Annaba en direction du Cap de Garde dans tous les maquis ensoleillés, puis elle déborde sur la face Nord du littoral rocheux dans tout le secteur du Cap de Garde (phare, sémaphore, carrière, marabout, col). De là, une nouvelle répartition naturelle a pu être mise en évidence plusieurs kilomètres à l'Ouest, dans tout le secteur de la Voile Noire (Oued Bougrat, Cap Fagoul et Pain de Sucre).

En revanche aucune autre station n'a pu être découverte plus à l'ouest dans la péninsule.

L'élargissement de sa répartition au secteur Voile Noire voisin du Cap de Garde dans le secteur K₃ dénote d'un manque de prospection historique de ce secteur à l'exception d'une visite de Letourneux qui y mentionna au 19^e siècle *Brassica insularis* (in Maire, 1965) (Fig. 11a).

6.3.14. *Limonium fradinianum* (Pomel) Erben [= *L. densiflorum* (Guss.) O.Kuntze, pro parte]

Ce taxon appartient à l'agrégat d'espèces gravitant autour de *L. densiflorum* dont le type est endémique Sicilien (Fig. 11b). Il faut y ajouter *L. glomeratum* (Tausch) Erben, siculo-sarde et *L. doriae* (Sommier) Pign., endémique de l'archipel Toscan (Pignatti, 1981). Leur vicariant numide a été décrit par (Pomel, 1874) à partir de récoltes de Fradin faites à Bône près l'embouchure de la Seybouse, puis récolté à Bône sur la colline du Fort Gênois par Meyer et enfin à l'oued Messida près d'El Kala par Battandier (1888-1890). Bien que Domina (2011) le considère endémique algérien sur simple déduction de (Erben, 2011), nous ne connaissons pas sa répartition exacte, tant les citations tunisiennes, oranaises et marocaines de « *L. densiflorum* » gagneraient à être revues.

Nous l'avons observée dans le secteur K₃ en divers points de la péninsule de l'Edough (plage Kef Fatima, Voile Noire, Cap de Garde, Vivier) ainsi qu'entre Annaba et El Kala (plage Lagune Mellah). La mention « Commun sur tout le littoral » dans Quézel et Santa (1963) s'appliquant à tous les *Limonium densiflorum* sensu lato, il n'est pas évident de mesurer en quoi ces stations sont nouvelles ou non. Mais étant donné l'absence de prospection historique sur les plages de Kef Fatima et de la Voile Noire, on peut à minima les considérer comme des découvertes intéressantes.

6.3.15. *Limonium spathulatum* (Desf.) O. Kuntze subsp. *spathulatum*

Une saladelle a déjà été signalée par (Boulemtafes, 2015) sur le littoral de la péninsule de l'Edough. Nous avons aussi pu revoir ce taxon sur les dalles rocheuses de la Messida et de la Vielle Calle (Fig. 11c).

Il semble appartenir au groupe des salades endémiques ibéro-maghrébines. Cette espèce dont nous avons fait parvenir des spécimens au Dr. Errol VELA (Université de Montpellier-France), est encore en cours d'étude.

6.3.16. *Limonium virgatum* (Willd.) Fourr.

Il aurait pu sembler à première vue que toutes les citations anciennes (voir Quézel et Santa 1963) puissent être rapportées *L. densiflorum* var. *steiroclada* (Fig. 11d).

Ce taxon est néanmoins bien présent en Numidie puisqu'il a été récolté en 2012 sur les falaises de Medjez Ecchaïr par Gérard de BELAIR « N° 102_38, acronyme international herbier gdb ».

6.3.17. *Lonas inodora* Gaertn.

Cette espèce a été observée dans le maquis du cap de Garde en septembre 2003 par Hamel T., puis une seconde localité a été trouvée à la Vielle Calle sur une dalle rocheuse en mai 2017 par Boulemtafes A. et Hamel T. (Fig. 11e).

Elle est présente en nombre très réduit d'individus dans des milieux ouverts. Il semble qu'elle n'ait jamais été observée auparavant sur le secteur numidien (cf. Quézel et Santa, 1963).

6.3.18. *Malva arborea* (L.) Webb & Berthel

La station, déjà connue, du Château des Anglais (Amari et al., 2015), a été revue, puis complétée en 2016 par une nouvelle découverte sur la station grotte Oued El Gueb, où ce taxon se trouve souvent accroché à des falaises maritimes abruptes (Fig. 11f).

6.3.19. *Matthiola incana* (L.) R. Br. subsp. *incana*

Cette plante a été observée sur l'île Gargamiz en avril 1018. Elle était présente en quelques individus isolés sous un peuplement de *Chamaerops humilis* et *Phillyrea latifolia*. La localité est considérée comme nouvelle, c'est-à-dire non connue de Quézelet Santa (1962) ni de Hamelet al. (2013).

Cette espèce est souvent considérée comme échappée de culture, ce qui est vrai en dehors de son aire naturelle, mais elle a un comportement parfaitement spontané et une écologie constante dans un ensemble géographique péri-tyrrhénien, c'est-à-dire centro-méditerranéen (du Sud-Est de la France au Nord-Est de l'Algérie jusqu'à Malte et à la côte Dalmate). De ce fait la taxonomie infraspécifique est controversée : Certains taxons présumés sténo-

endémiques ayant été décrits çà et là alors que le type pourrait être une plante devenue horticole et propagée par l'homme (Tison et De Foucault, 2014) (Fig. 12a).

6.3.20. *Matthiola sinuata* (L.) R. Br. var. *numidica* Coss.

La plante a été observée aussi sur le littoral de la wilaya d'El Tarf, essentiellement sur des dunes fossiles consolidées, dans une situation écologique et biogéographique tout à fait comparable à celle de la localité type située « à La Calle, embouchure de l'oued Messida, très rare » (d'après Letourneux et Lefranc, in Cosson, 1887 ; Maire, 1977) (Fig. 12b). Les échantillons des plages de Draouche et El Khobzi nommés « *Matthiola incana* » dans l'herbier GDB illustrent en réalité *Matthiola sinuata* var. *numidica*, comme ceux de la plage voisine de Hennaya. Ce taxon a également été observé dans la grande falaise dominant le Cap de Fer où il est très rare et localisé à sa face Est très étroite.

Il a été considéré comme synonyme de *Matthiola sinuata* s.l. par Dobignard et Chatelain (2011), sans rattachement à aucune sous-espèce, vraisemblablement par défaut d'observation récente et d'étude spécifique, comme beaucoup de variétés infra-spécifiques méconnues (A. Dobignard, comm. pers.). Maire (1977) reprend le taxon de Cosson mais ne le signale que de sa station d'origine (fin 19^e siècle), station non retrouvée. Contrairement au type de l'espèce, il s'agit d'une « plante vivace, à souche produisant des rosettes stériles, à feuilles en rosettes obovales-oblongues, entières ou faiblement sinuées, plus ou moins brusquement contractées en pétiole ». Il s'agit d'un taxon peut être endémique algérien, et même numidien (secteur K₃), à réhabiliter, et sans doute à considérer à un rang plus élevé que celui de la variété. Néanmoins, il serait utile d'étudier les populations du taxon algérien comparativement à celles de l'île de Pantellaria (entre la Sicile et la Tunisie) décrites sous le nom de *Matthiola incana* subsp. *pulchella* (Guss.) Brullo & Furnari. Ces deux taxons, peut-être identiques, ont en commun de partager certains critères de *M. incana* s.s. (plantes rupicoles, vivaces pluricarpiques à base ligneuse) et d'autres de *M. sinuata* s.s. (inflorescence glanduleuse, feuilles très tomenteuses, pétiolées à limbe plus ou moins sinué). En cela, leurs rangements respectifs dans deux espèces présumées distinctes ne sont pas si étonnants, et il n'est pas permis, sans une étude phylogénétique globale, de présager dans laquelle des deux ils devraient être rangés. A ce jour, la seule phylogénie du genre *Matthiola* (cf. Jaén-Molina et al., 2009) ne prend pas en compte notre taxon algérien, ni le taxon libyen *M. incana* subsp. *cyrenaica* (Brulloet Furnari, 1979), lui aussi intermédiaire mais avec une inversion des caractères (cycle court de *M. sinuata*, inflorescence non glanduleuse de *M. incana*).

6.3.21. *Plantago crassifolia* Forssk.

Cette espèce semble rare sur milieux salés humides de la Numidie orientale (obs. HAMEL T. 2019). Elle semble toutefois très rare en Algérie (cf. Quézel et Santa 1963), tandis que cette localité semble nouvelle pour le littoral nord (Pavoine et al., 2011) (Fig. 12c).

Sa plasticité morphologique la rend au premier abord difficilement rattachable aux populations typiques du littoral (feuilles moins larges et subaigües) tout en la maintenant clairement distincte de toutes les formes du groupe de *Plantago macrorhiza* Poir. subsp. *macrorhiza* et *Plantago serraria* L.

6.3.22. *Pteris vittata* L.

La Ptéride à longues feuilles (*Pteris vittata* L.) est un taxon subcosmopolite assez répandu sur le sud de la Méditerranée jusqu'en Afrique subsaharienne en passant par le Cap et à l'Est par le Moyen-Orient, la Russie et le sous-continent indien jusqu'en Extrême-Orient et au sud en passant par le Sud-Est de l'Asie jusqu'en Australie. Elle a apparemment été introduite dans un certain nombre de groupes d'îles de l'Océan Pacifique, notamment la Nouvelle-Zélande, l'Amérique du Nord, l'Amérique Centrale et l'Amérique du Sud (Blanca et al., 2009 ; Hassler et Schmidt, 2011). Cette fougère avait été évaluée comme moins préoccupante à l'échelle mondiale par l'UICN (2020).

En Algérie, le genre *Pteris* est représenté par *P. cretica* L. qui est une espèce rarissime selon Quézel et Santa (1962) et *P. vittata* L. espèce très localisée observée sur les rochers suintants et les ravins humides sur le littoral et dans les montagnes des secteurs K₂, A₂ et O₁ (les Andalouses).

Cette dernière espèce ne semble pas avoir été signalée en Numidie (Maire, 1952 ; Quézel et Santa, 1962 ; Haou et al., 2011). C'est à proximité de la plage Saint Louis (36°54'24,22"N ; 7°11'70,7"E) à une altitude de 6m, que nous l'avons trouvée un 19 février 2016 sur la bordure d'un ruisseau sous les Saules (*Salix pedicellata* Desf.) et la Canne de Provence (*Arundo donax* L.). Un échantillon de la plante a été récolté et déposé dans l'herbier privé de Gérard de BELAIR «GDB, n° 111_36 http://gdebelair.com/imascan/111_36.jpg». Sa présence en bordure des sites historiques en K₃ vient donc compléter sa présence en Tunisie sur la frontière algérienne à Tabarka (Guénod et al., 1954).

La population de l'espèce observée est très réduite, elle s'élève à cinq pieds isolés avec une faible régénération à cause de la fréquentation de la plage dans la période estivale (Hamel et al., 2020) (Fig. 12d).

6.3.23. *Romulea leichtliniana* Halácsy

Cette espèce a été découverte en contrebas du marabout du Cap de Garde en mars 2006 puis une seconde localité juste en avant du phare du Cap de Garde en mars 2013 par HAMEL T., de BELAIR G. et VELA E. (Fig. 12e). Elle est présente en petites populations dans les milieux ouverts de la garrigue sublittorale sur un sol sablonneux (respectivement molasse et schistes). Il semble qu'elle n'avait jamais été observée auparavant sur le territoire algérien (cf. Quézelet Santa, 1962 ; Dobignard et Chatelain, 2010), à moins qu'elle n'y ait été confondue avec *R. bulbocodium* (L.) Sebast. & Mauri. Bien que ces deux taxons soient séparés par la couleur du périanthe (Davis, 1984), une révision phylogénétique serait profitable pour vérifier s'il s'agit bien de taxons autonomes.

Décrite en Grèce, ce taxon, parfois considéré au rang de variété, est également cité de Turquie, d'Albanie et dans l'ex-Yougoslavie (Barkeret Govaerts, 2018). Son signalement est donc nouveau pour l'Afrique du Nord.

6.3.24. *Romulea ramiflora* Ten.

Cette Romulée a été observée sur les falaises maritimes de Cap Sigleb (ex Cap Roux) en avril 2017. Elle était présente en petites populations dans les milieux ouverts proches de maquis à *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* (Guss.) Arcang. (Fig. 12f).

Il semble qu'elle n'avait jamais été observée sur le Nord-Est algérien (cf. Quézel et Santa, 1962), à moins qu'elle n'y ait été confondue avec une des formes de *Romulea bulbocodium* s.l.

6.3.25. *Sonchus asper* L. subsp. *glaucescens* (Jord.) Ball

Il convient de noter que ce taxon, n'a jamais été signalé en Algérie en dehors de secteurs (K₁, A₁ et O₃) (cf. Quézel et Santa, 1962). Sa présence en bordure dans la Numidie (K₃) vient donc compléter sa présence en Tunisie sur la frontière algérienne à Djebel El Ghorra (Pottier-Alapetite, 1981).

La grande rareté de ce taxon au Maghreb (Quézel et Santa 1962 ; Pottier-Alapetite, 1981) et la régression historique de ses milieux, notamment dans les Monts de Tlemcen (Babali, 2014), mettent en avant l'intérêt patrimonial et la grande valeur de la station d'observation d'El Hennaya (Fig. 13a).

6.3.26. *Sedum tuberosum* Coss. & Letourn.

Nous l'avons observée une première fois dans le secteur de la Voile Noire (falaise principale) le 18 novembre 2015, puis dans les trois autres localités de la Voile Noire. Toutes ces observations sont donc nouvelles pour le littoral Nord-Est algérien (Fig. 13b).

Battandier (1888-1890) la signalait à « Gorges de Palestro, Bou-Zecza, Tigremount », laissant présager d'autres localités. Cette double découverte confirme donc la faible prospection historique du Tell oriental en Algérie.

En termes de biogéographie, l'espèce est une endémique algéro-tunisienne (Dobignard et Chatelain, 2011). En guise de complément de cette nouvelle observation, nous avons consulté toutes les planches de la base de données des plantes d'Afrique (<http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/recherche.php?langue=fr>) étiquetées «*Sedum tuberosum*». Sur les six planches disponibles, quatre se rattachent clairement à notre espèce : elles proviennent toutes de Bouzegza Keddara (Centre-Nord algérien) et ont été récoltées en janvier et juin. Les deux autres proviennent de Nord-Ouest tunisien. Elle semble toutefois rare en Tunisie (Pottier-Alapetite, 1979), où elle est dispersée depuis le Cap Bon jusqu'à la frontière algérienne en Kroumirie.

6.3.27. *Senecio angulatus* L. f.

Ce taxon est longtemps confondu avec *S. mikanioides* Walp (Dellucchi et al., 2016). Sa présence est confirmée sur le territoire algérien où il vient s'ajouter au groupe des plantes invasives (Miara et al., 2018). Le Sénéçon anguleux est aussi présent en Lybie où il a été cultivé à grande échelle (Greuter, 2006). Dans le même temps, (El Mokni et Iamónico, 2018) rapportent la présence de cette espèce dans le territoire tunisien.

Nous avons pu récemment confirmer sa présence dans deux stations au Cap de Garde où il arrive à fermer complètement les pieds d'oléastre (Fig. 13c).

A ce jour, plusieurs nouvelles stations ont été ajoutées sur le territoire national (Babali B., Hamel T., **Boulemtafes** A., Boutabia L., Telailia S., de Bélair G. et Véla E. inédit).

6.3.28. *Seseli praecox* (Gamisans) Gamisans

Historiquement signalé sous le nom de *Seseli bocconeii* au Cap de Garde par (Battandier 1910), c'est lors de sa redécouverte le 10 mars 2006 que son identité a pu être précisée à l'aide de la flore d'Italie (Pignatti, 1981) et rattachée au *Seseli praecox* décrit peu avant d'après les spécimens de Corse et de Sardaigne, faisant de *S. bocconeii* sensu stricto une

endémique sicilienne. Par la suite, nous avons pu en découvrir plusieurs stations éparpillées dans la péninsule de l'Edough où il abonde parfois (Fig. 13d).

Le séséli précoce est abondant dans ses stations où il paraît bien protégé par l'inaccessibilité des sites, tant qu'aucune carrière ne vient les affecter. Depuis nos ? (re)découvertes, il y a une quelques années (5 ans), nous n'avons constaté aucune dégradation, y compris dans la petite falaise située sous le marabout de Sidi Naouah.

6.3.29. *Silene rosulata* Soy.-Will. & Godr. subsp. *rosulata*

Nous avons découvert une station inédite de cette espèce dans la grande falaise nord du Cap de Fer à l'Ouest de la péninsule, mais elle existe aussi dans les micro-falaises de dunes fossiles de la plage de Hennaya dans le golfe d'Annaba en direction d'El Kala (Fig. 13e).

Initialement considérée comme endémique algérienne, cette espèce était donnée « R: A₁, O₁, K₃: La Calle » par Quézel et Santa (1962), avec des précisions données par (Battandier, 1888-1890) concernant les secteurs respectifs « Bou-Ismaël [A₁], Réghaïa [A₁], Corso [A₁], La Calle [K₃], Oran [O₁] ». C'est Maire (1963) qui détaille à la fois la taxonomie et la chorologie : la var. *typica* Maire « paraît rare : C. La Calle (DURIEU). - A. Surcouf (DUBUIS) », la var. *ciliata* Maire « A. Le Corso ! (BATT.); Castiglione ! (CLAUSON) », la var. *adenocalyx* Maire « C. La Calle : (CLAVE) ; dunes de la Mafrag près de Bône! (Letourneux sans date) ». Quant à la var. *pubescens* Maire, elle regroupe toutes les populations oranaises et déborderait même au Maroc oriental dans les Beni Snassen (Fennane et al., 1999).

Les trois variétés (*typica*, *ciliata*, *adenocalyx*) formant vraisemblablement un taxon endémique algérien, et même algéro-kabylo-numidien (secteurs A₁-K₁-K₂-K₃), est à considérer ensembles à un rang plus élevé que celui de la variété (subsp. *rosulata*). Du même fait, la var. *pubescens* formant vraisemblablement un ensemble vicariant endémique algéro-marocain, depuis l'embouchure de la Macta jusqu'au littoral des Beni-Snassen, est à réhabiliter et à considérer à un rang plus élevé que celui de la variété.

Si la station du Cap de Fer reflète le caractère totalement inexploré de ce site prestigieux, notre station de la plage de Hennaya, située à quelques kilomètres de l'embouchure de l'ouest Mafragh confirme la stabilité de la population depuis la fin du 19^e siècle ! Mais l'accès facilité aux plages de ce secteur par l'aménagement de routes goudronnées depuis les années 2000 compromet sérieusement l'état de conservation des dunes fossiles et de leur végétation.

6.3.30. *Sixalix farinosa* (Coss.) Greuter et Burdet

L'espèce a été observée dans deux stations du secteur Voile Noire et Cap Fagoul (Hamel et **Boulemtafes**, 2017a) et Cap Pain de Sucre (Fig. 13f).

Elle était considérée comme une endémique strictement tunisienne jusqu'en 1004, quand elle fut découverte en Algérie près de la frontière tunisienne au Cap Sigleb (Véla et al., 2011). Ce taxon est ainsi présent dans deux trois distantes : à l'Ouest la péninsule de l'Edough près d'Annaba, au centre la zone transfrontalière d'El Kala et Tabarka, et à l'Est de la péninsule du Cap Bon et l'île de Zembra (Tunisie) (Pottier-Alapetite, 1981).

La partie Est de la Voile Noire est partiellement moins connue, après la découverte de *Brassica insularis* Moris par Letourneux au 19^{ème} siècle (Maire, 1965). Toutefois, il faut noter la présence ancienne de *Brassica insularis*, qui semble différer de *Brassica cretica* subsp. *atlantica*, observée sur l'île de Zembretta, une des quatre îles qui forment l'archipel tunisien de Zembra (ou îles Aegimures). Cette dernière pourrait s'agir comme une endémique de Tunisie dont le nom correct serait *Brassica atlantica* (Coss.) Schultz (Sérrano, 2008).

En revanche, la partie Ouest de ces falaises, ou probablement a été échappée de la prospection de Letourneux. La population de *Sisylx farinosa* se compose de plus d'une centaine de pieds (solitaires ou par petits groupes) et elle s'étale sur au moins 400 m².

Quant à la Voile Noire, elle est connue pour ses liens biogéographiques et son endémisme partagé avec la micro-plaque corso-sarde-sicile et le Sud Ouest tunisien (Pignatti 1982 ; Pavonet Véla, 2011 ; Hamel et **Boulemtafes**, 2017a). Ce qui confirme la présence partagée de plusieurs espèces végétales.

6.3.31. *Teucrium fruticans* L.

Cette germandrée ne figure pas dans les travaux d'inventaire sur la flore de la péninsule de l'Edough (Toubal-Boumaza, 1986 ; Hamel, 2013). Elle a pourtant été observée sur le maquis de Cap de Garde dès 1981, puis plus récemment dans les trois stations de la Voile Noire (Fig. 14a).

Battandier (1888-1890) la signalait déjà à « Bône » (Annaba), sous la var. *latifolium* Rouy, confirmant notre idée d'un oubli malheureux dans la flore de Quézel et Santa (1963), mais aussi un déficit de prospection historique du reste de la péninsule de l'Edough.

En Tunisie, cette plante est signalée sur les frontières avec l'Algérie à Tabarka (Pottier-Alapetite, 1981), ce qui justifie sa présence au Nord-Est algérien.

6.3.32. *Vera-duthiea noctiflora* (Batt & Trab) Speta ?

L'observation régionale de l'espèce remonte à Battandier dans les deux sous secteurs du Sahara Septentrional (Maire, 1958).

Cette espèce a été observée en nombre élevé (100 pieds) sur les falaises maritimes de Cap de Fer le 20 janvier 2019. Son identité exacte reste à débattre, malgré son affinité morphologique avec *Drimia* sensu lato (Fig. 14b).

En revanche, cette bulbeuse mérite amplement d'être distinguée de *Vera-duthiea noctiflora* avec lesquels elle a été trop souvent et maladroitement confondue. Nos individus sont avec des feuilles à tire-bouchant.

Des recherches spécifiques de cette rare espèce endémique du Sahara algérien (?) encore méconnue mériteraient d'être réalisées, notamment à l'aide de marqueurs génétiques et d'investissements caryologiques.

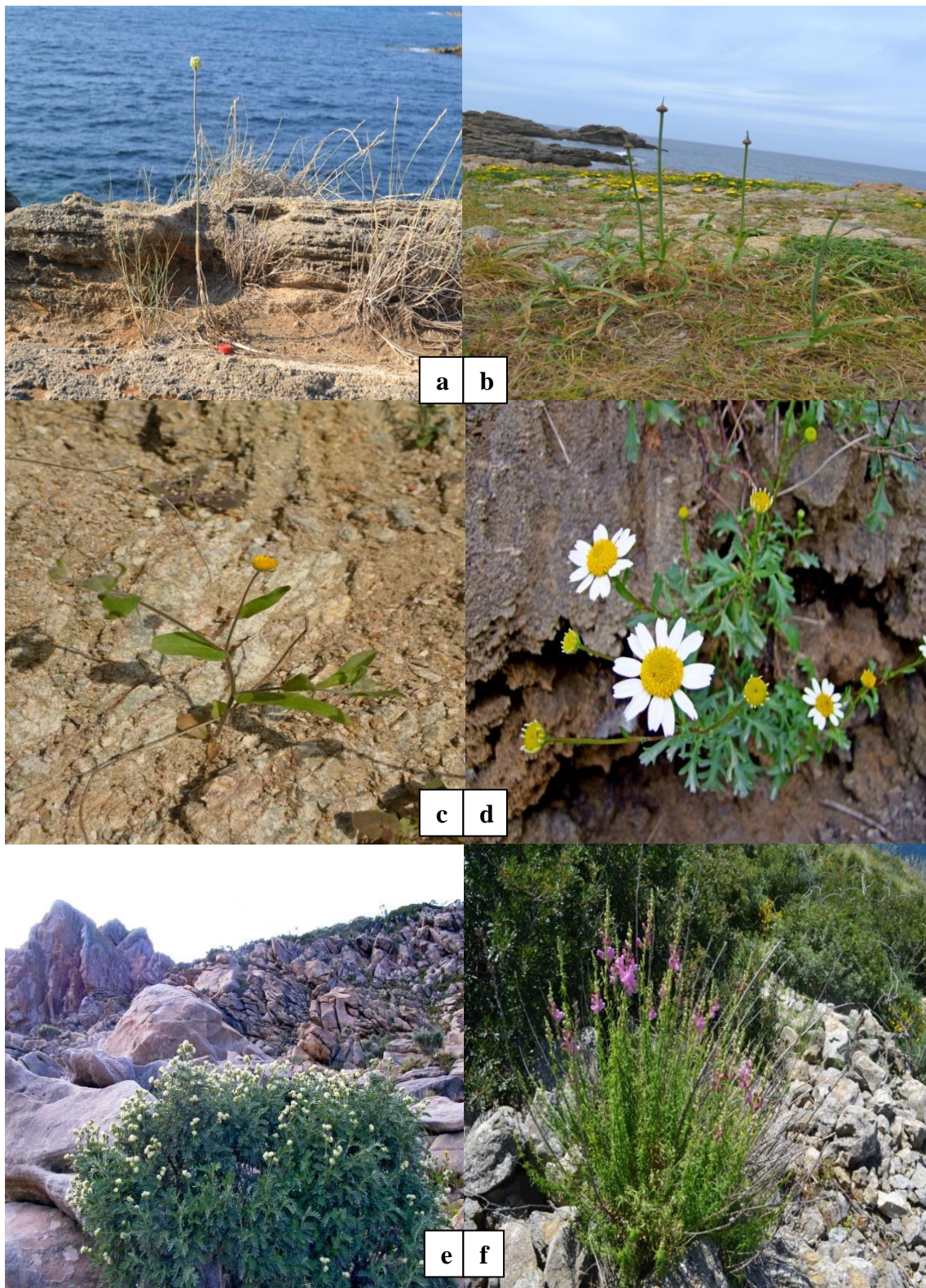


Figure 9. a : *Allium commutatum*, b : *Allium porrum* subsp. *polyanthum*, c : *Andryala laxiflora*, d : *Anthemis maritima* subsp. *maritima*, e : *Anthyllis barba-jovis*, f : *Antirrhinum tortuosum* (Clichés BOULEMTAFES A. et HAMEL T. 2015-2019).



Figure 10. a : *Brassica fruticulosa* subsp. *numidica*, b : *Bunium crassifolium*, c : *Calendula suffruticosa* subsp. *monardii*, d : *Centaurea papposa*, e : *Dianthus sylvestris* subsp. *aristidis*, f : *Echinophora spinosa* (Clichés BOULEMTAFES A. et HAMEL T. 2015-2019).



Figure 11. a :*Euphorbia dendroides*, b :*Euphorbia dendroides* subsp. *spathulatum*, c :*Limonium virgatum*, d :*Limonium virgatum*, e :*Lonas inodora*, f :*Malva arborea* (Clichés BOULEMTAFES A., HAMEL T. et de BELAIR G. 2015-2019).

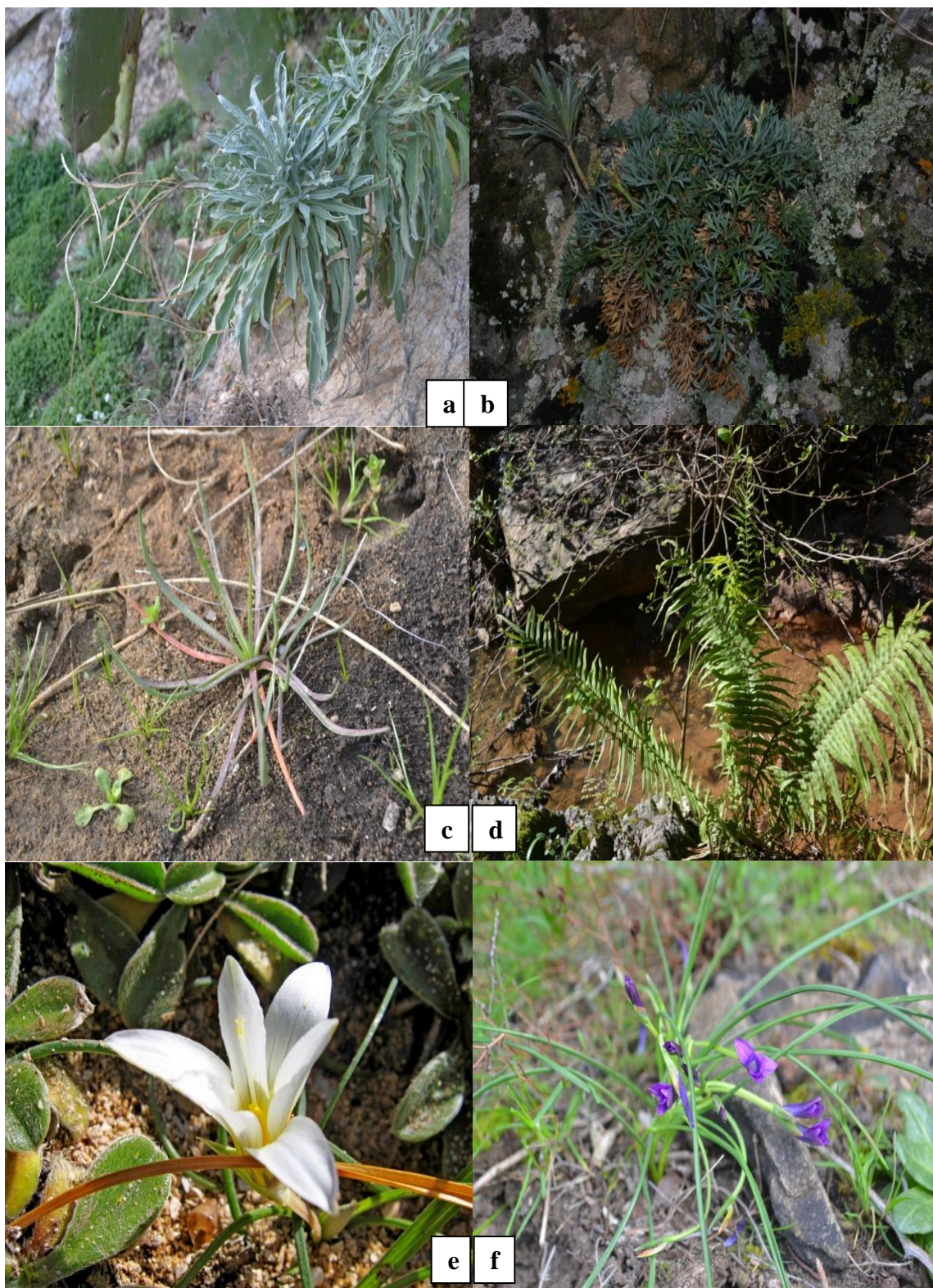


Figure 12. a :*Matthiola incana* subsp. *incana*, b :*Matthiola sinuata* var. *numidica*, c : *Plantago crassifolia*, d : *Pteris vittata*, e :*Romulea leichtliniana*, f :*Romulea ramiflora* (Clichés BOULEMTAFES A., HAMEL T., de BELAIR G. et VELA E. 2015-2019).



Figure 13. a :*Sonchus asper* subsp. *glaucescens*, b : *Sedum tuberosum*, c : *Senecio angulatus*, d : *Seseli praecox*, e : *Silene rosulata* subsp. *rosulata*, f : *Sixalix farinosa* (Clichés BOULEMTAFES A., HAMEL T. et VELA E. 2015-2019).

