EVAXIANA

REVUE ÉLECTRONIQUE ANNUELLE DE LA SOCIÉTÉ BOTANIQUE DU CENTRE-OUEST

2017 - n°4

Evaxiana

Revue électronique annuelle de la Société botanique du Centre-Ouest

La Société botanique du Centre-Ouest (SBCO) est une Société savante fondée à Niort en 1888 sous le nom de Société botanique des Deux-Sèvres, sans but lucratif, régie par la loi de 1901.

Siège social : SBCO - BP 80098 - F-16200 JARNAC - tél. : 05 45 82 58 43
Site : http://www.sbco.fr

La SBCO poursuit trois objectifs :

- concourir au progrès de la Botanique et des Sciences naturelles, notamment par des sorties sur le terrain et par des publications ;
- promouvoir la protection de la Nature ;
- établir et entretenir des relations entre les botanistes de terrain (amicale de botanistes de terrain).

Devenir membre

Toutes les personnes physiques ou morales peuvent devenir membres de la Société botanique du Centre-Ouest.
La cotisation annuelle est de **17 €** (en 2018 et 2019).
La cotisation annuelle donne droit à participer aux différentes activités de la Société. Cette cotisation est aussi indispensable pour l'achat des publications puisque **la SBCO ne vend qu'à ses membres**.
Pour devenir membre, télécharger le formulaire d'adhésion http://www.sbco.fr/pdf/adhesion.pdf ou contacter le trésorier.

• Renouveler son adhésion

Si vous êtes déjà membre de la SBCO, un formulaire prérempli vous sera envoyé après le 1er janvier de la nouvelle année pour le renouvellement de votre adhésion. N'envoyez pas votre cotisation avant réception de ce formulaire. Ce formulaire sera accompagné d'un reçu vous permettant une **réduction d'impôt d'un montant représentant 66% de la cotisation** (et exclusivement de la cotisation, hors abonnement), dans la limite de 20% de votre revenu imposable puisque la Société botanique du Centre-Ouest est une **association d'intérêt général**.
Les dons sont les bienvenus et indispensables pour la bonne santé de notre association (pour 100 € de dons, vous déduisez 66 € de vos impôts, votre don ne vous coûte que 34 €).

• Payer sa cotisation

1- Envoyer votre formulaire à :
Trésorier de la SBCO
8 rue Paul Cézanne
17138 SAINT-XANDRE
accompagné d'un chèque avec au dos du chèque le **nom de la personne qui adhère**.
2- Cotiser **en ligne et régler directement par CB** à partir de notre site internet : http://www.sbco.fr/achats-en-ligne
3- Faire un **virement** en indiquant l'objet du virement : Banque La Banque postale, IBAN : FR21 2004 1010 0100 2157 9Z02 250, BIC : PSSTFRPPBOR

Administration

Président : Yves PEYTOUREAU
(sessions, expéditions…)
230 rue de la Soloire
Nercillac
F-16200 JARNAC
president@sbco.fr

Secrétaire : Benoit BOCK
F-28500 VERNOUILLET
secretaire@sbco.fr

Trésorier : Dominique PATTIER
(commandes, adhésions)
8 rue Paul-Cézanne
F-17138 SAINT-XANDRE
tresorier@sbco.fr

Service de publication

Directeur de publication : Benoît BOCK
1 rue Armand Dupont
F-28500 VERNOUILLET
publication@sbco.fr

Rédacteur : Bruno de FOUCAULT

Comité de lecture :
Benoit BOCK, Michel BOUDRIE, Pierre BOUDIER, Isabelle CHARISSOU, Bruno de FOUCAULT, Sylvie SERVE, Claude ROUX.

Liste des publications et tarifs
Elle est mise à jour régulièrement et téléchargeable sur notre site internet : http://www.sbco.fr/publications

La publication d'un article dans le Bulletin n'implique nullement que la Société approuve ou cautionne les opinions émises par l'auteur.

Service de demande de prêt et de consultation

Notre fonds documentaire est désormais en dépôt au Conservatoire botanique Sud-Aquitaine à Certes (33). Adressez-vous à : documentation@cbnsa.fr ou à CBNSA, Service Connaissance/documentation, Domaine de Certes, 33980 AUDENGE.

Les sommaires des revues échangées sont régulièrement publiés sur notre site internet, rubrique « Échanges »

Photo de couverture : *Adiantum raddianum* C.Presl, filicophyte présente à la Réunion, mais photographiée ici aux Açores, © Benoit BOCK

ISSN : 2430-1388 (version pdf disponible sur le site de la SBCO)
ISSN : 2431-1421 (version imprimée)

Date de publication 2018 ISSN (numérique) : 2430-1388, ISSN (imprimé) : 2431-1421

EVAXIANA

REVUE ÉLECTRONIQUE ANNUELLE DE LA SOCIÉTÉ BOTANIQUE DU CENTRE-OUEST

anciennement
SOCIÉTÉ BOTANIQUE des DEUX-SÈVRES
ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF
fondée le 22 novembre 1888
Siège social de la SBCO
230 rue de la Soloire–Nercillac
BP 80098–16200 JARNAC
FRANCE

Service de reconnaissance des plantes

Les botanistes dont les noms suivent proposent leurs services pour aider leurs confrères, les jeunes surtout, à déterminer leurs récoltes ou photos :

◇ **Pour les Charophytes** :

• Elisabeth **LAMBERT**, Faculté des Sciences–DBE, UCO–BP 10808, 3 place André Leroy, F-49008 ANGERS Cedex 01 – elambert@uco.fr

Il est demandé aux botanistes de joindre à leurs échantillons la localisation des stations observées, la date de récolte et une description de l'habitat.

◇ **Pour les Champignons supérieurs** :

• Christian **YOU**, Le Coteau, BP 3, 28 route de Villars, F-17800 PONS–you.christian@neuf.fr
• Jacques **BOYER**, 18 rue Nationale, F-49410 LE MESNIL-EN-VALLÉE–jacques.boyer49@orange.fr

◇ **Pour les Algues marines océaniques non planctoniques** :

• Martine **BRÉRET**, 8 rue Paul Cézanne, F-17138 SAINT-XANDRE–martine.breret01@univ-lr.fr

◇ **Pour les Bryophytes** :

• Vincent **HUGONNOT**, le Bourg, F-43270 VARENNES-SAINT-HONORAT–vincent.hugonnot@cbnmc.fr

◇ **Pour les Ptéridophytes** :

• Michel **BOUDRIE**, 16 rue des Arènes, F-87000 LIMOGES – michelboudrie@orange.fr

◇ **Pour les Trachéophytes** :

• Benoît **BOCK**, 1 rue Armand Dupont, F-28500 VERNOUILLET – b.bock@orange.fr
• Michèle **DUPAIN**, 7 rue Loriot-Laval, F-33600 PESSAC – michele.dupain887@orange.fr
• Jean-Pierre **REDURON**, 10 rue de l'Arsenal, F-68100 MULHOUSE (pour les Ombellifères) – jp.reduron@hrnet.fr

◇ **Pour les plantes du Maroc et d'Afrique du Nord**

• Alain **DOBIGNARD**, Atelier de Cartographie, Le Colerin, F-74430 LE BIOT
(retour du matériel assuré et commentaires) – a.dobignard@wanadoo.fr

Pour les récoltes, il est recommandé que chaque envoi comprenne, autant que possible, deux ou trois parts d'herbier, la détermination étant d'autant plus sûre et plus précise qu'il est possible d'examiner un plus grand nombre d'échantillons. Cela permet aussi au déterminateur de conserver pour son propre herbier l'une des parts envoyées.

NOTA : il est demandé aux envoyeurs de dédommager les déterminateurs des frais de correspondance s'ils désirent que les échantillons envoyés aux fins de détermination leur soient retournés. Prière de joindre à votre envoi votre adresse mail.
Pour les Charophytes, envoyer les échantillons, si possible fructifiés, dans un flacon hermétique avec de l'alcool à 60%. Pensez à enlever vase, algues filamenteuses et autres végétaux, le mieux possible, avant de mettre dans l'alcool.

Éditorial

Dans ce 4ème numéro d'Evaxiana, des flores de destinations de plus en plus exotiques apparaissent : de Corse, du Maroc, de l'Algérie, de la Réunion, de la Californie et même de Patagonie, a priori patrie d'origine d'un des aïeuls de notre Président – Yves Peytoureau ! Notre ami Guilhan PARADIS poursuit son inexorable étude phytosociologique du littoral Corse. Aucune crique, aucune plage, n'auront échappé à sa sagacité. Mais n'existe-il pas aussi des montagnes en Corse ? Peut-être sont-elles d'études moins prioritaires car moins menacées par le bétonnage des côtes sauvages de l'île de Beauté. Bruno de FOUCAULT continue à revoir la phytosociologie de sa nouvelle patrie : l'Aude. Mustapha RHANEM nous expose ses connaissances sur son sujet d'étude de prédilection : le Genévrier commun du Maroc. Il a obtenu grâce à notre aide pour la publication de ses articles le grade de professeur. Et surprise, Henri MATHÉ vous invite à revoir vos mathématiques ! Et oui elles peuvent servir pour l'étude de la flore ou plutôt de son évolution. De quoi remotiver les passionnés pour cette discipline mal aimée de nos jeunes. Guillaume DELAUNAY et Marc RIDEAU ont, eux, préféré une autre discipline, l'histoire, par l'étude de lettres anciennes échangées entre botanistes du début du XXe siècle.

Comme vous pouvez le constater Evaxiana propose une grande diversité d'articles, tous en relation avec la flore, mais avec des objectifs très différents. La revue reste essentiellement centrée sur la flore étrangère.

N'hésitez pas à nous solliciter pour vos projets éditoriaux. Vous trouverez des lecteurs avides d'informations qui n'attendent qu'à vous lire.

Bonne lecture à tous.

Benoit BOCK

Directeur de publication

Sommaire

PHANÉROGAMIE

• Le versant sud du jbel Bou-Nacer, un refuge insolite réunissant *Juniperus communis* L. et *Artemisia flahaultii* Emb. & Maire d'une haute signification biogéographique et écologique au Maroc - Mustapha RHANEM 5

• Aperçu des formes de croissance de l'irradiation de *Juniperus communis* L. au Maroc, au sein de stations-refuges écologiquement marginales - Mustapha RHANEM 19

• Diversité floristique des milieux forestiers et préforestiers de l'Atlas tellien occidental de Tiaret (N-O Algérie) - Mohamed Djamel MIARA, Mohammed AIT HAMMOU, Seghir HADJADJ-AOUL, Khellaf REBBAS, Hamdi BENDIF, Rabah BOUNAR..... 34

SESSIONS

• La Californie, un État diversifié. La flore et la végétation de la Californie. Partie I - Des forêts de Séquoia géant de la Sierra Nevada aux forêts côtières de Redwood - Marc TESSIER..... 59

• La flore et la végétation de la Californie. Partie II - Des déserts du Sud californien aux zones humides des environs de Sacramento - Marc TESSIER 73

• Voyage en pays magellanique - Francis ZANRÉ 110

• Voyage à La Réunion et bref aperçu de sa flore - Guillaume DELAUNAY.....132

PHYTOSOCIOLOGIE

• Caractérisation des habitats de la Bézalado et de la Sagne Grande, commune des Martys (Aude, France) - Bruno de FOUCAULT.....143

• Végétation en 2017 du site dunaire de Cupabia (Corse), inscrit dans le réseau Natura 2000 - Guilhan PARADIS et Carole PIAZZA 172

DIVERS

• Inflation ? Vous avez dit inflation ? - Henri MATHÉ.....217

• La réalisation du catalogue floristique d'Indre-et-Loire (1908) d'Ernest-Henry Tourlet analysée au travers d'échanges épistolaires scientifiques - Guillaume DELAUNAY et Marc RIDEAU.....248

Le versant sud du jbel Bou-Nacer, un refuge insolite réunissant *Juniperus communis* L. et *Artemisia flahaultii* Emb. & Maire d'une haute signification biogéographique et écologique au Maroc

Mustapha RHANEM
Unité de botanique et écologie montagnarde,
Faculté des sciences, Département de biologie
BP 11201
ZITOUNE, MEKNES
MAROC
mrhanem@gmail.com

Résumé : Le Bou-Nacer, point culminant de la chaîne du Moyen Atlas, est à la fois un haut massif montagneux et un carrefour biogéographique. C'est aussi un territoire-refuge où se trouvent complètement isolées actuellement des espèces rares à très rares ou même relictuelles à aire restreinte ou en limite d'aire de distribution, ce phénomène ayant pour corollaire une spécialisation écologique étroite. Ce sont là des conditions éminemment favorables pour la différenciation génétique et la spéciation. L'apparition d'un endémisme spécifique en est d'ailleurs la confirmation. Le cas le plus éloquent est sans conteste celui d'*Artemisia flahaultii* Emb. & Maire, témoin d'une indiscutable influence de type irano-touranien.

Le genévrier commun (*Juniperus communis* L.) est également un exemple significatif. De souche septentrionale, ce conifère au statut taxinomique encore incertain et peu connu jusqu'ici au Bou-Nacer y présente, dans son type rampant, une importante population résiduelle bien établie. Et, contre toute attente, l'endroit où ce taxon atteint sa plénitude se trouve en plein cœur du versant sud, dans une situation diamétralement opposée à celle qu'on lui connaît sur les trois chaînons du Haut Atlas de Midelt où il colonise des ubacs particulièrement humides.

Cette présence en adret *a priori* paradoxale ne peut être expliquée qu'en fonction des formes de relief qui peuvent s'y différencier. C'est en particulier le cas de celles engendrées par l'Adrar Taouchguelt qui contribuent à modifier avantageusement les conditions climatiques régionales et offrent à ce taxon arctico-alpin un refuge biogéographique inattendu en dehors duquel il est beaucoup moins représenté.

En effet, contrairement à ce que le laisse entrevoir l'emplacement de cette localité sur le revers moulouyen du Bou-Nacer, c'est entre les versants de Taouchguelt exposés au nord et ceux faisant face à l'ouest, marqués par une humidité plus abondante et plus constante, que prolifère, quasi exclusivement sur éboulis de gravité, le genévrier commun. Tandis que ce dernier taxon y présente son développement optimal uniquement à l'étage oroméditerranéen, *A. flahaultii*, lui, se rencontre à toutes les expositions sur beaucoup de points du Bou-Nacer et s'observe aussi bien au montagnard qu'à l'oro-méditerranéen sur divers substrats mobiles. De la sorte, ce rarissime buisson souvent en coussinet parfois rampant est l'espèce la plus répandue dans toute la partie centrale du jbel Bou-Nacer qui correspond à son unique aire de répartition.

Enfin, si le refuge du Bou-Nacer exprime un caractère à la fois médio-européen et oriental qui ne se retrouve nulle part ailleurs, son biotope unique est, lui, assez comparable à ceux des jbels Amkaidou, Tadrart et Maasker dans le Haut Atlas de Midelt. Il confirme pleinement néanmoins la localisation élective du genévrier commun au pourtour des bassins haut et moyen de la Moulouya et sa préférence pour un biotope spécifique.

Mots-clés : *Juniperus communis*, *Artemisia flahaultii*, plante endémique, taxon rare, mosaïque, haute montagne refuge, Bou-Nacer, Moyen Atlas, Maroc

Abstract : The Bou-Nacer, the highest point of the Middle Atlas range, is both a high mountain massif and a biogeographical junction. It is also a refuge territory where rare to very rare or even relictual species with restricted area or in the limit of distributional area are currently completely isolated, this phenomenon having as corollary a narrow ecological specialization. These are highly favourable conditions for genetic differentiation and speciation. The emergence of a specific endemism confirms it. The most eloquent case is undoubtedly that of *Artemisia flahaultii* Emb. & Maire, witness of an indisputable influence of the Iranian-Touranian type.

The common juniper (*Juniperus communis* L.) is also a significant example. From the northern stock, this conifer with taxonomic status still uncertain and little known so far in Bou-Nacer, presents there, in its creeping type, a large well-established residual population. In addition, contrary to all expectations, the place where this taxon reaches its fullness is located in the heart of the sunny southern slope, in a situation diametrically opposite to that known about it on the three links of the High Atlas of Midelt where it colonizes north-facing slopes particularly humid.

This *a priori* paradoxical presence is explained by local factors closely linked to the large articulations of the Adrar Taouchguelt relief, which contribute to a favourable change in regional climatic conditions and offer an unexpected biogeographical refuge to the arctico-alpine taxon of which it is much less represented.

Indeed, contrary to what indicates the location of this locality on the Moulouyan side of the Bou-Nacer indicates, it is between the slopes of Taouchguelt exposed to the north and those facing west, marked by humidity more abundant and more constant, which proliferate, almost exclusively on gravel scree, the common juniper. While this latter taxon exhibits its optimum development only on the oromediterranean level, *A. flahaultii* is found at all exposures on many points of the Bou-Nacer and can be observed both in the montane level and oro-mediterranean on various mobile substrates. In this way, this rare bush, often in clumps, sometimes creeping, is the most widespread species throughout the central part of the Jbel Bou-Nacer that corresponds to its unique range.

Finally, although the Bou-Nacer refuge expresses a Mid-European and Eastern character that is not found anywhere else, its unique biotope is quite comparable to those of Amkaidou, Tadrart and Maasker in the High Atlas of Midelt. It nevertheless fully confirms the elective location of the common juniper around the upper and middle basins of the Moulouya and its preference for a specific biotope.