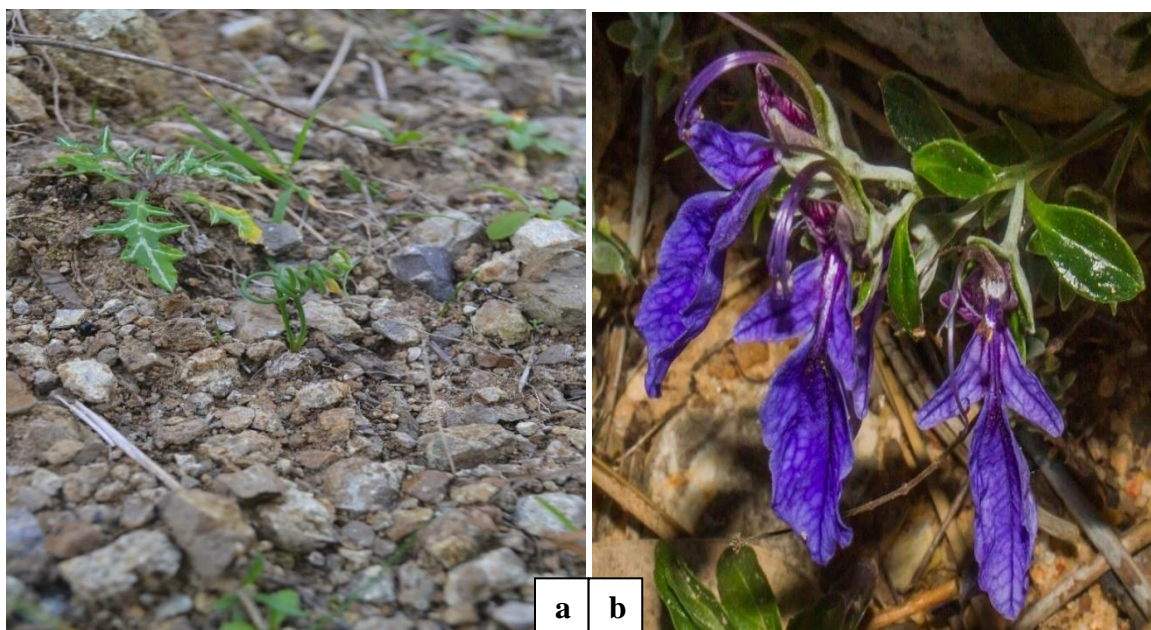


Figure 14. a *Vera-duthiea noctiflora* : b : *Teucrium fruticans*, (Clichés BOULEMTAFES A. et HAMEL T. 2015-2019).

6.4. Valeur écologique de littoral numidien

Le littoral numidien fait partie des zones encore sauvages en Algérie et demeurées inexplores sur le plan botanique. Bien que l'endémisme soit limité en Algérie, les taxons endémiques se développant dans les falaises étudiées sont relativement nombreux compte tenu du nombre des espèces endémiques observées dans la péninsule de l'Edough, 37 taxons (Hamel et al., 2013).

Le taux de rareté des espèces endémiques recensées est remarquable (Tab. 3). En effet, plus des trois quarts (77,9 %) des taxons endémiques stricts d'Algérie ou subendémiques sont des plantes plus ou moins rares en Algérie (J. O. R. A., 2012). Les endémiques plus ou moins communes représentent moins du quart du total (Véla et Benhouhou, 2007). Quelques exemples de plantes endémiques observées dans la région d'étude sont proposées dans les figures 15 et 16.

La flore étudiée compte 87 espèces rares et endémiques. Ce nombre important serait dû à la diversité des habitats, notamment les falaises maritimes, qui abritent de nombreuses espèces rares et/ou endémiques comme *Brassica fruticulosa* Cirillo subsp. *numidica* (Coss.) Maire, *Daucus virgatus* (Poir.) Maire, *Fumaria bastardii* Boreau et *Romulea ligustica* Parl. Ces espèces n'ont pas toujours la même valeur patrimoniale. Certaines d'entre elles sont à la fois endémiques et rares, comme *Calendula suffruticosa* Vahl subsp. *boissieri* Lanza et *Sedum*

tuberosum Coss. et Letourn. Toutes ces espèces se retrouvent aussi sur la liste rouge de l'UICN, 1997 (Walter et Gillett, 1998) révisée en 2019 avec des statuts différents (vulnérable pour *Bunium crassifolium*, quasi menacé pour le *Brassica insularis* Moris et en danger pour *Rouya polygama* (Desf.) Coincy). Certaines espèces rares de la région peuvent se retrouver dans d'autres pays, c'est le cas des espèces de l'élément septentrional (*Sonchus asper* subsp. *glaucescens* (Jord.) Ball, *Sedum cepaea* L. et *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd.) de l'élément méditerranéen (*Anthemis secundiramea* Biv., *Anthyllis barba-jovis* L., *Limonium narbonense* Mill., *Euphorbia biumbellata* Poir., *Fumaria bicolor* Nicotra, *Malcolmia ramosissima* (Desf.) Thell., *Malva arborea* (L.) Webb & Berthel., *Limonium virgatum* (Willd.) Fourr., *Teucrium fruticans* L. et *Linaria flava* (Poir.) Desf.).

En outre, 10 taxons figurent sur la liste des espèces végétales non cultivées et protégées qui en comporte 449 (J.O.R.A, 2012). Cela ne signifie pas que le reste des espèces n'y soit réellement menacées d'extinction puisque cette liste, très incomplète, n'a toujours pas été complétée ni révisée selon les nouveaux critères (Hamel et **Boulemtafes**, 2017b ; Khennouf et al., 2018 ; **Boulemtafes** et al., 2018).

Tous ces taxons sont des endémiques du hotspot régional « Kabylies-Numidie-Kroumirie » (Véla et Benhouhou, 2007) ou des subendémiques de ce secteur avec une aire disjointe supplémentaire. Ils ont donc une grande valeur en termes de conservation, soit pour des raisons patrimoniales, soit pour leur risque d'extinction (Gaston, 1991 ; Hamel et al., 2013).

Cinq plantes sont classées comme espèces déterminantes dans l'identification des ZIPs algériennes par (Yahi et al., 2012) et dans la liste rouge partielle (Garcia et al., 2010) : *Limonium spathulatum* (Desf.) O. Kuntze subsp. *spathulatum*, *Lotus drepanocarpus* Durieu, *Scrophularia tenuipes* Coss. & Durieu, *Sixalix farinosa* (Coss.) Greuter & Burdet et *Silene rosulata* Soy.–Will. et Godr. subsp. *rosulata*, à aire restreinte (occurrence entre 100 km² et 5000 km²), et quatre espèces déterminantes comme endémiques ponctuelles (moins de 100km²) : *Bunium crassifolium* (Batt.) Batt., *Centaurea papposa* (Coss.) Greuter, *Malcolmia malcolmioides* (Coss. & Durieu) Greuter & Burdet et *Matthiola sinuata* (L.) R. Br.

Certaines plantes dont les endémiques *Plagius maghrebinus* Vogt et Greuter et *Polycarpon tetraphyllum* (L.) L. subsp. *catalaunicum* (O. Bolòs & Vigo) Iamónico et Domina, existant dans la zone d'étude sont considérées rares à l'échelle nationale ou nord-africaine, bien qu'elles soient communes localement. La plupart du temps, cette rareté est due à l'étendue restreinte en Algérie du climat humide doux (Khennouf et al., 2018).

Douze plantes sont considérées sub-endémiques dans notre travail : ex. *Ambrosinia bassii* L., *Stachys marrubiifolia* Viv., *Rouya polygama* (Desf.) Coincy réparties en Corse et en Italie,

sont rares en Tunisie comme en Algérie (Pottier-Alapetite, 1981); *Rhaponticum acaule*, commun en Tunisie, Algérie et Maroc; enfin *Calendula suffruticosa* subsp. *boissieri*, réparti dans les trois pays mais moins fréquente. Ainsi, sept espèces ibéro-maghrébines (de l'Andalousie à la Sicile) sont notées dans ce travail. La présence d'endémiques de souche tyrrhénienne s'explique par les connexions terrestres passées du Tell littoral algérien avec la Tyrrhénie (Quézel, 1964 ; Hamel et Boulemtafes 2017b).

Les deux tiers des plantes rares et endémiques se rencontrent sur les falaises maritimes. En région Méditerranéenne, les habitats de type falaises physiquement contraignants et avec de plus faibles niveaux de compétition pour la lumière, ont donc favorisé la différenciation et la persistance de nombreuses espèces endémiques restreintes (Lavergne, 2004). Or, la stabilité de ces habitats, en relation à la fois avec la succession végétale et aussi les activités humaines destructrices, semble avoir favorisé la persistance des espèces pionnières endémiques (Thompson, 2005) et des espèces rares (Dominguez-Lozano et Schwartz, 2005).

Le facteur édaphique semble jouer un rôle déterminant pour la répartition des plantes endémiques (Kruckeberg et Rabinowitz, 1985) puisque les endémiques sont pour la plupart rupicoles, liés à l'absence de sols évolués ou bien vivant sur des sols très particuliers (hydromorphes, salés, acides...) (Strid et Papanicolaou, 2008).

Tableau 3. Les plantes à valeur patrimoniale dans la région d'étude

Taxon (Dobignard et Chatelain, 2010-2013)	Endémisme CJB (2020) et Q.S. 1962-63	Rareté (<i>sensu</i> Q.S. 1962-63, modifiée*)	JORA (2012)	UICN (2020)	Site
<i>Allium baeticum</i> Boiss.	Ibéro-magh	R*			Fm
<i>Allium commutatum</i> Guss.	Méd	R*		DD	Dm
<i>Allium porrum</i> L. subsp. <i>polyanthum</i> (Schult. & Schult. f.) Jauzein & J.-M. Tison	Méd	RR*			Fm
<i>Ambrosinia bassii</i> L.	Subend Tyr	C			Fm
<i>Andryala laxiflora</i> DC.	Ibéro-magh	RR			Fm
<i>Andryala nigricans</i> Poir.	End Alg-Tun-Mar	R	P		Pm
<i>Anthemis maritima</i> L. subsp. <i>maritima</i>	Méd	R*			Fm, Dm
<i>Anthemis secundiramea</i> Biv.	Méd	R			Dm
<i>Anthyllis barba-jovis</i> L.	Méd	R			Fm
<i>Antirrhinum tortuosum</i> Bosc ex Vent.	Méd	R*			Fm
<i>Aristolochia navicularis</i> E. Nardi	Subend Tyr	R			Fm
<i>Armeria mauritanica</i> Wallr.	End Alg-Mar	AC			Pm

Taxon (Dobignard et Chatelain, 2010-2013)	Endémisme CJB (2020) et Q.S. 1962-63	Rareté (<i>sensu</i> Q.S. 1962-63, modifiée*)	JORA (2012)	UICN (2020)	Site
<i>Barnardia numidica</i> (Poir.) Speta	End Alg-Tun, Boreal / Libya	C			Fm
<i>Brassica fruticulosa</i> Cirillo subsp. <i>numidica</i> (Coss.) Maire	End Alg-Tun	RR*			Fm
<i>Brassica insularis</i> Moris	Subend Tyr	RR		NT	Fm
<i>Brassica procumbens</i> (Poir.) O.E. Schulz	End Alg-Tun	C			Fm
<i>Bunium crassifolium</i> (Batt.) Batt.	End Alg-Tun	RR	P	V	Fm
<i>Calendula suffruticosa</i> Vahl subsp. <i>boissieri</i> Lanza	End Alg-Tun- Mar	R			Fm
<i>Calendula suffruticosa</i> Vahl subsp. <i>monardii</i> (Boiss. & Reut.) Ohle	End Alg	R*	P		Pm
<i>Carlina hispanica</i> Lam.	Ibéro-magh	C			Fm
<i>Carlina involucrata</i> auct.	End Alg-Tun- Mar-Esp-Sic	C			Fm
<i>Centaurea papposa</i> (Coss.) Greuter	End Alg-Tun	RR			Fm
<i>Cyclamen africanum</i> Boiss. & Reut.	End Alg-Tun- Mar	C	P		Fm
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Trop	R			Dm
<i>Daucus gracilis</i> Steinh.	End Alg	R			Fm
<i>Daucus virgatus</i> (Poir.) Maire	End Alg-Tun	R			Fm
<i>Delphinium pentagynum</i> Lam.	Ibéro-magh	AC			Fm
<i>Dianthus sylvestris</i> Wulfen subsp. <i>aristidis</i> (Batt.) Greuter & Burdet	End Alg	R			Fm
<i>Drimia numidica</i> (Jord. & Fourr.) J. C. Manning & Goldblatt	End Alg-Tun- Boréal	C			Fm
<i>Echinophora spinosa</i> L.	Eury-méd	RR			Pm
<i>Euphorbia biumbellata</i> Poir.	Méd	R			Pm
<i>Euphorbia dendroides</i> L.	Méd	R	P		Fm
<i>Fumaria bastardii</i> Boreau	Méd	R			Fm
<i>Fumaria bicolor</i> Nicotra	Méd	R			Fm
<i>Galactites mutabilis</i> Durieu	End Alg-Tun	AR			Fm, Dm
<i>Genista aspalathoides</i> Lam. subsp. <i>aspalathoides</i>	End Tyr	RR			Fm
<i>Genista ferox</i> (Poir.) Dum. Cours. subsp. <i>ferox</i>	End Alg-Tun	C			Fm
<i>Genista numidica</i> Spach subsp. <i>numidica</i>	End Alg	C			Fm
<i>Genista tricuspidata</i> Desf. subsp. <i>tricuspidata</i>	Subend Alg- Tun-Mar	C			Fm
<i>Genista ulicina</i> Spach.	End Alg-Tun	AR			Fm
<i>Hyacinthoides lingulata</i> (Poir.) Rothm.	End Alg-Tun- Mar	C			Fm
<i>Ipomoea imperati</i> (Vahl) Griseb.	Trop	R			Dm

Taxon (Dobignard et Chatelain, 2010-2013)	Endémisme CJB (2020) et Q.S. 1962-63	Rareté (<i>sensu</i> Q.S. 1962-63, modifiée*)	JORA (2012)	UICN (2020)	Site
<i>Iris unguicularis</i> Poir.	End Alg-Tun	C			Fm
<i>Kickxia cirrhosa</i> (L.) Fritsch	Méd	RR			Fm
<i>Limonium fradinianum</i> (Pomel) Erben	End Alg-Tun	AR*			Fm
<i>Limonium narbonense</i> Mill.	Méd	RR			Emb
<i>Limonium spathulatum</i> (Desf.) O. Kuntze subsp. <i>spathulatum</i>	End Alg-Tun- Mar-Esp	R	P		Fm, Dm
<i>Limonium virgatum</i> (Willd.) Fourr.	Med	R	P		Dm
<i>Linaria flava</i> (Poir.) Desf.	Med	R		NT	Pm
<i>Linaria pinifolia</i> (Poir.) Thell.	End Alg-Tun	R			Pm
<i>Lithodora rosmarinifolia</i> (Ten.) I. M. Johnst.	Med	RR			Fm
<i>Lotus drepanocarpus</i> Durieu	End Alg-Tun	R	P		Fm
<i>Malcolmia malcolmioides</i> (Coss. & Durieu) Greuter & Burdet	End Alg-Tun	RR			Dm
<i>Malva arborea</i> (L.) Webb & Berthel.	Méd	R*			Fm
<i>Matthiola incana</i> (L.) R. Br. subsp. <i>incana</i>	Méd	RR			Fm
<i>Matthiola sinuata</i> (L.) R. Br	End Alg	RR			Fm
<i>Phyllitis sagittata</i> (DC.) Guinea & Heywood	Méd	R			Emb
<i>Pistorinia breviflora</i> Boiss. subsp. <i>breviflora</i>	Ibéro-magh	RR			Dm
<i>Plagius maghrebinus</i> Vogt & Greuter	End Alg-Tun- Mar	C			Fm
<i>Plantago crassifolia</i> Forssk.	Méd	RR	P		Emb
<i>Polycarpon tetraphyllum</i> (L.) L. subsp. <i>catalaunicum</i> (O. Bolòs & Vigo) Iamónico & Domina	Subend Tyr	R			Fm
<i>Prospero obtusifolium</i> (Poir.) Speta	Subend Tyr	AR		NT	Fm
<i>Retama raetam</i> (Forssk.) Webb subsp. <i>bovei</i> (Spach) Talavera & Gibbs	Ibéro-magh	C			Dm
<i>Rhaponticum acaule</i> (L.) DC.	Subend Tyr	C			Fm
<i>Romulea leichtliniana</i> Heldr. ex halácsy	Subend Tyr	RR*			Fm
<i>Romulea ligustica</i> Parl.	Méd	R			Fm
<i>Romulea ramiflora</i> Ten.	Méd	R*			Fm
<i>Rouya polygama</i> (Desf.) Coincy	Subend Tyr	R		EN	Dm
<i>Scrophularia laevigata</i> Vahl subsp. <i>laevigata</i>	End Alg-Tun- Mar	R			Emb
<i>Scrophularia sambucifolia</i> L.	Ibéro-magh	C			Dm
<i>Scrophularia tenuipes</i> Coss. & Durieu	End Alg-Tun	R		NT	Emb
<i>Securigera atlantica</i> Boiss. & Reut.	End Alg-Tun	AC			Fm

Taxon (Dobignard et Chatelain, 2010-2013)	Endémisme CJB (2020) et Q.S. 1962-63	Rareté (<i>sensu</i> Q.S. 1962-63, modifiée*)	JORA (2012)	UICN (2020)	Site
<i>Sedum cepaea</i> L.	Méd-Atl	R			Fm
<i>Sedum pubescens</i> Vahl	End Alg-Tun	R			Fm
<i>Sedum tuberosum</i> Coss. & Letourn.	End Alg-Tun	R*			Fm
<i>Seseli praecox</i> (Gamisans) Gamisans	Subend Tyr	R			Fm
<i>Sideritis romana</i> L. subsp. <i>numidica</i> Batt.	End Alg-Tun-Mar-Lyb	RR			Dm
<i>Silene rosulata</i> Soy.-Will. et Godr. subsp. <i>rosulata</i>	End Alg	RR*			Fm
<i>Silene sedoides</i> Poir.	Méd	RR	P		Fm
<i>Sixalix farinosa</i> (Coss.) Greuter & Burdet	End Alg-Tun	RR*			Fm
<i>Sonchus asper</i> subsp. <i>glaucescens</i> (Jord.) Ball	Cosmo	R*			Fm
<i>Stachys marrubiifolia</i> Viv.	Subend Tyr	R			Fm
<i>Tetragonolobus maritimus</i> (L.) Roth	Eury-méd	R			Fm
<i>Teucrium fruticans</i> L.	Méd	R*			Fm
<i>Thymus munbyanus</i> subsp. <i>coloratus</i> (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet	End Alg-Tun-Mar	C			Fm
<i>Vera-duthiea noctiflora</i> (Batt & Trab) Speta ?	End Alg ?	RR*			Fm

Fm : Falaise maritime, Dm : dalle maritime, Emb : embouchure, C : commun, A : assez, R : rare, RR : très rare, P : protégé, NT : quasi menacé, EN : en danger, DD : données insuffisantes, V : vulnérable. (NB. Le code des types biogéographiques est illustré dans le tableau 1).

6.5. Rareté chez les principales distributions biologiques et biogéographiques

Le taux de rareté des espèces endémiques est remarquable (Tab. 4). Viennent en deuxième position, les espèces méditerranéennes avec un pourcentage de 9,7% et les espèces nordiques s'accaparent la troisième place avec 8,96%. Enfin, les espèces de large répartition sont en quatrième position avec un pourcentage de 6,25%.

En effet, plus des trois quarts (77,9 %) des taxons endémiques stricts d'Algérie ou sub-endémiques sont des plantes plus ou moins rares en Algérie. Les plantes endémiques plus ou moins communes représentent moins du quart du total (Véla et Benhouhou, 2007).

Dans le bilan relatif à l'état des risques pour les espèces endémiques des pays circum-méditerranéens, proposé par Barbéro et Quézel (1995), l'Algérie renferme : 1 espèce éteinte,

53 en danger et vulnérables, 80 menacées et mal connues, soit la moitié des endémiques algériennes.

En règle générale, le taux de taxa endémiques d'une région nous indique son degré d'isolement par rapport aux autres territoires. Ainsi les massifs montagneux, les lacs et les îles peuvent être des zones de fort endémisme (Hamel et al., 2013 ; **Boulementafes** et al., 2018).

Tableau 4. Taux du degré de rareté dans les principales distributions biogéographiques

Origines biogéographiques	Nombre total d'espèces recensées	Degré de rareté	
		Total des espèces (R, RR)	Taux de rareté (%)
Méditerranéen	248	24	9,71
Nordique	23	2	8,96
Large répartition	48	3	6,25
Endémique	59	23	39



Figure 15. a. *Rouya polygama*, b. *Andryala nigricans*, c. *Ipomoea imperati*, d. *Polycarpontetraphyllum* subsp. *catalaunicum*, e. *Genista numidica* subsp. *numidica*, f. *Barnardia numidica* (Clichés BOULEMTAFES A. et HAMEL T. 2015-2019).



Figure 16g. *Ambrosinia bassii*, h. *Stachys marrubifolia*, i. *Armeria mauritanica*, j. *Pistorinia breviflora* subsp. *breviflora* (Clichés BOULEMTAFES A. et HAMEL T. 2015-2019).

6.6. Des taxons critiques à aire de répartition restreinte

En Algérie, les flores de Maire (1952-1987) et de Quézel et Santa (1962-1963), sont les seules références taxonomiques nationales valables sur la biogéographie des plantes. Il est alors essentiel d'entreprendre des recherches in situ afin de comprendre la répartition des espèces végétales endémiques et non endémiques et leur état de conservation.

Dans ce travail, 18 espèces à aire de répartition restreinte *sensu* de Quézel et Santa (1962-1963) sont notées dans le tableau 5. Certaines espèces sont également identifiées comme des caractérisés des ZIPs (El Kala 1 et la péninsule de l'Edough) (cf. Yahi et al., 2012) (Fig. 17).

Tableau 5. Liste des espèces rares et endémiques recensées dans les îles étudiées

Taxon	Localité (Quézel et Santa 1962-1963)	ZIP (Yahi et al., 2012)
<i>Anthemis secundiramea</i> Biv.	La Calle à Bône	
<i>Anthyllis barba-jovis</i> L.	La Calle à Bône	
<i>Brassica fruticulosa</i> Cirillo subsp. <i>numidica</i> (Coss.) Maire	Cap de Garde	
<i>Brassica insularis</i> Moris	Edough	Péninsule de l'Edough
<i>Bunium crassifolium</i> (Batt.) Batt.	Cap de Garde et La Calle	
<i>Centaurea papposa</i> (Coss.) Greuter	Cap de Garde	
<i>Dianthus sylvestris</i> Wulfen subsp. <i>aristidis</i> (Batt.) Greuter & Burdet	Bône à Philippeville	
<i>Echinophora spinosa</i> L.	Corso et La Calle	
<i>Euphorbia dendroides</i> L.	Cap Ténès, Cap Carbon de Bougie, Cap de Garde	
<i>Genista aspalathoides</i> Lam. subsp. <i>aspalathoides</i>	Cap Rosa	El Kala 1
<i>Limonium narbonense</i> Mill.	Bône	
<i>Limonium spathulatum</i> (Desf.) O. Kuntze subsp. <i>spathulatum</i>	La Calle, Cap Bougaroun	
<i>Lithodora rosmarinifolia</i> (Ten.) I. M. Johnst.	Cap de Garde et Cap Carbon	
<i>Malcolmia malcolmioides</i> (Coss. & Durieu) Greuter & Burdet	La Calle	
<i>Matthiola incana</i> (L.) R. Br. subsp. <i>incana</i>	Stora, littoral d'Alger, Cherchell	
<i>Matthiola sinuata</i> (L.) R. Br	La Calle et Alger (?)	Péninsule de l'Edough
<i>Seseli praecox</i> (Gamisans) Gamisans	Cap de Garde	
<i>Silene rosulata</i> Soy.–Will. et Godr. subsp. <i>rosulata</i>	La Calle	Péninsule de l'Edough



Figure 17. a. *Genista aspalathoides* Lam. subsp. *aspalathoides*, b. *Lithodora rosmarinifolia* (Ten.) I. M. Johnst., c. *Malcolmia malcolmioides* (Coss. & Durieu) Greuter & Burdet, d. *Limonium narbonense* Mill., e. *Anthemis secundiramea* Biv., f. *Brassica insularis* Moris (Clichés BOULEMTAFES A. et HAMEL T. 2015-2019).

6.7. Une dynamique régressive inquiétante

Plusieurs espèces présentes jadis dans la zone d'étude font actuellement partie de l'une des catégories suivantes :

a-Espèces disparues ou introuvables : nous avons enregistré l'absence de certaines plantes citées dans la même zone d'étude au début des années soixante (Maire, 1952-1987; Quézel et Santa, 1962-1963). *Ambrosia maritima* L., qui n'a jamais été rencontrée dans notre étude, était déjà portée disparue avec son alliance des dunes d'Annaba par Hamel (2013). *Convolvulus durandoi* Pomel. ne figure actuellement que dans les relevés des maquis bas de la péninsule de l'Edough (non exploités ici), ainsi que le cas de *Salsola soda* L. mentionnée sur le lac Fetzara par Djemai et al. (2017). *Asplenium marinum* L. mentionnée par Durieu (sans date ?) à la Calle (cf. Maire, 1952 ; Quézel et Santa, 1962) : Cette fougère rare est localisée sur les rochers siliceux des falaises maritimes ou sublittorales. En revanche, Hamel et al. (2018a) ne signalent pas ce taxon dans le Parc National d'El Kala. Nous supposons alors qu'elle existe dans les grandes falaises numidiennes, mais reste difficile à trouver. Les taxons *Linum maritimum* L., *Aetheorhiza bulbosa* (L.) Cass., *Limonium psilodadon* (Boiss.) Kuntze et *Limonium ferulaceum* (L.) O. Kuntze n'ont pas été retrouvées.

b-Espèces en danger : Selon l'observation directe sur le terrain depuis une dizaine d'années, la présence de certaines espèces diminue d'une façon frappante. *Echinophora spinosa* L. est l'une des plantes rarissimes relevée une seule fois à la plage d'Oued El Gueb, bien que nous l'ayons rencontrée également à la Marsa en 2019. Ces deux sites sont très fréquentés durant la saison estivale. Nous avons constaté une perte de plusieurs pieds. *Stachys marrubiiifolia* Viv. a beaucoup diminué depuis notre échantillonnage. *Barnardia numidica* (Poir.) Spet qui abondait dans les rocailles de la région, ne se revoit actuellement plus que rarement. *Sedum cepaea* L. se raréfie tellement qu'elle figure rarement dans nos relevés.

c- Espèces rares : Caractérisées par des effectifs faibles ou limitées à un seul site, ces espèces pourraient disparaître suite à un aménagement ou un accident. *Rouya polygama* (Desf.) Coincy existe en une seule colonie qui semble s'élargir, mais elle ne dépasse pas 100 m² d'étendue. *Sideritis romana* L. subsp. *numidica* Batt. est bien abondante à la station de La Messida, mais sur une seule station. *Armeria mauritanica* Wallr. est strictement limitée à la plage de Draouche (El Kala). Sa superficie a fortement régressé

à quelques m² entre 2017 et 2019. *Ophrys bombyliflora* Link, *Ophrys speculum* Link, *Romulea leichtliniana* Heldr. ex halácsy et *Lithodora rosmarinifolia* (Ten.) I. M. Johnst. N'existent que dans le maquis de Cap de Garde. Toutes ces espèces sont donc menacées à l'échelle locale, mais pour *Silene rosulata* la responsabilité est aussi d'ordre national (« rare » en Algérie) et même mondial (endémique algérienne).

6.8. Interprétation écologique des communautés

L'étude de la composition floristique montre une faible différence entre les communautés étudiées. Selon Médail (1996), l'uniformité de la structure entraîne une flore homogène et peu diversifiée caractéristique d'un biotope unique.

Au niveau des falaises maritimes, les indices de diversité sont plus relativement les plus élevés. La strate arbustive a un impact non négligeable sur la composition et la structure des interfaces limitantes, riches en espèces rupicoles et thérophytes.

En effet, les phanérophytes (ex. *Chamaerops humilis* L. et *Juniperus oxycedrus* L.) peuvent modifier et améliorer les conditions microclimatiques de ces écotones par leur ombre portée et leur rôle de brise-vent, mais aussi les paramètres physicochimiques du sol (enrichissement en matière organique) en relation avec des dépôts de litière.

Les résultats obtenus montrent une certaine similitude du point de vue indice de diversité H' entre les trois communautés, malgré leur différence au plan structural.

Ces milieux peuvent être considérés comme un écosystème constitué d'une mosaïque de communautés végétales (Lemauiel et Rozé, 2000) aux conditions écologiques similaires et correspondantes à un même stade dynamique. La diversité γ représente donc la diversité spécifique totale de cet écosystème, au niveau du paysage ou même à l'échelle régionale (Whittaker et al., 2001). Le pool taxonomique total ou diversité γ semble évoluer dans le même sens que la diversité α . Elle passe de 10 espèces, dans les communautés des dalles maritimes, à 13 espèces, sur les dunes maritimes, à 19 espèces, sur les embouchures de transition constituant la communauté des hydrophytes, et atteint 29 espèces au niveau de la communauté des falaises maritimes. Dans ces milieux, la diversité floristique γ suit la même courbe de réponse selon le niveau des perturbations (tourisme, incendie, surpâturage ...).

Les populations à haute valeur patrimoniale, souvent de faible effectif, sont directement menacées (Barbéro, 1999). Cependant, la stratification verticale associée à la répartition spatiale des espèces ligneuses colonisatrices augmente localement l'hétérogénéité spatiale.

Ceci peut conduire à l'augmentation de la richesse spécifique alors qu'elle s'érode globalement au sein de l'éco-complexe (diversité γ) en raison de l'effet de taille ou de lisière.

Dans tous les cas, la recolonisation par des ligneux opère un changement qualitatif et quantitatif de la végétation. Ces écosystèmes perturbés sont d'une grande importance d'un point de vue de conservation de la biodiversité. Bon nombre de ces habitats sont considérés comme d'importance prioritaire.

L'étude de la richesse spécifique entre les quatre entités écosystémiques (falaises maritimes, embouchures, dunes maritimes et dalles maritimes) montre qu'il existe un degré de diversification des communautés conformément aux prédictions de (Grime, 1979) et (Tilman, 1997). Il a été démontré que plus la perturbation est intense, plus la richesse diminue. Dans l'étude de la flore de la péninsule de l'Edough des changements ont été notés dans la composition floristique en quelques années, suite aux dégradations intervenues sur le milieu (**Boulemtafes**, 2015). Alors, de nouvelles conditions écologiques, plus dures, ont entraîné la perte d'une bonne partie de la biodiversité et l'installation de nouveaux taxons très résistants aux perturbations (ex. *Oxalis pes-caprae* L., *Carpobrotus edulis* (L.) N.E. Br., *Symphotrichum squamatum* (Spreng.) G. L. Nesom, *Erigeron bonariensis* L. et *Erigeron canadensis* L.).

Conclusion

À la lumière de cette étude, il est utile de rappeler les principaux résultats et les perspectives qu'elle suggère.

L'analyse de la diversité floristique des quatre habitats révèle ses originalités écologiques et floristiques, induites par les particularités topographiques et surtout géologiques. Ces conditions ont permis le développement et le maintien d'une flore riche et diversifiée (436 espèces). Cette flore se compose principalement de 38,3% de thérophytes, soit 167 taxons. Avec une dominance de l'élément méditerranéen (*s.l.*) avec 248 espèces, soit 65,13 % de la flore recensée.

Cette étude renforce les connaissances sur la distribution géographique de certains taxons en Algérie. Des nouvelles stations de trente-deux espèces sont notées sur la côte de la Numidie orientale. En effet, l'exploration botanique de la région d'étude n'ayant pas encore été achevée, il est très probable que d'autres stations des espèces observées existent çà et là le long de la côte, particulièrement sur certaines falaises encore inexplorées (ex. une partie de Cap Sigleb et Cap de Garde où se trouvent des bases militaires).

Le nombre important des plantes endémiques et rares que nous avons identifiées permet de renforcer la péninsule de l'Edough et El Kalal comme deux zones importantes pour les plantes en Algérie (ZIP).

En termes de conservation, il y a lieu de rappeler la nécessité de mettre en place rapidement des mesures de protection des espèces, notamment en encadrant l'activité de tourisme non contrôlé pouvant porter atteinte à l'espèce et à son habitat.

Enfin, cette étude pourrait être considérée comme une toute première base de travail pour des explorations plus approfondies et des suivis plus élaborés sur la végétation insulaire algérienne. Le suivi de l'évolution de la végétation en fonction de l'espace et du temps serait intéressant à entreprendre.

Chapitre III : Milieu insulaire



Contribution of the PIM Initiative to the knowledge of small islands plant biodiversity in Algeria [*in French*]

Errol Véla

(*University of Montpellier, UMR AMAP*)

with the contribution of :

Dalil Amari, Azziz-F. Bougaham, Gérard de Bélair, Tarek Hamel, Amir
Boulemtafes, Tarik Mokhtari, Riadh Moulai, Salah Telailia



Creation of PIM Initiative (*Mediterranean Small Islands*)



CONSERVATOIRE
DU LITTORAL

- The Coastal Protection Agency
(*Conservatoire du Littoral*),



NB : un papier scientifique sur les îles numidiennes est en cours de préparation et sera publié ultérieurement

7. Introduction

L'insularité désigne toutes les modifications d'ordres morphologique, physiologique ou éthologique qui résultent de l'ajustement écologique et évolutif des espèces, des populations et des peuplements aux conditions insulaires (Médail et Véla, 2020). Le phénomène d'insularité peut être expérimentalement exploré par la création, fragmentation, destruction et reconstruction d'îlots artificiels (Blondel, 1995).

L'insularité est d'autant plus affinée que la position d'une île est plus éloignée des autres îles et surtout d'un continent, et que l'insularité n'est réelle que quand l'ensemble émergé se trouve tout entier soumis aux influences marines (Doumenge, 1984 ; Pelletier, 1997).

Les écosystèmes insulaires présentent du fait de leurs petites surfaces et de leur isolement, des originalités biologiques notables. Ils abritent fréquemment des espèces endémiques ou nettement différenciées d'un point de vue génétique ainsi que des assemblages d'espèces déséquilibrés sur les plans taxinomique et trophique (Williamson, 1981).

La paléogéographie particulièrement mouvementée du bassin méditerranéen a engendré un nombre très important d'îles et d'îlots, en effet, le bassin méditerranéen contient actuellement près de 5000 îles et îlots de toutes tailles et de toutes origines. Ils possèdent donc l'un des archipels les plus importants de la planète. Cette grande amplitude de superficie (d'îlots de quelques dizaines de mètre carré à 15 700 km² pour la Sicile), d'amplitude altitudinale (de quelques mètres à plus de 3000 m), de substrat et de morphologie offre une très grande variété de biotopes, centres de différenciation des espèces (Greuter, 1995 ; Delanoë et al., 1996).

Objectifs et démarche poursuivie

La situation d'îles de la Numidie comme des points chauds (*hotspots*) a motivé la présente étude réalisée avec une vision de fonctionnalité et de gestion conservatoire des ressources floristiques. Cette étude a pour objectifs les points suivants :

- Evaluer les richesses spécifique, biologiques et biogéographiques des sites étudiés, et préciser les déterminismes écologiques de la composition et de la structure de la végétation insulaire ;
- Etablir un état des lieux de la gestion et de la conservation de nos sites ;
- Alerter la communauté scientifique internationale sur la situation préoccupante des Îles numidiennes.

La démarche envisagée dans ce chapitre : Tout d'abord nous exposons nos résultats ensuite nous interprétons nos données floristiques et nous terminons par une conclusion partielle et

des perspectives pour la conservation. Nous insisterons plus particulièrement sur une mise en garde du poids de l'impact humain sans cesse croissant.

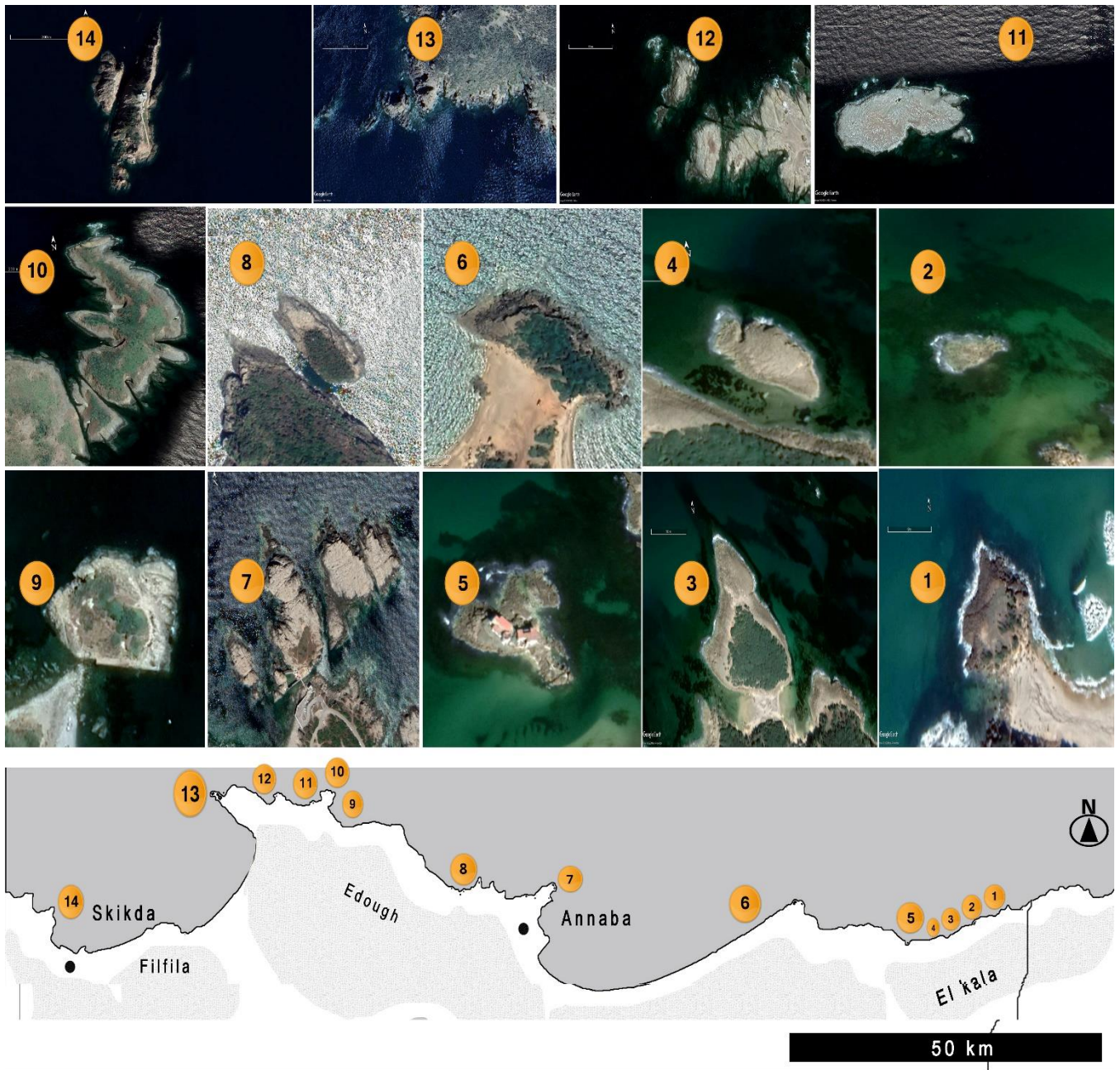


Figure 18. La situation géographique de chaque île échantillonnée, (Google Earth pro 2020) (modifiée par BOULEMTAFES A.)

1 : Boutribicha, 2 : La messida, 3 : Calissar, 4 : Calissar Ouest, 5 : Ile de France, 6 : Ile Hennaya, 7 : Vivier, 8 : Ile Plage Louh, 9 : Ile de la Fontaine romaine, 10 : Gargamiz 11 : Ile Kef Amor, 12 : Ile Akacha, 13 : Ile Cap de Fer, 14 : Srigina

8. Résultats

8.1. Typologie de la végétation insulaire

La végétation des îles étudiées est plutôt mal connue puisque les anciens travaux visent uniquement la flore continentale (cf. Maire, 1952-1987 ; Quézel et Santa, 1962-1963 ; de Bélair, 1990 ; Hamel, 2013).

Le bilan des divers types de végétation observés pour chaque île de la Numidie a été réalisé à partir des observations de terrain. Sept types de végétation ont pu être identifiés, dont une majorité (4) existe sur l'île Gargamiz. Les autres plus petites îles ou îlots abritent une diversité phytocénotique bien plus faible : Calissar Ouest et Vivier (un seul type), Plage Louh et Kef Amor (deux types).

8.2. Végétation insulaire des rochers maritimes

La structure géomorphologique de ces îles est formée de rochers soumis à des influences maritimes plus ou moins directes.

La partie basse des falaises, régulièrement aspergée par les embruns marins, abrite une communauté paucispécifique caractérisée par *Plantago macrorhiza* subsp. *macrorhiza*, *Limonium fradinianum* et *Crithmum maritimum*.

Si les rochers maritimes de Calissar Ouest ne sont pas systématiquement végétalisés (Fig 19a), ils abritent assez fréquemment dans les anfractuosités et sur les placages d'éléments grossiers plusieurs taxons à forte valeur patrimoniale : *Limonium spathulatum* subsp. *spathulatum*, *Limonium virgatum* et *Silene sedoides* qui individualisent une communauté synendémique halorésistante (Fig. 19b) qui remplace vers 0,5 à 1 mètre d'altitude le groupement précédent.

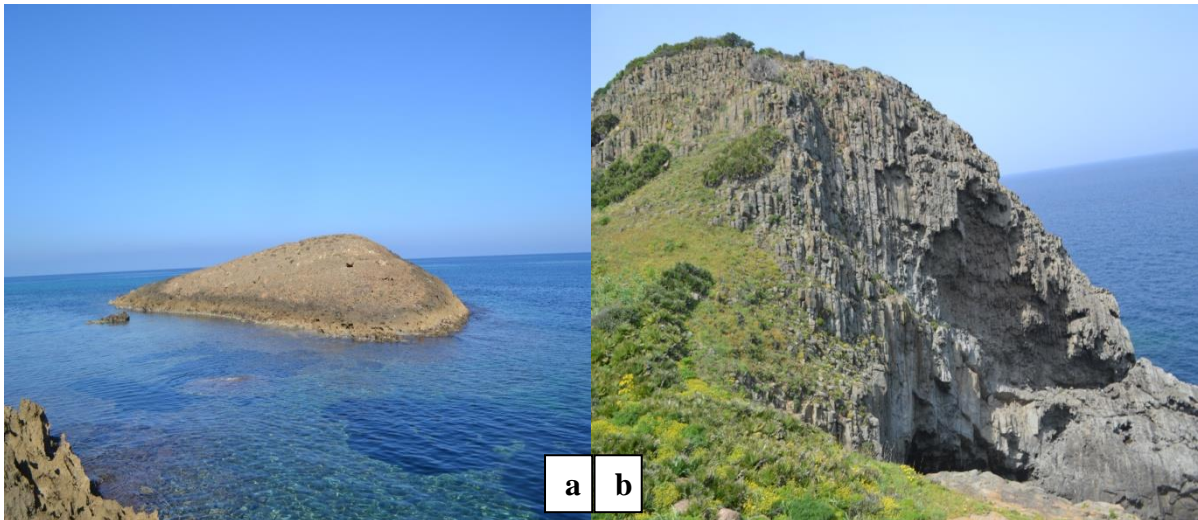


Figure 19. a : Groupement de l'île Calissar Ouest ; b : Groupement des falaises de l'île Gargamiz

Ces groupements sont parfois en mosaïque avec des petites pelouses pionnières vernaies, présentes sur des placages ou cuvettes arénacés et composées d'espèces graminées halophiles : *Catapodium marinum*, *Ammophila arenaria* et *Sporobolus pungens*. Ce groupement s'observe bien sur quelques îles (Fontaine romaine, Boutribicha et Gargamiz) (Fig. 20), alors qu'il est plus appauvri sur Plage Louh, *Sporobolus pungens* étant rare. Ont été aussi observées plus ponctuellement des pelouses arénacées halophiles dominées par *Frankenia hirsuta* (île Vivier).

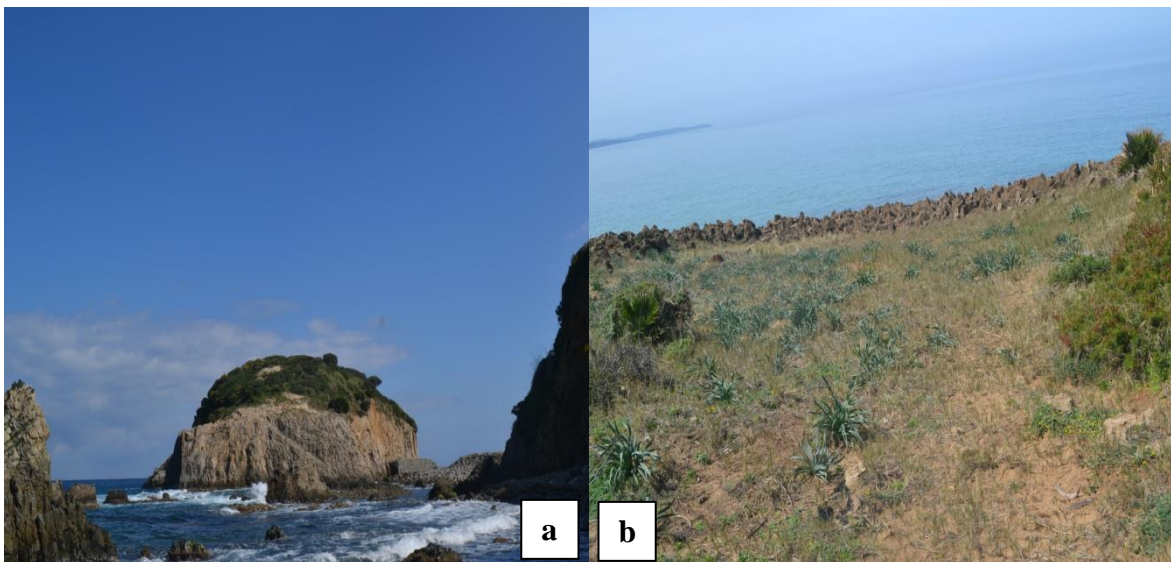


Figure 20. a. Groupement de l'île la Fontaine romaine ; b. Groupement de l'île Boutribicha

8.3. Végétation liée aux reposoirs à goéland

Les zones de reposoir ou de nourrissage de certains oiseaux marins (goéland leucopnée et, à un degré moindre, mouette) se caractérisent par des substrats dont la composition chimique est très modifiée par déconcentrations excessives en ions P, K, Mg et en sels solubles. Conjugées au piétinement régulier des oiseaux, ces perturbations récurrentes sur de mêmes espaces conduisent à de nettes modifications de la structure et de la composition des communautés littorales, et favorisent l'augmentation des espèces végétales rudérales nitrophiles tolérant le sel (plantes dites halo-ornithocoprophiles) (Fig. 21).



Figure 21. a. Goéland leucopnée, b. Reposoir à goélands engendrant la dénudation et la nitrophilisation de la végétation des rochers maritimes de l'île Kef Amor

- Groupement rudéral halophile à *Atriplex prostrata* :

Présente sur des replats situés près du bord de mer ou sur les petits replats des falaises très enrichis en guano (secteurs de nidification des goélands), cette communauté généralement monospécifique se rencontre sur l'île de Srigina (Fig. 22).



Figure 22. Groupement à *Atriplex prostrata* sur l'île de Srigina

- Fourré halonitrophile à *Malva arborea* (= *Lavatera arborea*) :

Cette formation végétale rudérale est structurée par la grande lavatère qui compose un fourré halo-phosphato-nitrophile dans les zones régulièrement fréquentées par les goélands (Fig. 23). Elle est caractéristique des secteurs enrichis en composés azotés et phosphatés contenus dans le guano des oiseaux marins. Sur l'île de Kef Omar, cette lavatère est fréquentée mais elle n'a pas été mise en évidence sur la plus grande île de Gargamiz malgré la petite distance entre ces deux îles (environ 500 m -vol d'oiseau), alors sur l'île de Srigina, elle est moins fréquente. Cette espèce est souvent accompagnée de *Hyoseris radiata* L. et surtout de *Senecio leucanthemifolius* Poir.



Figure 23. a et b. Groupement de *Malva arborea* L. sur l'île Kef Omar

8.4. Végétation des prairies et friches semi-halophiles

Le groupement semi-halophile se localise sur les pentes terreuses, notamment les couloirs frais et hyperventilés, et les replats du bord de mer, là où la profondeur du sol et l'humidité atmosphérique fournie par les embruns, permettent le développement d'une strate herbacée dense d'espèces pérennes. Il se caractérise par la prédominance de la carotte maritime (*Daucus carota* subsp. *hispanicus*), associée au dactyle (*Dactylis glomerata* subsp. *hackelii*), à la souci (*Calendula suffruticosa* subsp. *boissieri*) et au lotier faux-cytise (*Lotus cytisoides*) (Fig. 24).



Figure 24. Formation à carotte maritime et dactyle sur la côte de Gargamiz

8.5. Végétation des fruticées et maquis thermophiles

Il existe plusieurs types de fruticées et maquis sur les îles étudiées. La plupart sont de taille moyenne à basse, car les maquis arborés sont très ponctuels et fragmentaires. Soumis à une influence plus ou moins forte de la mer, ces formations arbustives abritent un contingent variable de végétaux halophiles ou halorésistants.

- Fruticée basse semi-halophile à *Chamaerops humilis* (Doum en arabe local) :

Ce groupement semi-halophile est localisé entre la ceinture de végétation halophile des rochers à *Crithmum maritimum* et *Limonium* et les formations de maquis dominées par *Pistacia lentiscus*. Dans la péninsule de l'Edough, il est typique et bien présent sur l'île Gargamiz (Fig. 25). Cette formation de 40-50 cm de haut occupe les pentes moyennes (20° à 60°) sur substrat terreux, jusqu'à une dizaine de mètres d'altitude. Ce groupement est structuré

par *Calicotome villosa* et *Dactylis glomerata* subsp. *hackelii* et il peut être considéré comme un groupement permanent, ne semblant pas évoluer vers des formations arbustives à lentisque.



Figure 25. Groupement à Doum sur le maquis de Gargamiz

-Fruticée basse à *Juniperus oxycedrus* et *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*

Cette formation de 1-2,5 cm de haut, occupe la même position semi-halophile que le groupement précédent mais elle est présente sur les sols sableux et rocaillieux, avec roche mère affleurante. Sur les îles de La Calle (Hennaya, Calissar et Boutribicha) (Fig. 26), elle se caractérise par la présence de *Genista ferox* et *Ephedra fragilis*. *Thymelaea hirsuta* est encore fréquent dans cette communauté, mais il a un recouvrement moindre que dans le groupement précédent. Une variante halophile à *Daucus carota* subsp. *hackelii* où *Beta vulgaris* subsp. *maritima* peut être encore présent, a été définie sur sol terreux-rocaillieux proche de la mer.

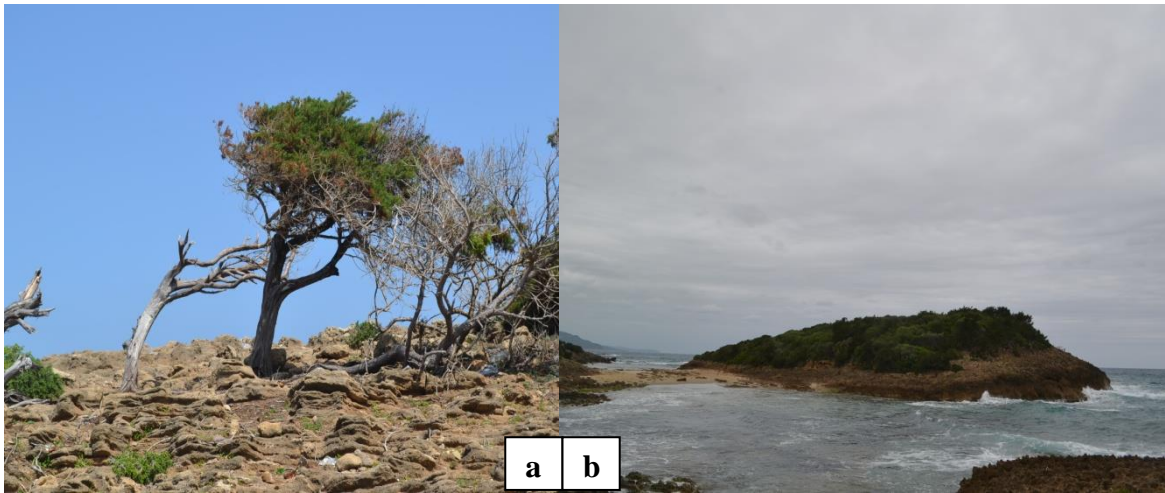


Figure 26.a et b. Groupement à *Juniperus oxycedrus* et *J. phoenicea* subsp. *turbinata*, sur l'île de Calissar

- Maquis à *Pistacia lentiscus* et *Phillyrea latifolia*

Ce maquis thermophile se distingue par la présence de la filaire et de l'olivier sauvage. Il colonise ponctuellement les zones rocailleuses de quelques îlots (Boutribicha, Fontaine romaine, Plage Louh et Srigina). Mais ce maquis est surtout bien développé sur les pentes rocheuses du Sud-Ouest de l'île Gargamiz (Fig. 27). La structure moins dense de cette formation, comparée au matorral bas à lentisque et à salsepareille, permet le développement de mosaïques avec la fruticée basse à *Genista ferox* subsp. *ferox* et *Calicotome villosa*, ou avec la formation à Retame (*Retama monosperma* subsp. *bovei*).



Figure 27. Groupement à *Pistacia lentiscus* et *Phillyrea latifolia* sur l'île de Boutribicha

8.6. Richesse spécifique

Les quatorze îles étudiées abritent 198 espèces et sous-espèces de plantes vasculaires, appartenant majoritairement aux Asteraceae (27 espèces), aux Fabaceae (24 espèces), aux Apiaceae (10 espèces, aux Poaceae et Brassicaceae (9 espèces pour chacune). Vingt-quatre familles sont représentées par une seule espèce (Tab. 6).

Les îles de Gargamiz et Calissar sont les plus riches en espèces (plus de 70 espèces pour chacune), tandis que les îles de Calissar Ouest et Kef Amor sont les plus pauvres (respectivement 7 et 4 espèces) et les îles de Vivier et Hennaya sont en situation intermédiaire (respectivement 37 et 39 espèces).

8.7. Biologie et biogéographie des espèces

Le type biologique global de nos sites d'étude accuse une prédominance des thérophytes suivis des hémicryptophytes. Nous enregistrons alors un taux moyen de 33,8 % et 21,0 % respectivement pour les thérophytes et les hémicryptophytes (Fig. 28). Les phanérophytes viennent en troisième position avec un taux moyen de 18,2 %. Les chaméphytes et les géophytes constituent simultanément le groupe homogène. Ils représentent respectivement 8,5% et 8,2 %.

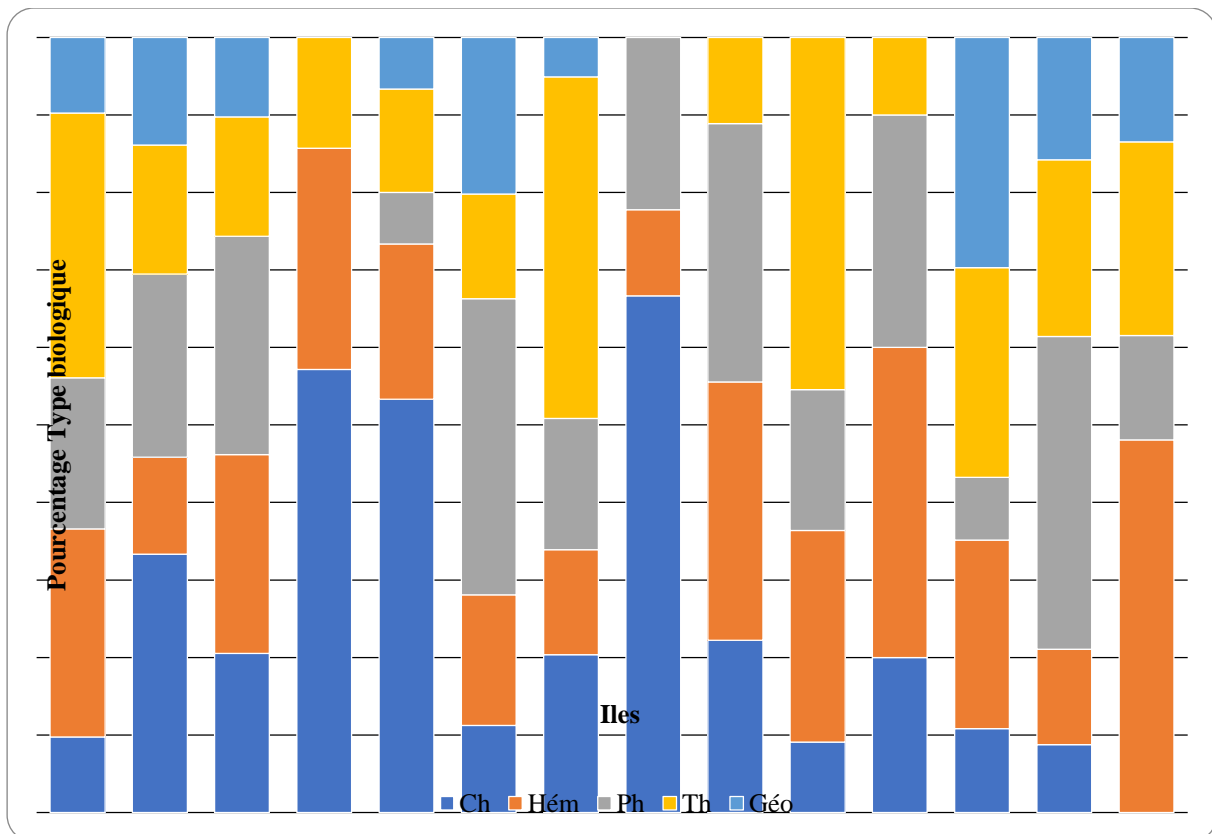


Figure 28. Distribution des types biologiques sur les 14 îles échantillonnées

Sur le plan biogéographique, l'écart entre les ensembles chorologiques est très hautement significatif. Le graphe dégage 5 groupes homogènes dont le premier groupe 'a' représente l'élément « Méditerranéen *s.l.* » est largement dominant avec un taux de 47,47 % (Fig. 29). Il comprend en majeure partie l'élément phytochorique « méditerranéen » (78/94). Le groupe de l'ensemble des plantes appartient au groupe « large répartition » (25,5 %). Les endémiques (*s.l.*) à elles seules totalisent 20 taxons soit 10,1 % du total de la flore inventoriée ; elles constituent le groupe homogène 'c'. Le groupe homogène 'd' représente les cosmopolites avec un taux de 8,1 %. Les nordiques et les tropicales forment le même groupe 'e' avec des taux respectifs de 5,5 et 3,33 %.

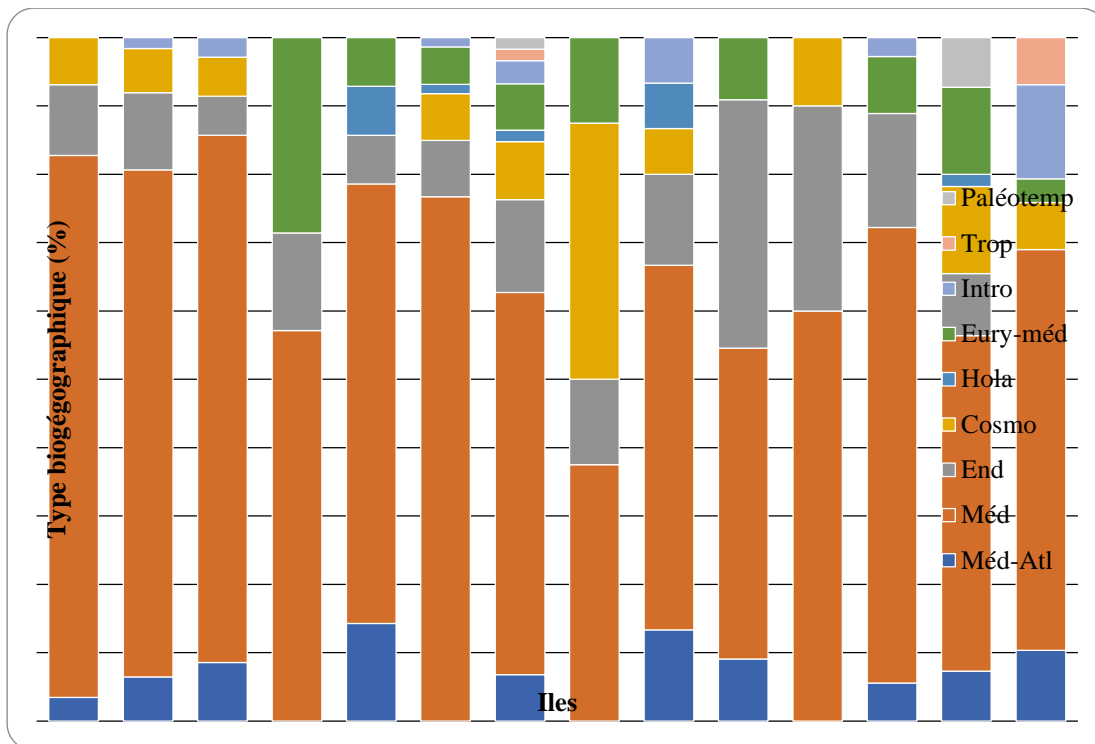


Figure 29. Distribution des types biogéographiques sur les 14 îles échantillonnées

8.8. Végétaux patrimoniaux

Trente-cinq taxons remarquables (endémiques, rares et protégés) de spermaphytes, dénommés ci-après « végétaux patrimoniaux », ont été signalés sur les îles de Numidie. Treize de ces taxons sont très localisés à une seule île (Tab. 7). Un taxon patrimonial anciennement indiqué à Srigina et Stora n'a pas été retrouvé lors des prospections de 2015-2019 (*Narduroides salzmannii* (Boiss.) Rouy).