Keywords : *Juniperus communis*, *Artemisia flahaultii*, endemic plant, rare species, mosaic, high mountain refuge, Bou-Nacer, Middle Atlas, Morocco

I- Introduction

Le massif du Bou-Nacer, qui culmine à 3 326 m (Photo 1), constitue la montagne la plus élevée de toute la chaîne du Moyen Atlas dont la bordure sud-est, où s'élèvent d'autres sommets parmi les plus hauts de la chaîne, est quasiment bâtie de la même manière que l'imposante muraille périphérique du Haut Atlas de Midelt. En plan, ce système atlasique présente un découpage morphologique guidé essentiellement par la géométrie en rides et sillons d'âge jurassique constitué de calcaires compacts en gros bancs et durs, parfois dolomitiques, ceinturant de part et d'autre les bassins mio-pliocènes supérieurs de la haute et moyenne Moulouya. Ils sont séparés par les marno-calcaires schisteux qui les accompagnent assez fréquemment au niveau de ces parties des chaînes en contrebas (Michard *et al.*, 2008).

Le Bou-Nacer appartient à une zone externe formée par une succession puissante et massive de grands anticlinaux en guirlande de direction SO–NE. Se développant dans la zone axiale où se sont superposés au maximum les mouvements tectoniques (Delcaillau *et al*., 2007 ; Charrière *et al*., 2011), il n'est pas étonnant qu'ils correspondent à un anticlinal étroit dont la dureté des roches calcaréo-dolomitiques renforce encore davantage la multiplication des pentes fortes et raides que souligne l'importance des escarpements de fort commandement et de grandes variations altitudinales sur de faibles distances.

Ces forts dénivelés favorisent d'importants phénomènes d'érosion et d'accumulation d'éboulis fins provenant de la désagrégation des marno-calcaires ou d'éboulis grossiers plus mouvants issus du démantèlement cryoclastique de calcaires plus durs. Concernant les affleurements de rochers, le degré de fragmentation et de fissuration des affleurements de roches mères (joints de stratifications, joints de schistosité dans le cas des calcaires en plaquette, fractures tectoniques, diaclases...), la conformité ou non du pendage des strates avec la topographie déterminent le fonctionnement et l'évolution de ces substrats. Le type de substrat classé, en banc calcaire compact, banc diaclasé et banc concassé, contribue à modifier les conditions locales du climat dans le sens d'une plus ou moins grande aridité.

C'est aussi une haute montagne dans une région aride qui est, toutefois, caractérisée par une sécheresse encore plus marquée que celle où surgit le triplet haut-atlasique Amkaidou-Tadrart-Maasker (Fig. 1). Cependant, la position de la haute barre des montagnes du Bou-Nacer en latitude moins basse et, de surcroît, immédiatement derrière celle du Bou-Iblane l'amène à former un second front de condensation de l'humidité atmosphérique (Fig. 1), ce qui en fait aussi un important pôle d'enneigement qui, au sud, contraste avec l'aridité très marquée de la plaine de la moyenne Moulouya en contrebas. Cette neige couvre le sol pendant une durée qui croît avec l'altitude ; c'est surtout la diminution de la température qui en est responsable. Ce facteur écologique détermine aussi une succession verticale de climats locaux qui, sur le versant sud du Bou-Nacer, s'étage des conditions les plus sèches et les plus chaudes jusqu'à celles d'un climat très froid analogue à l'arctique. Les effets biogéographiques se matérialisent par un

Photo 1. Ligne de faîte principale du Bou-Nacer en plateau légèrement incliné dépassant 3 000 m d'altitude sur plus d'une vingtaine de kilomètres depuis les escarpements qui dominent le village des Oulad-Ali jusqu'au nord de Tirnest. Seuls quelques cols viennent rompre cette barrière calcaréo-dolomitique quasi continue comme c'est le cas ici du Tizi n'Tizdi. De part et d'autre de l'éperon, la corniche sommitale du grand versant sud, dont la pente augmente vers le haut, représente un milieu spécial de la haute altitude écologiquement très contraignant (le passage au substrat de roches dures, ponctué par une brusque accentuation de la pente, en marque la limite inférieure) ; il détermine une sélection encore plus rigoureuse des espèces. Parmi les espèces les plus marquantes, il en est deux ligneux prostrés, les plus nettement adaptés sont *Juniperus communis* et *Artemisia flahaultii* qui émaillent çà et là, en compagnie d'autres espèces buissonnantes, le revers sud de cette barre rocheuse. Au premier plan, l'on peut seulement observer, par ordre de dominance décroissant, des pieds d'*A. flahaultii*, d'*Alyssum spinosum* et de *Bupleurum spinosum* (vue prise en direction de l'est à l'altitude 3 000 m)–3 août 2016, © M. RHANEM

Photo 2. Pied isolé d'*Artemisia flahaultii* bien mieux développé en hauteur vers 2 800 m d'altitude sur éboulis anguleux. En arrière plan, les versants à corniches de Taouchguelt Kbir se raccordent à la plaine d'Atchana par un piémont constitué par plusieurs niveaux de glacis et de glacis-cônes plus ou moins encroûtés qui portent de grandes étendues de *Rosmarinus officinalis* L. et *Stipa tenacissima* L., espèces plus communes à caractère également sclérophylle de la flore autochtone méditerranéenne qui domine partout ailleurs. Notons aussi qu'au pied de la plus grande niche l'éboulis n'est que très faiblement recouvert par la végétation. Seuls les lichens recouvrent les blocs. La gélifraction a donc été de toute vraisemblance fonctionnelle plus tardivement sur cette partie du haut versant nord-ouest du grand cirque de l'Adrar Taouchguelt, et peut-être l'est-elle encore lors d'années exceptionnelles, © M. RHANEM

Figure 1. Encadrement montagneux des bassins haut et moyen de la Moulouya avec la chorologie de *Juniperus communis* (***J. c.***). Ce taxon y présente deux aires bien distinctes : au nord de la Moulouya (adret du Bou-Nacer dans le Moyen Atlas oriental) et au sud de la Moulouya (d'est en ouest, les ubacs d'Amkaidou, de Tadrart et de Maasker dans le Haut Atlas). Mais, entre les stations orientales les plus à l'ouest au Bou-Nacer et les stations occidentales les plus à l'est d'Amkaidou, s'intercale la micropopulation du Tichchoukt.

Photo 3. *A. flahaultii* en taches à peine hautes de 20 à 30 cm couvrant des éboulis au pied de l'escarpement rocheux en dents de scie de l'Adrar Taouchguelt. En marqueterie, apparaissent également sur les pentes raides tournées au NO des plages de genévrier et des coussinets d'*Alyssum spinosum* L. et de *Bupleurum spinosum* L. Par contre, l'immense paroi, très abrupte, présente par ailleurs des conditions écologiques identiques d'un bout à l'autre du massif : grand ensoleillement, aridité édaphique très accusé, fonte précoce des neiges et grande pauvreté de la flore, par suite des éboulements très nombreux qui se produisent tout au long de cette muraille fortement délitée, © M. RHANEM

Photo 4. Le grand cirque de Taouchguelt acquiert un intérêt botanique tout particulier du fait qu'il réunit deux espèces très rares à aire disjointe et une espèce endémique à aire restreinte. C'est le cas de trois arbustes : *J. communis*, *A. flahaultii* et *Daphne laureola* L. La surface occupée par les représentants de ce dernier taxon à aire septentrionale est toujours très restreinte et plus localisée, comparée à celle des deux autres espèces qui se rencontrent ici plus fréquemment. Au premier plan, une touffe rase de *D. laureola* enchevêtrée dans une plage de genévrier commun, alors que cinq autres, éparses çà et là à l'abri de rochers, sont puissamment ancrées dans des poches terreuses riches en matières organiques (à l'aplomb et à gauche du gros bloc du milieu). Parallèlement à l'extension de *J. communis* et d'*A. flahaultii* sur les pierriers hétérométriques, on constate la régression des autochtones oroméditerranéennes comme *Bupleurum spinosum* et *Alyssum spinosum*. Dans l'angle haut à droite, les pointes sommitales sont à ce niveau profondément découpées par des fissures que bordent des arêtes tranchantes modelées dans des bancs calcaires peu épais à pendage subvertical ; le contraste est saisissant avec le grand banc du rebord, en haut au milieu, © M. RHANEM

échelonnement de types de végétation de plus en plus froids à mesure que l'on s'élève rapidement de la plaine vers la portion haute du versant la plus déclive, le tout condensé en un espace relativement restreint, si bien que c'est, du point de vue écologique, le fait le plus net et le plus important.

Si la distribution de la végétation de montagne en étages superposés est due essentiellement à la diminution de la température avec l'altitude, elle l'est aussi au modelé topographique. Ce dernier exerce une action indirectement par l'intermédiaire de l'effet de compensation de facteurs qui prend une importance considérable dans les cas extrêmes où un facteur est limitant, que ce soit le froid (hautes altitudes) ou la sécheresse (secteurs arides). Il en est ainsi par exemple dans l'étage de haute montagne où, en raison d'une topographie particulièrement contrastée et d'une tectonique tourmentée, l'extrême diversité dans les conditions écologiques et dans la différenciation d'habitats spécialisés est susceptible d'offrir à des plantes de diverses souches d'évidentes possibilités de trouver un biotope favorable d'autant plus décisif que les conditions ambiantes, liées au climat régional ou local, sont plus rudes dans cet étage. Le corollaire de ces contrastes est un grand développement d'une gamme relativement riche et complexe de combinaisons floristiques. C'est aussi pour cela que son tapis végétal est une mosaïque diversifiée.

Tel est en particulier le cas de l'adret du Bou-Nacer dont l'étage de haute montagne abrite quelques mélanges floristiques déconcertants et de nombreuses exceptions avec des espèces végétales rares et/ou endémiques (Photos 2, 3, 4, 5, 6 et 7) dont la structure actuelle, à l'instar des autres plantes de même type de la région méditerranéenne, a été façonnée au fil de l'histoire par le biais de processus macro-écologiques alliant évènements paléogéographiques et climatiques (Thompson, 2005).

Nous avons d'ailleurs eu l'occasion de le constater lors de nos récentes études (Rhanem, 2016a et b) puisque nous y avons rapporté la découverte d'une importante population de genévrier commun (*Juniperus communis* L.) sur la retombée moulouyéenne de ce haut massif montagneux ; associé à lui, *Artemisia flahaultii* Emb. & Maire, une des espèces les plus rares de la flore du Maroc, en apporte un autre témoignage tout aussi emblématique (Photos 2, 3 et 5). Cette superbe espèce, à répartition plus méridionale et plus circonscrite, est en effet endémique du Bou-Nacer. Tout comme le genévrier, elle est encore insuffisamment connue, de sorte qu'une mise au point tant sur le plan chorologique que du point de vue écologique restait également à faire.

Ce qui frappe au premier abord chez ces deux rarissimes ligneux, en limite d'aire et à aire exiguë respectivement, c'est leur forme buissonnante relativement prostrée et plus ou moins rampante ; les ramifications sont presque toutes à la base, formant des touffes ou des coussins bas, mais compacts et dont les individus constitutifs présentent systématiquement tous une homométrie remarquable en ce qui concerne les hauteurs. En outre, ces deux espèces, dotées d'un système racinaire puissant, sont les mieux adaptées à supporter la mobilité des cônes d'éboulis ou de déjection des ravins collatéraux ; elles parviennent à se développer sur ces

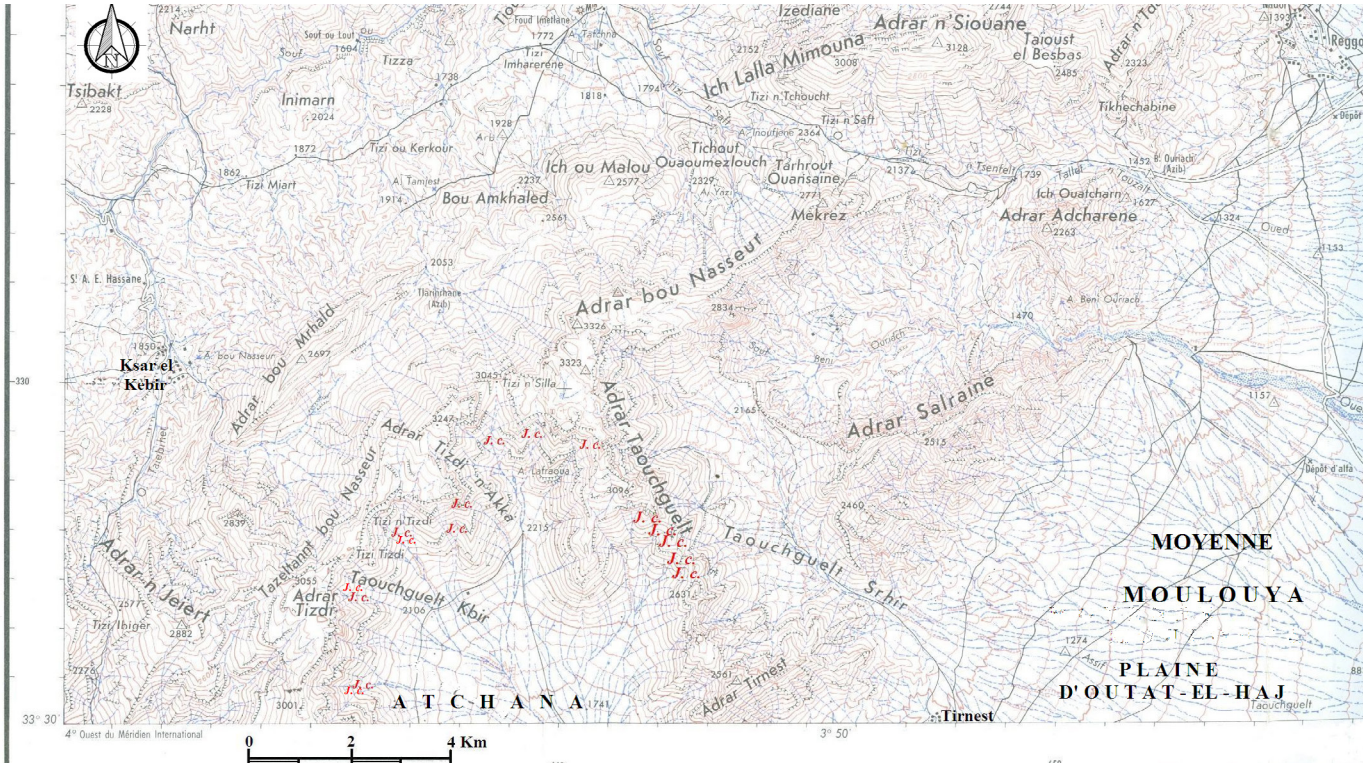


Figure 2. Profil de répartition longitudinal et altitudinal de *Juniperus communis* (***J. c.***) formant une aire sensiblement en fer à cheval ; elle couvre fidèlement l'essentiel des portions supérieures méridionales des plus hauts chaînons du massif du Bou-Nacer entre les crêtes occidentales de l'Adrar Tizdi et les lignes de faites de Taouchguelt vers l'est. Bien que dans ce secteur d'Atchana la sub-égalité d'altitude des crêtes soit frappante, c'est seulement en contrebas de celle de Taouchguelt que le genévrier est, de très loin, le mieux représenté en termes à la fois qualitatif et quantitatif. Là, il apparaît à partir de 2 400 m d'altitude au fond de cirques aux murailles vives et redressées. Ces petits cirques, séparés par des croupes, sont vigoureusement encaissés et suspendus au-dessus de la vallée principale. C'est en particulier le cas du plus méridional d'entre eux qui évoque la forme d'un demi-entonnoir dont le modelé évasé vers le haut, finit en gorge vers l'aval. Par contre, sur les longs versants tendus à forte déclivité de plus d'un kilomètre de dénivelé, c'est seulement à mi-pente, vers 2 600 m, que l'on voit sporadiquement se former les premières plages qui colonisent de grands amas de blocailles. De telles colonies très clairsemées se développent aussi sur un arc de parois rocheuses d'au moins d'une dizaine de kilomètres formé par l'imposant encadrement de hautes montagnes dépassant partout 3 000 m, lequel est disséqué en « serres » sur tout le pourtour de vallons en V où se confinent d'autres taches bien-venantes de genévrier.

substrats mouvants où, malgré l'épaisseur du matériel, elles atteignent les horizons profonds pourvus de terre fine. C'est là d'ailleurs que ces deux buissons présentent une forte colonisation hautement caractéristique tant en densité qu'en biovolume (Photos 2, 3, 4 et 5).

La mosaïque réalisée, dans leur aire de chevauchement, par la juxtaposition des larges plages de genévrier et des touffes plus ou moins éparses d'armoise revêt donc une signification toute particulière et suffit à elle seule à individualiser ces deux espèces au sein de l'étage oroméditerranéen, au climat pourtant réputé très rude et hostile à la production ligneuse (Photos 4, 6 et 7). Aussi cette mosaïque unique compte-t-elle parmi les meilleurs exemples pour démontrer l'existence réelle de groupements végétaux bien individualisés au point de vue floristique, écomorphologique et dynamo-génétique. Ces faits rendent encore mieux compte de l'originalité de cette portion du Bou-Nacer et la séparent nettement des secteurs qui l'entourent.