Deux végétaux patrimoniaux jusqu'alors non signalés sur les îles étudiées ont été découverts lors de nos travaux (*Allium porrum* L. subsp. *polyanthum* (Schult. & Schult. f.) Jauzein & J.-M. Tison et *Malva arborea* (L.) Webb & Berthel.).

Ainsi, il faut mettre en exergue la présence de trois espèces très rares en Numidie (*Alliumporrum* L. subsp. *polyanthum* (Schult. & Schult. f.) Jauzein & J.-M. Tison, *Andryala laxiflora* DC., *Brassica fruticulosa* Cirillo subsp. *numidica* (Coss.) Maire, *Brassica insularis* Moris, *Matthiola incana* (L.) R. Br. subsp. *incana*, *Sideritis romana* L. subsp. *numidica* Batt. et *Silene sedoides* Poir.).

Vingt taxons sont endémiques, subendémiques tyrrhéniens ou ibéro-maghrébins. Ceci correspond à un taux d'endémisme de 10,1%. Ces endémiques sont distribués préférentiellement le long des côtes numidiennes.

Il existe sur ces îles échantillonnées six taxons protégés au niveau national et un seul taxon menacé au sens de l'UICN (2020) : *Brassica insularis* Moris.

Tableau 7. Végétaux vasculaires remarquables signalés sur les 14 îles échantillonnées

Taxon	Taxon
<i>Allium baeticum</i> Boiss.	<i>Iris unguicularis</i> Poir.
<i>Allium porrum</i> L. subsp. <i>polyanthum</i> (Schult. & Schult. f.) Jauzein & J.-M. Tison	<i>Limonium fradinianum</i> (Pomel) Erben
<i>Ambrosinia bassii</i> L.	<i>Limonium spathulatum</i> (Desf.) O. Kuntze subsp. <i>spathulatum</i>
<i>Andryala laxiflora</i> DC.	<i>Limonium virgatum</i> (Willd.) Fourr.
<i>Anthemis maritima</i> L. subsp. <i>maritima</i>	<i>Lotus drepanocarpus</i> Durieu
<i>Anthemis secundiramea</i> Biv.	<i>Malva arborea</i> (L.) Webb & Berthel.
<i>Anthyllis barba-jovis</i> L.	<i>Matthiola incana</i> (L.) R. Br. subsp. <i>incana</i>
<i>Brassica fruticulosa</i> Cirillo subsp. <i>numidica</i> (Coss.) Maire	<i>Plantago crassifolia</i> Forssk.
<i>Brassica insularis</i> Moris	<i>Polycarpon tetraphyllum</i> (L.) L. subsp. <i>catalaunicum</i> (O. Bolòs & Vigo) Iamónico & Domina
<i>Calendula suffruticosa</i> Vahl subsp. <i>boissieri</i> Lanza	<i>Retama raetam</i> (Forssk.) Webb subsp. <i>bovei</i> (Spach) Talavera & Gibbs
<i>Dianthus sylvestris</i> Wulfen subsp. <i>aristidis</i> (Batt.) Greuter & Burdet	<i>Rhaponticum acaule</i> (L.) DC.
<i>Drimia numidica</i> (Jord. & Fourr.) J. C. Manning & Goldblatt	<i>Romulea ligustica</i> Parl.
<i>Euphorbia dendroides</i> L.	<i>Sideritis romana</i> L. subsp. <i>numidica</i> Batt.
<i>Fumaria bastardii</i> Boreau	<i>Silene sedoides</i> Poir.
<i>Fumaria bicolor</i> Nicotra	<i>Sonchus asper</i> L. subsp. <i>glaucescens</i> (Jord.) Ball
<i>Galactites mutabilis</i> Durieu	<i>Stachys marrubiiifolia</i> Viv.
<i>Genista ferox</i> (Poir.) Dum. Cours. subsp. <i>ferox</i>	<i>Tetragonolobus maritimus</i> (L.) Roth
<i>Genista numidica</i> Spach subsp. <i>numidica</i>	

8.9. Les espèces exotiques

Deux espèces exotiques ne semblent pas avoir été plantées sur les îles étudiées, et elles sont de par ailleurs des plus répandues au Maghreb méditerranéen :

- *Oxalis pes-caprae* (= *O. cernua*), originaire d'Afrique du Sud (région du Cap). C'est une plante herbacée vivace de la famille des Oxalidées. Elle est présente dans six îles, en position rudérale colonisant les parties dégagées des îles, ainsi qu'en position extrême dans le maquis au pied des falaises. Il paraît impossible aujourd'hui d'envisager de s'en débarrasser.

- *Xanthium strumarium* L. est une Astéracée d'origine nord-américaine, eurasienne et de l'Inde septentrionale. Plusieurs pieds de cette espèce sont observés sur les décombres des travaux de complexe touristique sur l'île de France.

D'autres espèces plus localisées semblent d'arrivée récente sur nos sites et paraissent avoir été directement plantées par l'homme/ou dissémination zoochorie :

- *Heliotropium curassavicum* L., «Héliotrope de Curacao», originaire d'Amérique, naturalisée en Europe méridionale, où elle pousse surtout dans la partie occidentale du bassin méditerranéen, sur les côtes sablonneuses à proximité immédiate de la mer.

Sur l'île de France, elle est très abondante sur les décombres de chantiers.

- *Carpobrotus edulis* (L.) N.E. Br. la « griffe de sorcière », une néophyte d'Afrique du Sud, cultivée à l'origine dans le littoral algérien, diffuse en occupant une grande surface à l'île de Srigina sur la côte rocheuse. La population doit être, au plus tôt, éradiquée afin de protéger la côte numidienne et en particulier les falaises où il commence à envahir quelques mètres carrés sur nos îles.

- *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., le « cactus » ou figue de barbarie (*Hindi* en arabe local), originaire d'Amérique centrale. Il est commun sur trois îles Hennaya, Gargamiz et Srigina. Une deuxième espèce de *Hindi* observée sur nos stations, *Opuntia stricta* (Haw.) Haw. Cette néophyte de Cuba et SE des Etats-Unis, a été trouvée naturalisée en abondance sur l'île de France. La population observée a été plantée par l'homme, mais par la suite propagée par voie végétative et sexuée. En revanche, ces deux espèces doivent être retirées dès que possible afin d'éviter que de nouvelles populations puissent s'installer.

- *Jacobaea maritima* (L.) Pels & Meijden. Quelques pieds de cette espèce sont cultivés dans un jardin du complexe touristique sur l'île de France.

- *Ruta chalepensis* L., un taxon cultivé sur le littoral pour son intérêt médicinal. Il est utilisé par les riverains en raison de ses propriétés antispasmodiques, tonique circulatoire, anti-inflammatoire, antibiotique et insectifuge.

Toutes ces espèces devraient pouvoir faire l'objet d'une campagne d'éradication avant qu'elles n'aient pris trop d'ampleur et que la situation ne devienne irréversible.

8.10. Mode de dissémination

L'histogramme des modes principaux de disséminations pour notre milieu insulaire révèle la forte présence des anémochores avec 51,28%, suivies par les barochores avec 24,77%, en troisième position nous trouvons les zoochores avec 17,22% et enfin les hydrochores avec 6,73% (Fig. 30).

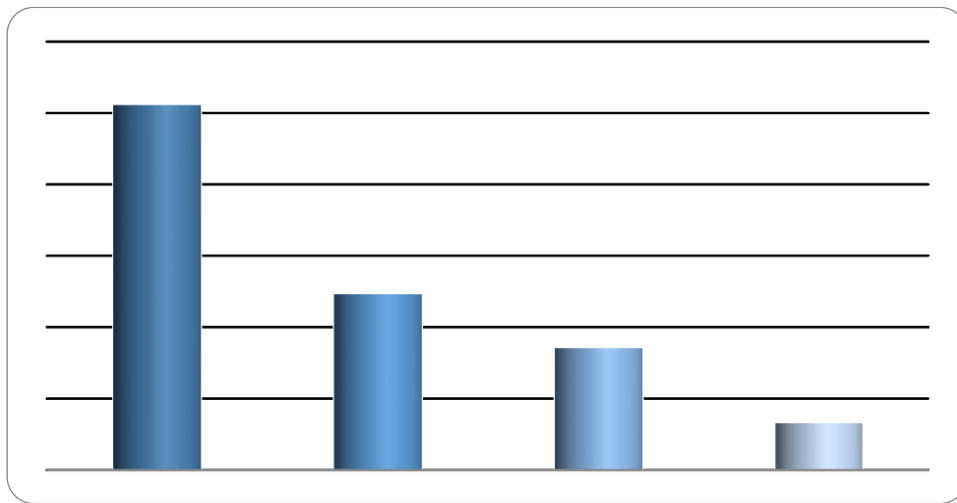


Figure 30. Différents modes de dissémination dans les 14 îles échantillonnées

8.11. Caractéristiques édaphiques

- Le pH ne varie pas beaucoup, il est presque constant dans la plupart des îles. Les îles très rocheuses ont un faible pH, alcalin ou très alcalin, tels que les cas de Kef Amor, Akacha et Cap de Fer. Nous signalons que ces trois stations ont une couverture végétale très similaire.
- La conductivité électrique nous permet de distinguer deux ensembles d'îles :

L'ensemble de Boutribicha, Calissar, Hennaya, Gargamiz, Srigina, Plage Louh, Vivier, Fontaine romaine et Port de France) avec une valeur de conductivité variant entre 1,42 et 1,93 mS/cm) et ceci est tout à fait logique par rapport au degré de recouvrement de ces stations.

L'ensemble qui réunit Calissar Ouest, La Messida, Kef Amor, Akacha et Cap de Fer avec une forte valeur de conductivité électrique. Cela peut être expliqué par l'exposition à la marée haute, aux grandes vagues et à la faible élévation de ces îles.

- **Le taux de la matière organique** varie sensiblement d'une station à une autre. Cela peut être expliqué par la pente du terrain ou le type de la roche mère. Les îles qui sont colonisées par des espèces arbustives ont la valeur la plus élevée de ce paramètre.
- **Le nitrate** est quantitativement très important dans les îles colonisées par les goélands.

Tableau 8. Caractéristiques physico-chimiques du terrain des îles étudiées.

Sites (îles)	pH	Conductivité électrique mS/cm	Nitrate	Matière organique
Boutribicha	6,45	1,45	1,23	1,12
Calissar	6,37	1,74	1,45	2,21
Hennaya	6,38	1,93	1,22	1,31
Calissar Ouest	5,42	3,42	3,48	0,51
La Messida	5,82	2,94	1,42	2,48
Gargamiz	7,15	1,18	1,52	2,92
Srigina	6,27	1,85	3,4	2,08
Kef Amor	5,24	3,55	4,78	0,37
Akacha	5,74	3,27	3,97	0,64
Cap de Fer	5,81	3,31	4,32	0,57
Plage Louh	6,28	1,42	1,62	2,32
Vivier	6,38	1,78	1,53	1,08
Fontaine romaine	6,55	1,92	1,72	2,64
Port de France	6,58	1,54	1,75	1,37

8.12. Analyse de la similitude floristique entre les îles étudiées

Les coefficients de similarité C_s calculés pour les quatorze îles étudiées (deux à deux), nous donnent les taux de similitude par rapport à la biodiversité vasculaire. Les taux obtenus ont été soumis à une étude de corrélation en rapport avec les distances qui séparent les sites respectifs.

Néanmoins, les taux de similarités les plus élevés sont enregistrés entre le Gargamiz et la Fontaine romaine (63,38 % de ressemblance dans la flore dont *Galactites mutabilis*, *Crithmum maritimum*, *Drimia numidica*, *Limonium spathulatum* subsp. *spathulatum*, *Lobularia maritima*, *Mercurialis annua* subsp. *ambigua*, *Umbilicus rupestris* etc.) et entre l'île de Boutribicha et Calissar (58,37% dont *Ammophila arenaria*, *Asparagus albus*, *Cutandia maritima*, *Hyoseris radiata*, *Pancratium maritimum*, *Plantago macrorhiza* subsp. *macrorhiza*, *Thymelaea hirsuta*, *Trifolium repens*, *Valantia muralis*) (Tab. 9).

Les similitudes les plus faibles ont été enregistrées entre l'île Kef Amor et l'île de Boutribicha (12,88 %), entre le Plage Louh et l'île de Calissar Ouest (18,57 %), entre l'île de Cap de Fer

et l'île de Hennaya (22,92 %), entre l'île de Cap de Fer et l'île de Boutribicha (27,82 %), entre l'île de Cap de Fer et l'île de La Messida (28,74 %) et entre l'île de Akacha et l'île de Calissar Ouest (25,77 %). Les autres sites ont des taux de similitude assez proches de 40 % et parfois même de 50 %. Certaines espèces présentes sur les îles de la côte de la Numidie occidentale n'ont pas été rencontrées sur celle de la Numidie orientale à l'exemple de *Achyranthes aspera*, *Malva arborea*, *Andryala laxiflora*, *Fumaria bastardii*, *Genista numidica* subsp. *numidica*, *Brassica fruticulosa* subsp. *numidica*, *Brassica insularis*, *Euphorbia dendroides*, *Limonium fradinianum*, *Rhaponticum acaule*. D'autres espèces sont retrouvées spécifiquement à La Calle (Numidie orientale) comme : *Anthemis secundiramea*, *Fumaria bicolor*, *Sideritis romana* subsp. *numidica* et *Silene sedoides*.

Tableau 9. Indices de similarité (établis 2 à 2) des 14 îles étudiées

Iles	BO	CA	HE	CO	ME	GA	SR	KA	AK	CF	PL	VI	FR	PF
BO	100%	58.37%	40.22%	31.77%	43.92%	33.78%	38.51%	12.88%	41.55%	37.82%	42.74%	43.55%	40.41%	42.66%
CA		100%	41.78%	37.42%	47.85%	37.45%	34.49%	35.33%	47.66%	34.15%	47.89%	45.44%	50.24%	51.22%
HE			100%	35.57%	48.88%	45.83%	31.38%	33.55%	35.93%	32.92%	40.38%	34.18%	48.27%	33.49%
CO				100%	32.55%	31.28%	22.74%	39.21%	32.77%	32.26%	18.57%	32.22%	33.45%	38.53%
ME					100%	36.62%	34.51%	37.38%	40.42%	38.74%	34.78%	42.18%	38.94%	40.42%
GA						100%	49.88%	32.88%	42.18%	48.58%	40.04%	39.25%	63.38%	38.37%
SR							100%	42.71%	34.43%	52.91%	42.52%	40.08%	42.29%	32.21%
KA								100%	30.38%	32.18%	31.39%	38.70%	30.18%	37.43%
AK									100%	42.34%	37.71%	42.91%	49.42%	32.70%
CF										100%	31.89%	34.83%	37.28%	32.43%
PL											100%	36.60%	44.31%	37.51%
VI												100%	50.20%	32.49%
FR													100%	40.44%
PF														100%

BO : Boutribicha, CA : Calissar, HE : Hennaya, CO : Calissar Ouest, ME : La Messida, GA : Gargamiz, SR : Srigina, KA : Kef Amor, AK : Akacha, CF : Cap de Fer, PL : Plage Louh, VI : Vivier, FR : Fontaine romaine, PF : Port de France

8.13. Relation entre la richesse floristique et les variables étudiées

La relation entre la richesse floristique, les variables environnementales et les paramètres physico-chimiques du sol ont fait l'objet d'une analyse de régression.

Le coefficient de corrélation $r^2 = 0,76$ implique que 76% de la richesse spécifique des îles étudiées est expliquée par sept variables, à savoir, la surface de l'île, l'altitude, le pH du sol, la matière organique, la conductivité électrique, les taux de nitrate dans le sol et l'éloignement de l'île par rapport au continent (Fig. 31).

Cependant, 24% de l'organisation de cette richesse floristique peut s'expliquer par d'autres variables non prises en compte dans ce travail.

La corrélation entre la richesse floristique et le pH ($r^2 = 0,727$), la richesse floristique et la conductivité électrique ($r^2 = 0,671$), la richesse floristique et la matière organique ($r^2=0,628$) ainsi que la corrélation entre la richesse floristique et la surface ($r^2=0,553$) sont les plus importantes. Ceci signifie que ces paramètres fournissent beaucoup d'informations au modèle (Fig. 31a-d). Néanmoins, les corrélations entre la richesse floristique et la distance, la richesse floristique et le taux de nitrate ainsi que la richesse floristique et l'altitude ne sont pas significatives (respectivement, $r^2 = : 0,233, 0.275$ et $0,375$) et fournissent peu d'informations au modèle (Fig. 32e-g).

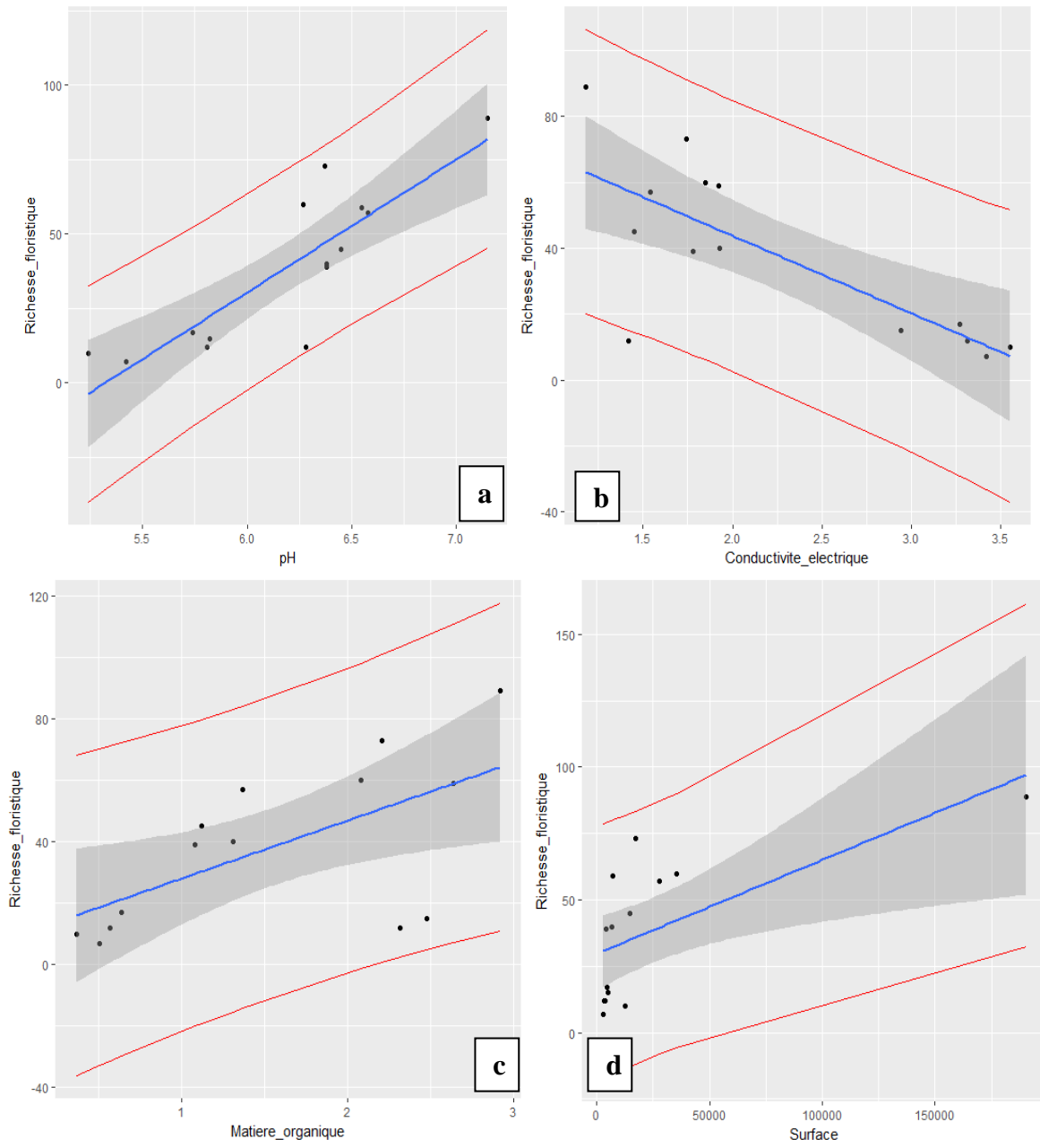


Figure 31. a : Corrélation entre la richesse floristique et a : le pH ; b : la conductivité électrique ; c : la matière organique et d : la Surface.

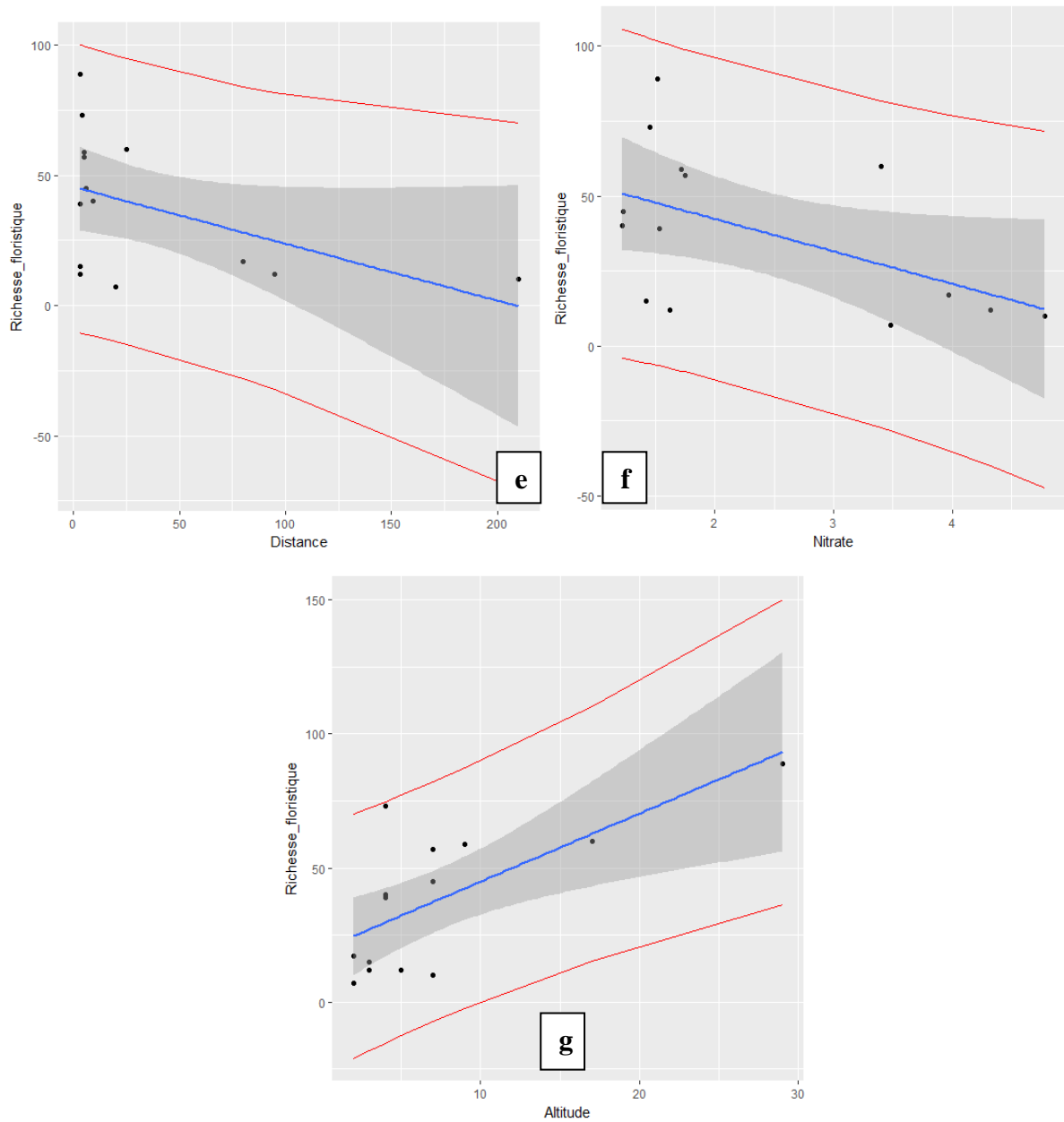


Figure 32. Corrélation entre la richesse floristique et e : la distance au continent ; f : le nitrate et g : l'altitude.

8.14. Individualisation des groupements végétaux réalisée par une analyse canonique des correspondances selon les variables de l'environnement

Les variables représentées sur la partie positive de l'axe ACC (41,83% des informations) sont : le taux de recouvrement des espèces herbacées (Trhe), l'incendie (Ince), la pêche (Pech) et l'activité touristique (Tour). Ces variables opposaient la densité de goélands (FrGo) et l'élévation des îles (Elev) sur le côté négatif du même axe. Les espèces végétales qui ont une forte contribution à cet axe sur son côté positif sont (*Lotus cytisoides* L., *Crithmum maritimum* L., *Sonchus asper* L. subsp. *glaucescens* (Jord.) Ball, *Umbilicus rupestris* (Salisb.) Dandy et *Sporobolus pungens* (Schreb.) Kunth) (Fig. 33). Ces espèces opposent sur le côté négatif de cet axe (*Spergula arvensis* L., *Portulaca oleracea* L., *Hyoseris radiata* L., *Trachynia distachya* (L.) Link, *Chenopodium album* L. et *Sonchus tenerrimus* L.).

La variable géologie est positivement corrélée à l'axe 2 avec un coefficient de corrélation de -1,98, et s'oppose aux variables distance à l'agglomération (DiAg), distance à la mer (DiCo) et le taux de recouvrement des espèces ligneuses (Trli) négativement corrélées à cet axe ($r = 1,87$, $r = -0,88$ et $r = 1,25$ respectivement).

Quatre communautés végétales sont identifiées en fonction de l'évolution des variables environnementales. Les groupes (1 et 2) ont une forte corrélation avec l'axe 1 de l'ACC. Le groupe 1 s'oppose au groupe 2 selon le même axe. Les groupes 3 et 4 sont fortement corrélés avec l'axe 2 de l'ACC.

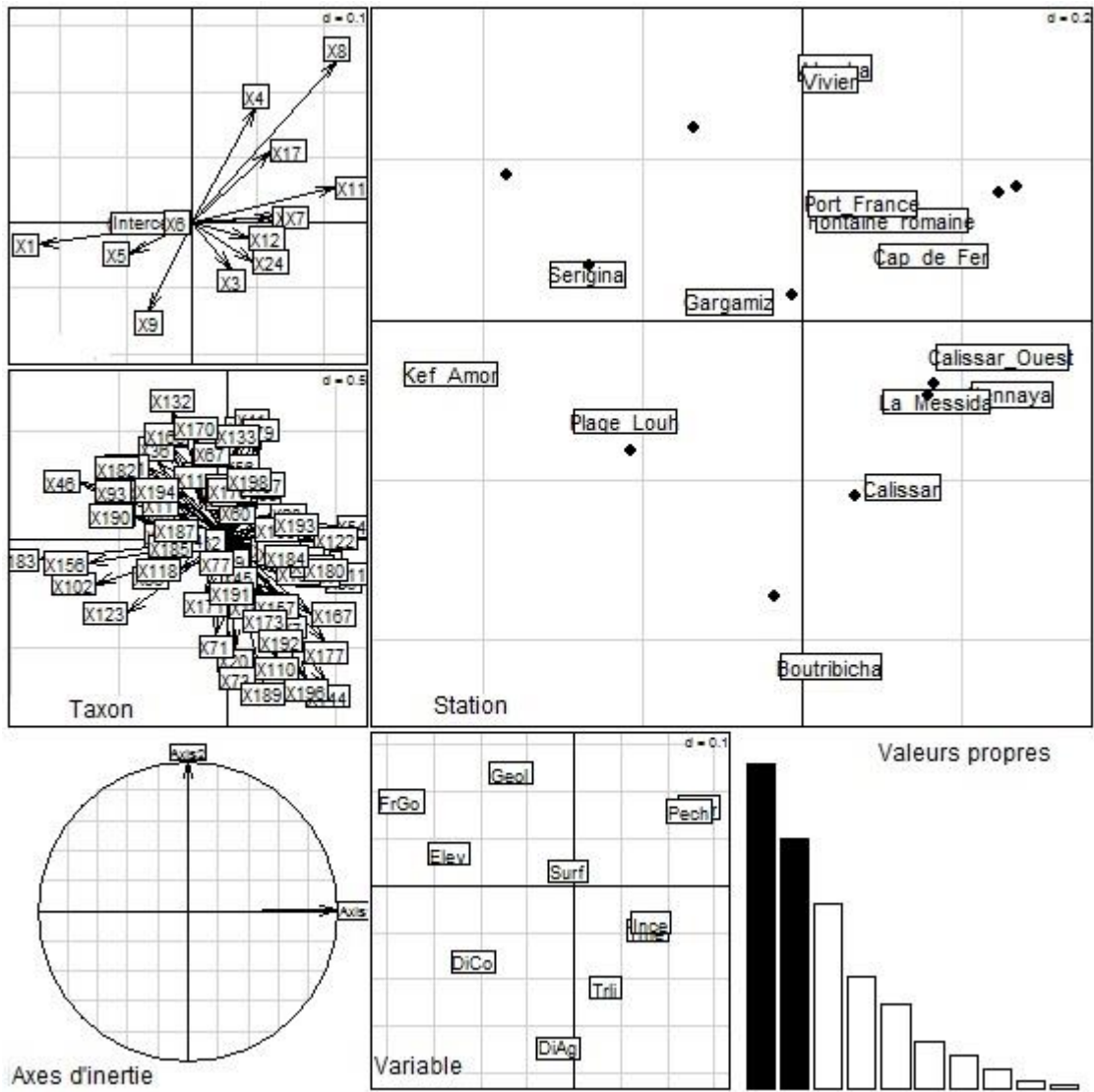


Figure 33. Carte factorielle appliquée aux données des variables floristiques et environnementales par une ACC.

9. Discussion

9.1. Diversité végétale et stratégies de vie des espèces

La composition floristique de nos îles d'études montre l'existence de 198 espèces dans la station insulaire et 436 espèces dans les stations continentales. Les taxons dicotylédones, thérophytes et méditerranéennes semblent dominer dans les deux sites. Nos résultats montrent que les Astéracées, les Fabacées, les Apiacées et les Poacées sont les familles botaniques les plus présentes sur les quatorze îles de la Numidie. Ces familles sont généralement associées à la présence des perturbations (oiseaux marins, tourisimes, incendies, pêches...) (Ellis et al., 2011). Elles contiennent plusieurs espèces ayant une vitesse de croissance rapide, une production de graines élevée, un cycle de vie annuel ou bisannuel et qui se développent fortement sur les décombres ou les fientes déposés par les oiseaux marins (Mulder et al., 2011 ; Gharmaoui et al., 2016).

L'étude floristique et l'étude du corpus d'espèces végétales présentes sur les îles et sa comparaison avec des inventaires au niveau du continent où la perturbation par les oiseaux marins est réduite où très localisée, voire nulle ; la physionomie de la végétation et la géologie parfois différentes, ont permis de mettre en évidence des changements survenus dans la composition floristique et des groupements d'espèces de ces îles par rapport au continent le plus proche.