Ce groupement typique n'occupe cependant guère qu'une petite surface du versant sud du Bou-Nacer de l'ordre d'une centaine d'hectares. C'est d'ailleurs dans de telles situations que se trouvent la plus grande partie des trois autres populations de genévrier dans le Haut Atlas de Midelt. La cartographie au 1/100 000 de leur aire d'extension y a permis de circonscrire la surface couverte à environ 610 ha qui se répartit, d'est en ouest, entre l'Amkaidou (300 ha), le Tadrart

Photo 5. Important amas de blocs descendus du sommet à la faveur d'un cône de déjection torrentielle qui masque le calcaire sous-jacent et coïncide avec une bande étroite, nettement délimitée par *A. flahaultii*. La vue est prise à l'altitude 2 300 m environ au débouché de l'un des cinq cirques en demi-entonnoir de l'Adrar Taouchguelt. En haut et à droite du cliché, corniche taillée dans les calcaires au pied de laquelle une concavité correspondant à la partie évasée d'une niche cryonivale de taille importante joue le rôle d'un réceptacle à neige en hiver ; c'est là justement que prospèrent les coulées de *J. communis* et d'*A. flahaultii*. Le premier taxon, bien qu'il présente au Maroc une aire de distribution relativement vaste, est l'arbuste dont la répartition est la plus nettement liée à l'étage oroméditerranéen. Contrairement à *A. flahaultii*, il ne descend pas dans l'étage montagnard méditerranéen, © M. RHANEM

(160 ha) et le Maasker (150 ha).

La présente note est donc un complément de nos études antérieures sur le genévrier commun (Rhanem, 2013, 2014, 2015, 2016a et b) ; elle se rapporte plus précisément à la partie sud-centrale du massif du Bou-Nacer (Fig. 2), là où se trouvent ses hauts reliefs les plus importants qui encadrent notamment le gigantesque amphithéâtre d'Atchana formant comme un fer cheval ouvert vers le sud. Mais, c'est surtout la configuration particulière nord-sud de l'imposant chaînon de l'Adrar Taouchguelt enserrant cette dépression qui apporte de notables changements morphologiques dans le modelé et qui joue, par conséquent, un rôle de premier plan. En sorte que ce dernier chaînon est impérativement déterminé par une série de niches cryonivales en forme de fauteuil d'autant plus évasées que l'on s'enfonce dans la masse montagneuse en direction du pied de la ligne de crête axiale. Elles sont séparées les unes des autres par des croupes, si bien que l'ensemble du relief de ce secteur se présente comme une vaste unité topographique en demi-entonnoir des plus singulières, et c'est justement dans ces conditions si spéciales que prospère le genévrier commun (Fig. 2).

Photo 6. Mosaïque relativement lâche entre *J. communis* et *A. flahaultii* sur une forte pente tapissée d'éboulis instables (avoisinant 40°) d'exposition nord. Ce groupement orophile au travers duquel transparaissent des plages de sol nu et des affleurements rocheux forme une enclave édaphique à l'intérieur du climax général oroméditerranéen de la région représentée par les xérophytes épineux en coussinet ; il en est même de l'escarpement calcaire du haut (voir Photo 5). Grand cirque de Taouchguelt, Bou-Nacer méridional, vers 2 600-2 900 m, © M. RHANEM

Dans ce travail, nous tenterons de décrypter parmi tous les facteurs écologiques ceux que l'on doit considérer pour tenter de comprendre et d'expliquer une telle localisation exceptionnelle du genévrier commun, dans le secteur le plus méridional de la crête principale du Moyen Atlas, aux confins de territoires arides à perarides de la Moulouya dans un contexte bioclimatique *a priori* fort éloigné des exigences spécifiques de ce taxon. En fait, cet article vise à atteindre un double but :

- établir une cartographie la plus précise possible de la répartition du genévrier sur l'adret du Bou-Nacer et d'en montrer les cohérences en recherchant quelle contribution la connaissance des aspects stationnels peut apporter à la position géographique particulière de cette espèce sur ces quatre chaînons ;

- analyser les caractéristiques stationnelles et les éléments floristiques les plus marquants dans le paysage végétal accompagnant la population de genévrier commun tout en essayant de mieux cerner d'une part les relations qu'il entretient avec *A. flahaultii* et, d'autre part, leur distribution réciproque.

Photo 7. Aspect rupicole de la mosaïque de *J. communis* et d'*A. flahaultii* sur une corniche sommitale en gradins d'exposition nord-ouest où les traces de la gélifraction sont nettement visibles : les bancs peu gélifs sont en surplomb au-dessus des bancs gélifs. La corniche évolue en reculant parallèlement à elle-même. On observe là des abris sous roche et des effets d'appel au vide, favorisés par la tectonisation et la karstification des calcaires. On voit ainsi les traces de la chute de grands pans de paroi qui ont donné des talus d'éboulis à gros blocs entassés sous l'effet de la seule gravité (sans intervention du ruissellement). Vue également prise dans le grand cirque de Taouchguelt, Bou-Nacer méridional, vers 2 900 m, © M. RHANEM

Notons au passage que le Bou-Iblane et le Bou-Nacer offrent deux fronts successifs aux vents du NO pluvieux. Le premier culminant à 3 172 m, alors que le second atteint 3 326 m. Même si le Bou-Nacer est légèrement en retrait, il accroche autant que le Bou-Iblane les systèmes nuageux venus de l'océan Atlantique. Différentes cluses sont autant de voies de passage pour les vents de pluie atlantiques qui parviennent aux crêtes frontières du Bou-Nacer en remontant les vallées adjacentes.

II- Place du genévrier dans le contexte végétal de la moyenne Moulouya

Sans entrer dans de nombreux détails, nous pouvons mentionner que la végétation présente deux types bien tranchés, la plaine et la montagne, chacune d'elles forme des structures bien individualisées. Cette division s'appuie sur l'altitude qui commande le climat. La distinction est faite avec netteté tant en ce qui concerne la composition floristique, la physionomie que le problème des limites altitudinales et leurs variations.

Le changement est radical dès qu'on atteint le piémont. Si les premiers cônes de déjection sont encore bien fournis en fruticée de romarin, celle-ci s'éclaircit rapidement vers les vallons où prédominent de gros blocs. Elle devient si basse et si rase qu'elle passe brutalement à de grandes touffes d'épine vinette (*Berberis hispanica* Boiss.

& Reut.), dépassant deux mètres. Ailleurs, sur les bas versants, les immenses nappes de romarin disparaissent complètement au profit d'une mince bande discontinue de chênaie à *Quercus ilex* entre 2 000 et 2 300 m essentiellement.

En opposition avec le versant sud du Bou-Nacer, la portion planitiaire est le domaine de végétations steppiques particulièrement xériques qui s'étendent sur de grandes étendues. Très irrégulièrement répartie dans l'espace, la végétation steppique de la région est assez contrastée en raison de la diversité des substrats et des situations géomorphologiques. Il s'agit d'une végétation claire et basse, qui ne dépasse qu'assez rarement 50 cm de hauteur, constituée d'espèces pérennes (ligneuses le plus souvent). En se basant sur la physionomie, il est possible de distinguer dans la plaine deux types de steppes : une steppe graminéenne cespiteuse à halfa (*Stipa tenacissima* L.) et une steppe ligneuse chaméphytique à Armoise blanche [(*Seriphidium herba alba* (Asso) J. Sojak (= *Artemisia herba alba* Asso)]. La première manifeste une prédilection pour les sols à la fois légers et bien drainés ainsi que des sols à croûtes, alors que les artémisiaies à armoise blanche préfèrent plutôt les formations meubles, à texture moyenne à fine. Mais, dans un cas comme dans l'autre, les recouvrements restent faibles et la végétation n'interpose en aucun cas un écran efficace entre les pluies et le sol, si bien que les croûtes de battance formées par compaction de la surface sont généralisées dans de nombreux secteurs.

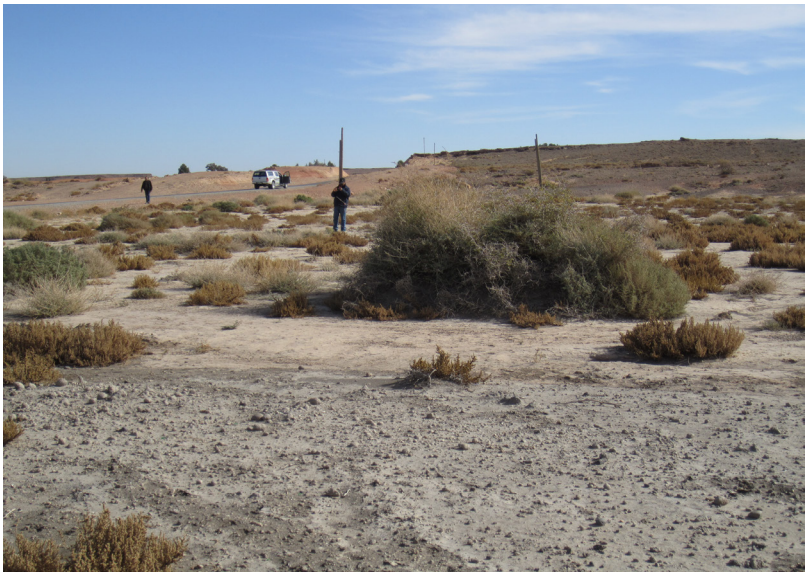


Photo 8. Les buttes de jujubier tendent d'autant plus vers un mode de distribution contracté que le support édaphique est moins favorable (affleurements de croûte calcaire, encroûtement gypseux ou salin, sols sableux). À noter encore que le jujubier tend ici à se concentrer le long du réseau hydrographique sur des alluvions limoneuses avec cependant des taux de recouvrement extrêmement faibles. En revanche, comme l'a observé Long (1954) en Tunisie, ses racines ont une longueur considérable tant en profondeur qu'au niveau de l'horizon supérieur du substrat (10 à 15 m de rayon). Il est probable que c'est cette même espèce qui, en ralentissant l'écoulement de l'eau et en piégeant les éléments fins, a conditionné la formation des buttes. Il convient enfin de remarquer au premier plan qu'il disparait sur le rebord adjacent en terrain gypseux au profit de *Noaea mucronata,* © M. RHANEM

Ces steppes infraforestières se révèlent très pauvres en espèces vivaces, mais par contre assez riches en espèces annuelles pouvant atteindre un fort développement et un recouvrement élevé durant le printemps en année pluvieuse. Parmi les thérophytes les plus fidèles (au sens écologique du terme) qui composent leur cortège floristique, on trouve *Androsace maxima* L., *Anisantha rubens* (= *Bromus rubens* L.), *Carrichtera annua* (L.) DC., *Ctenopsis cynosuroides* (Desf) Romero Garc., *Rostraria pubescens* (= *Koeleria pubescens* P. Beauv.), *Lappula patula* (Lehm.) Gürcke, *Matthiola lunata* DC., *Plantago ovata* Forssk., *Scorzoneroides hispidula* (Delile) Greuter & Talavera. À côté de ces espèces, prennent place non seulement des géophytes comme *Gagea fibrosa* (Desf.) Schult. & Schult. f., mais aussi des chaméphytes telles que *Astragalus armatus* Willd., *Helianthemum pergamaceum* subsp. *camillei* Raynaud, *Noaea mucronata (*Forssk.) Asch. & Schweinf., *Plantago albicans* L. et même des hémicryptophytes telles que *Ajuga iva* (L.) Schreb. (Rhanem, 2009).

En revanche, dans les thalwegs où des caractères d'hydromorphie et de salure marquent généralement le faciès des sols alluviaux, mais pauvres en matière organique, l'halfa comme l'armoise blanche sont remplacés par *Atriplex halimus* L., *Hammada scoparia* (Pomel) Iljin (= *Haloxylon scoparium* Pomel), *Hammada schmittiana* (Pomel) Botsch. (= *H. schmittianum* Pomel) (et de nombreuses autres chénopodiacées), *Rhanterium suaveolens* Desf., etc. Dans ce contexte d'espèces halophiles où les lames d'eau recueillies sont inférieures à 200 mm par an, prédomine *Ziziphus lotus* (L.) Lam. (jujubier) (Photo 8). Dans la région d'Outat-El-Haj, face aux contraintes d'approvisionnement en eau, il a plutôt tendance à se localiser dans les stations les moins sèches (lits asséchés d'oued, ravins, dayas) où il est accompagné de *Tamarix aphylla* (L.) H. Karst. (= *T. articulata*). Les sols salés sont très fréquents. Les jujubiers en sont éliminés ou n'y figurent que rarement. La végétation y est buissonnante formée principalement d'un ensemble d'espèces nettement halophiles ; c'est particulièrement le cas pour *Atriplex halimus* et *Lycium intricatum* largement dominants. Par contre, dans les stations les plus salées, *Salsola vermiculata* et *Suaeda vermiculata* (= *S. fruticosa*), *Sphenopus divaricatus* (= *Sphenopus gouani*), etc. s'y associent.

Le grand trait commun demeure donc la rareté et une forte variabilité dans le temps et dans l'espace des précipitations, ainsi que l'intensité de l'évaporation et la précarité des ressources en eau. La disponibilité en eau peut néanmoins être accentuée ou atténuée par les facteurs topographiques, mais aussi édaphiques et géomorphologiques qui n'évoluent pas aux mêmes rythmes que les paramètres climatiques. Les sols sont également comparables, caractérisés par des surfaces à croûte calcaire ou gypseuse plus ou moins démantelées, alors que sur les piémonts, glacis et zones d'épandage, se rencontrent des sols limono-sableux calcaires, avec parfois présence de gypse en profondeur. Le centre de la plaine est le domaine des sierozems épais et sableux, qui reposent le plus souvent sur des limons à nodules calcaires, et des encroûtements calcaro-gypseux.

Il convient enfin de souligner que c'est seulement dans les parties sèches de ce territoire que la contraction de la végétation survient chaque fois que les précipitations sont insuffisantes pour couvrir les besoins en eau minimum des arbres et/ou arbustes. Ceux-ci doivent alors trouver refuge dans les dépressions topographiques où le ruissellement et le stockage occasionnel de l'eau dans le sol compensent le déficit pluviométrique.

Cependant, un tel phénomène n'est pas spécifique aux milieux secs ; il peut se produire occasionnellement sur le versant sud du Bou-Nacer, et tout particulièrement en zone de haute montagne de l'Adrar Taouchguelt, pourtant fortement et longuement enneigés, de sorte que la végétation naturelle dans les milieux supraforestiers est affectée par la variabilité de l'épaisseur du manteau neigeux et sa durée dans sa structure et dans sa composition floristique, dans l'adaptation morphologique et écophysiologique des espèces qui la composent. Une telle situation est rencontrée par le genévrier commun dont le recouvrement est également sous la dépendance très étroite des états de surface du sol ; ces derniers évoluent considérablement sous l'effet

de la topographie. En effet, ce taxon, au statut taxinomique encore incertain au Maroc (Adams *et al*., 2015), est le seul arbuste encore susceptible de présenter mieux qu'aucun autre ligneux d'importantes concentrations de taches assez proches les unes des autres dans des portions d'espace exiguës. Ces plages d'allure contractée tendent à se confiner exclusivement et rigoureusement dans des niches cryonivales ombragées. C'est là qu'il est particulièrement perceptible par la densité de ces colonies qui contraste d'une part avec leur très grande dispersion en dehors et, d'autre part, avec celle des grandes étendues des xérophytes épineuses en coussinet qui dominent partout ailleurs dans le paysage végétal environnant (Photo 6). Ces stations, qui paraissent être pour lui des plus favorables, sont protégées et enneigées pendant l'hiver et bien pourvues en eau pendant la saison de croissance.

Ces réponses de même nature dans des secteurs écologiquement éloignés les uns des autres et soumis aux mêmes types de compensation hydrique sont d'autant plus surprenantes qu'elles s'observent seulement sur quelques kilomètres de distance à peine, entre la plaine et son sommet, et c'est là un des aspects réellement originaux de ce territoire. Cela se traduit aussi par un résumé de tout l'étagement végétal allant de la flore saharienne xérophile dans les parties basses des grands glacis infraforestiers aux plantes mésohygrophiles sur les pentes fortes à raides tapissées d'éboulis mobiles dans les milieux supraforestiers. Cette dualité remarquable illustrée notamment au travers d'une flore et d'une végétation contrastées, surtout en ce qui concerne les écosystèmes infra- et supraforestiers, n'est qu'un des multiples aspects de l'éventail des contrastes qui caractérise ce territoire très original et que l'on peut observer dans les domaines les plus variés, notamment édapho-topoclimatiques et géomorphologiques.

Cependant, si ce laboratoire naturel permet de mieux saisir la situation de *J. communis* dans le contexte moulouyen et les processus géomorphologiques qui s'y inscrivent, sa présence dans ces milieux très contraignants sur un plan climatique soulève néanmoins de nombreuses interrogations. En effet, la prédominance, dans le paysage, de structures végétales caractéristiques des milieux perarides et secs apparaît, globalement, comme peu favorable à cette essence franchement septentrionale. À titre comparatif et indicatif, la région d'Outat-El-Haj toute proche, d'altitude plus faible (740 m environ) et située seulement à une trentaine de kilomètres à vol d'oiseau de la crête principale du Bou-Nacer (3 326 m), montre une pluviosité moyenne annuelle inferieure à 153 mm alors que la valeur moyenne *sensu* Emberger (1971) est de -1, 0 °C, ce qui aboutit à son classement en bioclimat saharien à hiver froid.

III–La part déterminante des facteurs topographiques et géomorphologiques

L'ensemble de cette zone a fait l'objet d'études géomorphologiques et notamment de la thèse de R. Raynal (1961), alors que l'intérêt géomorphologique du Bou-Nacer n'a été souligné que rarement (Dresch & Raynal, 1953 ; Delcaillau *et al*., 2007). Les premiers y voyaient notamment l'un des exemples les plus caractéristiques de la présence de vestiges glaciaires. Il doit rester entendu que notre propos ne vise aucunement à l'analyse exhaustive des reliefs et modelés, non plus qu'à leur mise en place, mais, par référence au massif du Bou-Nacer, d'essayer d'apprécier les éléments géomorphologiques les plus marquants en rapportant celles de nos observations qui concernent les relations qu'ils entretiennent avec les populations à genévrier commun.

A- Description du modelé

Dessinant grossièrement un arc de cercle, le relief du Bou-Nacer présente en avant, au sud, un grand rayon de courbure. Sa ligne de crête est très uniforme, avec de nombreux sommets d'altitude comprise entre 3 001 et 3 096 m qui effleurent les 3 330 m seulement dans sa partie centrale, elle ne descend donc pas en dessous des 3 000 m d'altitude (Fig. 2), ce qui témoigne de la substantielle homogénéité lithologique du massif et de l'uniformité des processus de soulèvement orogénique. Elle constitue la ligne de partage des eaux du bassin supérieur du Melloulou et le bassin moyen de la Moulouya, alors que la courbe de niveau de 1 800 m pourrait approximativement lui servir de limite, sauf au nord, où il se poursuit par des avant-monts périphériques dont l'altitude se relève du nord au sud.

Deux larges vallées transversales (perpendiculaires aux structures géologiques), Atchana et Tirnest tournées vers le S-SO, creusent la partie centrale de la retombée méridionale de ce puissant rempart en s'ouvrant majestueusement vers le ciel et pénétrant avec le réseau de leurs affluents dans le massif calcaréo-dolomitique, dont les portions orientale et occidentale sont sillonnées par l'éventail des hautes vallées longitudinales secondaires qui convergent dans les bassins de réception. En effet, le fort soulèvement et l'effondrement concomitant et très lent de la plaine piémontaise entre Oulad-Ali et Tirnest ont fait que le sommet de Bou-Nacer se trouve seulement à 3 km de distance du bord de ces deux grands amphithéâtres en forme de fer à cheval très caractéristiques, situé à 1 700-1 800 m d'altitude. Cependant, celui d'Atchana, de par sa longueur et son ampleur, reste le plus imposant de toute la région (Photo 9).

Aujourd'hui, le versant sud du jbel Bou-Nacer pourrait jouer un rôle de réservoir d'eau pour les régions voisines en pleine expansion urbaine, industrielle et rurale. Hélas, le bilan hydrologique du massif est très réduit. L'Ain Lafraoua ne restitue que de faibles proportions des eaux tombées sur ce massif. La prépondérance de l'évaporation-sublimation de la neige, due à la durée de l'ensoleillement, réduit encore l'écoulement et l'infiltration. On doit aussi envisager l'existence d'un exutoire encore inconnu. Ces faits s'ajoutent à la faiblesse des précipitations dans la plaine pour faire des glacis emboîtés d'Atchana (mot d'origine arabe qui signifie littéralement « territoire très sec ») où dominent les touffes de romarin entre 1 700-1 800 m et 1 300 m (Photo 9), isolés par les entailles d'érosion actuelle des oueds, un espace aride peu fréquenté par les populations montagnardes et dépourvue de centres de cultures. En effet, le réseau hydrographique profond et très brusque des versants se raccorde à la plaine par des piémonts plus lents et faiblement inclinés, ne permettant pas aux oueds de se marquer vigoureusement.

Dans sa partie centrale, le Bou-Nacer se présente sous la forme d'un dôme très lâche où affleurent de puissantes dalles calcaréo-dolomitiques très dures et épaisses de plus d'une dizaine de mètres, tandis que ses deux flancs nord et sud retombent avec une forte déclivité (Photo 1).

L'autre aspect de ce segment d'orientation NNE-SSO réside dans la dissymétrie géomorphologique entre l'ubac et l'adret comprenant également une opposition assez nette entre la végétation.

Le versant sud présente un flanc raide à corniche presque verticale, tandis que le versant nord est régularisé (Photo 1). Cette différence se manifeste aussi par une plongée plus rapide du côté de la Moulouya et par une plus grande abondance d'éboulis de diverses dimensions provenant de la désagrégation des escarpements calcaréo-dolomitiques en contre-haut. Ce caractère très particulier du modelé est mieux illustré le long du méridien allant de Ksar-El-Kebir (Bouylloul) à Tirnest au N-NO d'Outat-El-Haj (Fig. 2 ; Photos 9, 10, 11 et 12).

De la ligne de faîte, et tout particulièrement au niveau du Tizi n'silla (3 045 m), partent d'autres grands versants de directions

Photo 9. Adret du Bou-Nacer avec vue panoramique en direction du sud du vaste hémicycle d'Atchana où figurent encore quelques taches de chênaies de *Q. ilex*. La plaine alluviale est recouverte d'une immense fruticée de romarin ; cette espèce thermophile s'étend même au piémont au détriment du chêne vert par suite de la déforestation. La présence de l'halfa dans le cortège floristique est un également un indice de cette sécheresse et aussi de conditions rigoureuses en été, mal supportées par *A. flahaultii* qui n'apparaît ici qu'à partir de 2 500 m. Le climat de ce versant, tout en restant aussi sec et continental que celui du piémont moulouyen, est déjà plus rude.

Au premier plan, un pied de *Bupleurum spinosum* à 3 000 m ; en haut à gauche, là où l'amphithéâtre se resserre, l'on peut distinguer l'extrémité sud-occidentale de l'Adrar Taouchguelt où le genévrier est lié aux milieux confinés du vallon qui descend de 3 000 à 2 300 m d'altitude selon une direction est-ouest. Cette localisation assez extraordinaire à première vue pour une espèce souvent qualifiée de mésohygrophile confère au versant sud du Bou-Nacer un grand intérêt, © M. RHANEM

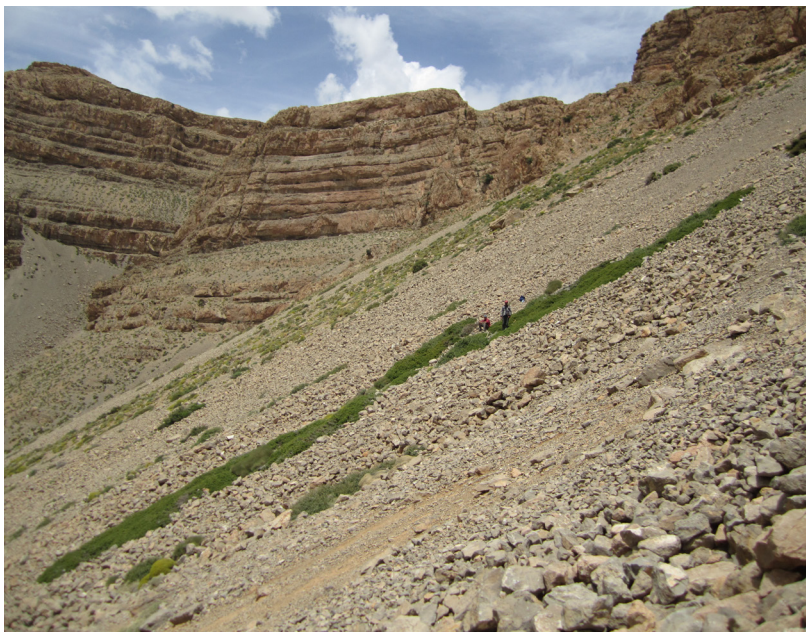


Photo 10. Versant sud à corniche du Bou-Nacer avec un alignement très caractéristique en mi-pente de colonies de *J. communis* à 2 600 m ; celles-ci se développent en tapis étendus sur de gros éboulis très filtrants tapissant des pentes sèches et raides. L'on peut aussi observer çà et là sur son pourtour des touffes d'*A. flahaultii* (teinte vert foncé). Bien que ces deux espèces n'apparaissent généralement qu'en petites taches, elles remontent cependant jusqu'au sommet ; mais seul *A. flahaultii* le franchit en direction du versant nord où il atteint des proportions nettement plus élevées. Notons aussi qu'à ce niveau altitudinal *Bupleurum spinosum* est plus fréquent qu'ailleurs, © M. RHANEM

orthogonales, le plus continu et le plus important d'entre eux appartient à l'Adrar Taouchguelt orienté N-S (Fig. 2). À son extrémité méridionale, la crête de ce haut relief s'infléchit légèrement vers l'ouest, partageant ainsi le versant sud du Bou-Nacer en un secteur grossièrement septentrional faisant face avec la ligne principale de crête du Bou-Nacer proprement dit et un secteur sud-oriental tourné vers la dépression d'Atchana. Ces deux axes à partir desquels il s'ordonne et la courbure de son axe principal encadrent un vaste cirque affectant la forme d'un large éventail quasiment fermé de toutes parts aux influences méridionales. C'est cette grande dépression, où s'individualisent vraiment les taches de genévrier, qui sera particulièrement étudié du point de vue floristico-écologique, édapho-topoclimatique et géomorphologique, dans les pages suivantes.

Ce sont les mêmes calcaires et dolomies durs, compacts qui forment ici aussi la ligne de crête, mais, contrairement aux sommets centraux, les pointes sont à ce niveau profondément découpées par des fissures que bordent des arêtes tranchantes modelées dans d'épais bancs subverticaux (Photo 4). Plus accidenté, ce segment de la montagne du Bou-Nacer est par conséquent moins massif, l'incision des vallées plus prononcée qu'ailleurs en raison d'une intense érosion torrentielle. Cela se voit particulièrement au niveau de la grande concavité de Taouchguelt. Celle-ci, au caractéristique profil en demi-entonnoir grossièrement orienté est-ouest, est à son tour entaillée perpendiculairement à la ligne de crête d'étroites vallées profondes et très encaissées. En sorte qu'immédiatement en contrebas des hauteurs culminantes s'étendent une série de cinq niches cryonivales coalescentes, également d'orientation E-O dont les talus raides, couverts d'immenses plaquages d'éboulis mobiles, sont entrecoupés de verrous au pied d'escarpements des rebords d'épaulements marquant la rupture de pente entre sommets et bord d'auge. Ces niches, héritées de périodes plus froides que l'actuelle, semblent avoir profité d'une suralimentation neigeuse provoquée par les vents venus du nord, qui poussaient le manteau neigeux du plateau sommital et provoquaient ainsi une forte accumulation au pied de la corniche.

Par ailleurs, ces niches cryonivales perchées, où l'altitude chute de 1 500 m en trois kilomètres, du sommet au gigantesque amphithéâtre d'Atchana, sont resserrées entre des versants à fortes pentes disséqués par des cours d'eau temporaires et actifs seulement lors des orages. Ces oueds élémentaires de versants et les torrents, dont les bassins versants n'excédent pas quelques kilomètres carrés, débouchent plus en aval vers 1 800 m sur le large bassin alluvial d'Atchana colmaté par un matériel plus ou moins grossier. Entre les versants, le fond de vallée est étroit et prend parfois l'aspect d'une gorge. Il s'élargit rarement et sporadiquement lorsque des conditions structurales s'y prêtent.

Il s'ensuit que cette grande dépression juxta-sommitale de Taouchguelt se présente comme un ensemble de cinq concavités topographiques coalescentes où les précipitations chutent en grande partie sous forme de neige mais également de nébulosité, chaque unité étant la combe, limitée au nord et au sud par des promontoires et à l'est par la ligne de crête.

En effet, le Bou-Iblane (Fig. 1) ne constitue pas une barrière infranchissable susceptible d'arrêter

la pénétration des masses d'air océanique qui parviennent à arroser le Bou-Nacer. Déjà déchargées d'une partie de leur humidité, ces portions sommitales sont une nouvelle zone de condensation qui reçoit les derniers restes d'humidité venus du nord-ouest. Arrivées à bout de course, ce dernier absorbe la majeure partie de la potentialité de ces formations nuageuses qui souvent s'épuisent avant la moyenne vallée de la Moulouya, si bien que l'on passe d'un climat humide au sommet, qui reçoit annuellement 1 000 mm de hauteur de précipitations, à un climat aride à Outat-El-Haj distant à peine de 30 km avec seulement 153 mm. Sur le versant sud de la chaîne, la hauteur des pluies diminue donc rapidement.

Photo 11. Versant nord réglé du Bou-Nacer présentant une double courbure, concave en bas et convexe en haut. Vue panoramique de l'hémicycle de Laanacer n'Bou-Assay où le romarin est totalement absent. Par contre, *Berberis hispanica* et *Buxus balearica* y sont fréquents et souvent abondants par endroits jusqu'à 2 200 m. La plus grande partie du versant nord est toutefois couverte par *A flahaultii* qui apparaît dès 2 000 m, mais ne domine qu'entre 2 200 et 2 600 m. Au-delà, il est relayé par *Alyssum spinosum* qui tend à le dominer à mesure que l'altitude croît. Sur la partie concave du versant, des écoulements importants ont creusé des entailles profondes en forme de « V » qui ont donné naissance à d'épaisses accumulations de glacis-cônes.

Notons enfin que le genévrier y est absent, ou du moins extrêmement rare, en dépit de l'orientation de cet ubac vers les vents pluvieux dominants, © M. RHANEM

De plus, en raison de leur altitude, ces formes, vraisemblablement héritées de la fin de la période glaciaire, jouent encore aujourd'hui le rôle de piège à neige pendant l'hiver et le printemps, permettant l'accumulation de congères plus ou moins épaisses, dont la fonte s'étale jusqu'à la fin du printemps. Par ailleurs, dans ces secteurs déprimés d'altitude élevée, une schistosité de grande dimension, d'innombrables diaclases, une intense dissolution qui a élargi les fissures et de sensibles variations de dureté ouvraient à la destruction cryoclastique de multiples facilités, qui expliquent pour partie les dimensions du démantèlement et des talus en découlant. Les crêtes, les éperons rocheux et les escarpements sont attaqués par la gélifraction produisant ces champs de pierres à gélifracts quand la pente est faible et les éboulis les plus divers si la pente est raide. Ces éboulis correspondent à des zones de diaclasations plus ou moins fines et d'orientations multiples, là où le gel débite la roche aussi bien en plaquettes qu'en blocs. Par conséquent, qu'ils soient actifs ou hérités, les éboulis, drapant le fond et les flancs très pentus de ces concavités bien particulières, sont très hétérométriques, mais restent de dimensions importantes et toujours mobiles. Il en résulte des microclimats très variés, mais uniformes. Du point de vue écologique, nous trouverons donc de grandes analogies entre ces cinq secteurs déprimés. Seule la durée d'insolation pourra peut-être varier dans la mesure où les combes seront plus ou moins étroites et les flancs sont exposés au sud.

Photo 12. Versant nord de Richter modelé dans des bancs calcaires compacts métriques séparés par des terrains calcaires plus épais et plus finement lités. Entre 2 200 et 2 600 m, s'étend une artémisiaie dominée par *A. flahaultii* dans laquelle on peut distinguer de nombreux représentants d'*Alyssum spinosum, Cytisus balansae* (Boiss.) Ball, *Erinacea anthyllis* Link et *Vella mairei* Humbert. Le transect Ksar el Kebir-Tirnest montre donc combien *A. flahaultii* possède une très large amplitude en ce qui concerne les facteurs topoclimatiques et même édaphiques. Ces divers caractères font de ce taxon le plus bel exemple d'un arbuste préférentiellement, mais non exclusivement, oroméditerranéen et endémique du Bou-Nacer central, © M. RHANEM

Dans la perspective de géomorphologie adoptée ici, la signification phytogéographique de ces tabliers d'éboulis des cirques d'Atchana est tout aussi riche d'enseignements que leur signification lithologique et bioclimatique, car cette localité fait figure de jalon essentiel dans l'occupation des bassins supérieur et moyen de la Moulouya par le Genévrier commun.

B- Des biotopes délaissés par les xérophytes épineuses en coussinet

En somme, comme on vient de le voir, malgré l'appartenance du versant moulouyen du Bou-Nacer aux quadrants méridionaux, l'orientation est-ouest et l'existence dans le cirque de Taouchguelt de nombreux ubacs, induite par une oro-topographie des plus singulières lui valent de bénéficier de conditions écologiques d'ombre portée et de fraîcheur exceptionnellement favorables parmi lesquels le froid et la neige jouent de toute évidence un rôle important. Ce sont par ailleurs ces mêmes caractéristiques morphologiques qui lui permettent d'intercepter et d'emmagasiner une plus grande quantité de précipitations occultes, dues aux phénomènes de condensation qui s'ensuivent. Tous ces facteurs se conditionnent mutuellement dont profite largement le genévrier commun.

Dès lors, on comprend pourquoi des deux versants du Bou-Nacer, seul celui du sud est garni, dans la partie supérieure (à partir de 2 400 m environ) du cirque de Taouchguelt, de plages de genévrier commun. C'est là en effet que l'on observe de façon éclatante la plus vaste étendue cette espèce de tout le bassin d'Atchana.