Le couvert végétal de la majorité de nos îles est de type maquis dégradé comme c'est le cas des îlots de Bejaïa (Moulaï, 2005) et de Jijel (Benhamiche-Hanifi et Moulaï, 2012). Il est dominé d'une part par *Hyoseris radiata*, *Frankenia hirsuta*, *Anthemis maritima* subsp. *maritima*, *Sporobolus pungens* et *Senecio leucanthemifolius* et par des espèces rudérales constituées de *Malva sylvestris*, *Mercurialis annua* subsp. *ambigua* et *Oxalis pes-caprae* comparées à celles du continent proche, qui est dominé par une formation pré-forestière dégradée constituée de *Juniperus oxycedrus*, *Ephedra fragilis*, *Cistus monspeliensis*, *Retama monosperma* subsp. *bovei* et *Chamaerops humilis* d'une part, et par des espèces de maquis, telles que *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea*, *Romulea ligustica*, *Phillyrea latifolia*, *Rubia peregrina*, *Daphne gnidium*, *Myrtus communis* et *Plantago lanceolata* (Boulemtafes, 2015).

Quelque soit l'île étudiée, les thérophytes constituent très majoritairement le type biologique le mieux représenté : il l'est avec un taux de 38,2 % sur l'île de Gargamiz. Ces taxons sont présents dans des proportions allant de 44,2 à 81,2 % sur les îles de Marseille (Vidal et al., 1998). Ils représentent plus de 41,8 % de la flore des îles de Bejaïa et de Jijel en Algérie

(Benhamiche-Hanifi et Moulaï, 2012). Les thérophytes et les hémicryptophytes sont classiquement considérés comme étant particulièrement adaptés aux forts régimes de perturbations intenses (Médail et Vidal, 1998) et aux conditions de stress induites par les particularités du bioclimat méditerranéen (Hobbs et Mooney, 1995).

Une comparaison entre la richesse floristique et la superficie des îles étudiées montre clairement que les îles éloignées de l'agglomération et de l'activité touristique comportent une richesse en taxons indigènes que taxons exotiques. De plus la richesse en espèces est en relation avec la surface de l'île (le cas de l'île de Gargamiz).

Si, à partir d'une taille voisine de 35.000 m², l'île de Srigina peut abriter des richesses floristiques supérieures à celle de Kef Amor, il ne s'agit pas d'une règle absolue. Ainsi, l'île de Hennaya abrite plus de taxons que l'île de Kef Amor alors que sa superficie est moins de trois fois de cette dernière.

Toutefois, la richesse floristique en tant que telle n'est pas un indicateur suffisant de l'intérêt ou de la qualité biologique d'un site, car un accroissement du nombre d'espèces peut être aussi la conséquence de facteurs de perturbations extrinsèques au système écologique considéré (Rosenzweig, 1995 ; Moulai, 2005 ; Gharmaoui et al., 2016).

Tableau 10. Comparaison de la richesse floristique (plantes vasculaires indigènes et exotiques) des îles étudiées

Localité (île)	Surface (m ²)	Élévation (m)	Richesse / flore indigène	Richesse / flore exotique
Ile Boutribicha	840	3	41	-
Ile Calissar	27.288	3	72	1
Ile Hennaya	3.533	4	39	1
Ile Calissar Ouest	2.880	2	7	-
Ile Messida	5.100	1	15	-
Ile Gargamiz	90.300	29	89	2
Ile Srigina	35.000	16	59	2
Ile Kef Amor	35.500	13	9	2
Ile Akacha	4.500	5	17	1
Ile Cap de Fer	1.700	5	11	-
Ile Plage Louh	3.230	3	10	-
Ile Vivier	4.262	4	37	1
Ile Fontaine romaine	7.000	7	57	-
Ile de France	35.800	7	56	5

L'importance de dissémination anémochore est expliquée par la faible distance de la majorité des îles par rapport au continent. La dissémination Barochore est expliquée par la dispersion des graines par gravité, à proximité immédiate de la plante mère. Les mêmes résultats sont obtenus par (Gharmaoui et al., 2016) sur la flore insulaire de l'île de Rechgoun (Nord-Ouest algérien).

9.2. Phénomène de raréfaction ou d'absence de végétaux communs sur le continent

En dépit d'une richesse spécifique élevée, le cortège floristique de nos îles se caractérise par des absences, *a priori* étonnantes, de taxons communs ou très communs structurant les maquis du littoral numidien : les cistes (*Cistus monspeliensis* L., *C. salvifolius* L.), *Rhamnus alaternus*, *Phillyrea latifolia*, *Reseda alba*, *Micromeria graeca*, *Pulicaria odora*, *Genista ulicina*, etc. Divers arbustes sont aussi très rares dans nos stations (*Thymelaea hirsuta*, *Anthyllis barba-jovis*, *Daphne gnidium*). Dans le cas de *Ficus carica*, les rares individus observés laissent planer un fort doute sur son indigénat, tandis que les quelques pieds de *Matthiola incana* subsp. *incana* près d'une habitation sont très probablement échappés de jardin. Ces absences ou extrêmes raréfactions peuvent s'expliquer par les contraintes environnementales et biologiques liées à l'insularité (colonisation plus difficile et hasardeuse, populations d'effectif réduit, interactions biotiques différentes).

Les facteurs climatiques caractéristiques de l'étage thermo-méditerranéen de végétation d'une part, et la salinisation des terres d'autre part peuvent expliquer la composition des formations végétales dominantes dans nos sites. Celles-ci correspondent à des maquis à dominance de *Olea europaea* et *Myrtus communis*, avec çà et là, une bonne représentation de *Pistacia lentiscus* (Hamel, 2013 ; Boulemtafes, 2015 ; Boulemtafes et al., 2018).

De plus, la part de l'homme dans la modification des écosystèmes de Numidie et la raréfaction de certains végétaux, notamment certains ligneux exploités pour le bois dans le passé, n'est pas à exclure (Hamel et al., 2019b).

9.3. Phénomène de différenciation microinsulaire et endémisme

L'isolement est propice aux processus évolutifs de spéciation rapide et de néo-endémisme, mais ces aspects n'ont encore guère été étudiés sur les petites îles de la Méditerranée (Rosselló, 2013). Au niveau infra-spécifique, des études génétiques et phytogéographiques pourraient déceler de tels processus. Au niveau spécifique, l'intérêt biogéographique de nos

îles réside dans le nombre de taxons endémiques, égal à 20, dont 10 à distribution limitée à l'Algérie et la Tunisie. Parmi ces derniers, certains (*Brassica fruticulosa* subsp. *numidica*, *Lotus drepanocarpus*) ont une localisation surtout micro-insulaire. Un taxon (*Limonium fradinianum*) possède une distribution mondiale très limitée, mais sans être exclusif à certaines îles de la péninsule de l'Edough. Sa présence dépend étroitement du substrat car il ne croît que sur des gneiss (**Boulemtafes** et al., 2018). D'une manière générale, les endémiques enregistrées dans ce travail sont surtout des endémiques régionales ou endémiques *s.l.* En effet, nos îles sont de type continental et sont très proches du continent. (Qulichini, 1999) stipule que les îles océaniques qui sont complètement isolées sont beaucoup plus riches en endémiques que les îles proches des continents où les tailles sont très souvent très petites et les endémiques s'y distribuent de façon restreinte et sont de vraies raretés. Pourtant, la Numidie (où figurent nos sites) et d'autres zones telles que la région de Kabylie et la Kroumirie en Tunisie, qui présentent une grande richesse floristique, seraient selon Véla et Benhouhou(2007) proposées pour être classées comme nouveau point chaud avec les 10 autres hotspots régionaux de biodiversité méditerranéenne déjà identifiés (Médail et Quézel, 1999).

9.4. Taxons patrimoniaux des îles

***Brassica insularis* Moris** : une espèce endémique très rare de Corso-Sarde, le Nord-Est algérien et le Nord-Ouest tunisien (Pignatti, 1982) (Fig. 34a). Notons que la station dite la Voile Noire (cf. l'île de la plage Louh), est la seule station en Algérie où se trouve cette fameuse Brassicacée (Maire, 1965 ; Quézel et Santa, 1962). Toutefois, il faut noter la présence ancienne de *Brassica insularis* qui semble différer de *Brassica cretica* subsp. *atlantica* (Coss.) Schultz, observée sur l'île de Zembretta, une des quatre îles qui forme l'archipel tunisien de Zembra (ou îles Aegimures). Cette dernière pourrait s'agir comme une endémique de Tunisie dont le nom correct serait *Brassica atlantica* (Coss.) Schultz (Serrano, 2008).

***Calendula suffruticosa* Vahl subsp. *boissieri* Lanza** : endémique algéro-tunisienne (Dobignard et Chatelain, 2011) (Fig. 34b). C'est une Astéracée (ex- Compositae) herbacée vivace, signalée dans différentes stations du littoral numidien (Véla, 2008 ; Hamel et al., 2013 ; Hamel et **Boulemtafes**, 2017a&c). Elle y abonde sur les falaises du Vivier et Srigina mais elle est en voie d'extinction sur l'île de France.

***Fumaria bicolor* Nicotra** : espèce Sud-Ouest-méditerranéenne à aire disjointe (Blanca et al., 2009). Ce taxon est rare depuis les plages de Bou Ismail jusqu'aux frontières algéro-

tunisiennes (Quézel et Santa, 1962). Elle est rare aussi sur les rochers ensoleillés du littoral numidien (Fig. 34d).

***Lotus drepanocarpus* Durieu** : une endémique algéro-tunisienne (Dobignard et Chatelain, 2011) (Fig. 34c). C'est une Fabacée (=Papilionacée), herbacée vivace limitée à l'Est algérien (Quézel et Santa, 1962). Ce taxon reste rare à très rare sur les îles échantillonnées.

***Sideritis romana* L. subsp. *numidica* Batt.** : une endémique du Maghreb *sensu lato* (Maroc, Algérie, Tunisie et Libye). C'est une Lamiacée herbacée vivace qui se développe en hiver et au printemps sur les sables maritimes de l'île Calissar (Fig. 34e). Elle est signalée en Numidie et dans la petite Kabylie jusqu'au sous-secteur de l'Atlas Tellien (Quézel et Santa, 1963).

***Silene sedoides* Poir.** : une Caryophyllacée annuelle méditerranéenne très localisée en Algérie sur les deux secteurs K₂ et K₃ (Quézel et Santa, 1962). Quelques pieds seulement ont été observés sur les îles de La Calle (Fig. 34f).

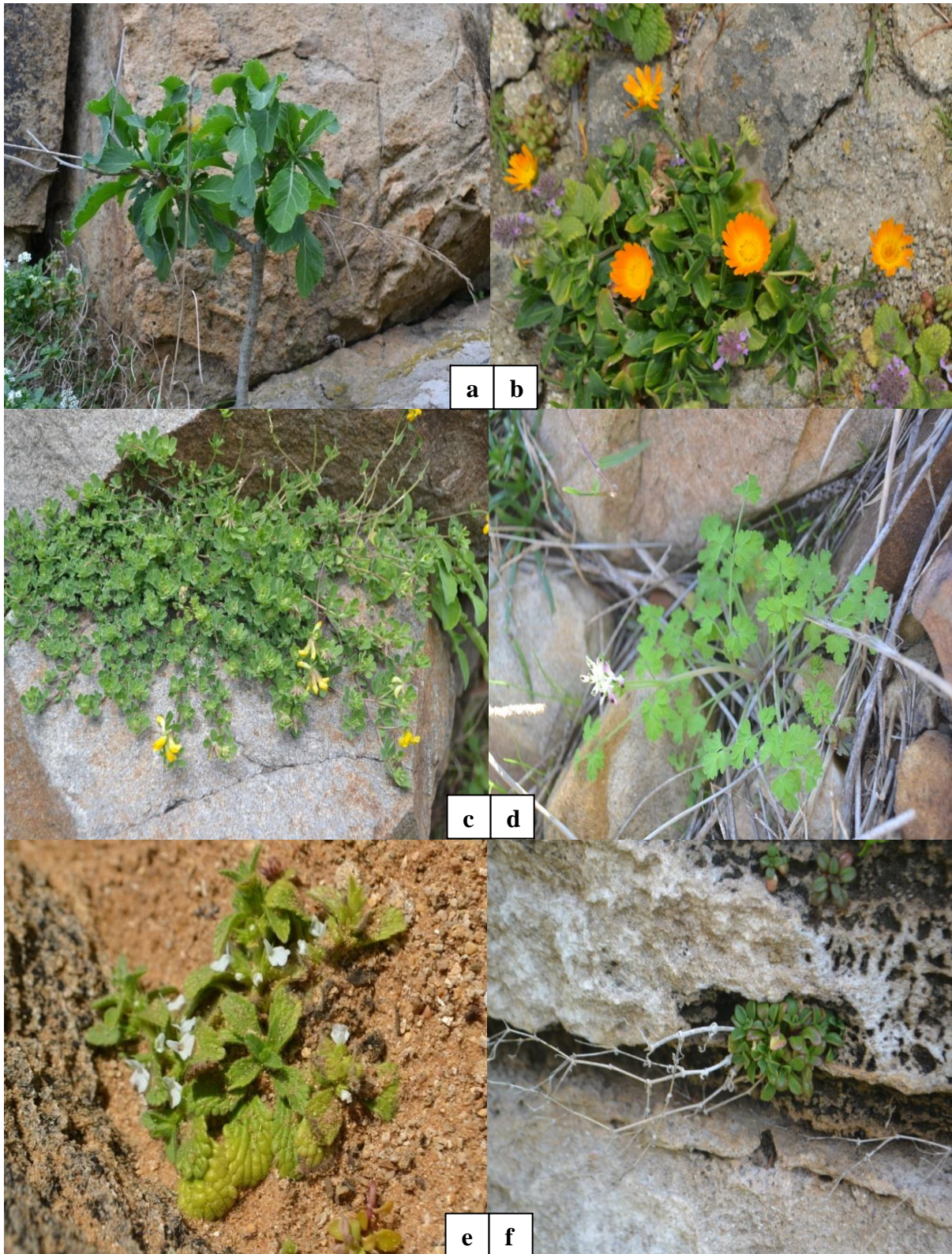


Figure 34. a. *Brassica insularis* Moris, b. *Calendula suffruticosa* Vahl subsp. *boissieri* Lanza, c. *Fumaria bicolor* Nicotra, d. *Lotus drepanocarpus* Durieu, e. *Sideritis romana* L. subsp. *numidica* Batt., f. *Silene sedoides* Poir. (Clichés BOULEMTAFES A. et HAMEL T. 2015-2019).

9.5. Influence des variables environnementales sur la richesse floristique des îles

Le coefficient de Sørensen a donné des valeurs supérieures à 12,88% (12,88% à 63,38%). Ceci signifie que la similitude dans la flore vasculaire des deux îles prises deux par deux peut différer dans leur composition floristique. En fait, seulement 22 espèces ont été enregistrées plus de 7 fois sur les 14 sites étudiés. Ce qui signifie que l'interdépendance floristique entre les îles sont importantes. 81 espèces ont été enregistrées uniquement sur l'une des 14 îles étudiées. Ce fait montre qu'elles sont nombreuses les espèces caractéristiques et / ou espèces rares.

Il convient de mentionner que, selon le coefficient de similitude, l'indépendance floristique semble être plus significative parmi les plus petites îles étudiées. Selon Panitsa et Tzanoudakis (2001), même des espèces qui semblent bien adaptées à des petits îlots montrent une répartition inégale dans la région méditerranéenne.

Dans notre étude, la richesse spécifique des îles est une variable à expliquer par la surface, la distance du continent et l'altitude des îles. Plus ce coefficient est proche de 1, meilleur est le modèle. Dans notre cas, 84% de la variabilité s'explique par quatre variables prédictives. Ainsi, le pH des îles explique 63,5% de la variabilité de la richesse spécifique des îles, 19,1% s'explique par la conductivité électrique, 12,44% par la matière organique et seulement 4,96% de la variabilité s'explique par la surface des îlots.

Globalement, plus la taille de l'île est grande, plus la diversité spécifique est importante (MacArthur et Wilson, 1967). Ceci est partiellement en accord avec les conclusions tirées par Vidal (1998).

Cependant, l'analyse canonique des correspondances (ACC) a été développée pour permettre aux écologues de relier l'abondance des espèces aux variables environnementales (Ter Braak, 1986). Les assemblages d'espèces résultent de l'interaction complexe de nombreux facteurs historiques et évolutifs. Il est donc particulièrement instructif d'isoler l'un de ces facteurs lorsqu'il se manifeste comme un gradient continu (Tassin et Rivière, 2003). L'analyse de la composition de la flore, caractérisant les quatre groupes identifiés statistiquement par l'ACC, a permis de déduire que chaque regroupement combine des plantes spécifiquement adaptées aux caractéristiques édaphiques et à la situation d'insularité.

Le groupe 1 représente la végétation halophile. Ce groupe de plantes se développe dans des sols très proches à la mer et sont souvent soumis à l'influence directe des embruns. Il comprend les espèces : (*Lotus cytisoides* L., *Crithmum maritimum* L., *Sonchus asper* L.

subsp. *glaucescens* (Jord.) Ball, *Umbilicus rupestris* (Salisb.) Dandy et *Sporobolus pungens* (Schreb.) Kunth).

Le groupe 2 comprend les plantes des escarpements raides. Ils sont caractéristiques des sols acides et légèrement salins. Les espèces végétales de ce groupe préfèrent les altitudes élevées. Il comprend les plantes suivantes : *Xanthium strumarium* L., *Mesembryanthemum nodiflorum* L., *Sedum caeruleum* L., *Moraea sisyrinchium* (L.) Ker Gawl., *Drimia fugax* (Moris) Stearn).

Le groupe 3 est formé d'une végétation rudérale annuelle et vivace. Les plantes de ce groupe sont généralement répandues et colonisent des sites anthropiques et des environnements régulièrement perturbés. Ils comprennent les espèces suivantes : *Spergula arvensis* L., *Portulaca oleracea* L., *Hyoseris radiata* L., *Trachynia distachya* (L.) Link, *Chenopodium album* L. et *Sonchus tenerrimus* L.

Le groupe 4 renferme la végétation du maquis à oléo-lentisque et *Juniperus oxycedrus* L. Il est composé par (*Thymelaea hirsuta* (L.) Endl., *Prasium majus* L., *Ephedra fragilis* Desf., *Valantia muralis* (L.) DC., *Silene sedoides* Poir., *Asparagus albus* L., *Ruscus hypophyllum* L., *Trifolium repens* L. et *Erodium malacoides* (L.) L'Hér.). Ces plantes poussent sur des sols productifs et relativement stables et semblent échapper à l'influence maritime.

D'une manière générale, ces groupements sont les plus répandus sur littoral algérien. Nos résultats correspondent à ce qui a été observé dans les travaux de Bouyahmed et Moulai (2018) sur les liens entre les variables environnementales et les communautés végétales des îles de grande et petite Kabylie (K₁₋₂).

9.6. Menaces et enjeux de conservation de la flore

Les enjeux de conservation de la flore vasculaire de nos îles sont très forts en raison de la présence de 35 végétaux patrimoniaux. Les inventaires réalisés ont permis d'identifier sur les îles étudiées 20 taxons endémiques *sensu lato*, dont certains à répartition très localisée à la Numidie (*Dianthus sylvestris* subsp. *aristidis* et *Genista numidica* subsp. *numidica*), et des espèces non endémiques mais rares ou très localisées en Numidie (*Anthemis secundiramea*, *Anthyllis barba-jovis*, *Euphorbia dendroides* et *Silene sedoides*).

D'autre part, nos îles présentent aussi un intérêt majeur en raison de l'abondance de taxons par ailleurs peu fréquents à très rares en Algérie, tel est le cas de *Brassica insularis* dans la seule station à la Voile Noire (Maire, 1959 ; Quézel et Santa, 1962 ; Hamel et **Boulemtafes** 2017a, **Boulemtafes** et al., 2018). Enfin, la présence de *Sideritis romana* subsp. *numidica* est

assez inattendue car il s'agit de la seule mention de cette Lamiacée à La Calle (Quézel et Santa, 1963).

La présence dans le « milieu naturel » de taxons exotiques et subsponnés, naturalisés ou invasifs doit dater en grande partie du début de l'urbanisation ou bien à proximité des îles (le cas de l'île de France, Fontaine romaine) et de l'introduction massive d'espèces dans un but ornemental ou de manière fortuite lors de travaux et d'apports de terres et matériaux exogènes (**Boulemtafes**, 2015).

La fragilité de nos sites rend nécessaire un important effort de conservation, afin d'esquiver des dégradations pouvant être lourdes de conséquences et parfois irréversibles. Ces zones vulnérables hébergent des espèces typiques caractéristiques des dunes méditerranéennes (*Eryngium maritimum*, *Rouya polygama*, *Pancratium maritimum*) et des espèces rupicoles (*Seseli praecox*, *Dianthus sylvestris* subsp. *aristidis*, *Sedum sediforme*).

Sur le plan de la conservation, les espèces patrimoniales de nos îles et non protégées mériteraient vraisemblablement d'être classées dans les catégories de la liste rouge de l'UICN (2020) et du même coup d'être protégées par la loi algérienne de conservation des espaces de la faune et de la flore.

Pour une bonne conservation, nous proposons les démarches suivantes :

Organisation de la circulation des visiteurs, même si cette fréquentation reste faible et localisée dans le temps (période estivale). Il est nécessaire pour la préservation des sites de réaliser quelques interventions dans ce domaine afin de canaliser les déplacements sur l'île.

Pour les populations de goélands, il serait utile de tenter de limiter la nidification de cette espèce animale dans les îles abritant des espèces végétales patrimoniales (le cas de l'île Kef Amor). Cela passe par l'éventuelle pose de fils de fer ou la réalisation d'actions de stérilisation des œufs.

L'effet de la griffe de sorcières (*Carpobrotus edulis*) est particulièrement exacerbé en milieu insulaire où elle participe à la réduction de la biodiversité et à la banalisation des habitats. Le problème de cette plante envahissante a été largement abordé dans le travail de (Médail, 2000) dans l'île du Grand Rouveau en France. À l'heure actuelle, elle recouvre près de la moitié des habitats naturels. Face à cette menace, il apparaît pertinent d'envisager son contrôle selon deux scénarii possible : (I) la lutte ciblée et (II) l'éradication intégrale. Dans les deux cas, nous préconisons l'arrachage manuel ainsi qu'une repasse annuelle régulière.

(I) La lutte ciblée : Il s'agit d'une lutte locale continue contre l'envahissement de cette espèce dans des secteurs définis au préalable selon les orientations de gestion et de conservation. Les sites d'arrachage pourront être choisis en fonction de la présence d'espèces patrimoniales végétales localement menacées.

(II) L'éradication intégrale : Une telle opération devra sans doute être envisagée un jour sur les îles perturbées.

10. Conclusion

Malgré, proche du continent et dont la plupart sont facilement accessibles et qu'elles soient de surface réduite les îles de la Numidie présentent une importante richesse floristique et abritent des espèces remarquables, rares et/ou protégées.

Les résultats obtenus révèlent de très importantes menaces à court et moyen termes, qui apparaissent essentiellement liées à leurs positionnements vis-à-vis du continent.

Le facteur le plus inquiétant, c'est celui de la grande densité des goélands sur la moitié des îles, l'invasion des espèces non indigènes à fort comportement invasif qui se présente comme un second facteur menaçant la flore des îles étudiées.

Il est possible avec le temps de voir une modification de la composition floristique avec disparition des espèces autochtones sensibles aux perturbations, laissant l'espace aux espèces allochtones invasives et dans les traits fonctionnels de certaines plantes (prolifération d'espèces annuelles à affinité rudérale), ce qui implique la modification de la répartition de la végétation sur les îles étudiées.

Ce qui est destitativ également est le degré de connaissance botanique qui doit s'améliorer, avant tout engagement de conservation ou de protection. Un autre constat majeur est que les îles étudiées ne soient intégrées à un quelconque espace protégé et ne figurent dans aucun programme de conservation, le seul statut est dédié seulement à quelques espèces protégées par la loi algérienne.

Bien qu'elles soient épargnées par les afflux de visiteurs, les îles de la Numidie sont en réelle menace, et ne bénéficient d'aucun intérêt scientifique d'où la nécessité d'étudier ces îles sur d'autres aspects écologiques. Tout en limitant les perturbations qui peuvent être engendrées par l'homme.

Chapitre IV : Service écosystémique des plantes mellifères et médicinales

Plantes butinées par les abeilles à la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien)

T Hamel et A Boulemtafes

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

Résumé

Afin de connaître les principales espèces de plantes mellifères de la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien), nous avons effectué un inventaire des plantes vasculaires dont les fleurs ont été butinées par des abeilles (*Apis mellifera* L.).

Cette étude nous a permis de mettre en évidence l'existence d'une flore diversifiée, (107 espèces butinées sur 582 espèces en fleurs), composée surtout de plantes spontanées (92) et aussi de plantes cultivées (7 arbres fruitiers et 8 plantes maraichères). Parmi les 36 familles concernées, les plus représentées sont les Fabacées (14 espèces), les Astéracées (13) et les Lamiacées (12). Les couleurs des fleurs les plus représentées sont le blanc (50% des espèces) et le jaune (26%). Les aliments récoltés sur les fleurs par les abeilles sont le pollen et le nectar ensemble (54 espèces, et qui sont plus visitées), le pollen seul (51) ou le nectar seul (2). Pour une bonne production du miel il faudrait protéger cet habitat contre les fortes pressions humaines.

Mots clés: apiculture, Apis mellifera L, miel, nectar, plante mellifère, pollen

Plants foraged by bees in the Edough peninsula (Northeast Algeria)

Abstract

In order to know the main species of melliferous plants on the Edough peninsula (Northeast Algeria), we carried out an inventory of the vascular plants whose flowers were forested by bees (*Apis mellifera* L.).

This study showed the existence of a diversified flora (107 species of forests on 582 species in bloom), composed mainly of spontaneous plants (92) and also of cultivated plants (7 fruit trees and 8 vegetable plants). The main families were Fabaceae (14 species), Astéraceae (13) and Lamiaceae (12). The most commonly used flowers were white (50% of the species) and yellow (26%). The food collected on the flowers by the bees was pollen and nectar together (54 species, which were more visited), pollen alone (51) or nectar alone (2). For a good production of honey it would be necessary to protect this habitat against the strong human pressures.

Key words: apiculture, Apis mellifera L, honey, nectar, melliferous plants, pollen

Introduction

L'apiculture est une production alimentaire ubiquiste et très ancienne. Les exemples des cueilleurs de miel, que l'on retrouve en Afrique, en Asie, en Amérique et, dans une moindre mesure en Europe, sont le signe d'une grande ancienneté des usages humains du miel (Crane 1999 ; Viel et Doré 2003). La pratique de l'apiculture dépend non seulement de la bonne souche des abeilles, mais aussi de l'apparition et de l'abondance de sources de pollen et de nectar dans la zone environnante d'un rucher (Cuthbertson et Brown 2006).

Pratique traditionnelle d'utilisation des plantes médicinales dans la population de la péninsule de l'Edough (nord-est algérien)



HAMEL T. *, SADOU S., SERIDI R., BOUKHDIR S., BOULEMTAFES A.

R é s u m é

Dans le but de connaître les plantes médicinales utilisées traditionnellement par la population des villages de la péninsule de l'Edough (nord-est algérien), une étude floristique et ethnobotanique a été réalisée dans cette région.

L'étude de la flore médicinale a permis d'inventorier 80 espèces, appartenant à 41 familles et 77 genres. De même, nous avons collecté un certain nombre d'informations grâce à une série d'enquêtes ethnobotaniques réalisées à l'aide d'un questionnaire.

Les résultats obtenus constituent à la fois une source d'informations très précieuse, pour la région étudiée et pour la flore médicinale nationale, et une base de données pour les recherches ultérieures dans les domaines de la phytochimie, la pharmacologie et sur les nouvelles substances naturelles.

Mots-clés : Plantes médicinales, Algérie, Edough, étude floristique, enquête ethnobotanique, savoirs thérapeutiques traditionnels

INTRODUCTION

Les plantes médicinales constituent des ressources précieuses pour la majorité des populations rurale et urbaine en Afrique et représentent le principal moyen par lequel les individus se soignent (Badiaga, 2011). Malgré les progrès de la pharmacologie, l'usage thérapeutique des plantes médicinales est très présent dans certains pays du monde et surtout les pays en voie de développement (Tabuti *et al.*, 2003).

L'Algérie, par la richesse et la diversité de sa flore, constitue un véritable réservoir phylogénétique, avec environ 4000 espèces et sous-espèces de plantes vasculaires (Dobignard et Chatelain, 2010-2013). Cependant, la flore médicinale algérienne reste méconnue jusqu'à nos jours, car sur les quelques milliers d'espèces végétales, seules 146 sont dénombrées comme médicinales (Baba Aïssa, 1999).

L'étude de la médecine traditionnelle et du traitement par les plantes est donc particulièrement intéressante car peu de travaux de recherche ont concerné cet aspect, et plus particulièrement l'utilisation des espèces spontanées en médecine traditionnelle. En

effet, la majorité des travaux se sont concentrés sur les utilisateurs en négligeant l'aspect floristique réel du terrain (Hammiche et Gueyouche, 1988).

La présente étude, réalisée dans la péninsule de l'Edough, a pour buts de contribuer à la connaissance des plantes médicinales de cette région, de réaliser un catalogue de ces plantes et de réunir le maximum d'informations concernant les usages thérapeutiques pratiqués par la population locale.

Contact

Laboratoire de Biologie Végétale et
Environnement, Département de Biologie,
Faculté des Sciences
Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie 23000

* Correspondance : tarek_hamel@yahoo.fr

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.

11. Introduction

Plusieurs plantes du littoral sont connues pour avoir un usage médicinal et/ou alimentaire pour l'être humain et une source de pollen et de nectar pour les abeilles.

Ces plantes médicinales constituent un trésor non négligeable pour la santé humaine, notamment chez les pays en voie de développement. La disponibilité de ces plantes offre un traitement primaire pour le malade (Salhi et al., 2010).

Nonobstant le développement des médicaments de synthèse et le progrès de la pharmacologie, le médicament végétal sous ses différentes formes continue à occuper une place de choix. Il est ainsi des cardiotoniques (les digitales), de purgatifs (Bourdain ou Bourgène), de modificateurs du système nerveux autonome (Belladone ou Cerise du diable), d'antidiarrhéiques (Rosacées) et autres (Arnal-Schnebel et Goetz, 2007).

L'étude de la médecine traditionnelle et du traitement par les plantes est donc particulièrement intéressante car peu de travaux de recherche ont concerné cet aspect, et plus particulièrement l'utilisation des espèces spontanées en médecine traditionnelle. En effet, la majorité des travaux se sont concentrés sur les utilisateurs en négligeant l'aspect floristique réel du terrain (Hammiche et Gueyouche, 1988 ; Hamel et al., 2018b).

Ainsi, 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., 2018b). 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). De plus, les plantes mellifères varient suivant les conditions climatiques (Makhloufi et al., 2015).

Dans cette optique, avons fait ressortir les plantes butinées par l'abeille domestique nous en menant une enquête ethnobotanique auprès de la population riveraine pour identifier les plantes vasculaires du littoral numidien en relevant leurs vertus thérapeutiques.

12. Résultats

12.1 Diversité des plantes mellifères

L'inventaire floristique des espèces mellifères dans le littoral numidien a permis d'identifier 158 espèces mellifères (Tab. 11). Elles ont été réparties en 130 genres et 45 familles. La répartition en termes de nombre d'espèces des plantes permet d'avoir trois groupes de familles des plus abondantes. Les familles représentées par plus de dix espèces étaient celles des Asteraceae, Fabaceae, Apiaceae et Lamiaceae représentant respectivement 17,6% ; 12,65% ; 8,22% et 6,96% du total des espèces apicoles identifiées. Les familles moyennement représentées par plus de quatre espèces étaient : Brassicaceae, Plantaginaceae, Ranunculaceae, Hyacinthaceae, Rosaceae, Iridaceae et Geraniaceae. Les familles faiblement représentées par deux à trois espèces étaient : Amaryllidaceae, Boraginaceae, Cistaceae, Convolvulaceae, Ericaceae, Malvaceae, Myrtaceae, Oleaceae, Papaveraceae, Scrophulariaceae et Verbenaceae. Les autres familles n'étaient représentées que par une seule espèce apicole.