Par ailleurs, sur les flancs des cinq petits cirques, l'existence de dalles calcaires dures proches de l'horizontale, produisent des épaulements nombreux et de grandes dimensions constituant des reliefs en gradins dont les talus raides couverts d'éboulis viennent se caler sur la limite des affleurements les plus durs (Photos 6 et 13). Cette topographie contraste très clairement les dissemblances géomorphologiques en individualisant, au milieu de xérophytes épineux, de plus ou moins grandes taches de genévriers absolument superposables aux endroits où les éboulis sont toujours étendus et abondamment entassés. Ailleurs en effet, il n'y a plus que quelques touffes de genévrier commun s'agrippant aux escarpements qui les coiffent. Dans ces dernières stations encore plus contraignantes et de très faible concurrence interspécifique, seuls des pieds de genévriers disséminés et des taches éparses arrivent à coloniser les vires et les multiples fissures qui entaillent en tous sens la paroi rocheuse jusqu'à 3 000 m d'altitude. Par le bénéfice de microclimats, une ambiance plus fraîche et de meilleures conditions pédologiques favorisent en effet leur maintien ou leur réinstallation sporadique, bien qu'ils paraissent s'y situer aux limites extrêmes de l'aire locale du taxon. Ces genévriers accrochés, à la faveur d'interstices, au flanc des parois rocheuses abruptes très ventées et soumises aux froids nocturnes hivernaux particulièrement vifs sont la preuve de la rusticité paradoxale de cette essence (Photo 7).

Or, bien que ces stations rocheuses soient avant tout des stations-refuge qui, localement, lui permettent aussi d'échapper à la concurrence des chaméphytes épineux en coussinet, le genévrier commun se comporte néanmoins davantage en végétal de pierrier (éboulis, blocailles torrentiels) qu'en rupicole stricte.

Quoi qu'il en soit, ces biotopes marqués par la présence de formes topographiques en creux restent d'extension spatiale limitée et restreints aux seuls secteurs humides à per-humides longuement enneigés, localisés principalement aux hauts versants nord, nord-est et nord-ouest. Ce sont par ailleurs des habitats qui se distinguent aussi par la grande originalité de leur substrat où prédominent d'exceptionnels placages quaternaires d'éboulis périglaciaires (ce qui paraît révélateur d'un topoclimat nettement plus froid), régulièrement répartis, à flore spéciale dont le genévrier commun est l'élément majeur. La comparaison, de ce point de vue, entre les cinq ébauches de combe de Taouchguelt confirme par ailleurs avec une particulière netteté l'influence considérable que revêtent la pente, le commandement de leurs versants, dont les effets sont amplifiés par l'exposition, et le moment précis du déneigement dans la géomorphologie de ces hautes dépressions juxta-sommitales.

Ainsi, bien que des mesures soient ici extrêmement difficiles, il semble bien que l'influence du topoclimat créé, combinée à celle de la géomorphologie et de l'édaphisme, ait joué (et joue encore) le principal rôle dans le maintien dans ces vallons étroits plus humides au Bou-Nacer. Il n'est donc pas étonnant de constater la répartition à peu près concomitante des splendides populations de genévrier commun avec ces véritables îlots de fraîcheur, mais il n'y a pas de coïncidence absolue.

Ce caractère n'est d'ailleurs pas sans rappeler un comportement semblable du genévrier commun sur les trois autres montagnes du Haut Atlas de Midelt. Tout comme elles aussi, les populations à genévrier sont désormais en dehors de l'aire centrale actuelle et des conditions optimales d'épanouissement de l'espèce qui, plus au nord, se réalisent sous des pluviométries annuelles supérieures à 2 000 mm en relation avec des températures très froides.

Enfin, les constatations précédentes montrent à l'évidence que ces populations sont des héritages survivant davantage pour des raisons édaphiques et géomorphologiques que climatiques dans un environnement aridifié, et donc différent de celui qui avait présidé à leur genèse. Ces reliques sont vraisemblablement des témoignages d'anciens épisodes climatiques durant lesquels l'ambiance climatique générale devait être plus humide et plus froide.

C–Écologie comparative entre *Juniperus communis* et *Artemisia flahaultii*

Au même titre, sinon plus, que les trois centres majeurs haut-atlasiques, la population de genévriers de l'Adrar Taouchguelt dans le Bou-Nacer est localisée au pied de puissants écrans protecteurs subverticaux qui la coupent quasiment du reste du bassin de la Moulouya, ce qui la soustrait à la concurrence d'espèces plus compétitives et renforce plus encore son isolement. Elle présente un caractère d'ancienneté évident comme en témoigne la présence d'éléments endémiques irano-touraniens dont *Artemisia flahaultii* Emb. & Maire est un exemple typique, et qui n'a, comme le genévrier commun, pu subsister que du fait d'un relief tourmenté et en partie sans doute du fait de sa rareté, mais aussi grâce à des conditions écologiques très strictes. Absent partout ailleurs, ce nanophanérophyte endémique du massif du Bou-Nacer est une *asteraceae* très rare de la flore marocaine encore fort peu connue.

Il convient également de retenir que, sur ce massif, *A. flahaultii* et *J. communis* sont, à quelques exceptions près, les deux espèces qui offrent toujours le plus haut degré de fréquence dans leur aire de chevauchement où elles semblent étroitement imbriquées. Par contre, du point de vue phytogéographique, à l'échelle du Bou-Nacer, l'aire du premier taxon déborde largement celle du second, ce qui permet de mieux cerner les caractéristiques écologiques de chacune d'entre elles.

Ainsi, l'étude de la distribution altitudinale de l'armoise en différents points du transect Ksar el Kebir-Tirnest (Photos 9, 10, 11 et 12) montre que cette espèce affectionne les lieux découverts qui s'étendent depuis le fond des thalwegs, à 2 000 rn d'altitude, jusqu'aux limites altitudinales du massif à près de 3 000 m au-delà desquelles les conditions paraissent extrêmement sévères et seuls des végétaux hautement spécialisés sont capables de se maintenir ou même de s'étendre. Par ailleurs, se référant aux mêmes observations réalisées sur cette coupe topo-phytogéographique, on ne peut affirmer qu'elle se localise sur ses deux versants et se développe indifféremment à toutes les expositions, alors que le genévrier est quasi absent du versant sud où seuls quelques individus arrivent à se développer çà et là, et dont les individus, de surcroît, sont de taille réduite et de vigueur faible. Leur importance n'est d'ailleurs pas la même (Photo 13). Cependant, le déterminisme édapho-topoclimatique et géomorphologique des taches de genévrier commun est dans la plupart des cas quasiment respecté, avec des signes d'envahissement tout particulièrement des gélifracts identifiables surtout par leur aplatissement marqué, mais aussi par de moins bons critères comme leurs formes anguleuses. En outre, tout comme lui, l'armoise se développe préférentiellement sur les pierriers, mais, contrairement au genévrier, s'étend très rarement par vastes nappes denses. Il faut aussi remarquer qu'elle s'implante mois fréquemment dans les groupements de fentes de rochers de hautes altitudes, alors que le genévrier commun, avec des exigences édaphiques et géomorphologiques moins strictes, voit son aire limitée par les facteurs hygrothermiques. Néanmoins, s'il reste toujours assez exigeant vis-à-vis des facteurs hydriques, sa plasticité aux facteurs thermiques est bien plus large.

Il ressort de ce rapide état des lieux qu'il y a concordance incomplète des aires des deux espèces, bien qu'elles végètent assez

Photo 13. Influence de l'exposition sur la répartition de *J. communis* et d'*A. flahaultii* dans la première niche cryonivale en remontant la plaine d'Atchana en direction de l'Adrar Taouchguelt. La durée d'enneigement, plus longue sur le versant exposé au nord (à gauche de la photo), est à l'origine du maintien du développement du genévrier en taches plus envahissantes et mieux individualisées à la tranche altitudinale 2 500-2 700 m, contrairement au versant exposé au sud où la neige fond plus rapidement ; là, c'est une mosaïque d'*A. flahaultii* et de *Bupleurum spinosum* qui prédomine. Notons l'édaphisme intervient aussi comme facteur déterminant. Vue prise en direction de l'est vers la plaine d'Atchana ; au fond, on devine la zone planitiaire de la moyenne Moulouya, © M. RHANEM

Photo 14. Même niche cryonivale d'orientation E-O. Les contours du couloir d'éboulisation et des couches figurant sur la photo illustrent la géologie et la géomorphologie d'une partie de ce vallon perché au dessus du gigantesque amphithéâtre d'Atchana (que l'on devine en arrière plan) et, partant, expliquent les caractéristiques propres des formes que nous y trouvons. Les calcaires durs en bancs et inégalement résistants du sous-sol provoquent un relief en gradins (intercalation de roches tendres comprise entre deux masses calcaires à pendage non conforme). Autant l'attaque combinée des glaces et du gel se montre déterminant, autant le travail des eaux courantes se montre d'une grande efficacité, creusant les roches imperméables et tendres, mettant en saillie les roches dures. Dans le thalweg, vers 2 550 m, l'on peut aussi noter l'étalement en nappe sur des blocs d'une colonie de genévrier très basse mais compacte, d'où émergent des pieds de *Rhamnus alpina* L. et d'*A. flahaultii*. En bas de pente, une sorbaie clairsemée à *Sorbus aria* (L.) Crantz (alisier blanc) colonisant des éboulis moins grossiers et moins hétérométriques la prolonge vers le bas entre 2 350 et 2 400 m, © M. RHANEM

souvent côte à côte. En fait, l'armoise présente la particularité d'être constamment associée au genévrier commun là où celui-ci se trouve. Il révèle aussi que ce sont les deux seuls ligneux encore capables de pénétrer profondément à l'étage oroméditerranéen et d'y occuper une place appréciable voire localement importante, à l'instar de la mosaïque bistrate à cotonéaster nummulaire et genévrier sur les cinq ébauches de combe au Maasker (Rhanem, 2015, 2016a et b). Tout comme elle, la fruticée mixte à genévrier et armoise est la règle dans les cinq vallons qui entaillent le cirque de Taouchguelt où elle se trouve reléguer dans l'une des parties supérieures les plus profondément encaissées de la retombée méridionale du Moyen Atlas d'Outat-El-Haj, mais n'occupant toutefois que les situations les plus fraîches. Relativement homogène, cette mosaïque représente selon toute vraisemblance un groupement unique en son genre à l'échelle du Maroc. Rien de semblable n'a été signalé jusqu'à présent.

Ainsi conçu, ce groupement spécialisé, pauvre en espèces et peu répandu, est strictement inféodé à ces hauts vallons où il prend électivement place sur les pentes à fortes déclivités, les plus affectées par les coulées de neige. Fréquents et abondants sur de gros éboulis mobiles principalement où ils échappent à la concurrence des autres espèces. De tels phénomènes sont directement en rapport avec le modelé microgéomorphologique, lui-même induit par des processus microtopoclimatiques (Photo 14). Plusieurs observations suggérées par le terrain lui-même dans les cinq niches cryonivales de Taouchguelt en apportent la confirmation.

L'on conçoit dès lors que, si le climat général de cette fruticée mixte unistrate est celui de l'étage de haute montagne, son climat local est davantage déterminé par la combinaison des critères thermiques et hydriques qui représente un élément décisif, puisque ni les uns ni les autres pris individuellement ne sont suffisants pour rendre compte de son individualisation au milieu des groupements à xérophytes épineuses appartenant du point de vue phytosociologique à l'ordre des ***Erinacetalia*** (Quézel, 1957). Bien évidemment, d'autres critères climatiques, comme la neige et les précipitations occultes, entrent en jeu et peuvent même jouer un rôle notable.

Conclusion

À la lumière de tous les éléments discutés, le versant sud du Bou-Nacer apporte une contribution remarquable à l'étude biogéographique et écologique du genévrier commun. Il confirme sans équivoque que l'irradiation au Maroc de ce taxon arctico-alpin présentant certaines exigences saisonnières en humidité, dans sa terre d'élection, la vallée de la Moulouya, est loin d'être fortuite. La trajectoire suivie est en effet hautement expressive et illustre de façon précise ce phénomène insoupçonnable. Ce fait ressort nettement lorsqu'on embrasse l'ensemble des données disponibles pour tout l'imposant encadrement montagneux prospecté entre les localités de Tounfite et d'Outat-El-Haj (Rhanem, 2016a et b).

Situé au voisinage immédiat de la zone de transition entre les biomes méditerranéen et saharien, ce cadre moulouyen est probablement le territoire le plus chaud et le plus sec de l'aire

de distribution de l'espèce dans le monde. L'incongruité de cette dualité se révèle encore plus inattendue que les quatre derniers refuges majeurs de genévrier sont franchement détachés du reste de l'aire et que le maximum de fréquence et d'épanouissement de ce conifère est d'autant plus important à mesure que l'on se dirige plus au sud et que l'on s'enfonce davantage dans les fonds reculés des bassins moyen et supérieur de la Moulouya aux limites méridionales de la zone d'influence des précipitations se rapportant au front polaire.

Cette portion resserrée entre les deux branches divergentes de l'édifice montagneux haut- et moyen-atlasique offre néanmoins sur quelques kilomètres de distance à peine, entre la plaine et les sommets, un raccourci exceptionnel de toute la gamme bioclimatique allant du peraride à l'aride supérieur pour la plaine et du semi-aride au perhumide pour la montagne. Cette situation est surtout favorisée par la configuration et l'orientation de quatre puissants reliefs, les plus hauts chaînons frontaux surgissant en bordure de la plaine (Fig. 1), dont les longs versants raides seuls permettent l'existence en haute altitude d'intenses pôles de condensation bien plus froids et davantage plus humides. C'est le cas aussi bien au Maasker, Tadrart et Amkaidou dans le Haut Atlas de Midelt, se relayant d'ouest en est, qu'au niveau du Bou-Nacer dans le Moyen Atlas d'Outat-El-Haj, avec lesquels il présente d'incontestables affinités. Au point de vue écologique, leurs conditions générales d'environnement sont en effet quasi similaires, à l'exception cependant d'un caractère différentiel : les colonies de genévrier se répartissent exclusivement en ubac des chaînons plissés calcaires d'Amkaidou, Tadrart et Maasker et non pas en adret comme elles le sont sur le Bou-Nacer, ce qui lui confère de toute évidence une originalité certaine. Cette différence paraît toutefois n'avoir que peu de répercussion.

Un examen attentif et l'analyse des conditions orographiques de cette nouvelle localité, qui frappe aussi par son plus grand isolement et son fort encaissement, montrent en effet le rôle primordial et décisif de l'Adrar Taouchguelt dans cette localisation assez extraordinaire à première vue pour une espèce souvent qualifiée de mésohygrophile. Par sa vigueur comme par son extension nord-sud et perpendiculaire à l'axe principal du massif du Bou-Nacer, ce puissant escarpement ferme en hémicycle le bassin du même nom, ce qui contribue à modifier avantageusement les conditions climatiques régionales. Il est en outre symptomatique de retrouver dans le Taouchguelt le même éventail de cinq grandes niches cryonivales en forme de fauteuil propices à l'accumulation des neiges et des éboulis. Ces dépressions juxta-sommitales, très souvent orientées d'est en ouest, présentent dès lors un versant exposé au nord. On a donc une opposition de versants habituelle avec un ubac orienté plein nord et un adret plein sud. Le premier est occupé de nombreuses touffes de genévrier commun qui prennent plus d'envergure sur les talus d'éboulis par rapport à celles de l'armoise et le versant sud colonisé surtout par des xérophytes épineuses et *A. flahaultii*, auxquelles s'ajoutent sporadiquement le genévrier. Par contre, sur le versant à regard ouest, c'est encore la mosaïque lâche de genévriers et d'*A. flahaultii* qui marque le plus le paysage végétal oroméditerranéen. Cette fruticée mixte présente donc son optimum de développement dans les stations les plus fraîches de Taouchguelt puisque les deux espèces y font figure de constantes et présentent par endroits un important degré de recouvrement qui ne trouve nulle part ailleurs un équivalent dans le monde.

La population de genévriers au Bou-Nacer méridional retient ainsi particulièrement l'attention en prenant une grande ampleur dans les paysages végétaux de haute montagne et encore uniquement au sein de biotopes à compensation hydrique évidente. Ailleurs, la présence de ce taxon est bien plus discrète et, si les touffes de genévrier commun apparaissent çà et là, elles ne déterminent plus l'apparition de ce paysage si caractéristique car, lorsqu'elles existent, elles se diluent au sein de la végétation générale. Il n'en traduit pas moins, par son adaptation au climat, l'hétérogénéité bioclimatique méditerranéenne caractérisée par des fluctuations intra- et interannuelles importantes. C'est en particulier le cas du stress hydrique qui est lié d'une part à la sécheresse estivale, à son intensité, à sa durée et d'autre part aussi à l'action du vent (plus particulièrement le *chergui*) et toutes les variations combinées de ces caractéristiques climatiques qui imposent à toutes les essences majeures de résister à l'évapotranspiration. Il en est de même pour *A. flahaultii* dont la résistance au stress hydrique se manifeste par un comportement typique des sclérophylles méditerranéennes. Tout comme le genévrier, cette armoise endémique montre en effet une grande aptitude à s'adapter également dans les secteurs de très fortes contraintes au climat extrêmement contrasté comme dans les stations de parois rocheuses.

Enfin, concernant les quatre refuges périmoulouyens, de par leurs altitudes sommitales et leur hauteur moyenne importante, mais aussi par leur développement longitudinal, ils appartiendraient à la même entité biogéographique à l'intérieur de laquelle il serait possible d'individualiser différents types de mosaïques ayant valeur d'endémiques. Outre celle du Bou-Nacer, c'est aussi en particulier le cas, au Maasker, de la splendide fruticée mixte rubanée nettement singularisée par l'abondance relative, à côté du genévrier commun, du rarissime *Cotoneaster nummularia* Fish & C.A. Mey qui s'élève assez haut dans l'étage oroméditerranéen témoignant du topoclimat froid et humide qu'il l'abrite (Rhanem, 2015 ; 2016a et b).

Bibliographie

Adams R.P., 2014–Juniperus *of the world: the genus* Juniperus. Trafford Publishing, 415 p.