En revanche, les espèces les plus butinées et à haute valeur apicole étaient au nombre de 37 représentant 23,41% de toutes les espèces inventoriées.

Tableau 11. Liste des plantes mellifères recensées dans les stations du littoral numidien

Famille	Taxon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Fréquence	Couleur de la fleur	Typ biol	Floraison (mois)
Alliaceae	<i>Allium roseum</i> L.							x		x	x		x	5-10	Rose	Géo	4-5
Asteraceae	<i>Anacyclus clavatus</i> (Desf.) Per						x					x		10-20	Blc-jaune	Th	4-5
Asteraceae	<i>Andryala integrifolia</i> L.							x	x					1-10	Jaune	Th	7-9
Asteraceae	<i>Anthemis maritima</i> L. subsp. <i>maritima</i>							x		x	x			10-20	Blc-jaune	Ch	5-8
Apiaceae	<i>Anthemis punctata</i> subsp. <i>punctata</i> Vahl		x											20-40	Blc-Jan	Ch	3-5
Plantaginaceae	<i>Antirrhinum tortuosum</i> Bosc									x				1-10	Rose	Ch	4-5
Apiaceae	<i>Apium nodiflorum</i> (L.) Lag.								x					10-20	Blanche	Hém	7-10
Ericaceae	<i>Arbutus unedo</i> L.						x							70-100	Blanche	Ph	10-1
Asphodelaceae	<i>Asphodelus ramosus</i> L. subsp. <i>ramosus</i>						x	x	x	x	x	x		50-100	Blanche	Géo	3-5
Fabaceae	<i>Astragalus sesameus</i> L.						x	x			x			1-10	Rose	Th	4-5
Hyacinthaceae	<i>Barnardia numidica</i> (Poir) Spet						x	x		x				50-100	Rose	Géo	9-11
Hyacinthaceae	<i>Bellevalia mauritanica</i> Pomel		x											1-10	Violette	Géo	2-3
Asteraceae	<i>Bellis annua</i> L. subsp. <i>annua</i>						x	x	x	x	x	x	x	50-70	Blc-jaune	Th	1-6
Amaranthaceae	<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>maritima</i> (L.) Arcang.							x		x				5-10	Jaune	Hém	6-9
Brassicaceae	<i>Biscutella didyma</i> L.							x	x	x				1-5	Jaune	Th	3-5
Boraginaceae	<i>Borago officinalis</i> L.						x	x	x	x	x	x	x	20-30	Bleue	Th	3-5
Brassicaceae	<i>Brassica insularis</i> Moris				x									5-10	Blanche	Ch	2-3
Brassicaceae	<i>Brassica procumbens</i> (Poir.) O. E. Schulz							x	x			x	x	50-100	Jaune	Hém	9-1
Cucurbitaceae	<i>Bryonia dioica</i> Jacq.						x			x				10-20	Verte	Th	5-8
Lamiaceae	<i>Calamintha ascendens</i> Jord.							x		x				50-70	Blanche	Ch	9-11
Asteraceae	<i>Calendula arvensis</i> (Vaill.) L.						x	x		x				10-20	Jaune	Th	10-5
Asteraceae	<i>Calendula suffruticosa</i> subsp. <i>boissieri</i> Lanza							x		x	x	x	x	50-70	Jaune	Hém	2-4
Fabaceae	<i>Calicotome villosa</i> (Poir.) Link						x	x	x	x				100-300	Jaune	Ph	3-5
Aizoaceae	<i>Carpobrotus edulis</i> N. E. Br.						x	x	x	x	x		x	40-60	Violette	Hém	5-10
Asteraceae	<i>Centaurea papposa</i> (Coss.) Greuter				x									5-10	Rose	Ch	7-8

Famille	Taxon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Fréquence	Couleur de la fleur	Typ biol	Floraison (mois)
Asteraceae	<i>Centaurea pullata</i> L.						x	x				x		10-20	Rose	Th	5-6
Caesalpiniaceae	<i>Ceratonia siliqua</i> L.							x						50-70	Mauve	Ph	8-10
Boraginaceae	<i>Cerintho major</i> L.	x	x	x										1-5	Mauve	Th	2-4
Asteraceae	<i>Cichorium intybus</i> L.							x	x		x	x	x	10-20	Bleue	Hém	5-9
Cistaceae	<i>Cistus monspeliensis</i> L.							x		x		x		30-50	Blanche	Ph	4-5
Cistaceae	<i>Cistus salvifolius</i> L.	x	x	x	x	x					x			30-50	Blanche	Ph	2-4
Asteraceae	<i>Cladanthus mixtus</i> (L.) Chevall.							x	x					10-20	Blc-jaune	Th	5-6
Ranunculaceae	<i>Clematis cirrhosa</i> L.	x	x	x	x	x					x			10-15	Blanche	Ph	3-5
Ranunculaceae	<i>Clematis flammula</i> L.						x		x			x	x	10-30	Blanche	Ph	5-8
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	x	x	x	x	x					x	x	x	10-15	Blanche	Géo	3-5
Convolvulaceae	<i>Convolvulus tricolor</i> L.								x				x	1-5	Bleue	Géo	4-6
Apiaceae	<i>Cotula coronopifolia</i> L.			x		x								1-5	Jaune	Th	5-8
Rosaceae	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	x	x	x	x	x								10-20	Blanche	Ph	3-5
Apiaceae	<i>Crithmum maritimum</i> L.							x		x	x	x	x	5-10	Blanche	Hém	7-10
Fabaceae	<i>Cytisus villosus</i> Pourr.						x	x	x		x			20-50	Jaune	Ph	3-5
Thymelaeaceae	<i>Daphne gnidium</i> L.						x	x	x	x				30-50	Blanche	Ph	4-11
Apiaceae	<i>Daucus carota</i> L. <i>hispanicus</i> (Gouan) Thell.		x	x	x	x					x	x	x	20-50	Blanche	Hém	7-9
Apiaceae	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>maximus</i> (Desf.) Ball						x		x		x			20-30	Blanche	Hém	5-10
Apiaceae	<i>Daucus virgatus</i> (Poir.) Maire						x		x					40-70	Blanche	Hém	9-11
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea communis</i> (L.) Caddick & Wilki						x	x		x	x			10-20	Verte	Géo	3-6
Asteraceae	<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter						x	x	x	x		x		20-50	Jaune	Ph	8-10
Hyacinthaceae	<i>Drimys numidica</i> (Jord. & Fourr.) Manning & Goldblatt						x	x	x	x		x		10-50	Blanche	Géo	7-10
Plantaginaceae	<i>Echium plantagineum</i> L.		x			x					x	x	x	1-5	Mauve	Th	3-5
Boraginaceae	<i>Echium sabulicolum</i> Pomel						x	x	x			x		50-70	Bleue	Th	4-6
Ericaceae	<i>Erica arborea</i> L.						x	x						50-100	Blanche	Ph	3-5
Ericaceae	<i>Erica mutiflora</i> L.							x			x		x	10-20	Rose	Ph	9-1

Famille	Taxon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Fréquence	Couleur de la fleur	Typ biol	Floraison (mois)
Geraniaceae	<i>Erodium aethiopicum</i> (Lam.) Brumh. & Thell.						x		x			x		1-5	Rose	Th	2-4
Geraniaceae	<i>Erodium moschatum</i> (L.) L'Hér.								x	x	x	x	x	30-50	Rose	Th	4-9
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill	x	x	x	x	x								100-200	Blc	Ph	6-8
Valerianaceae	<i>Fedia graciliflora</i> Fisch. & C. A. Mey.						x	x	x	x	x	x	x	50-100	Rose	Th	3-6
Apiaceae	<i>Ferula communis</i> L.	x	x	x							x		x	20-50	Jaune	Hém	3-5
Moraceae	<i>Ficus carica</i> L.							x	x	x	x			20-50	Verte	Ph	5-6
Papaveraceae	<i>Fumaria capreolata</i> L.						x	x				x		1-5	Blc-rose	Th	4-6
Asteraceae	<i>Galactites mutabilis</i> Durieu								x	x	x	x		10-20	Rose	Th	4-6
Fabaceae	<i>Genista ferox</i> subsp. <i>ferox</i> Dum. Cour.	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	50-70	Jaune	Ph	2-4
Fabaceae	<i>Genista numidica</i> Spach subsp. <i>numidica</i>	x	x	x	x	x		x		x	x			50-70	Jaune	Ph	3-5
Fabaceae	<i>Genista ulicina</i> Spach						x	x		x	x			50-70	Jaune	Ph	3-5
Geraniaceae	<i>Geranium dissectum</i> L.						x		x					1-5	Rose	Th	3-5
Geraniaceae	<i>Geranium molle</i> L.						x	x	x					10-20	Rose	Th	3-5
Iridaceae	<i>Gladiolus dubius</i> Guss.						x	x			x	x		1-5	Rose	Géo	4-6
Asteraceae	<i>Glebionis segetum</i> (L.) Fourr.						x							10-20	Jaune	Th	5-8
Araliaceae	<i>Hedera algeriensis</i> Hibberd						x							100-200	Jaune	Ph	9-10
Fabaceae	<i>Hedysarum coronarium</i> L.						x	x	x	x				70-200	Rose	Th	3-5
Apiaceae	<i>Helichrysum rupestre</i> subsp. <i>rupestre</i> (Raf.)	x	x		x						x			50-70	Jaune	Ch	3-5
Apiaceae	<i>Helminthotheca echioides</i> (L.) J. Holub	x	x	x	x	x						x		20-50	Jaune	Hém	5-8
Apiaceae	<i>Helosciadium nodiflorum</i> (L.) W. D. J. Koch		x	x		x								10-20	Blanche	Hém	5-9
Hyacinthaceae	<i>Hyacinthoides lingulata</i> (Poir.) Rothm.						x	x	x		x			20-30	Bleue	Géo	10-12
Asteraceae	<i>Hyoseris radiata</i> L.						x		x	x	x	x	x	10-20	Jaune	Hém	4-6
Hypericaceae	<i>Hypericum humifusum</i> L.	x	x	x	x	x				x	x			10-15	Jaune	Th	3-5
Asteraceae	<i>Hypochaeris radicata</i> L.							x			x	x	x	1-5	Jaune	Hém	5-7
Iridaceae	<i>Iris juncea</i> Poiret										x			1-5	Jaune	Géo	4-6
Asteraceae	<i>Lactuca serriola</i> L.						x			x				20-30	Jaune	Th	6-8

Famille	Taxon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Fréquence	Couleur de la fleur	Typ biol	Floraison (mois)
Lamiaceae	<i>Lamium amplexicaule</i> L.						x		x					1-5	Mauve	Th	4-5
Fabaceae	<i>Lathyrus clymenum</i> L.							x		x				1-5	Rose	Th	4-5
Lamiaceae	<i>Lavandula stoechas</i> L.						x	x	x	x	x			70-120	Violette	Ch	2-8
Asteraceae	<i>Leontodon tuberosus</i> L.						x	x			x	x		1-5	Jaune	Hém	5-6
Plantaginaceae	<i>Linaria flava</i> (Poir.) Desf.						x		x					1-5	Jaune	Th	2-4
Plantaginaceae	<i>Linaria pinifolia</i> (Poiret) Thell.						x		x					10-20	Jaune	Hém	3-5
Brassicaceae	<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv.	x			x	x								10-30	Blanche	Th	2-5
Asteraceae	<i>Lonas inodora</i> Gaertner						x							20-40	Jaune	Th	5-6
Caprifoliaceae	<i>Lonicera implexa</i> Aiton		x	x		x								30-50	Blanche	Ph	3-4
Fabaceae	<i>Lotus corniculatus</i> L. subsp. <i>corniculatus</i>								x					10-20	Jaune	Hém	3-6
Fabaceae	<i>Lotus drepanocarpus</i> Durieu	x	x	x	x	x					x	x	x	5-10	Jaune	Hém	3-6
Fabaceae	<i>Lupinus angustifolius</i> L.						x		x		x			10-20	Bleue	Th	4-6
Malvaceae	<i>Malva arborea</i> L.									x				20-30	Mauve	Ph	4-6
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i> L.						x	x	x	x	x	x	x	50-70	Mauve	Th	3-6
Malvaceae	<i>Malva trimestris</i> (L.) Salisb.						x			x				10-20	Mauve	Th	4-6
Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i> L.						x							10-30	Blanche	Ch	5-9
Brassicaceae	<i>Matthiola incana</i> (L.) R. Br.							x		x	x			1-5	Violette	Ch	3-5
Fabaceae	<i>Medicago littoralis</i> Loisel.						x	x		x				10-20	Jaune	Th	4-6
Fabaceae	<i>Medicago murex</i> Willd.			x	x	x					x			10-15	Jaune	Th	3-5
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i> L.						x			x				10-20	Violette	Th	8-10
Fabaceae	<i>Melilotus indicus</i> (L.) All.	x	x	x		x				x	x			1-5	Jaune	Th	3-5
Lamiaceae	<i>Mentha pulegium</i> L.						x		x					50-70	Blanche	Hém	7-9
Lamiaceae	<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh. subsp. <i>suaveolens</i>						x		x					50-70	Blanche	Ch	7-9
Lamiaceae	<i>Micromeria graeca</i> (L.) Benth.							x		x	x			20-30	Rose	Ch	5-9
Iridaceae	<i>Moraea sisyrinchium</i> Ker Gaw.						x	x		x				10-20	Bleue	Géo	3-5
Myrtaceae	<i>Myrtus communis</i> L.	x	x	x	x	x	x	x	x					50-100	Blanche	Ph	9-10

Famille	Taxon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Fréquence	Couleur de la fleur	Typ biol	Floraison (mois)
Amaryllidaceae	<i>Narcissus tazetta</i> L.							x						30-50	Blanche	Géo	3-4
Apiaceae	<i>Oenanthe globulosa</i> L.								x					20-50	Blanche	Géo	4-5
Oleaceae	<i>Olea europaea</i> L.	x		x	x	x								40-60	Blanche	Ph	5-7
Hyacinthaceae	<i>Oncostema peruviana</i> (L.) Speta						x	x		x	x	x	x	oct-20	Blanche	Géo	4-5
Cactaceae	<i>Opuntia maxima</i> Maill.						x	x	x	x				50-70	Jaune	Ph	8-9
Fabaceae	<i>Ornithopus compressus</i> L.	x	x	x	x	x								1-5	Jaune	Th	3-4
Oxalidaceae	<i>Oxalis pes-caprae</i> L.						x	x	x	x	x	x	x	200-300	Jaune	Géo	9-5
Asteraceae	<i>Pallenis maritima</i> (L.) Greuter							x		x				50-70	Jaune	Th	4-5
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i> L.								x					10-20	Rouge	Th	5-6
Oleaceae	<i>Phillyrea latifolia</i> L.	x	x	x	x	x					x	x	x	10-30	Blanche	Ph	3-5
Anacardiaceae	<i>Pistacia lentiscus</i> L.						x	x	x	x				20-30	Verte	Ph	5-8
Asteraceae	<i>Plagius maghrebicus</i> Vogt & Greuter	x	x	x										10-30	Jaune	Ph	3-5
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> L.								x					10-30	Verte	Th	3-5
Plantaginaceae	<i>Plantago serraria</i> L.						x	x	x					10-20	Blanche	Hém	3-5
Lamiaceae	<i>Prasium majus</i> L.	x	x		x	x								10-20	Blanche	Ph	4-5
Hyacinthaceae	<i>Prospero autumnale</i> (L.) Speta						x	x		x				50-100	Rose	Géo	9-10
Rosaceae	<i>Prunus avium</i> (L.) L.		x	x										10-30	Blanche	Ph	3-5
Apiaceae	<i>Pulicaria odora</i> (L.) Reichenb.	x	x	x	x	x								10-30	Jaune	Hém	4-6
Fagaceae	<i>Quercus coccifera</i> L.						x		x					20-30	Jaune	Ph	4-5
Ranunculaceae	<i>Ranunculus bullatus</i> L.						x							20-30	Jaune	Géo	9-12
Ranunculaceae	<i>Ranunculus ficaria</i> L.						x							10-20	Jaune	Géo	3-5
Ranunculaceae	<i>Ranunculus macrophyllus</i> Desf.		x	x	x	x	x	x	x					1-5	Jaune	Hém	3-5
Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.						x	x	x					100-200	Blanche	Th	4-6
Asteraceae	<i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth.							x	x	x				1-5	Jaune	Th	4-7
Resedaceae	<i>Reseda alba</i> L. subsp. <i>alba</i>							x		x				70-100	Blanche	Th	5-9
Fabaceae	<i>Retama raetam</i> subsp. <i>bovei</i> (Spach) Talavera & Gibbs						x		x					20-50	Blanche	Ph	4-6

Famille	Taxon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Fréquence	Couleur de la fleur	Typ biol	Floraison (mois)
Rhamnaceae	<i>Rhamnus alaternus</i> L.						x	x	x	x				50-70	Jaune	Ph	2-4
Iridaceae	<i>Romulea bulbocodium</i> Sebast. & Mauri subsp. <i>bulbocodium</i>						x	x	x	x				70-120	Violette	Géo	2-4
Iridaceae	<i>Romulea ligustica</i> Parl.		x	x	x									20-50	Violette	Géo	2-4
Rosaceae	<i>Rosa sempervirens</i> L.		x		x	x								20-50	Blc-rose	Ph	3-5
Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	x	x	x	x	x								30-50	Blc-rose	Ph	6-8
Polygonaceae	<i>Rumex aristidis</i> Coss.								x					1-5	Jaune	Ch	5-7
Salicaceae	<i>Salix pedicellata</i> Desf.		x	x		x								10-15	Blanche	Ph	3-5
Solanaceae	<i>Salpichroa origanifolia</i> Baill.						x			x				10-20	Blanche	Ch	6-9
Lamiaceae	<i>Salvia verbinaca</i> L.						x	x	x					20-50	Violette	Ch	3-5
Asteraceae	<i>Scolymus hispanicus</i> L.							x	x	x				20-30	Jaune	Hém	6-9
Asteraceae	<i>Scorzonera undulata</i> subsp. <i>deliciosa</i> (Guss.) Maire							x						20-50	Rose	Géo	4-5
Scrophulariaceae	<i>Scrophularia laevigata</i> Vahl subsp. <i>laevigata</i>		x											1-5	Mauve	Hém	4-5
Crassulaceae	<i>Sedum sediforme</i> (Jacq.) Pau							x		x				1-5	Jaune	Hém	6-8
Asteraceae	<i>Senecio leucanthemifolius</i> Poir.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	20-30	Jaune	Hém	3-8
Asteraceae	<i>Senecio vulgaris</i> L.						x	x						10-20	Jaune	Th	1-10
Brassicaceae	<i>Sinapis arvensis</i> L.						x		x					50-70	Jaune	Th	4-9
Dipsacaceae	<i>Sixalix atropurpurea</i> (L.) Greuter & Burdet						x	x	x					1-5	Rose	Th	5-8
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.								x					1-5	Jaune	Th	5-10
Lamiaceae	<i>Stachys marrubifolia</i> Viv.							x		x				200-300	Rose	Ch	3-6
Tamaricaceae	<i>Tamarix gallica</i> L. subsp. <i>gallica</i>	x	x	x		x								30-50	Blc-rose	Ph	3-5
Fabaceae	<i>Tetragonolobus biflorus</i> DC.							x		x				1-5	Jaune	Th	3-5
Lamiaceae	<i>Thymus munbyanus</i> subsp. <i>coloratus</i> (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet				x									40-80	Rose	Ph	5-7
Fabaceae	<i>Trifolium arvense</i> L.						x	x	x	x				20-30	Blc-rose	Th	4-5
Fabaceae	<i>Trifolium campestre</i> Schreber	x	x	x	x	x								10-15	Jaune	Th	3-5

Famille	Taxon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Fréquence	Couleur de la fleur	Typ biol	Floraison (mois)
Asteraceae	<i>Urospermum dalechampii</i> (L.) F. W. SchMaidt						x	x						1-5	Jaune	Th	5-7
Scrophulariaceae	<i>Verbascum sinuatum</i> L.	x	x	x	x	x								1-5	Jaune	Hém	6-8
Verbenaceae	<i>Verbena officinalis</i> L.						x	x	x	x				5-10	Bleue	Hém	6-10
Fabaceae	<i>Vicia altissima</i> Desf.								x					1-5	Rose	Th	5-8
Verbenaceae	<i>Vitex agnus-castus</i> L.							x	x					30-50	Rose	Ph	8-9

1 : Cap de Garde, 2 : Cap Sigleb, 3 : La Mafragh, 4 : Voile Noire, 5 : Plage Sain Louis, 6 : Vielle Calle, 7 : Cap Takouch, 8 : Kef Fatma, 9 : Stora, 10 : Ile Gargamiz, 11 : Ile Boutribicha, 12 : Ile Srigina, Typ biol : Type biologique, Blc : blanche, x : présence.

12.2. Etude ethnobotanique

Parmi les 32 familles recensées au cours de l'enquête sur la flore du littoral numidien, celles les plus utilisées sont les Lamiaceae avec 6 espèces soit 11,53%, les Asteraceae avec 5 espèces soit 9,61%, suivies par les Fabaceae (4 espèces, soit 7,69%), les autres familles sont bispécifiques et parfois même monospécifiques (Tab. 12).

12.3. Utilisation des plantes médicinales

a. Selon le sexe

Les plantes médicinales et aromatiques sont utilisées aussi bien par les femmes que par les hommes. Les femmes viennent en tête avec 74,28% et les hommes après avec 25,72%.

b. La situation familiale

Les plantes médicinales sont beaucoup plus utilisées par les personnes mariées (77,45%) que par les célibataires (22,55%), car celles-ci leurs permettent d'éviter ou de minimiser les charges matérielles exigées par le médecin et le pharmacien.

c. Selon l'âge

L'analyse des données a permis de montrer que les personnes âgées entre 40 et 60 ans sont les plus concernées par l'utilisation des plantes médicinales avec une fréquence de 42,37%, viennent ensuite les tranches d'âge (20-40ans), âge supérieur à 60 ans et âge moins de 20 ans avec respectivement les fréquences suivantes 22,91%, 18,85%, et 15,87%.

d. Selon le niveau d'étude

Dans la zone d'étude, la grande majorité des usagers des plantes médicinales sont analphabètes, avec un pourcentage de 59,24 %. Ce pourcentage relativement élevé est en corrélation directe avec le niveau d'études de la population locale.

Néanmoins, les personnes ayant le niveau d'instruction primaire ont un pourcentage d'utilisation non négligeable (23,49%) des plantes médicinales ; alors que celles ayant un niveau d'études secondaires et universitaires utilisent très peu les plantes médicinales (respectivement 13,18 % et 4,09 %). Ceci rejoint l'observation précédente concernant l'âge du public cible de l'enquête.

e. Parties utilisées

Les parties végétales utilisées sont classées par ordre d'importance décroissante : les feuilles (63,64%), les racines (24,77%) et la graine (7,93%). Le reste des parties utilisées représente un taux de 3,66%.

f. Mode de préparation des recettes thérapeutiques

L'infusion constitue le mode de préparation le plus fréquent (46,15%). Elle est préparée principalement à partir de feuilles fraîches (menthe verte) ou séchées (verveine), vient en deuxième position la décoction avec un pourcentage de 38,46%. La poudre s'accapare la troisième position avec 13,46%.

Les autres modes, à savoir le cataplasme et l'essence, détiennent un taux cumulatif de 1,93%.

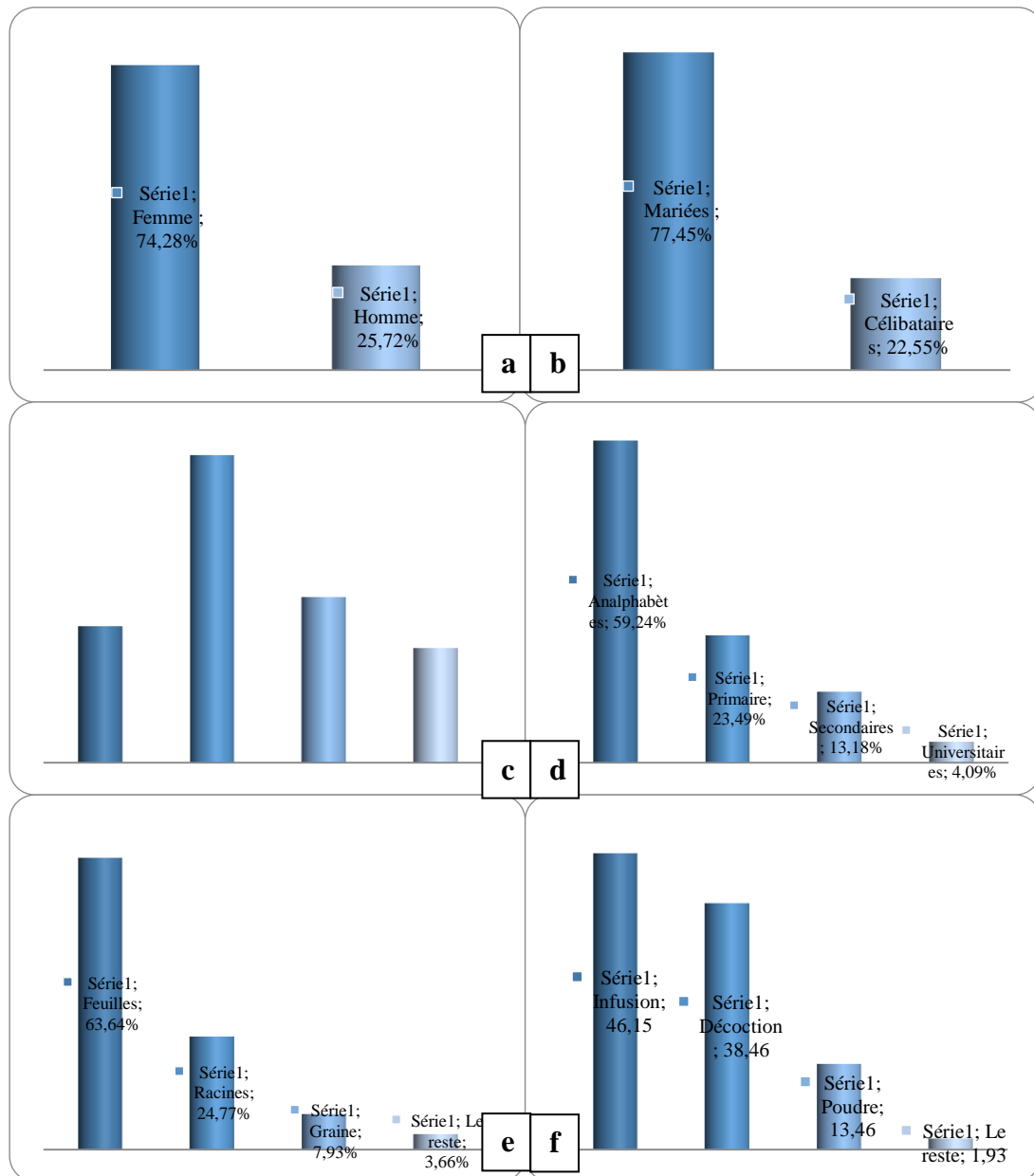


Figure 35. a. profil des enquêtés – sexe ; b. profil des enquêtés – situation familiale ; c. profil des enquêtés – âge ; d. profil des enquêtés – niveau académique ; e. profil des enquêtés - partie utilisée ; f. profil des enquêtés - mode de préparation.

g. Les symptômes traités

Les résultats obtenus montrent que la plupart des plantes sont utilisées dans le traitement des affections digestives (22,22%), suivies par les maladies diurétiques (14,81%), les affections dermatologiques (12,34%) et les affections urogénitales (8,64%). Les espèces astringentes et anti-inflammatoires sont respectivement égales à 7,4%) et 6,14%. Les maladies les moins traitées sont les affections internes, les dermatoses, les pathologies broncho-pulmonaires, les maladies cardiaques, la jaunisse ainsi que les maladies respiratoires sont les maladies les moins traitées par les riverains de la Numidie.

Taxons	Intérêts thérapeutiques	Modes de préparations	Parties utilisées

13. Discussion

La connaissance de la flore mellifère de nos sites reste toujours partielle. Les résultats du présent travail ont permis de dénombrer 158 espèces mellifères. Cette richesse spécifique mellifère est nettement supérieure au total des 107 espèces recensées dans la péninsule de l'Edough (Hamel et **Boulementafes**, 2017d) et des 103 espèces enregistrées dans les plaines de la Mitidja (Mekios et al., 2018). Cette flore apicole pourrait s'expliquer par la composition floristique de l'Algérie (qui inclus nos sites d'observations) et qui renferme plus de 4 445 espèces (Dobignard et Chatelain, 2010-2013).

Toutefois, les espèces mellifères identifiées appartiennent à diverses familles dont les plus représentées sont les Asteraceae, Fabaceae Apiaceae et Lamiaceae. Les familles importantes dans les quatre milieux d'études sont les Asteraceae et Fabaceae. Ceci n'est pas surprenant compte tenu que ces familles de plantes semblent être les plus importantes sources de nourritures pour les abeilles (Boutabia et al., 2016 ; Hamel et **Boulementafes**, 2017d). Une autre explication possible est que la végétation au Nord-Est algérien est représentée par ces différentes familles (de Bélair, 1990 ; Hamel, 2013 ; Hamel et al., 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 taxa représentant la flore mellifère inventoriée. Mahouachi (2008) a 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 86,4% de la flore recensée (166 espèces). Ces résultats corroborent ceux de Hamel et **Boulementafes** (2017d), obtenus dans la péninsule de l'Edough et 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 périodes reliées par une étape transitoire. La première période est caractérisée par une importante floraison des arbres et sous arbrisseaux en saison sèche et la seconde période est marquée par une disponibilité prédominante des espèces herbacées pendant la saison des pluies. Ces deux périodes sont intercalées par la floraison des plantes 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 des espèces en fleurs. Ces résultats confirment ceux obtenus dans la région de Constantine au Nord-Est algérien (Louadi et al., 2007). Cela signifie que le potentiel apicole d'un site n'est pas directement 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 (Telailia et al., 2011).

La diversité des couleurs des fleurs des plantes mellifères est en rapport avec la richesse de la flore du milieu écologique (Dongock et al., 2017) (Fig. 34). Dans leurs travaux sur les couleurs des fleurs des plantes mellifères de la péninsule de l'Edough, (Hamel et **Boulemtafes**, 2017d ; Hamel et al., 2019b) 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 des couleurs chez les abeilles est assurée par trois types de photorécepteurs : ultraviolet (UV), bleu et vert. Aussi, le rouge apparaît noir pour l'abeille.

Cependant, l'abeille domestique montre une prédilection pour les fleurs des plantes spontanées étudiées (Fig. 36). L'exploitation des fleurs de ces plantes par les abeilles dépend de la morphologie florale (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. Ce nectar est très aromatique et très apprécié par les abeilles (Loublier et al., 1994 ; Hamel et **Boulemtafes**, 2017d ; Hamel et al., 2019b). Aussi, le sainfoin d'Italie ou Sulla du Nord, *Hedysarum coronarium*, est une plante méditerranéenne qui présente un grand intérêt pour les abeilles (Makhloufi et al., 2010). Les Lamiaceae endémiques *sensu* Dobignard et Chatelain (2012) (*Stachys marrubiifolia* et *Thymus munbyanus* subsp. *coloratus*) servent la population locale de la région d'étude grâce à leurs qualités médicinales. Leurs fleurs attirent les abeilles et favorisent la production de miel de qualité diverse et spécifique. Ce miel est très utilisé pour le traitement des problèmes de toux convulsives et l'asthme (Irlande, 2010).