Charriere A., Ouarhache D. & El-Arabi H., 2011–Le Moyen Atlas. *Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc* **559** (4) : 11-108, 116 figs.

Delcaillau B., Laville E, Carozza J.-M., Dugue O., Charroudm & Amrhar M., 2007–Morphotectonic evolution of the Jebel Bou Naceur in the South Middle Atlas Fault Zone (Morocco). *C. R. Geoscience* **339** : 553–561.

Dresch J. & Raynal R., 1953–Note sur les formes glaciaires et périglaciares dans le Moyen Atlas, le bassin de la Moulouya et le haut Atlas oriental et leurs limites d'altitude. *Notes et Mém. Serv. Mines* **117** : 111-121.

Emberger L, 1971–*Considération complémentaire au sujet des recherches bioclimatiques et phytogéographiques-écologiques*. Travaux de botanique et d'écologie, livre jubilaire, Masson & Cie, Paris, 519 p.

Long G., 1954–Contribution à l'étude de la végétation de la Tunisie centrale. *Ann. Serv. Bot. Agron. Tunisie,* vol 1, **27** : 1-389 ; vol 2 : carte et tableaux.

Michard A., Saddiqi O. Chalouan A. & de Lamotte D. F., 2008–*Continental evolution: the geology of Morrocco. Structure, stratigraphy, and tectonics of the Africa-Atlantic-Mediterranean triple Junction*. Springer, 424 p.

Pujos A., 1955–Sur un sous-étage de végétation méditerranéen aride froid à Chénopodiacées et la présence de l'étage méditerranéen saharien dans le basin de la Moulouya (Maroc). *C. R. Acad. Sci.* **240** : 1010-1012.

Raynal R., 1961–*Plaines et piedmonts du bassin de la Moulouya (Maroc oriental). Étude géomorphologique*. Édit. Inframar., Rabat, 617 p.

Rhanem M., 2013–De l'écologie, de la répartition et de la structure spatiale du Genévrier commun hémisphérique : *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* (Presl) Nyman au Maroc. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, NS, **44** : 301-316.

Rhanem M., 2014–Sur la rareté du Genévrier commun (*Juniperus communis* L.) au Maroc et ses relations avec la triade arbustive d'éboulis (*Berberis hispanica* Boiss. & Reut., *Buxus balearica* Willd. et *Ribes uva-crispa* L.) au sein et à la périphérie de l'écotone supraforestier dans les hauts massifs de l'Ayachi et du Tichchoukt ; intérêt de la géomorphologie. *Evaxiana* **1** : 30-69.

Rhanem M., 2015–Compléments à la distribution et au statut de relique géomorphologique de *Juniperus communis* L. au Maroc à la lumière de la découverte d'un géomorphosite remarquable sur le mont Maasker. *Evaxiana* **2**: 23-41.

Rhanem M., 2016a–*Recherches sur les populations méconnues de genévrier commun (*Juniperus communis *L.) aux limites méditerranéennes de son aire de répartition dans le bassin de la haute Moulouya (Maroc). Aspects biogéographiques, génético-taxonomiques et auto-synécologiques*. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences, Meknès.

Rhanem M., 2016b – Juniperus communis L., *conifère arctico-alpin rare et méconnu au Maroc. Sa place dans les paysages du pourtour moulouyen aux limites méditerranéennes de son aire de répartition*. Éditions universitaires européennes, 280 p.

Thompson J. D., 2005–*Plant evolution in the Mediterranean*. Oxford University Press, Oxford, 293 p.

Aperçu des formes de croissance de l'irradiation de *Juniperus communis* L. au Maroc, au sein de stations-refuges écologiquement marginales

Mustapha RHANEM
Unité de botanique et écologie montagnarde,
Faculté des sciences, Département de biologie
BP 11201
ZITOUNE, MEKNES
MAROC
mrhanem@gmail.com

Résumé : Au Maroc, l'aire naturelle du genévrier commun (*Juniperus communis* L.), de taille extrêmement réduite et fragmentée en unités de faible surface, est très marginale en comparaison de celles de *J. oxycedrus* L., *J. phoenicea* L. et *J. thurifera* L. ; ce taxon n'en constitue pas moins un élément floristique précieux à haute valeur biogéographique. Contrairement à ses trois congénères méditerranéens, ce genévrier arctico-alpin apparaît comme une espèce rare, à caractère relictuel, qui n'a guère survécu sous forme résiduelle qu'en haute montagne, et encore exclusivement dans des ébauches de combes à neige disparates modelant les ruptures de pente en contrebas de la ligne de crête des plus hauts et puissants massifs montagneux encadrant les bassins arides supérieur et moyen de la Moulouya.

Cette localisation quasi restreinte à ce seul tronçon orographique de tout le Maroc lui confère de toute évidence une originalité certaine, individualisant davantage le couloir de la Moulouya des régions avoisinantes. Ces grandes concavités juxta-sommitales se révèlent d'autant plus intéressantes que le genévrier commun y structure les biotopes aussi bien des éboulis mobiles que des rochers. Il y développe de singulières adaptations morphologiques pour supporter à la fois un fort enneigement, des vents violents et des températures hivernales particulièrement basses, et les gelées en découlant. L'importance de ces paramètres climatiques dans la détermination des modèles architecturaux des formes construites est encore mal connue.

Dans ces stations privilégiées, le genévrier commun, que l'on a trop tendance à qualifier systématiquement de phanérophyte, acquiert ici un port nain, toujours touffu, prenant souvent l'allure de buttes, mais avec un large éventail de formes de croissance aussi bien chez les touffes isolées que groupées en masses plus ou moins compactes. Outre les processus nivo-éoliens, la géomorphologie propre à chaque station joue un rôle déterminant dans l'expression de ce polymorphisme.

Enfin, quelles que soient les solutions morphologiques adoptées, les touffes de genévrier se développent le plus souvent en halliers rampants, par petites plages ou en tapis étendus. Leur étalement sur les versants raides, de manière disséminée et sporadique, crée alors un motif en mosaïque tigrée très caractéristique dans la physionomie générale du paysage végétal.

Mots-clés : genévrier commun, touffes, rampement, relèvement apical, butte, hallier**,** mosaïque tigrée**,** couloir aride moulouyen, ébauche de combe à neige

Abstract : In Morocco, the natural range of *Juniperus communis* L. (common juniper), being of extremely small size and divided into unit of small areas, is very marginal compared to that of *J. oxycedrus* L., *J. phoenicea* L. and *J. thurifera* L.; it is nonetheless a precious floristic element of high biogeographical value. Contrary to his three Mediterranean congeners, this arctic-alpine juniper represents a rare and relict species that has barely survived in residual form in high mountains areas exclusively in some disjunct snow combes shaping the slope breaks below the crest line of the highest and largest mountain ranges surrounding the upper and middle arid basins of the Moulouya.

Being almost entirely restricted this single orographic section within the whole of Morocco, its occurrence confers a truly distinctive aspect that sets the corridor of Moulouya apart neighboring regions. These large depressions prove to be all the more interesting as common juniper structures the biotopes of both mobile screes and rocks by developing unusual morphological adaptations in order to resist both strong snowfall, violent winds and particularly low temperatures in winter. However, the impact of these climatic factors on the architectural models of the constructed forms remains as yet largely unknown.

In such unusual situations, common juniper, which tends to be too automatically qualified as a phanerophyte because its belongs to the woody arborescent species group, acquires a dwarfed shape, always thick, and often takes on a typical mound appearance even if a wide range of growth forms exist for both isolated tufts and those grouped in mass more or less compacts. In addition to nivo-aeolian processes, geomorphology specific to each station play a key role in the expression of this polymorphism.

Finally, whatever the morphological solutions adopted, juniper tufts grow most often as creeping coppice, small rugs or wide carpets. Their spreading on steep slopes with a dispersed and sporadic distribution contributes to a very characteristic tiger mosaic pattern within the general physiognomy of the vegetation cover.

Keywords : common juniper, tufts, creeping, apical recovery, mound, coppice, tiger mosaic, arid corridor of Moulouya, large snow bed

I. Introduction

Juniperus communis est une Cupressacée largement distribuée à travers tout l'empire holarctique, mais inégalement répartie. Cette plante cosmopolite vit depuis les plaines scandinaves jusqu'aux steppes alticoles marocaines. Elle présente des formes différentes selon le climat auquel elle s'adapte et dont elle s'accommode. Il n'est donc pas étonnant qu'on en ait décrit des sous-espèces, des variétés et des écotypes (Adams, 2014). Ce taxon, avant tout médio-européen, se trouve au Maroc en extrême limite méridionale de son aire générale de répartition. Bien que rare et infiniment moins abondant que les trois autres genévriers existant au Maroc et ne constituant jamais l'élément dominant de groupements végétaux, le genévrier commun revêt néanmoins un intérêt considérable dans le contexte du bassin de la Moulouya où il est une des plus éminentes expressions de l'originalité de ce territoire. En certains endroits, il marque la physionomie du paysage de haute altitude, notamment le long des plus hauts massifs montagneux surmontant la périphérie du couloir moulouyen. Il y représente un élément relictuel qui apparaît comme tout à fait résiduel. Il possède une niche écologique particulière nettement hygrophile à la faveur de compensations hydriques de diverses origines. Les expositions stationnelles, l'ensoleillement et l'humidité, qui varient sur des distances parfois minimes, jouent un rôle des plus importants, à l'origine de la distribution disjointe du genévrier à l'intérieur de son aire marocaine. De plus, le jeu des compensations entre latitude et altitude n'est nulle part ailleurs plus net. Il ne fait guère de doute que la forte disjonction actuelle des stations de genévrier commun est due à l'amenuisement progressif de l'aire d'extension de l'espèce, raréfaction qui frappe en premier lieu les régions marginales. Tenant compte de ces considérations, et même si ce genévrier compte parmi les raretés de la flore marocaine, il constitue, néanmoins, un élément remarquable de notre patrimoine végétal qui non seulement doit être mis en valeur, mais aussi qu'il faut absolument protéger. Toutes ces singularités font de ce territoire une des premières richesses naturelles régionales et il conviendrait même, sans nulle exagération, de parler de richesse naturelle nationale. En dépit de ces originalités, s'il est un conifère qui est longtemps resté méconnu au Maroc, c'est assurément *Juniperus communis*. Outre sa rareté, les autres causes de méconnaissance sont en premier lieu, l'aspect sous lequel on peut le voir dans la nature qui ne reflète souvent que très imparfaitement le développement quantitatif et qualitatif dont il est capable ; même les dimensions que peut atteindre cet arbuste sont en général largement sous-estimées dans la littérature. La découverte récente de ce ligneux, aux caractères différentiels pourtant relativement faciles à identifier, dans certains secteurs au nord comme au sud des puissantes et hautes montagnes (Tadrart et Bou-Nacer) bordant le bassin de la Moulouya (Fig. 1) en est une nouvelle preuve (Rhanem, 2016b).

Depuis maintenant quelques années, un notable effort de recherche sur ce taxon discret a été entrepris dans le cadre d'un programme visant à la réalisation d'une cartographie et d'une étude comparative des groupements végétaux auxquels participe ce genévrier ainsi que l'identification des déterminants impliqués dans la structuration et la distribution de ces groupements. Outre les caractéristiques floristico-écologiques de chaque type de station, ce programme comporte un objectif méthodologique important. Nous avons été amenés à nous pencher sur quelques problèmes relatifs aux aspects génético-taxonomique et biogéographique des récentes découvertes de nouvelles localités à genévrier (Rhanem, 2016a et b ; Adams *et al*., 2015).

Si le recueil de données sur le terrain effectué au cours de ces dernières années est maintenant assez avancé pour qu'il soit possible de dresser un catalogue précis des principales stations à genévrier commun, il n'en va pas de même pour ce qui concerne les formes de croissance de ce taxon.

Vu le grand intérêt offert par cette essence, nous en avons poursuivi l'étude, nous préoccupant surtout de l'aspect physionomique qui a retenu notre attention par un ensemble de traits singuliers, témoins de la puissante faculté d'adaptation de l'essence d'autant plus prononcée que l'altitude augmente. Quand on voit les touffes de genévrier commun s'accrocher sur la face nord des reliefs aussi raides que le Bou-Nacer, l'Amkaidou, le Tadrart et le Maasker, en pleines situations topographiques concaves propices à l'accumulation des neiges et des éboulis, ou bien se cramponner aux pentes les plus abruptes aussi bien mobiles que rocheuses, on mesure l'extraordinaire capacité du genévrier à profiter d'une part des moindres circonstances favorables en ajustant l'architecture de son appareil végétatif en vue d'optimiser l'utilisation des ressources disponibles, fort réduites au demeurant, et d'autre part à modifier l'architecture de ses touffes pour mieux résister aux contraintes du milieu qui lui sont défavorables. Cette extrême variété des contrastes climatiques concoure à créer une grande diversité de formes qui sont encore peu connues.

Dans la présente étude, il nous a semblé important de revenir sur cette question de la forme. On constate que les considérations d'ordre morphologiques sont omniprésentes, comme l'illustre l'expression « genévrier rampant » par laquelle nous avions qualifié ce genévrier dans nos précédents travaux. Elles s'intègrent dans l'étude générale de son comportement écologique au Maroc.

Notre objectif est en quelque sorte une mise au point des connaissances actuelles sur les formes de croissance du genévrier commun. La description des morphotypes et l'étude de la synthèse de tous les facteurs sont seulement entrevues en essayant de percevoir quels mécanismes influent sur la croissance. L'attention a été plus particulièrement portée à la forme générale externe, sans se soucier de la géométrie interne, dont l'acquisition doit être vue comme le résultat cumulé de tous les accroissements qu'a subi, dans le temps ou dans l'espace, l'ensemble des ramifications (branches grosses ou fines). Cet état des lieux ne doit pourtant pas être considéré comme exhaustif. Bien des recherches restent encore à mener pour affiner cette connaissance. Il devrait néanmoins permettre d'entreprendre des comparaisons du fonctionnement des écosystèmes à base de genévrier commun entre la région méditerranéenne marocaine et les autres régions du monde.

II. Matériels et méthode

A. Spécificité abiotique et biotique du couloir moulouyen et ses rapports au genévrier commun

Présentant des caractéristiques assez semblables dans leur étendue, leur altitude moyenne et maximale ainsi que dans leur diversité physiographique, les sites étudiés se situent respectivement dans les sections du Haut- et Moyen-Atlas encadrant la plaine de la Moulouya qui s'étire grossièrement du SO au NE, et plus précisément sur les plus hauts massifs montagneux d'Amkaidou, de Tadrart et du Maasker pour le premier, celui du Bou-Nacer pour le second. Cependant, quelques traits différencient néanmoins les quatre chaînons.

L'aire d'étude (délimitée sur figure 1) est centrée plus particulièrement sur le territoire où s'observent précisément les populations de genévrier commun. Elle englobe du nord au sud :

- la portion centrale de l'adret du Bou-Nacer (3326),
- la totalité du versant nord de l'Amkaidou (3411 m)
- le tronçon centre-occidental de l'ubac du Tadrart (3490 m)
- la partie orientale de l'ubac du Maasker (3277 m).

Les caractéristiques édapho-géomorphologiques qui précèdent s'expliquent très bien par la configuration topographique générale de ces hauts massifs calcaires. Leur structure plissée et la nature même des roches confèrent à ces chaînons une topographie de pentes plus ou moins raides. Ces forts dénivelés favorisent d'importants phénomènes d'érosion et d'accumulation d'éboulis dont la fréquence est encore accentuée par la violence des précipitations orageuses. Ceci s'accompagne de fréquents rajeunissements des éboulis entraînant une transformation quasi nulle des matériaux au sens géochimique et une assez faible pédogenèse. Enfin, il n'est pas sans intérêt de rappeler, que l'important dénivelé de ces hauts reliefs et l'individualisation d'un étage de haute montagne étendu illustrent très bien, dans la genèse et le fonctionnement des talus d'éboulis, l'importance de la structure et du démantèlement cryoclastique des reliefs dominants pour la fourniture des débris et celle des conditions topographiques locales pour la diversité des formes. L'interaction de toutes ces différentes caractéristiques édaphiques et climatiques, sujette à variantes en haute montagne calcaire, est à l'origine d'un large éventail de conditions de bilan hydrique dont profite plus ou moins largement le genévrier commun. De plus, en limite de son aire locale de répartition, leurs actions combinées, complémentaires ou contradictoires déterminent une multitude de microbiotopes qui lui sont encore favorables.

Considéré dans l'ensemble de son aire de répartition géographique moulouyéenne, cette étude fait apparaître que le genévrier se comporte davantage en végétal de pierrier (éboulis essentiellement, graviers torrentiels), qu'en rupicole stricte. En réalité il ne pénètre dans les groupements de fentes de rochers qu'aux hautes altitudes, principalement dans les formations de xérophytes épineuses. Ici, le genévrier commun montre de remarquables adaptations à la vie dans les fissures de rochers qui lui permettent d'échapper à la concurrence.

Depuis ces dernières années, un certain nombre de publications et de recherches, notamment dans le cadre de thèses (Rhanem, 2013, 2014, 2015, 2016a et b), ont permis de mieux cerner ces différents aspects. La présente étude se situe dans le prolongement de ces contributions dont le thème majeur s'articule autour de l'inventaire, la cartographie et la caractérisation des stations de genévrier commun. Dans ce qui suit, nous reviendrons succinctement sur certains traits originaux les plus remarquables.