Le genre *Eucalyptus* a été 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* et *Convolvulus tricolor* 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 orographique 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 l'appartenance de cette région au onzième point névralgique «hot-spot» régional de

biodiversité en Méditerranée, dénommé «Kabylie–Numidie–Kroumirie» (Véla et Benhouhou, 2007).

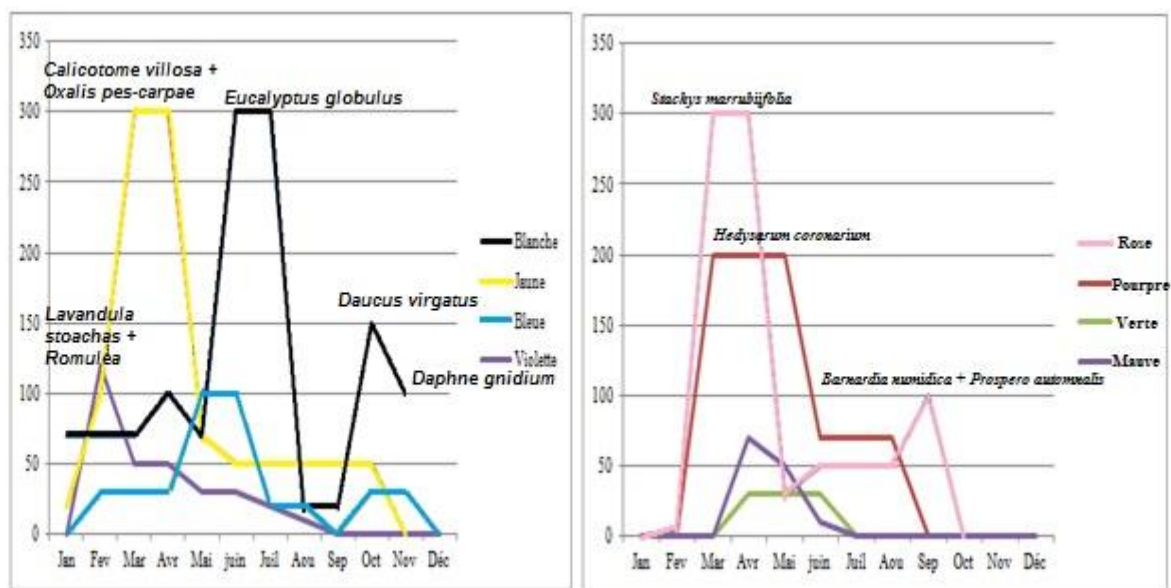


Figure 36. Calendrier de l'apparition des couleurs des fleurs des espèces les plus butinées par les abeilles

13.1. Diversité des plantes médicinales

La présente étude nous a permis de recenser 52 espèces remarquables dites « patrimoniales », c'est à dire médicinales à haute valeur, réparties en 50 genres. La diversité d'ordre 1 est majorée, car en plus du nombre important d'espèces, le nombre de familles l'est aussi (Hamel et al., 2018b).

Une place spéciale est occupée par la figue de Barbarie ou poire cactus (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), qui est devenue spontanée et répandue dans la zone d'étude. Elle est très recherchée pour son fruit mûr durant la période estivale et elle est riche en Acides Gras Essentiels, nécessaire au fonctionnement et au développement du système nerveux central (Hamel et al., 2018d).

Les résultats montrent que les personnes âgées qui constituent la source principale d'information de l'usage des plantes en médecine traditionnelle viennent en 3ème position, contrairement à d'autres études réalisées (Hsein et Kahouadji, 2007), qui ont trouvé que ces dernières sont les plus utilisatrices des plantes médicinales. Cette différence s'explique par le choix aléatoire des enquêtés mais aussi par un changement des habitudes de la population locale qui estime que l'usage de médicaments est une bonne garantie de guérison. Un affaiblissement du système immunitaire des populations locales, par une consommation

fréquente d'antibiotiques et de molécules chimique, vient aussi peser sur le choix d'une médication plus forte et plus efficace contre le cumul de souches bactériennes multi-résistantes.

Aussi, la grande majorité des usagers des plantes médicinales sont analphabètes. Ce résultat est conforme aux résultats obtenus ailleurs par divers auteurs (Salhi et al., 2010 ; Daoudi et al., 2015).

L'utilisation fréquente des feuilles de plantes est justifiée par l'abondance des groupes chimiques qu'elles contiennent. Elles sont le lieu de synthèse des métabolites secondaires du végétal (Mangambu et al., 2014).

La majorité des remèdes sont préparés essentiellement par infusion pour traiter les maladies gastriques, cardiovasculaires et urogénitales (Daoudi et al., 2015).

Traditionnellement, les espèces du Tell algérien sont utilisées pour le traitement d'une gamme de symptômes très variés. Elles sont utilisées comme diurétiques et astringentes et dans le traitement des blessures, les rhumatismes, la fièvre et les douleurs. Généralement, les maladies les plus traitées par les espèces médicinales sont la pathologie digestive. Ces valeurs médicinales sont comparables aux résultats trouvés par Meddour et al. (2010) indiquant que la pathologie digestive est la maladie la plus traitée. Cette ressemblance est expliquée par le fait que la population de Tizi Ouzou et celle de la Numidie partagent les mêmes connaissances vis-à-vis de l'utilisation des plantes médicinales.

14. Conclusion

Cette étude vient compléter les deux premières études sur la composition de la flore insulaire. Elle a permis de dresser une liste des taxons médicinaux et mellifères de la région d'étude.

Les plantes apicoles inventoriées sur le littoral de la Numidie sont assez diversifiées (158 espèces). Cette flore est essentiellement spontanée et dominée par les Asteraceae, Fabaceae Apiaceae et Lamiaceae dont trente-sept espèces ont été identifiées comme ayant un plus fort potentiel apicole et par conséquent recommandées pour la domestication.

Cette étude a montré aussi que la saison de printemps est plus diversifiée en espèces mellifères. Les couleurs jaune, blanche et rose de ces dernières sont les plus appréciées par les abeilles

Par ailleurs, l'enquête ethnobotanique a révélé une multitude de résultats sur l'utilisation des plantes médicinales. Les femmes et les hommes ont un savoir médicinal partagé, avec un fort

avantage allant aux femmes. Les formes d'utilisation sont aussi nombreuses avec cependant une importance particulière pour les formes tisanes et les applications gastro-entériques. En outre, le Thym (*Thymus munbyanus* subsp. *coloratus*) est la plante la plus utilisée, en raison de son intérêt dans les traitements des affections digestives et urogénitales.

Conclusion générale

Cette thèse nous mène vers des conclusions à la fois motivantes illustrées par l'important nombre d'espèces dans un espace aussi petit et l'important taux d'espèces rares et endémiques, ce qui confirme l'hypothèse d'un refuge littoral consistant en des micro-écosystèmes où se réfugient des espèces rares et endémiques. Mais aussi par de très grandes inquiétudes dues au développement démographique croissant et à l'urbanisation des milieux sauvages qui constituent des habitats privilégiés pour des taxons spécialisés.

Elle nous a permis aussi d'approfondir les connaissances de la flore terrestre sur le littoral numidien y compris ses îles, qui dont la plupart n'ont jamais été abordé ni même inventoriées.

Les données floristiques acquises nous ont permis de corriger également la répartition de plusieurs plantes (32 espèces) et arriver à visualiser la taille et l'importance de la biodiversité végétale sur le littoral numidien.

Au-delà des perturbations causées directement par le développement socio-économique qui affecte directement et grandement l'état de la biodiversité végétale sur le littoral, l'invasion des espèces exotique est un deuxième problème qui ne cesse de grandir en proportion.

Cinquante-neuf espèces menacées ou vulnérables ont été retrouvées sur le littoral et trente-cinq espèces sur les îles où plusieurs redécouvertes taxonomiques ont été effectuées (*Brassica insularis* Moris, *Limonium narbonense* Mill., *Seseli praecox* (Gamisans) Gamisans, *Centaurea papposa* (Coss.) Greuter...

Ces découvertes démontrent l'utilité des inventaires floristiques, dans de tel milieu à caractère hostile. En effet, même si certaines espèces considérées communes et/ou abondantes, comme les cas de *Cistus monspeliensis* L., *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter, *Mentha pulegium* L., *Myrtus communis* L., *Olea europaea* L., *Rubus ulmifolius* Schott et *Urtica pilulifera* L., ces espèces possèdent tout de même un intérêt socio-économique (médicinal et alimentaire). Les mettre en valeur constitue un prérequis de protection et de conservation de la végétation littorale.

Ce travail a révélé aussi la complexité des relations entre les éléments du milieu physique et la végétation qui la supporte, relations n'ayant jamais été étudiées auparavant sur le littoral et les îles de la Numidie. Ces derniers sont confirmés quasi nettement comme zones importantes

pour les plantes en Algérie (ZIP). En se référant à El Kala et la péninsule de l'Edough, la partie littorale de Filfila possède un potentiel de richesse floristique relative à celui d'El kala et la péninsule de l'Edough. La probabilité que le massif de Filfila soit aussi une (ZIP) est très importante, D'autres publications complémentaires sur le reste du massif non-littoral de Filfila sont nécessaires pour affirmer une nouvelle ZIP.

Les îles aussi doivent bénéficier d'un statut de zone importante pour les plantes. Or, l'absence de perturbation atrophique directe reste un facteur manquant. Nous avons songé à leurs attribuer un nouveau statut, celui d'îles refuges, des îles de très petite surface et qui sont très proche du continent dont l'intérêt touristique et très faible.

Les îles sont les milieux qui comptent le plus de taxons endémiques et rares par rapport au reste des écosystèmes selon le rapport surface/richeesse. La grande diversité floristique de ces micro-écosystèmes peut fausser tous les modèles d'évaluation de la biodiversité des îles méditerranéennes de petite surface, ce travail vient comm un correctionnel afin de mettre la lumière sur ces îles détachées du continent et qui hébergent une grande richesse floristique.

En effet, les végétaux les plus exposés aux perturbations sont les végétaux halophiles, qui sont menacées par la remontée du niveau marin, un plan d'action doit être réalisé au profit de ces espèces, la remontée du niveau marin reste un facteur difficilement étudiable, nous n'avons pas pu le mettre en évidence, pourtant, l'importante modification s'observe année en année sur la topographie des falaises et sur les sebkhas des embouchures.

Le littoral de la Numidie tout milieux confondus et selon nos critères de délimitation compte 436 taxons, l'étude nous a permis d'accéder à des milieux jusqu'alors non prospectés, et apporter une amélioration de la connaissance de la flore vasculaire de littoral en général et des îles en particulier.

Parmi ces taxons, 87 sont considérés comme étant remarquables et 21 sont d'origine allochtone. Les suivis floristiques sont un bon moyen d'évaluation, îles doivent être mis en place et multiplier afin de permettre à mieux évaluer l'intérêt de tels milieux écologiques.

Les activités touristiques, industrielle, le pâturage et indirectement l'invasion des espèces exotiques risquent de porter préjudice à cette richesse nationale. La protection et la

conservation du littoral numidien et le littoral algérien en général s'impose plus que jamais, particulièrement pour leurs îles refuges qui joueront un rôle très important dans l'avenir de la flore nord-africaine.

Or, le manque de connaissance de certains paramètres, reste un frein à toute avancée scientifique, nous suggérons des études plus poussées en ce qui concerne la géologie et typologie topographique et surtout une étude climatique précise de ces micro-écosystème, cela permettra à la communauté scientifique de bien comprendre la nature et les dimensions de la biodiversité littorale et insulaire de la rive sud de la méditerranée.

Références bibliographiques

- Affre L., Dumas P. J., Dumas E., Laffont-Schwob I. et Tatoni T. 2015. Regard écologique sur le recul stratégique : atouts et risques pour la diversité végétale péri-urbaine marseillaise. *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 21 : 13-27.
- AFNOR., 1999. *Qualité des sols – vocabulaire*. Partie 2. Termes et définitions relatifs à l'échantillonnage. – Paris.
- Ali Ahmed M., Brakni R. et Hamel T. 2018. Lichen diversity in the Edough Peninsula, North East of Algeria. *Botanica Complutensis*, 42 : 9-18.
- Allem M., Hamel T., Tahraoui C., **Boulementafes** A. et Bouslama Z. 2017. Diversité floristique des mares temporaires de la région d'Annaba (Nord-Est Algérien). *Int. J. Environm. Studies*, 75 (3) : 405-424.
- Amari D., Moulai R., de Bélair G. et Véla E. 2015. Nouvelles observations de *Malva arborea* (L.) Webb et Berthel., sur le littoral algérien. *Acta Botanica Malacitana* 40 : 213–216.
- Arnal-Schnebelen B. et Goetz P. 2007. About four sedative plants in the treatment of female stress. *Phytothérapie*, 5: 76-82.
- Babali B. 2014. *Contribution à une étude phytoécologique des monts de Moutas (Tlemcen-Algérie occidentale) : Aspects syntaxonomique, biogéographique et dynamique*. Thèse de Doctorat en Ecologie et Environnement, Université Abou Baker Belkaid. Tlemcen, Algérie, 208p.
- Backhaus W. 1993. Color vision and color choice behavior of the honey bee. *Apidologie*, 24 : 309-331.
- Barbéro L. 1999. *Dynamique agro-écologique des communautés de pelouses sèches calcicoles du Vercors méridional. Application à la gestion conservatoire de la biodiversité par le pastoralisme*. Thèse de doctorat d'État, Université J. Fourier, Grenoble, 188 p.
- Barbéro M. et Quézel P. 1989. Structures, architectures forestières à sclérophylles et prévention des incendies. *Bull. Ecol.*, 20 : 7-14.
- Barbero M. et Quézel P. 1995. *Deserti fi cation, desertisation, aridification in the Mediterranean region and "global change"*. - Pp. 549-569 in: D. Bellan, G. Bonin & C. Emig (eds.), *Functioning and dynamics of natural and perturbed ecosystems*.
- Barker C. et Govaerts R. 2018. *World Checklist of Iridaceae. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew*. Published on the Internet; <http://wmsp.science.kew.org/> [Consulté le 3 Août 2019]

- Barnosky A.D., Matzke N., Tomiya S., Wogan G.O., Swartz B., Quental, T.B. et Mersey B. 2011. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*, 471 : 51-71.
- Battandier J.A. et Trabut L. 1895. *Flore de l'Algérie et catalogue des plantes du Maroc: Monocotylédones*. A. Jourdan, Alger : 256 p.
- Battandier J.A. et Trabut L.C. 1884. *Flore d'Alger et catalogue des plantes d'Algérie*. Adolphe Jourdan éd., Alger, 211 p.
- Battandier J.A. 1888-1890. *Flore de l'Algérie, ancienne flore d'Alger transformée, contenant la description de toutes les plantes signalées jusqu'à ce jour comme spontanées en Algérie et catalogue des plantes du Maroc : Dicotylédones*. Alger, Typographie Adolphe Jourdan, Imprimeur-Libraire-éditeur & Paris, Librairie F. Savy. 825 + XXIX p.
- Battandier J.A. 1910. *Flore de l'Algérie : Supplément aux phanérogames*. Paris, librairie des sciences naturelles, Paul Klincksieck, Editeur. Alger, imprimerie agricole et commerciale.
- Battandier J.A. 1919. *Contribution à la flore atlantique*. Librairie Klincksieck, l'Homme successeur 3, rue Corneille, 113p.
- Bayed A. 2011. *Sandy beaches and coastal zone management - Proceedings of the Fifth International Symposium on Sandy Beaches, 19th -23rd October 2009, Rabat, Morocco*. Travaux de l'Institut Scientifique, Rabat, série générale, n°6, 148 p.
- Belouahem A.D., Belouahem F., Benslama M., de Bélair G. et Muller S.D. 2011. Les aulnaies de Numidie (N.E. algérien): Biodiversité floristique, vulnérabilité et conservation. *Compt.Rend. Biol.*, 334: 61-73.
- 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.
- Beneddine M. et Zenasn I.Y. 2019. *Le réaménagement du littoral pour le renforcement de la relation ville-mer cas d'étude la ville BENISAF*. Mémoire de Master en Ecologie, Université Abou Baker Belkaid, 78p.
- Benhamiche-Hanifi S. et Moulai R. 2012. Analyse des phytocénoses des systèmes insulaires des régions de Béjaïa et de Jijel (Algérie) en présence du Goéland leucopnée (*Larus michahellis*). *Rev. Écol (Terre Vie)*, 67 : 375-397.
- Benhouhou S., Yahi, N. et Véla E. 2018. *Key Biodiversity Areas (KBAs) for plants in the Mediterranean region*. Chapter 3, IUCN, (pp. 53-60).

- Benoit G., et Comeau A. 2005. *Les perspectives du Plan Bleu sur l'environnement et le développement, Méditerranée*. Ed. de l'Aube. 79p.
- Bernard F., Médail F. et Véla E. 2008. *Les Petites Iles de Méditerranée (Initiative PIM): élaboration d'une base de données et premiers éléments de gestion*. PIM. 91p.
- Blanca G., Cabezudo B., Cueto M., Lopez C.F. et Torres C.M. 2009. *Flora Vasculaire de Andalucía Oriental*, 1-4. – Seville.
- Blondel J. 1995. *Du théorique au concret : la biologie de la conservation*. Natures, Sciences, Sociétés, cet ouvrage. 79p.
- Bory de Saint-Vincent J.B. 1838. *Notice sur la commission exploratrice et scientifique d'Algérie présentée à son Excellence le ministre de la Guerre (16 octobre 1838)*. Imprimerie Cosson édit., Paris, 20 p.
- Bouldjedri M., de Bélaïr G., Mayache B. et Muller S.D. 2011. Menaces et conservation des zones humides d'Afrique du Nord : le cas du site Ramsar de Beni Bélaïd (NE algérien). *Comptes Rendus Biologies*, 16: 78-94.
- Boulemtafes A.** 2015. *Diagnostic de la diversité animale et végétale du littoral de la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien)*. Mémoire de Master en Ecologie des milieux naturels, université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie. 72p.
- Boulemtafes A.**, Hamel T. et Bellili A.M. 2017. Redécouverte de *Limonium narbonense* Mill. (*Plumbaginaceae*) en Algérie (El Tarf, Numidie Nord - Est algérien). *Acta Botanica Malacitana*, 42 (2) : 305-309.
- Boulemtafes A.**, Hamel T., de Bélaïr 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.
- 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) : 1-13.
- Bouyahmed H. et Moulai R. 2018. Influence of the yellow-legged gull on soil, composition and organisation of plant communities on some small Islands of Algeria. *Zoology and Ecology*, 51 : 23-42.
- Braun-Blanquet J., Roussine N. et Nègre R. 1952. *Les groupements végétaux de la France méditerranéenne*. Dir. Carte Group. Vég. Afr. Nord, CNRS, 292 p.
- Brullo S. et Furnari F. 1979. Taxonomic and nomenclatural notes on the Flora of Cyrenaica (Libya). *Webbia*, 34(1) : 155-174

- Cañadas G., Fenu J., Peñas J., Lorite E. et Mattana G. 2014. Bacchetta Points chauds dans les points chauds: richesse des plantes endémiques, facteurs environnementaux et implications pour la conservation. *Biol. Conserv.*, 170 : 282 - 291
- Ceballos G., Ehrlich P.R., Barnosky A.D., García A., Pringle R.M. et Palmer T.M. 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science advances*, 1(5) : 45-57.
- Chivian E. et Bernstein A. (eds.). 2008. *Sustaining life. How human health depends on biodiversity*. Oxford University Press, New York, NY. 542p.
- Coates D.J. et Atkins K.A. 2001. Priority setting and the conservation of Western Australia's diverse and highly endemic flora. *Biological Conservation*, 97(2) : 251-263.
- Cosson E. 1883–1887. *Flore des états barbaresques, Algérie, Tunisie et Maroc*. Imprimerie nationale édit., Paris, 367 p.
- Cuttelod A., García N., Malak D.A., Temple H.J. et Katariya V. 2008. *The Mediterranean: a biodiversity hotspot under threat*. Wildlife in a Changing World—an analysis of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species, 89p.
- Daget P.H. et Gaston A. 2001. La base FLOTROP et biodiversité des pâturages du Tchad oriental. *Systematics and Geography of Plants*, 71(2) : 327-336.
- Daoudi A., Bammou M., Zarkani S., Slimani I., Ibijbjen J. et Nassiri L. 2015. Étude ethnobotanique de la flore médicinale dans la commune rurale d'Aguelmous province de Khénifra (Maroc). *Phytothérapie*, 17 : 1-10.
- Davis P.H. 1984. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Edinburgh Univ. Press, Edinburgh. 91p.
- de Bélair G. 2005. Dynamique de la végétation de mares temporaires en Afrique du Nord. *Ecol. Medit.*, 31: 1-18.
- de Bélair G., Chessel D. et Bencheikh-Lehocine M. 1984. Structure spatiale et statut dynamique dans une communauté végétale : cas d'une cocciféraie dunaire (Annaba, Algérie). *Ecol. Med.*, 10 : 261-270.
- de Bélair G. et Samraoui B. 2000. L'écocomplexe des zones humides de Béni-Bélaïd : Un projet de réserve naturelle. *Sciences et Technologies*, (14) : 115-124.
- de Belair G., Véla E. et Boussouak R. 2005. Inventaire des orchidées de Numidie (NE Algérie) sur vingt années. *J. Eur. Orch.*, 37(2) : 291-401.
- de Bélair G. et Véla E. 2011. Découverte de *Nymphoides peltata* (Gmel) O. Kuntze (*Menyanthaceae*) en Afrique du Nord (Algérie). *Poiretia*, 3: 1-7.

- de Bélair G., Belouahem F., Belouahem–Abed D. et Véla E. 2012. Première signalisation d'*Allium commutatum* Guss. (Alliaceae) sur le continent africain (Algérie). *Lagascalia*, 32 : 312–314.
- De Montmollin B. et Strahm W. 2005. *The Top 50 Mediterranean Island Plants: Wild plants at the brink of extinction, and what is needed to save them*. IUCN. 48p.
- De Vos J.M., Joppa L N., Gittleman J.L., Stephens P.R. et Pimm S.L. 2015. Estimating the normal background rate of species extinction. *Conservation biology*, 29(2) : 452-462.
- Deboudt P. 2004. Tourisme littoral, préservation des espaces naturels et gestion intégrée de la zone côtière en France : le cas de la Côte d'Opale. *Hommes et terres du Nord*, 2(2) : 37-48.
- Delanoe O., Montmollin B. et de Olivier L. 1996. *The IUCN/SCC Mediterranean Islands Plant Specialist Group-Conservation of Mediterranean Island Plants*. Strategy for Action Gland, Switzerland IUCN, Gland.
- Delord J. 2010. *L'extinction d'espèce : Histoire d'un concept & enjeux éthiques*. Publications scientifiques du Muséum. 75p.
- Delucchi G., Bayón N.D. et Hurrell, J.A. 2016. *Senecio angulatus* (Asteraceae, Senecioneae) naturalizada en la Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.*, 51(1) : 169-177.
- Desfontaines R. L. 1798-1799. *Flora atlantica, sive, historia plantarum, quae in Atlante, agro tunetano et algeriensi crescunt*. Blanchon édit., Paris, tomes 1 et 2.
- Dirzo R. et Raven P.H. 2003. Global state of biodiversity and loss. *Annual review of Environment and Resources*, 28(1) : 137-167.
- Djemai Z., Belouahem D., Hamel T. et Benslama M. 2017. Pollen approach and evolution of the floristic biodiversity of the humid and salty zone of Fetzara Lake. *International Journal of Biosciences*, 11 : 1-14.
- Dobignard A. et Chatelain C. 2010-2013. *Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord*. 1-5. Conservatoire et Jardin botaniques de la ville de Genève, Genève.
- Domina G. 2011. *Plumbaginaceae*. – In: Euro+Med Plantbase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity.
- Dominguez-Lozano F. et Schwartz M. 2005. Patterns of rarity and taxonomic group size in plants. *Biological Conservation*, 126(2) : 146-154.
- Dongock N.D., Avana TML., Djimasngar M., Goy S. et Pinta J.Y. 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.

- Doumenge F. 1984. *Unité et diversité des caractères naturels des îles tropicales*. Nature et hommes dans les îles tropicales, Bordeaux, CRET, coll. « îles et archipels ». 13p.
- Ducelier L. et Maire R. 1923. Végétaux adventices observés dans l'Afrique du Nord. *Bull. Sté Histoire naturelle de l'Afrique du Nord*, 14(8) : 304-325.
- Ducellier L. 1911. Étude phytogéographique des dunes de la baie d'Alger. *Rev. Gén. Bot.*, 23 : 272-321.
- Duraiappah A., Kumar N. et Shahid A. 2005. *Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis*. Report of the Millennium Ecosystem Assessment. 42p.
- El Mokni R. et Iamónico D. 2018. Three new records of *Senecioneae* (*Asteraceae*) for the allochthonous Tunisian flora: occurrence and taxonomic notes. *Fl. Medit.*, 28: 385-392.
- Mittelhauser G.H., Schmidt S., Vidal E. et Wait D.A. 2011. Effects of seabirds on plant communities. Pp 177-211 *In*: C.P.H. Mulder, W.B. Anderson, D.R. Towns & P.J. Bellingham (eds). *Seabird Islands: Ecology, invasion, and restoration*. Oxford University Press, New York.
- Erben M. 2012. Contributions to the taxonomy of the genus *Limonium* IX. *Flora Mediterranea*, 22 : 63-66.
- Fennane M., Ibn Tattou M., Mathez J., Ouyahya A. et Oualidi J.E. 1999. Flore pratique du Maroc. *Travaux de l'Institut Scientifique série Botanique*, n°36, Rabat. 79p.
- Garcia N., Uttelod A. et Malak D.A. 2010. *The status and distribution of freshwater biodiversity in Northern Africa*. The IUCN Red List of Threatened Species Regional Assessment.
- Gaston K.J. 1991. *How large is species geographical range?* *Oikos*, 61 : 434-438.
- Gauthier P., Debussche M. et Thompson J.D. 2010. Regional priority setting for rare species based on a method combining three criteria. *Biological Conservation*, 143(6) : 1501-1509.
- Géhu J.M. et Sadki N. 1995. Remarques de phytosociologie et de synchorologie comparées sur le littoral algérois. *Doc. Phytosoc.*, 15 : 341-357.
- Géhu J.M., Biondi E., Géhu-Franck J. et Costa M. 1992. Interprétation phytosociologique actualisée de quelques végétations psammophiles et halophiles de Camargue. *Coll. Phytosoc.*, XIX, *Végétation et qualité de l'environnement côtier en Méditerranée, Cagliari*, 89 : 103-131.
- Ghermaoui M., Hassaïne K. et Moulai R. 2016. Influence du Goéland leucopnée *Larus michahellis* sur les formations végétales ouvertes du littoral de Rachgoun (Ouest Oranie, Algérie). *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 71: 260-275.

- Ghrabi-Gammar Z. et Véla E. 2008. *Expertise sur la flore terrestre du site littoral de Sidi Ali el Mekki (Ghar el Melh/ Raf Raf, Tunisie)*. Agence de protection et d'Aménagement du littoral, Projet WADI (Water Demand Integration), Institut National Agronomique de Tunisie. 37p.
- Gosselin M. et Yoan P. 2017. *Mieux intégrer la biodiversité dans la gestion forestière : Nouvelle édition*. Editions Quae. 81p.
- Granja H. 2002. *Typologie et dynamique des plages des côtes sableuses*. Pp: 20-36. In J. Favennec (ed.). *Connaissance et gestion durable des dunes de la côte atlantique*. Manuel récapitulant les enseignements du projet européen life-environnement de « réhabilitation et gestion durable de quatre dunes françaises ». Les dossiers forestiers n°11. Office National des Forêts, Paris.
- Gray J.S., McIntyre A.D. 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.
- Greuter W. 1995. Origin and peculiarities of Mediterranean island floras. *Ecologia mediterranea*, 21(1) : 1-10.
- Greuter W. 1991. Botanical diversity, endemism, rarity, and extinction in the Mediterranean area: an analysis based on the published volumes of Med-Checklist. *Botanika chronika*, 10 : 63-79.
- Greuter W. 2006. *Compositae (pro parte majore)*. In: *Compositae*. Euro+Med Plantbase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. Retrieved from <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/PTaxonDetail.asp?NameId=14103&PTRefFk=7000000>.
- Grime J.P. 1979. *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley & Sons, New York, 222p.
- Guénod A., Pottier-Alapetite G. et Labbe A. 1954. *Flore de la Tunisie, Cryptogames Vasculaires, Gymnospermes et Monocotylédones*, Imprimerie S.E.F.A.N. 1174p.
- 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, Université Badji Mokhtar Annaba, (Algérie). 338p.
- 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). *Revue Synthèse des Sciences et de la Technologie*, 26 : 65-74.

- Hamel T. et Meddad- Hamza A. 2016. Note sur les Orchidées de la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien). *L'Orchidophile* 211 : 367-374.
- Hamel T. et **Boulemtafes** A. 2017a. Nouvelle station de *Sixalix farinosa* (Coss.) Greuter et Burdet dans la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien). *Bull. Soc. linn. Provenc.*, 68: 93-100.
- Hamel T. et **Boulemtafes** A. 2017b. Floristic diversity of the Cap de Garde (North-East Algeria). *International Journal of Biosciences*, 10(6) : 131-149.
- Hamel T. et **Boulemtafes** A. 2017c. Découverte d'une endémique tyrrhénienne *Soleirolia soleirolii* (Urticaceae) en Algérie (Afrique du Nord). *Flora mediterranea*, 27 : 185-193.
- Hamel T. et **Boulemtafes** A. 2017d. 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., **Boulemtafes** A. et Bellili A.M. 2018a. Inventaire des ptéridophytes dans le Parc National d'El Kala (Algérie orientale). *Acta Botanica Malacitana*, 43 : 31-42.
- Hamel T., Sadou N., Seridi R., Boukhdir S. et **Boulemtafes** A. 2018b. 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., Zaafour M. et Boumendjel M. 2018c. Ethnomedical Knowledge and Traditional Uses of Aromatic and Medicinal Plants of the Wetlands Complex of the Guerbes-Sanhadja Plain (Wilaya of Skikda in Northeastern Algeria). *Herbal Medicine*, 4 : 1-9.
- Hamel T., Bellili A.M., Meddad-Hamza A. et **Boulemtafes** A. 2019a. Nouvelle contribution à l'étude de la flore mellifère et caractérisation pollinique de miels de la Numidie (Nord-Est algérien). *Livestock Research for Rural Development*, 31 (11): 1-10.
- Hamel T., **Boulemtafes** A. et Bellili A.M. 2019b. L'impact de surpâturage sur les subéraies de la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien). *Geo-Eco-Trop.*, 43 (1) : 119-128.
- Hamel T., de Bélair G., Slimani A.R., Boutabia L. et Telailia S. 2020. Nouvelle station de *Pteris vittata* L. (*Pteridaceae*) en Numidie (Algérie orientale). *Acta Botanica Malacitana*, 45 : 1-4.
- Hammada S., Linares L. et Cortes J. 2011. Biodiversité floristique des dunes littorales de l'Oued El Maleh (Martil) et du bas Tahaddart : résultats préliminaires. *Trav. Instit. Scient., Rabat*, 6: 45-50.
- Hammiche V. et Gueyouche R. 1988. Plantes médicinales et thérapeutiques, 1ère partie : Les plantes médicinales dans la vie moderne et leur situation en Algérie, *Annales de l'INA El Harrach, Alger*, 12 (1) : 419-433.

- Hanifi N., Kadik L. et Gittonneau G.G. 2007. Analyse de la végétation des dunes littorales de Zemmouri (Boumerdes, Algérie). *Acta. Bot. Gallica*, 154: 235-249.
- Haou S., de Bélair G. et Viane R.L.L. 2011. Inventory of the ferns (filicopsida) of Numidia's (North Eastern Algeria). *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 3(6) : 206-223.
- Haou S. et de Bélair G. 2019. *First approach to ecological niche of Numidian lycophytes and ferns in Algeria*. *Acta Ecologica Sinica*, 40 (1) : 52-63.
- Hassler M. et Schmidt B. 2011. *Checklist of ferns and lycophytes of the world*. [en ligne]. <https://worldplants.webarchiv.kit.edu/ferns/statistics.php> [Accès le 07 février 2019].
- Herbert V., Deboudt P., Meur-Férec C. et Morel V. 2006. *Contribution aux recherches en géographie littorale sur la Côte d'Opale », Territoire en mouvement Revue de géographie et aménagement*, mis en ligne le 01 septembre 2010, consulté le 08 juin 2020. URL : <http://journals.openedition.org/tem/147>.
- Hobbs R.J. et Mooney H.A. 1995. *Effects of episodic rain events on Mediterranean climate ecosystems*. Pp 71-85 In : J. Roy, J. Aronson & F. Di Castri (eds). Time scales of biological responses to water constraints. SPB Academic Publishing, Amsterdam.
- Hsein S. et Kahouadji A. 2007. Étude ethnobotanique de la flore médicinale dans la région de Rabat (Maroc occidental). *Lazoro*, 28 : 79-93.
- Irlande D. 2010. *Le miel et ses propriétés thérapeutiques*. Masson, Paris, 25 p.
- J. O. R. A. 2012. *Décret exécutif du 18 janvier 2012, complétant la liste des espèces végétales non cultivées et protégées*. Journal officiel de la république algérienne, n° 3–12/12 du 18–01–2012.
- Jaen-Molina R., Caujape-Castells J., Rayes-Betancort JA., Akhani H., Fernandez-Palacios O., Perez De Paz J., Febles-Hernandez R. et Harrero-Rodriguez E.A. 2009. The molecular phylogeny of *Matthiola* R. Br. (Brassicaceae) inferred from ITS sequences, with special emphasis on the Macaronesian endemics. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 53 : 972–981.
- Khenouf H., Chefrou A., Corcket E., Alard D. et Véla E. 2018. La végétation dunaire du littoral de Jijel (Algérie): proposition d'une nouvelle Zone Importante pour les Plantes. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 73(3) : 344-361.
- Killian C. 1943. Les dunes maritimes du littoral d'Alger, leur enrichissement par la végétation et le rôle des micro-organismes du sol. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 33 : 5-7.
- Krebs C.J. 1985. *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. Third edition. Harper and Row, New York. 78p.

- Kruckeberg A.R. et Rabinowitz I. 1985. Biological aspects of endemism in higher plants. *Annual Review of Ecology and Systematic*, 16: 447-479.
- Lavergne S. 2004. Les espèces végétales rares ont-elles des caractéristiques écologiques et biologiques qui leur sont propres ? Application à la conservation de la flore en Languedoc Roussillon. *Acta Botanica Gallica*, 151(3) : 319-323.
- Le Floch E., Boulos L. et Véla E. 2010. *Catalogue synonymique commenté de la Flore de Tunisie*. Edition 2. Ministère de l'Environnement et du Développement durable. Tunis : 500 p.
- Le Houérou H.N. 1995. *Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique*. Paris.
- Legrand V. 1854. Mémoire sur les richesses forestières de l'Algérie du point de vue des constructions navales. *Nouvelles annales de la marine et des colonies*, 11 : 299-424.
- Lemauiel S. et Rozé F. 2000. Ecological study of pine forest clearings along the French Atlantic sand dunes : perspectives of restoration. *Acta Oecol.*, 21 (3) : 179-192.
- Liu B., Liu Z. et Wang L. 2012. The colonization of active sand dunes by rhizomatous plants through vegetative propagation and its role in vegetation restoration. *Ecol. Engin.*, 44 : 344-347.
- Louadi K., Benachour K. et Berchi S. 2007. Floral visitation patterns during spring in Constantine-Algeria. *African Entomology*, 15 (1): 209-213.
- Mac-Arthur R., et Wilson E. 2001. *The theory of island biogeography* (Vol. 1). Princeton university press. 58p.
- Mac-Arthur R.H. et Wilson E.O. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. New Jersey, NJ: Princeton Univ. Press. 74p.
- 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, Cyrénaïque et Sahara)*. 16 vols., Lechevalier, Paris.
- Makhloufi C., Kerkevlet J.D., D'albore G.R., Choukri A. et Samar R. 2010. Characterization of Algerian honeys by palynological and physico-chemical methods. *Apidologie*, 41 : 509-521.
- Makhloufi C., Kerkvliet J. et Schweizer P. 2015. Characterisation of some monofloral Algerian honeys by pollen analysis. *Grana*, 54 (4) : 156-166.

- Mangambu M.D.D., Mushagalusa K.F. et Kadima N.J. 2014. Contribution to the photochemical study of some antidiabetic medicinal plants from the city of Bukavu and its surroundings (South Kivu, DR Congo). *Journal of Applied Biosciences*, 75 : 6211-6220.
- Marchese C. 2015. Biodiversity hotspots. A shortcut for a more complicated concept. *Global Ecology and Conservation*, 3 : 297-309.
- Masharabu T., Noret N., Lejoly J., Bigendako M.J. et Bogaert J. 2010. Étude comparative des paramètres floristiques du Parc National de la Ruvubu, Burundi. *Geo-Eco-Trop.*, 34 : 29-44.
- Mathieu C. et Pieltain F. 2003. *Analyse chimique des sols*. Ed. Tec et doc. Lavoisier, Paris, 292 p.
- McCallum M.L. 2015. Vertebrate biodiversity losses point to a sixth mass extinction. *Biodiversity and Conservation*, 24(10) : 2497-2519.
- Médail F. et Véla E. 2020. *Flore et végétation vasculaires de l'archipel de Zembra (Tunisie)*. Rapport Initiative PIM. 67p.
- Médail F. et Quézel P. 1999. Biodiversity hotspots in the Mediterranean basin : setting global conservation priorities. *Conservation Biology*, 13 : 1510-1513.
- Médail F. 1996. *Structuration de la biodiversité de peuplements végétaux méditerranéens en situation d'isolement*. Thèse de doctorat d'État, Université d'Aix-Marseille III, 290 p. + annexe.
- Médail F. 2000. Flore et végétation du Grand Rouveau. *Bull. Soc. Bot. Centre Ouest*, 31: 21-46.
- Médail F. et Quézel P. 1997. Hot-spots analysis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean Basin. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 42 : 112-127.
- Médail F. et Vidal E. 1998. Rôle des Goélands leucophées dans l'implantation et l'expansion d'espèces végétales allochtones sur l'archipel de Riou (Marseille, France). *Biocosme Méditerranéen*, 15 : 123-140.
- Médail F., Loisel R., Rolando C. et Verlaque R. 2000. Biologie et écologie du gaillet nain (*Galium minutulum* Jordan, Rubiaceae) sur les îles d'Hyères (Var, France) ; implications pour la conservation de l'espèce. *Acta Botanica Gallica*, 147 : 267-285.
- Médail F. et Myers N. 2004. *Mediterranean Basin*. In : Mittermeier R.A., Robles Gil P., Hoffmann M., Pilgrim J., Brooks T., Mittermeier C.G., Lamoreux J. & da Fonseca G.A.B. (eds.). Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered

- terrestrial ecoregions. CEMEX (Monterrey), Conservation International (Washington) & Agrupación Sierra Madre (Mexico). 144-147.
- Médail F. et Diadema K. 2006. *Biodiversité végétale méditerranéenne et anthropisation: approches macro et micro-régionales*. In Annales de géographie (No. 5, pp. 618-640). Armand Colin.
- Médail F. et Diadema K. 2009. Glacial refugia influence plant diversity patterns in the Mediterranean Basin. *Journal of biogeography*, 36(7) : 1333-1345.
- Meddour R., Mellal H., Meddour-Sahar O. et Derridj A. 2010. The medicinal flora and its current uses in Kabylie (wilaya of Tizi Ouzou, Algeria): some results of an ethnobotanical study. *Rev Régions Arides*, 12 : 45-58.
- 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). *Rev. Ecol. (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.
- Miara M.D., Boutabia L., Telailia L. et Véla E. 2018. Apparition de *Senecio angulatus* (Asteraceae) en Algérie. *Fl. Medit.*, 28: 111-118.
- Molinier R. et Muller P. 1938 - La dissémination des espèces végétales. *Revue Générale de Botanique*, 50: 1-178.
- Monfort Climent D. et Terrier M. 2010. Synthesis of typology of the French Mediterranean coast. BRGM report / RP-58516-Fr, 42: 29-37.
- Moulaï R. 2005. *Contribution à l'évaluation de la diversité biologique des îlots de la côte occidentale de Bejaïa (Algérie)*. 1er Séminaire International sur l'environnement et ses problèmes connexes, Béjaïa.
- Mulder C.P.H., Jones H.P., Kameda K., Palmbor C., Schmidt S., Ellis J.C., Orrock J.L., Wait D.A., Wardle D.A., Yang, L., Young H.S., Croll D.A. et Vidal E. 2011. Impacts of seabirds on plant and soil properties. Pp 135-176 In: C.P.H. Mulder, W.B. Anderson, D.R. Towns et P.J. Bellingham (eds). *Seabird Islands: Ecology, invasion, and restoration*. Oxford University Press, New York.
- Mutel A. 1835. *Observations sur les espèces du genre Ophrys recueillies à Bône*. Mém. Soc. Muséum d'histoire naturelle de Strasbourg, 2. Levraud éd., Paris, 89 p.
- Myers N., Mittermeier R. A., Mittermeier C.G., Da Fonseca G.A. et Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403 : 67-72.

- Nègre R. 1964. *Notice de la carte de Tipaza au 1/50 000e*. Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. N., N.S. 69 p.
- Ouarmim S., Dubset C. et Véla E. 2013. Morphological and ecological evidence for a new infraspecific taxon of the wallflower *Erysimum cheiri* (Brassicaceae) as an indigenous endemism of the southwestern Mediterranean. *Turkish Journal of Botany*, 37 (6) : 1061-1069.
- Panitsa M. et Tzanoudakis D. 2001. A Floristic Investigation of the Islet Groups Arki and Lipsi, (East Aegean Area, Greece). *Folia Geobotanica*, 36 : 265–279.
- Pavoine S., Véla E., Gachet S., de Bélair G. et Bensall M.B. 2011. Linking patterns in phylogeny, traits, abiotic variables and space: A novel approach to linking environmental filtering and plant community assembly. *J. Ecol.*, 99 (1) : 165-175.
- Pavon D. 2005. Note sur le genre *Limonium* Miller dans le département des Bouches-du-Rhône. *Bull. Soc. linn. Provence*, 56 : 135-139.
- Pavon D. et Véla E. 2011. Espèces nouvelles pour la Tunisie observées sur les petites îles de la côte septentrionale (archipels de la Galite et de Zembra, îlots de Bizerte). *Fl. Medit*, 21 : 273-286.
- Pelletier P. 1997. Iles-frontières, territoires impossibles ? *Revue études internationales*, 1 : 73-103.
- Pignatti S. 1982. reprint 1997. *Flora d'Italia*, 3 vols. Bologna (IT): Edagricole.
- Poiret J. et Abbé M. 1789. *Voyage en Barbarie, ou Lettres écrites de l'ancienne Numidie pendant les années 1785 et 1786, sur la religion, les coutumes et les moeurs des Maures et des Arabes Bédouins, avec un Essai sur l'histoire naturelle de ce pays, par M. l'abbé Poiret*. J. B. F. Née de la Rochelle, édit. Paris, 324 p.
- Pomel A. 1874. *Nouveaux matériaux pour la Flore Atlantique*. Impr. Savy.
- Pons A. et Quézel P. 1955. Contribution à l'étude de la végétation des rochers maritimes du littoral de l'Algérie centrale et occidentale. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 46 : 48-80.
- Pottier-Alapetite M. 1979-1981. *Flore de la Tunisie, angiospermes, dicotylédones gamopétales*, Tome 1-2.
- Quézel P. 1964. L'endémisme dans la flore d'Algérie. *Comptes Rendus de la Société de biogéographie*, 361 : 137–149.
- Quézel P. 1985. Definition of the Mediterranean region and the origin of its flora. *Geobotany*, 13 : 45-57.
- Quézel P. 2002. *Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen*. – Paris. 182p.

- Quézel P. et Santa S. 1962-1963. *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Tome I et Tome II. Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Paris.
- Quézel P. et Bounaga D. 1975. Aperçu sur la connaissance actuelle de la flore d'Algérie et de Tunisie. *Coll. internat. C.N.R.S.*, 235 : 113-125.
- Quézel P. et Barbéro M. 1985. *Carte de la végétation potentielle de la région méditerranéenne*. Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique.
- Qulichini A. 1999. *Biologie et conservation d'une espèce endémique corso-sarde rare et protégée : Anchusa crispa Viv. (Boraginaceae). Implication pour la conservation*. Thèse de Doctorat, Université de Corse. 271p.
- 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>).
- Raffin J.P. *Union internationale pour la conservation de la nature*. Universalis. <http://www.universalis.fr/encyclopedie/uicn-union-internationale-pour-la-conservation-de-la-nature>.
- Redford E.A., Catullo G. et Montmollin B.D. 2011. *Important plant areas of the south and east Mediterranean region: priority sites for conservation*. IUCN Gland (Suiza) WWF, Gland (Suiza).
- Rhazi M., Grillas P. et El Khyari D. 2006. Richness and structure of plant communities in temporary pools from western Morocco: influence of human activities. *Hydrobiologia*, 570 : 197-203.
- Richard H. 2004. *Néolithisation précoce: premières traces d'anthropisation du couvert végétal à partir des données polliniques* (Vol. 777). Presses Univ. Franche-Comté. 58p.
- Robert S. 2009. *La vue sur mer et l'urbanisation du littoral*. Université de Nice-Sophia Antipolis.
- Rosenzweig M.L. 1995. *Species diversity in space and time*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Sala O.E., Chapin F.S., Armesto J.J. Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R. et Leemans R. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287(5459) : 1770-1774.
- Salhi S., Fadli M., Zidane L. et Douira A. 2010. Études floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc). *Lazaroa*, 31 : 133-146.
- Seltzer P. 1946. *Le climat de l'Algérie*. La Typo-Litho, Alger, 217p.
- Serrano M. 2008. *Rapport de mission sur l'archipel de Zembra*. Rapport Petites îles de Méditerranée, Conservatoire du littoral, Aix-en-Provence, 36 p.

- Shaw T. 1830. *Voyage dans la régence d'Alger ou description, géographique, physique, philologique etc. de cet État*. Marlin Edi., Paris, 406 p.
- Stambouli-Meziane H., Bouazza M. et Thinon M. 2009. La diversité floristique de la végétation psammophile de la région de Tlemcen (nord-ouest Algérie). *C. R. Biologies*, 332 (8) : 711-719.
- Strid A. et Papanicolaou K. 2008. Floristic notes from the mountains of Northern Greece Materials for the Mountain Flora of Greece. *Nordic Journal of Botany*, 1(1) : 66 - 82.
- Suc J.P. 1984. Origin and evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe. *Nature*, 307(5950) : 429-457.
- Tassin J. et Riviere J.N. 2003. Gradient altitudinal d'invasions de plantes à l'île de La Réunion. *Rev. Ecol. Terre Vie*, 58 : 257-270.
- 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 méliissopalynologique. *Annales de l'INRGREF*, 15 (Numéro spécial) : 215-229.
- Ter Braak C.J.F. 1986. The Analysis of Vegetation- Environment Relationships by Canonical Correspondence Analysis. *Vegetation*, 69 : 69-77.
- Teyssède A. et Barbault R. 2009. Invasion d'espèces : causes ou conséquences de la perturbation des écosystèmes? *Question ouverte pour la science*, 376 : 14-37.
- Thompson J.D., Lavergne S., Affre L., Gaudeul M. et Debussche M. 2005. Ecological differentiation of Mediterranean endemic plants. *Taxon*, 54 (4) : 967-976.
- Tilman D. 1997. Community invasibility, recruitment limitation and grassland biodiversity. *Ecology*, 78 : 81- 92.
- Tison J.M. et De Foucault B. 2014. *Flora gallica : flore de France*. Mèze : Biotope.
- Toubal-Boumaza O. 1986. *Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Edough (Algérie Nord orientale)*. Cartographie au 1/25000ème. – U.S.T.M. Univ. Grenoble, France. Doct. 3ème cycle. 124p.
- UICN. 2020. Liste rouge de l'UICN des espèces menacées. – Version 2020-1. <www.iucnredlist.org>
- Van DerPijl L. 1982. *Principles of dispersal in higher plants*. Springer, Berlin, Heidelberg and New York. 161p.
- Vane-Wright R., Humphries I., Christopher J. et Williams Paul H. 1991. What to protect? Systematics and the agony of choice. *Biological conservation*, 55 : 235-254.
- Véla E. 2008. *Mission exploratoire à Skikda : Petites îles de Méditerranée*. Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres, Aix-en-Provence, 15p.

- Véla E. 2017. Commentaires sur la flore de l'île Rachgoun (Nord-Ouest Algérie). *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 72 (3) : 258-268.
- Véla E. 2018. *De l'inventaire de la biodiversité aux priorités de conservation dans le hotspot du bassin méditerranéen : peut-on combler les déficits de connaissance ?* (Doctoral dissertation, Université Montpellier).
- Véla E. et Benhouhou S. 2007. Évaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *C.R. Biologies*, 330 : 589–605.
- Véla E., Telailia S., Boutabia–Telailia L. et de Bélair G. 2012a. Découverte de *Sixalix farinosa* (Coss.) Greuter et Burdet (Dipsacaceae) en Algérie. *Lagascalia*, 32 : 284–290.
- Véla E., Bouguaham AF. et Moulai R. 2012b. Découverte d'*Allium commutatum* Guss. (Alliaceae) en Algérie. *Lagascalia*, 32 : 291-298.
- Véla E. et de Bélair G. 2013. Découverte de *Galium verrucosum* subsp. *halophilum* (Ponzo) Lambinon (Rubiaceae) en Afrique du Nord (Algérie). *Lagascalia*, 33 : 350–353.
- Véla E. et Pavon D. 2013. The vascular flora of Algerian and Tunisian small islands: if not biodiversity hotspots, at least biodiversity hotchpotchs. *Biodiversity Journal*, 3 : 343-362.
- Vidal E. 1998. *Organisation des phytocénoses en milieu insulaire méditerranéen perturbé. Analyse des interrelations entre les colonies du Goéland leucorrhée et la végétation des îles de Marseille*. Thèse de Doctorat en Ecologie, Université de Droit et d'Économie et des sciences d'Aix-Marseille. France. 354p.
- Vidal E., Médail F. et Taton T. 1998. Is the yellow-legged gull a superabundant bird species in the Mediterranean? Impact on fauna and flora, conservation measures and research priorities. *Biodiv. Conserv.*, 7 : 1013-1026.
- Vila J.M. 1980. *La plaine alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens*. Thèse de Doc. Sc. Nat. Univ. Pet M. Curie. Paris IV 450p. + cartes
- Vitousek P.M., Mooney H.A., Lubchenco J. et Melillo J.M. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277 (5325) : 494-499.
- Vogiatzakis A., Mannion AM. et Sarris D. 2016. Diversité biologique et changement climatique dans les îles méditerranéennes : les 10000 dernières années et l'avenir Biodivers. *Conserv.*, 25(13) : 2597 - 2627
- Wake-David B. et Vredenburg-Vance T. 2008. Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105 no Supplement : 11466-11473.

- Walter K.S. et Gillet H.J. 1998.1997.*IUCN red list of threatened plants. Compiled by the World Conservation Monitoring Centre.* Edit. IUCN – The World Conservation Union,Gland (Suisse) et Cambridge (Royaume-Uni).
- Whigham D.F. 2004. Ecology of woodland herbs in temperate deciduous forests. *Annual Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 35 : 583-617.
- Whittaker R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21: 213-251.
- Whittaker R.H., Willis K.J. etField R. 2001. Scale and species richness: towards a general hierarchical theory of species diversity. *J.Biogeogr.*, 28 : 453-470.
- Williamson M. 1981. *Island populations.* Oxford University Press.
- Yahi N., Vela E., Benhouhou S., de Belair G. et Gharzouli R. 2012. Identifying important plants areas (key biodiversity areas for plants) in northern Algeria. *Journal of threatened taxa*, 42 : 2753-2765.
- Zaffran J. 1960. Formation à *Juniperus phoenicea* du littoral algérois. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 51(7-8) : 303-335.

Annexe

Tableau 13. Fiche d'enquête ethnobotanique

Date	Région	Age	Sexe		Niveau d'éducation			Information complémentaire				
			M	F	Alphabète	Moyen	Universitaire	Herboriste	Guérisseur	Villageois	Habitant de la ville	
Nom scientifique :					Nom français :			Nom arabe :				
Utilisation												
Mode d'utilisation	Infusion	Décoction	Fumigation	Macération	Poudre	Crème	Autre					
Partie utilisée	Feuille	Tige	Fruit	Fleur	Racine	Plante entière	Sommités fleuries	Partie arienne	Autre			
Plante associée	Nom scientifique			Mode d'utilisation			Partie utilisée					

Tableau 14. Géolocalisation des 14 îles échantillonnées

Iles	Localisation
Ile de Boutribicha	36°55'11.60"N ; 8°32'35.43"E
Ile de Calissar	36°54'23.48"N ; 8°29'33.52"E
Ile El Hnnaya	36°54'35.70"N ; 8° 8'3.91"E
Ile Calissar Ouest	36°54'18.24"N ; 8°29'14.38"E
Ile Messida	36°54'30.50"N ; 8°30'23.30"E
Ile Gargamiz	36°54'30.50"N ; 8°30'23.30"E
Ile Srigina	36°56'14.11"N ; 6°53'10.47"E
Ile de Kaf Amor	37° 5'4.01"N ; 7°19'50.69"E
Ile Akacha	37° 4'36.53"N ; 7°17'3.73"E
Ile Cap de Fer	37° 4'36.75"N ; 7°10'8.81"E
Ile Plage Louh	36°57'49.55"N ; 7°38'28.48"E
Ile Vivier	36°57'59.85"N ; 7°47'33.97"E
Ile Fontaine romaine	37° 3'16.88"N ; 7°23'24.72"E
Ile de France	36°53'54.32"N ; 8°25'58.72"E

Tableau 15. Géolocalisation des stations échantillonnées

Station	Latitude	Longitude
Cap Roux	36°56'16.26"N	8°36'30.70"E
Messida-1	36°54'32.31"N	8°31'6.96"E
Messida-2	36°54'24.52"N	8°30'49.50"E
Calissar-1	36°54'17.72"N	8°29'37.07"E
Calissar-2	36°54'16.14"N	8°29'10.16"E
El Kala	36°53'52.03"N	8°27'0.20"E
Vieille Calle-1	36°55'4.43"N	8°20'24.62"E
Vieille Calle-2	36°55'5.66"N	8°20'49.49"E
Sable d'Or	36°56'2.28"N	8°14'32.34"E
Cap Rosa-1	36°56'49.05"N	8°14'20.47"E
Cap Rosa-2	36°57'1.39"N	8°13'44.96"E
El Hennaya	36°54'34.54"N	8° 8'5.02"E
Draouche	36°52'45.96"N	8° 3'28.32"E
La Mafragh-1	36°50'37.58"N	7°56'58.12"E
La Mafragh-2	36°50'40.97"N	7°57'14.03"E
La Mafragh-3	36°50'26.57"N	7°57'22.81"E
La Mafragh 4	36°50'24.32"N	7°57'8.33"E
Seybouse	36°50'47.28"N	7°48'57.14"E
Le Château	36°55'26.74"N	7°45'47.01"E
Cap de Garde-1	36°57'59.47"N	7°47'23.57"E
Cap de Garde-2	36°57'52.98"N	7°47'13.46"E
Cap de Garde-3	36°57'58.24"N	7°46'54.27"E
Cap de Garde-4	36°57'56.38"N	7°46'43.22"E
Ain ben Soltane	36°57'39.37"N	7°46'20.19"E
Ghar Lehmam	36°57'26.44"N	7°44'55.87"E
Oued bakrat	36°57'10.00"N	7°42'2.58"E
Cap Fagoul	36°57'42.11"N	7°42'7.35"E
Voile Noire	36°57'36.20"N	7°41'26.52"E
Pain de Sucre	36°58'28.08"N	7°39'22.51"E
Oued El Gueb	36°57'39.85"N	7°37'20.37"E
Djenet El Behar	36°59'18.21"N	7°33'46.11"E
Tahouna	36°59'39.49"N	7°33'24.83"E
Gons Embark	37° 0'1.19"N	7°33'20.39"E
Cap Jalou	37° 0'19.17"N	7°33'8.35"E
La Carrière Chetaibi	37° 4'10.57"N	7°23'20.45"E
Cap Takouch	37° 4'50.36"N	7°22'43.84"E
Sable d'Or Chetaibi	7°22'43.84"E	7°20'59.40"E
Akacha	37° 4'19.09"N	7°17'20.11"E
Cap de Fer-1	37° 4'38.16"N	7°11'13.28"E
Cap de Fer-2	37° 4'51.13"N	7°10'32.87"E
Cap de Fer-3	37° 4'40.78"N	7°10'16.52"E
Oued El Kébir	36°59'20.78"N	7°15'13.60"E
Saint Louis	36°54'26.67"N	7° 7'10.76"E

Stora-1	36°54'26.85"N	6°52'56.07"E
Stora-2	36°54'37.14"N	6°53'2.55"E
Oued Bibi	36°56'42.91"N	6°46'37.63"E



Diversity and ecology of Pteridophytes in the Skikda region (North East Algeria)

Tarek Hamel^{1*}, Amir Boulemtafes¹, Abderachid Slimani¹, Bachir El Mouaz Madoui² and Mohamed Djaber Drid¹

¹Department of Biology, Badji Mokhtar University, Annabam-23000, Algeria

²Ecology of terrestrial and aquatic systems laboratory, Badji Mokhtar University, Annaba-23000, Algeria
tarek_hamel@yahoo.fr

Available online at: www.isca.in, www.isca.me

Received 14th February 2017, revised 4th March 2017, accepted 8th March 2017

Abstract

The relative diversity and ecology of ferns the region of Skikda (North-East Algeria) were studied with the aim of documenting the pteridophytic flora and habit in this area. We have identified 25 taxa, one of this list is new to the Numidia sector (*Pteris vittata* L.). This flora is dominated by the rosale Hemicryptophyte biological type with either 60%. On the biogeographic level, we have 8 dominant subcosmopolite species, representing 32% of the studied flora. The rare flora of the region is presented by 10 taxa, 7 species considered as rare to very rare. According to habitat types, the species can be classified into 4 groups: terrestrials (20 species), lithophytes (11 species), epiphytes (1 species) and aquatic plants (1 species).

Keywords: Skikda (North-East Algeria), Pteridophytic flora, Rosale Hemicryptophyte, Subcosmopolite, Rare flora, Habitat types.

Introduction

Pteridophytes are a group of ancient species, characterized as an important plant group in the biography with a large number of relict and endemic taxa. They provide us with much information on the evolution of plants, their components and on the evolutionary aspects of biogeography¹.

This group has a longer evolutionary history than any other vascular plant and as a result, many of the phylogenetically-informative characters may have been lost in the process. They were high in numbers during the carboniferous period (355- 290 million years ago) and dominated part of the vegetation at that time².

It well said that ferns are not only curious taxonomic species, but they are plants characterized by a dynamic relationship with their environment³. As a result, obviously the floristic richness of the Pteridophytes varies according to the changes in abiotic conditions of the environment, explaining why some species are considered as bio-indicators^{4,5}.

Some 13600 species of pteridophytes are known all around the world⁶. The list Mediterranean Pteridophytes include about one hundred species⁷, nearly sixty species are present in Algeria^{8,9}.

The study area: The study area, Skikda, is located in the north-east of Algeria. Covering an area of 4138 km², it is limited from the North by the Mediterranean Sea, to the south by the wilayas (2 states) of Constantine and Guelma, to the east by the wilaya (state) of Annaba and to the west by the wilayas (states) of Jijel

and Mila. It extends between the Babors massif in the west and the Edough massif in the east over 150 kilometres along the coast¹⁰. The plain of Skikda has a triangular shape having as a summit the outlet of the valley of the Saf-Saf¹¹. This region is part of the small Kabylie which is part of the alpine chain of the Maghrebides¹².

Methods

The inventory (census) of species was carried out in the years of 2013-2016. The data information of this work is presented in the following order:

The scientific name: our identification and classification of the Pteridophytes species is based on^{8,9,13}. The new classification was updated for the species surveyed in the light of recent work compiled in the synonymous and bibliographic index of the North African flora¹⁴.

Biological types: Cr. Ch. (Crawling Chamephyte), Hem. ros. (Hemicryptophyte rosale), Hem. Rhiz. (Rhizomatous Hemicryptophyte), Cr. Hem. (Crawling Hemicryptophyte), Ces. Hem. (Cespitose Hemicryptophyte), Rhiz. Geo. (Rhizomatous Geophyte), Th. ros. (Therophyte rosales)^{15,16}.

Results and discussion

Occurrence and distribution of the Ferns: In this study, a total of 16 species of ferns belonging to 11 genera and 9 families were recorded (Table-1). With a dominance of the Asplenaceae family (7 taxa). This family is the most diversified in Numidia¹⁷.



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



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).

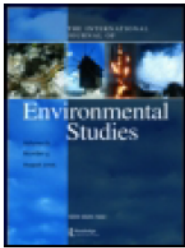
Dans un contexte mondial de préservation de la biodiversité, l'étude de la flore du bassin méditerranéen, présente un grand intérêt, vu sa grande richesse liée à l'hétérogénéité de facteurs historiques, paléogéographiques, paléoclimatiques, écologiques et géologiques qui la caractérisent, ainsi qu'à 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.



Diversité floristique des mares temporaires de la région d'Annaba (Nord-Est Algérien)

Mohcene Allem, Tarek Hamel, Chahrazed Tahraoui, Amir Boulemtafes & Zihad Bouslama

To cite this article: Mohcene Allem, Tarek Hamel, Chahrazed Tahraoui, Amir Boulemtafes & Zihad Bouslama (2017): Diversité floristique des mares temporaires de la région d'Annaba (Nord-Est Algérien), International Journal of Environmental Studies, DOI: [10.1080/00207233.2017.1409977](https://doi.org/10.1080/00207233.2017.1409977)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/00207233.2017.1409977>



Published online: 12 Dec 2017.



Submit your article to this journal [↗](#)



View related articles [↗](#)



View Crossmark data [↗](#)

Full Terms & Conditions of access and use can be found at
<http://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=genv20>