L'un d'eux retiendra plus particulièrement notre attention et concerne la répartition spatiale de ce taxon. S aux nombreuses observations relevées sur le terrain et de la cartographie détaillée et comparative de ses différentes stations, il a été possible d'en déduire sinon des conclusions formelles, du moins une opinion argumentée sur un phénomène intéressant, celui de l'établissement quasi exclusif du genévrier commun sur le pourtour de la Moulouya. Il n'est nulle part aussi bien représenté et aussi nettement impactant tant son empreinte est importante et inattendue dans un contexte paysager de formations végétales caractéristiques des milieux arides et sous un climat qui apparaît, globalement, comme peu favorable au genévrier commun. Ce fait ressort nettement lorsqu'on embrasse l'ensemble des données disponibles pour tout l'imposant encadrement montagneux prospecté entre les localités de Tounfite et d'Outat-El-Haj (Fig. 1) où le genévrier a trouvé des conditions écologiques acceptables qui ont pu lui permettre de se maintenir, tout en étant à la limite extrême de ses possibilités de développement naturel.

Ce confinement sur des espaces très réduits et limités quasi exclusivement à ce seul tronçon orographique est d'autant plus frappant qu'il se résume à quelques centaines d'hectares disséminés seulement dans quelques rares localités. Le genévrier y est strictement inféodé aux grandes concavités juxta-sommitales. Il se cantonne aussi sur les flancs et le fond de certains vallons dont l'étroitesse et la raideur des pentes sont très accusées. Il n'en constitue pas moins un taxon important par la topographie particulière et la diversité des compartiments géopédologiques qu'il colonise. En modulant les effets climatiques du vent, de la neige et de la température en fonction de l'exposition, la topographie est un facteur majeur de la différenciation du genévrier commun dont l'aire principale coïncide précisément avec celle des grandes dépressions où l'humidité se maintient pendant toute l'année à un niveau élevé qui contraste avec l'aridité très marquée de la plaine en contrebas. La survivance en apparence paradoxale du genévrier peut se caractériser en trois points : insolation réduite, humidité du sol et de l'atmosphère, précipitations sous forme neigeuses essentiellement dépassant en moyenne 1000 mm par an.

Cette répartition est d'autant plus nette que les concavités sont plus marquées et élevées. Ces dépressions se terminent à leur tour au pied des immenses plaquages d'éboulis calcaires provenant de la désagrégation des arêtes calcaréo-dolomitiques. On y observe alors, avec la plus grande netteté, la présence de genévrier en plus fortes proportions et à grandes fréquences ; ailleurs, il devient beaucoup plus rare voire disparaît. Le genévrier commun apparaît ainsi comme un bon révélateur de certains types de milieux.

De telles stations, soumises à des conditions favorables et de ce fait très spéciales, restent toujours cantonnées en situation alticole au-dessus de 2 200 m d'altitude et deviennent d'autant plus fréquentes qu'on s'élève davantage ; elles s'égrènent ensuite à partir de 2 700-2 800 m jusqu'en crête où seules quelques touffes de genévriers peuvent être observées vers 3 100-3 150 m.

Alors que ce taxon est inexistant partout ailleurs au Maroc (même si, ponctuellement, quelques unités sont présentes jusqu'à la latitude de Chefchaouen dans le Rif), ces observations n'en conduisent pas moins, pour empiriques qu'elles soient, à poser le problème de la spécificité de ces stations dans cette unique région.

Le genévrier commun, même s'il se rencontre de façon très dispersée un peu partout, n'en organise pas moins un étagement significatif en deux niveaux principaux : l'un en mosaïque avec une forte proportion de xérophytes épineuses quasiment constantes et l'autre avec le cotonéaster nummulaire en de rares endroits à l'étage oroméditerranéen. Si les deux arbustes sont rares et n'apparaissent que très exceptionnellement, *C. nummularia* est relativement abondant alors que *J. communis* l'est beaucoup moins et plus localisé. Néanmoins l'un et l'autre, très exigeants du point de vue écologique, jouent dans le territoire présentement étudié sensiblement le même rôle, en particulier sur le Maasker. Ils participent tous deux à divers groupements aussi bien forestiers, en se comportant le plus souvent comme une simple caractéristique au niveau des cédraies essentiellement, qu'asylvatiques en bioclimat per-humide et humide essentiellement, voire sub-humide en cas de compensation hydrique d'origine édaphique. Cependant, ces deux essences offrent indiscutablement leur développement optimal à l'étage oroméditerranéen où elles occupent préférentiellement les éboulis en situation de refuges au pied d'escarpements rocheux, dans des lieux difficiles d'accès, là où les activités extensives les ont épargnées. Ce n'est donc pas une simple coïncidence si ce sont les talus d'éboulis à forte déclivité qui voient cohabiter ces deux arbustes.

Figure 1. Situation des quatre derniers refuges majeurs de genévrier commun sur le pourtour moulouyen en extrême limite méridionale de son aire périméditerranéenne. Alignés sensiblement à la même altitude et se succédant d'ouest en est, ces sites se répartissent, avec la plus grande précision, entre le Haut Atlas, avec trois blocs (Maasker, Tadrart et Amkaidou) et celui du Bou-Nacer dans le Moyen Atlas. Leur marginalité tant chorologique qu'écologique et leur isolement géographique par rapport aux autres territoires permettent de les considérer comme un système biogéographique original à haute valeur scientifique. Rappelons aussi que les localités de Tadrart et du Bou-Nacer n'ont été découvertes que tout récemment.

En revanche, dans l'étage montagnard méditerranéen, il n'intervient que de façon subordonnée, car il très rare dans la strate arbustive des écosystèmes forestiers, en compagnie d'autres éléments caducifoliés ou sclérophylles, moins alticoles. Il s'agit surtout de *Berberis hispanica* Boiss. & Reut, *Ribes uva-crispa* L., *Buxus balearica* Willd., alors que *Daphne laureola* L. est à peine présent. C'est le cas à Takahamt-n-Bou-fsar, en contrebas de la retombée occidentale du chaînon d'Amkaidou, ainsi qu'au Tichchoukt où il est très peu fréquent. Contrairement aux deux espèces précédentes, *Buxus balearica*, élément laurifolié plus sclérophylle, participe à des structures pré-forestières, voire pré-steppiques, ou constitue des fruticées quasi pures de large amplitude, structures où les éléments caducifoliés sont encore bien représentés. Des stations de ce type existent aussi bien dans le Moyen Atlas que le Haut Atlas. La description des groupements cités, qui figure dans nos travaux antérieurs sur le genévrier commun, ne peut être détaillée dans cette note.

Un autre trait distinctif de cette ancienne espèce dans ce territoire est l'uniformité et l'homogénéité des conditions stationnelles dans la majeure partie de son aire principale. Parmi les nombreuses stations qui l'hébergent, pratiquement toutes sont liées aux climats les plus humides de haute montagne et plus particulièrement aux milieux confinés des pentes raides ombragées, avec une préférence marquée pour les éboulis encore mobiles entassés en tous sens.

On comprend dès lors mieux que la réunion de ces conditions d'occurrence soit peu fréquente dans le contexte moulouyen et même au-delà. Par conséquent, les versants nappés de plages de genévrier, à des altitudes élevées identifiables par des arêtes vives, de nombreuses crêtes secondaires et une multitude de cols qui rappellent des décors beaucoup plus familiers de haute montagne, contribuent à une originalité forte et insolite des paysages de ces massifs. Comme le montrent les exemples étudiés, le genévrier commun est très bien représenté dans ces milieux où les xérophytes épineuses sont dominantes et jouent en général un rôle important par leur prédominance globale en nombre d'espèces et en fréquence ; les espèces constitutives sont essentiellement *Alyssum spinosum* L., *Arenaria pungens* Lag., *Astragalus ibrahimianus* Maire, *Bupleurum spinosum* L., *Cytisus balansae* (Boiss.) Ball, *Erinacea anthyllis* Link et *Vella mairei* Humbert. Mais il peut aussi former, seul ou associé avec ces xérophytes, des buissons caractéristiques avec un type spécial d'accroissement pouvant revêtir divers aspects, que d'autres plantes peuvent d'ailleurs appliquer sous l'influence des mêmes contraintes écologiques imposées par la reptation de la neige et le vent. C'est le cas en particulier pour *Berberis hispanica, Ribes uva-crispa* et surtout *Buxus balearica* dont les colonies, localement, présentent quasiment les mêmes caractères morphologiques et se comportent exactement de même.

Ces données, établies sur la base des différents travaux précités, fournissent sans conteste un enseignement précieux de nature surtout biogéographique. On peut y reconnaître des caractères chorologiques et écologiques suffisamment caractéristiques pour assurer une meilleure compréhension de la spécificité du bassin de la Moulouya mais aussi pour découvrir d'autres sites à genévrier et faire ainsi quelques observations complémentaires.

C'est en élargissant, de proche en proche, et tout naturellement notre champ d'étude à d'autres grands massifs montagneux qui surmontent la plaine de la Moulouya au nord comme au sud, là où toutefois l'équilibre entre la hauteur des reliefs et le climat offre toutes les chances au genévrier d'asseoir ses colonies, que nous avons été très agréablement surpris en juillet 2016 de découvrir, aussi bien sur le versant méridional du massif de Bou-Nacer (Moyen Atlas) que l'ubac de Tadrart (Haut Atlas), deux autres refuges majeurs jamais signalés jusqu'à présent. S'ils étendent singulièrement l'aire marocaine de ce taxon qui se retrouve symptomatiquement dans les hiatus les plus humides au sein de l'ambiance aride de la Moulouya, il n'en demeure pas moins que le genévrier commun reste encore rare. Ces nouveaux sites, tout comme ceux d'Amkaidou et du Maasker, comportent des populations bien établies présentant de surcroît un grand effectif, mais c'est surtout le refuge du Bou-Nacer qui surprend par sa localisation géographique inattendue et déconcertante ; il constitue en effet, au plan biogéographique, une confirmation des phénomènes si caractéristiques décrits dans le bassin de la Moulouya.

L'examen de cette localité nouvelle de genévrier valide les conclusions établies dans nos travaux antérieurs qui nous avaient déjà donné une idée de ce mode d'incursion d'un taxon enclavé à méso-échelle. En effet, en plus de l'originalité du site tout récemment découvert qui permet de compléter de manière encore plus précise la cartographie stationnelle du genévrier commun, cette découverte exceptionnelle confirme sans équivoque, l'hypothèse que nous avions postulée précédemment sur le modèle particulier de répartition du genévrier dans tout le Maroc, où il disparaît vers la moitié ouest du pays en dépit de la présence de plusieurs autres hauts massifs montagneux.

Bien qu'une étude comparable à celles effectuée dans les deux hauts massifs montagneux d'Amkaidou et du Maasker soit en cours, certains éléments de comparaison peuvent néanmoins être déjà dégagés. Nous nous contenterons toutefois de donner quelques indications chorologiques et écologiques complémentaires parmi les plus remarquables à cet égard.

Les résultats préliminaires permettent déjà d'appréhender le statut régional du genévrier commun et de cerner les biotopes d'intérêt majeur. On peut dire que le genévrier retrouvé est en plein cœur du versant moulouyen du massif du Bou-Nacer dont la crête, à l'instar des deux chaînons d'Amkaidou et du Maasker dans le Haut Atlas de Midelt, dépasse partout largement 3 000 m. Ce massif culmine à 3 326 m et constitue à cet égard la montagne la plus élevée de toute la chaîne du Moyen Atlas. Ce troisième refuge majeur, tout comme ceux du Maasker et d'Amkaidou, se trouve en haute altitude approximativement entre 2 400 et 3 000 m d'altitude. Les trois massifs présentent des caractéristiques suffisamment voisines pour que leur étude puisse être menée globalement, et le genévrier s'y répartit en effectifs à peu près égaux. Sa fréquence varie selon la tranche altitudinale et son étendue relative augmente avec l'altitude.

Il est symptomatique de retrouver dans le Bou-Nacer le même éventail de grandes dépressions topographiques à fortes contraintes dans lesquelles on observe habituellement le genévrier et qui s'individualisent par la combinaison de l'altitude et du bilan hydrique du site, qui dépend de la position topographique, de l'exposition, de la pente et du drainage. Partout liées au même complexe géologique et géomorphologique, ces dépressions se différencient peu les unes des autres aussi bien au plan bioclimatique qu'édaphique ; mais la diversité des microformes topographiques multiplie les variantes mineures qui feront ultérieurement l'objet d'une étude détaillée.

Il ressort aussi de l'ensemble de ces observations que cette coïncidence parfaite avec les grands reliefs montagneux surmontant la Moulouya ne s'exprime très nettement qu'aux deux extrémités occidentales et orientales du Haut Atlas et du Moyen Atlas, respectivement là où se trouvent justement concentrés d'une part le Maasker et l'Amkaidou, et d'autre part le Bou-Nacer, comme en témoignent les limites altitudinales notablement hautes en dessous desquelles le genévrier commun n'apparaît pas.

Partout, le genévrier commun est largement développé en recouvrant des entités écobiocénotiques très différentes et bien typées qui occupent une position similaire d'une manière significative, qu'il s'agisse du chaînon de Bou-Nacer, au fond de petits cirques creusés dans une bande juxta-sommitale, ou des dépressions plus moins larges du Maasker et d'Amkaidou.

Par contre, entre ces deux pôles, sa présence est bien plus discrète et, si les touffes de genévrier commun apparaissent çà et là, elles ne déterminent plus l'apparition de ce paysage si caractéristique, car, lorsqu'elles existent, elles se diluent au sein de la végétation générale. Tel est en particulier le cas dans le Tichchoukt.

Si les observations suggérées par le terrain lui-même révèlent le rôle fondamental joué par les formes topographiques concaves propices à l'accumulation des neiges et par les éboulis dans la répartition spatiale du genévrier commun, une analyse plus fine confirme le caractère non aléatoire de ces présences simultanées. Il serait en effet bien surprenant qu'à partir d'exemples aussi nombreux et aussi clairs, on ne puisse pas valider l'hypothèse que nous avons postulée précédemment sur le modèle particulier de répartition du genévrier dans tout le Maroc, et cela d'autant plus que l'exemple du Bou-Nacer apporte une contribution que nous croyons à cet égard efficace et déterminante pour confirmer le bien-fondé de cette hypothèse.

B. Méthode d'approche des formes de croissance du genévrier commun

Les formes globales de plantes rencontrées dans la nature sont fonctionnelles et correspondent à la façon dont elles optimisent l'exploitation du milieu pour effectuer la photosynthèse (Box, 2016 ; D'Arcy Thompson, 1917 ; Horn, 1971 ; Stevens, 1971). Ces adaptations sont d'autant plus intéressantes d'un point de vue géographique qu'elles ne portent pas seulement sur la physiologie, mais aussi sur la morphologie. Il en résulte qu'il n'est pas rare, du fait des caractères que l'on peut percevoir en produisant une certaine impression visuelle, de distinguer pour une même plante plus de deux formes de croissance différentes selon les conditions stationnelles auxquelles sa partie aérienne s'adapte et dont elle s'accommode. Il devient dès lors intéressant de noter non pas le type biologique habituel de la plante, qui résulte d'une étude statistique sur l'espèce en général, mais bien la forme de croissance réelle de l'individu, celui qui résulte de l'action du milieu au lieu d'observation. Ces caractéristiques physionomiques leur donnent un cachet reconnaissable et constituent donc une fiche d'identification de la forme de croissance des plantes en rapport avec le milieu, d'où la nécessité d'étendre la notion de type biologique au caractère tranché, à celle de forme de croissance, afin de ne pas mélanger des morphotypes dont la biologie n'est convergente qu'en une apparence très superficielle. Aussi, les formes de croissance constituent-elles, à une échelle plus fine, un caractère spécifique variable d'une réflectivité remarquable. Cet outil, qui exprime le mieux les relations milieu-croissance, ne peut pas toujours être d'une grande précision, mais celui-ci est suffisant pour déterminer, à partir d'observations banales de terrain, si cette essence est adaptée aux conditions écologiques d'un site spécifique. C'est donc un autre moyen efficace non seulement pour mieux décrire une espèce, mais aussi en tant que révélateur de son fonctionnement ; il a en outre l'avantage d'être est simple, clair, et de surplus visant un but d'explication biologique et écologique. Dans leur acception moderne la plus usuelle, il y a donc un intérêt évident à identifier ces micromorphes et à les mettre en évidence pour mieux cerner comment les espèces d'une communauté végétale utilisent les ressources disponibles.

L'importance de telles observations avait déjà été ressentie depuis longtemps. De nombreux systèmes variés classant les diverses formes de plantes entières composant la végétation et basés exclusivement sur leur morphologie ont été proposés à travers le monde (Cain, 1950). Ceux-ci impliquaient des caractères purement descriptifs (Du Rietz, 1931 ; Kenoyer, 1929), mais la classification plus universelle où les formes ont fait l'objet d'une élaboration méthodique, bien qu'elle ne soit pas parfaite, est celle de Raunkiaer (1901). Si les critères de base employés dans la classification des types biologiques proposée, dès 1905, par Raunkiaer conservent encore l'essentiel de leur terminologie, il n'en reste pas moins que, depuis cette date, d'autres approches, même si elles préservent les caractéristiques essentielles du système proposé par cet auteur, ont apporté quelques améliorations en y incorporant des détails supplémentaires d'ordre écologique (Ellenberg & Mueller-Dombois, 1965-66) ou ontogénique, relatif à l'évolution et au développement de la forme (Hallé & Oldman, 1970).

D'aucuns morphologistes étaient moins préoccupés par la classification de la plante entière, mais cherchaient plutôt la signification fonctionnelle des caractères eux-mêmes. Parmi les recherches faites à ce sujet, certaines d'entre elles n'ont considéré que quelques éléments, tels que les feuilles qui refléteraient l'état de santé de la plante, ainsi que les conditions de son environnement (Givnish, 1979 ; Werger & Ellenbroek, 1978). Cette même approche descriptive de caractères est également utilisée pour les descriptions physionomiques de la végétation (Danserau & Arros, 1959). D'autres recherches plus ou moins approfondies dans ce domaine ont montré comment l'observation de plus nombreux caractères des espèces (incluant des caractères morphologiques, phénologiques et physiologiques) pouvait conduire à la définition de formes de croissance, basées sur l'ensemble des caractères considérés, qui doivent refléter encore mieux l'adaptation aux facteurs de l'environnement (Floret *et al.,* 1990 ; Orshan *et al.*, 1989 ; Romane, 1987).

Pour notre part, confronté à l'étude de systèmes écologiques où *Juniperus communis* imprime au paysage végétal un cachet spécial et devant le manque d'éléments pour la description de ses formes de croissance, nous avons souhaité entreprendre l'observation des principales transformations qui les caractérisent afin de mieux comprendre le fonctionnement de ces systèmes et d'en préciser la typologie.

Dans son aire supraforestière oroméditerranéenne, et à un moindre degré en milieu forestier, le trait et l'évolution des touffes de genévriers sont conditionnés surtout par les éléments essentiels du microclimat que sont le vent, dont l'influence est bien connue et démontrée par Coutts & Grace (1995), Grace (1977), Ruck *et al.* (2003) et Seppälä (2004), et la neige agissant par sa pression et sa charge (Birot, 1981 ; Mullenbach, 2000). Bien que plusieurs formes de croissance, causées par le vent et la neige ainsi que par des facteurs biotiques et autres, aient été décrites depuis longtemps pour divers arbres et abondamment illustrés dans de nombreux travaux réalisés à différentes altitudes et latitudes, en particulier dans l'hémisphère nord (Arno & Hammerly, 1985 ; Daubenmire, 1954 ; Dolukhanov, 1978 ; Holtmeieir, 1973, 1980, 1981, 1985 et 2009 ; Mullenbach, 2000 ; Norton & Schönenberger, 1984 ; Payette, 1974 ; Scott *et al*., 1987 ; Yoshino, 1973), il n'en est plus tout à fait ainsi dans les quatre massifs montagneux étudiés ici où les arbres déformés sont quasi inexistants ; seuls quelques rares individus de cèdre de l'Atlas présentent en effet une forme naine à port compact, avec un haut degré de ramification centripète, et un port en drapeau. En revanche, *J. communis*, dont le répertoire auto-écologique apparaît comme étant plus diversifié, est à cet égard particulièrement intéressant. Essence frugale tant sur le plan écologique qu'édaphique, il s'adapte bien à son milieu développant des formes variées en fonction des situations dans lesquelles il se trouve, mais qui n'appartiennent, contrairement à ce l'on peut voir dans les territoires de plus hautes latitudes d'Europe et d'ailleurs, qu'au morphotype nain. Il convient enfin de souligner, bien que ce conifère arctico-alpin soit un authentique boréo-tempéré ou ses taxons dérivés d'une telle souche, qu'il vit cependant ici sous un climat qui, en dépit des analogies, n'est pas réellement arctico-alpin. C'est son origine géographique ou génétique qui est boréo-tempérée ; son écologie, elle, ne l'est plus totalement.

Au milieu de la multiplicité des formes de croissance, le vent et le poids de la neige apparaissent comme les deux facteurs déterminants pour imposer une allure basse plus large que haute à ce genévrier. L'action de ces facteurs peut jouer de manière séparée ou simultanée. Aussi peut-on distinguer, d'après les détails des déformations (essentiellement basées sur les

modifications des contours) des modes de croissance, des morphotypes spéciaux répondant pour la plupart au modèle rampant d'occupation du sol. Il y a donc une unité biologique, qui résulte de l'organisation même du genévrier dont le changement de forme globale peut correspondre à une nuance écologique de façon que leur présence ou leur absence puisse constituer une caractéristique écologique. Chaque morphotype isolé s'adapte bien à son environnement en adoptant une architecture spécifique en parfaite harmonie avec les conditions microclimiatiques et géomorphologiques très strictes de la station qu'il occupe. Il évolue sous l'influence des facteurs stationnels qui lui sont particuliers et qui sont exprimés par sa physionomie. La forme de croissance entend ici intégrer tous les caractères morphologiques instantanés de la plante entière. Ainsi, elle couvre l'étude de caractères individuels (par exemple consistance foliaire), de caractère complexe (groupe de feuilles) et de la plante entière. La détermination de la forme géométrique du genévrier peut donc être facilement étudiée par ce procédé.

En introduisant de telles distinctions, il est possible, chez le genévrier commun, de déceler divers aspects avec une physionomie propre à chacun d'entre eux. Le but de la présente étude est d'identifier les corrélations qui peuvent exister entre les changements de formes de la silhouette générale du genévrier en fonction du milieu dans lequel elles vivent. Les descripteurs utilisés dépendent principalement de la forme externe. L'importance de cette approche, par ailleurs très pratique, nous a incité d'une part à tenter de dégager les types des formes de croissance de *J. communis* reconnus dans ce contexte de haute montagne et mesurer leur importance relative dans les différents secteurs et, d'autre part, à essayer d'en établir une classification et d'en suggérer une interprétation écologique. Cela permettra d'entreprendre alors des comparaisons plus aisées avec d'autres régions du monde.

Le problème abordé ici est celui de la mise en évidence des structures (modèles d'occupation au sol) et architectures (modèles d'occupation volumique) au niveau des morphologies rencontrées chez le genévrier commun et de leur adéquation aux diverses conditions stationnelles qui influencent déformations et adaptation. Nous avons du reste, dans nos travaux cités plus haut, distingué un certain nombre de types de formes de croissance, en les rattachant à l'action combinée de la neige et du vent qui s'avèrent les deux facteurs climatiques prépondérants imprimant les conséquences de leurs actions permanentes sur la forme et la croissance du genévrier. Cependant, compte tenu d'une certaine uniformité du substrat, cet impact est en relation directe avec les contrastes stationnels liés aux changements des caractéristiques géomorphologiques et topoclimatiques.

Pour répondre à cette finalité de recherche, l'analyse de la forme a été menée dans différentes stations. L'absence de dispositif expérimental autorisant des comparaisons morphologiques en milieu uniforme oblige à sélectionner un grand nombre d'attributs végétatifs dont la caractérisation s'effectue *in situ* et à apprécier les principaux paramètres environnementaux.

Des résultats partiels ont déjà été publiés sur le sujet (Rhanem, 2013, 2014, 2015 et 2016a et b), ils seront repris et approfondis dans cet article à la lumière de récentes investigations effectuées dans ce but en précisant la description des différents morphotypes distingués dans toute l'étendue du territoire englobant les massifs du Bou-Nacer et du Tadrart récemment découverts. Ces micromorphes y présentent une distribution extrêmement irrégulière, mais apparaissent toutefois avec quelque fréquence dans un certain nombre de stations ou de milieux écologiques. Des observations écologiques ont été précieuses pour mieux comprendre et comparer l'architecture d'ensemble des différents morphotypes identifiés.

Le présent article n'a donc pas pour objectif de prétendre tout comprendre ou tout expliquer de la répartition spatiale actuelle du genévrier commun. Il vise à mieux faire connaître ses formes d'adaptation. L'approfondissement de ces connaissances morphologiques est en effet un des éléments déterminants non seulement du point de vue fondamental, mais aussi finalisé pour proposer aux aménageurs des actions de gestion pratique raisonnée allant dans le sens d'une prévention qui débouche sur le maintien de la diversité génétique de ce taxon.

Tenant compte de toutes ces considérations, l'étalement plus ou moins large de sa ramure rampante à la surface du sol et la hauteur de ses touffes nous ont paru être les caractères biologiques distinctifs les plus évidents. En fait, les morphologies sont le plus souvent combinées et complexes ; néanmoins, les deux types de synthèse susceptibles d'être retenus nettement sont le type prostré et le type bombé. C'est à l'intérieur de chacune de ces formes que seront analysés les modes d'organisation morphologique. C'est à l'étude des différents morphotypes du genévrier et de leurs rapports avec ses modelés supports que sont consacrées les pages qui suivent.

III. Diversité architecturale des touffes de *J. communis* et son impact sur la physionomie de la végétation

Le comportement du genévrier commun, sur le plan morphologique, en termes de croissance, face aux contraintes climatiques dues surtout à la reptation de la neige, au décapage par le vent fort entraînant des cristaux de glace et à l'action répétitive des alternances nycthémérales gel-dégel, est, à cet égard, très intéressant.

Dans les portions altimontaines des hauts massifs montagneux présentement étudiés où règnent de telles conditions particulièrement sévères, ses rameaux tortueux aux extrémités redressées sont toujours maintenus nains quasiment au ras du sol en rampant sur les pentes raides des versants ; il n'est donc pas un phanérophyte, il est plus ou moins un chaméphyte ou le plus souvent un nanophanérophyte. En sorte qu'on est tenté de le classer parmi les chaméphytes dont seule l'existence d'un tronc affirmé, bien que relativement très court et généralement masqué par un feuillage dense qui empêche sa visibilité totale, mais nettement individualisé, permet sans aucune hésitation de le ranger dans la catégorie des nanophanérophytes. À l'intérieur de ce groupe, on distingue bien entendu des sous-catégories secondaires spécialement créées pour le genévrier commun.

A. Effet nurserie des buttes de genévrier commun

Dans ces milieux à très fortes contraintes, il se produit constamment une inhibition ou une destruction du bourgeon terminal qui s'accompagnent de la naissance de cimes secondaires. Il en résulte par conséquent un port nain où seul un développement latéral volumique s'avère possible, constituant de fait le trait majeur de sa morphologie le plus discriminant. De plus, il incurve ses tiges plus ou moins longuement rampantes vers le haut de manière à les maintenir à une hauteur constante, elles résistent de cette manière à l'aplatissement dû au poids de la neige. Il convient de souligner que le glissement progressif de la neige compactée par gravité, combiné à la reptation des éboulis mobiles sur les pentes fortes à raides, entraîne très souvent la déformation de ses axes ligneux (l'épaisseur du manteau neigeux exerçant une pression mécanique équivalente à quelques tonnes par mètre carré au niveau du sol). De nombreuses branches basses plus ou moins serrées et bien fournies en feuilles aciculaires, s'étalant essentiellement en direction de l'aval, se dressent presque parallèlement les unes par rapport aux autres prenant l'allure de touffes, qui, rapprochées, peuvent s'auto-protéger. Ce lacis de tiges rampantes, d'abord couchées puis

redressées, est très efficace contre le glissement de la neige et même le favorise. Appliquées contre le substrat, ces touffes permettent aussi au genévrier commun d'une part de fixer les éboulis par le réseau de ses branchages et d'autre part de résister en particulier à la descente du matériel minéral en divisant le flux et le déviant latéralement.

Photo 1. Butte proéminente de genévrier commun sur un replat légèrement incliné en milieu forestier (cédraie) ; elle se compose d'une touffe isolée et bas-branchue édifiée sur un petit monticule organique mêlée à de terre fine (face nord du Bou-Nacer à 2 400 m d'altitude, © M. RHANEM

En outre, sous son abondant et épais feuillage, le sol s'épaissit vers la surface par suite de l'accumulation de la litière et de la terre fine piégée par ce dernier, dont le stade ultime sera la genèse d'une butte proéminente (Photo 1). Au sein de ce microrelief saillant, le genévrier, au vu de sa longévité et de son haut potentiel de production de litière, génère son propre « sol » par l'amoncellement de la matière organique liée à la décomposition de sa couverture morte (édificateur) et de la poussière sous son couvert et s'affranchit peu à peu entièrement de la roche carbonatée sous-jacente. La matière organique évolue lentement vers un xéromor acide brun à très noir (selon le degré d'ouverture de la butte) reposant directement sur la dalle calcaire plus ou moins lapiazée. En même temps, il se crée un microclimat interne sous son abondant et épais feuillage, de sorte que la transpiration est réduite, l'air conserve une humidité plus abondante, la lumière se trouve fortement atténuée, la température régularisée, les déplacements de l'air par le vent presque insignifiant. On comprend dès lors pourquoi, au sein de tels édifices, l'action du gel s'atténue beaucoup et qu'ils déterminent eux-mêmes des microbiotopes très spéciaux qui, par leur ombrage, d'une part atténuent la sécheresse en entretenant une humidité quasi permanente et d'autre part leur évitent les chocs thermiques. Ceci a pour corollaire de limiter les effets de l'évaporation par grand vent ou lors des vagues de chaleur estivales.

Tout se passe donc comme si ces buttes se constituaient en autant de micromilieux beaucoup plus favorables au développement du genévrier que le climat général des localités où il se rencontre, ainsi d'ailleurs qu'à d'autres espèces sylvatiques, laurifoliées ou caducifoliées, inhabituelles à pareille altitude, et qui se développent électivement à l'intérieur par effet nurserie; c'est en particulier le cas pour *Daphne laureola* (Photo 2). Ce taxon, contrairement au type junipéroïde à feuilles aciculaires très étroites, appartient au type laurifolié qui tire son nom du genre *Laurus.* Il convient à cet égard de souligner que ses représentants, souvent sempervirents et hygrophiles, de surcroît possédant des feuilles larges, colonisent surtout les régions subtropicales à climat assez humide, sans grands froids hivernaux. Au Maroc, le daphné est surtout abondant dans les portions de territoire soumises à une importante influence océanique à l'étage méditerranéen supérieur. Il en est ainsi dans le Moyen Atlas septentrional où le laurier se développe optimalement dans le sous-bois de peuplements forestiers où il trouve un climat local de même allure (Rhanem, 2016a et b).

Photo 2. Hallier de micromorphes ramassées en coussinet plus ou loin globuleuses et serrées les unes contre les autres (rendant délicat les comptages), atteignant 1 m à 1,20 m de diamètre et de hauteur, dans lequel prennent pied des touffes de *D. laureola* (premier plan), arbrisseau à larges feuilles persistantes. Celles-ci confèrent à ces plages un aspect encore très touffu et parfois impénétrable (fruticée bi-strate à *J. communis* et *C. nummularia* en milieu asylvatique colonisant les pentes à forte déclivité du haut-ubac du Maasker vers 2 700 m d'altitude. L'on devine au fond quelques cépées du cotonéaster repérables à leurs rameaux arqués, © M. RHANEM.

Dans d'autres cas, les buttes de genévriers peuvent être un foyer dynamique pour l'installation et le développement de quelques cèdres (Photo 3). Elles leur fournissent une protection quasi inexpugnable face à la dent des caprins, particulièrement au cœur des buttes où de surcroît les jeunes cèdres sont soumis à des conditions microclimatiques et édaphiques plus favorables que dans les zones ouvertes adjacentes.

Il s'agit d'une station de crête secondaire à découvert et très exposée où la neige est constamment enlevée par le vent. Il convient de souligner à cet égard que toute écorchure de la butte est suivie d'un lessivage du sol entassé. Les averses violentes consécutives aux orages d'été entraînent peu à peu le sol de cette butte provoquant l'agrandissement indéfini de la surface érodée ; finalement les souches fortement encrées du genévrier et les dalles lapiazées sous-jacentes sont remises à nu. Le vent violent d'ouest qui souffle à ce niveau accentue aussi l'érosion.

Par ailleurs, dans ces milieux très ventés, si la pression régulière et orientée de la reptation de la neige contribue à donner au genévrier un port strictement rampant, proliférant toujours dans le sens de la ligne de plus grande pente, il n'en reste pas moins que les facteurs édaphiques ont également un rôle non négligeable, en particulier

Photo 3. Station à découvert de l'écotone supraforestier d'Amkaidou, entre 2 400 et 2 500 m d'altitude. Notons qu'en dépit de l'effet nurserie induit par les buttes désunies de genévrier commun édifiées sur éboulis les jeunes plants de cèdre subissent, néanmoins, de plein fouet l'action dévastatrice du vent que traduit l'aspect moribond des tiges multiples qui en émergent. En arrière-plan, l'on peut aussi déduire la présence de jeunes pousses de cèdre de l'Atlas à côté de vieux individus en « nid de cigogne » qui les protègent des vents forts d'ouest qui soufflent fréquemment à ces niveaux, © M. RHANEM.

Photo 4. Touffe rupicole très rase et disjointe de genévrier commun plaquée contre la dalle conglomératique directement exposées à l'action du vent, et à contrastes thermiques très accusés (mi-versant de l'ubac d'Amkaidou entre 2 400-2 500 m d'altitude). Se comportant ici en chaméphyte, il déploie presque à partir du collet de longs rameaux minces et dissymétriques qui rampent en descendant parallèlement à la ligne de plus grande pente. L'aridité édaphique de cette station de l'écotone supraforestier de l'ubac d'Amkaidou se double d'une aridité climatique due aux vents forts, le placage des rameaux à même le sol en est la meilleure illustration à cet égard. Sous l'effet conjugué de la reptation de la neige et du décapage par le vent, le genévrier incurve ses tiges rampantes vers le haut de manière à les maintenir à une hauteur constante, © M. RHANEM.

la lithologie : types d'éboulis (fins et riche en terre fine des marno-calcaires ou d'éboulis grossiers plus mouvants issus de la désagrégation de calcaires plus durs) et affleurements de rochers calcaires plus ou moins diaclasés, qui modifient ici les conditions locales du climat dans le sens de l'aridité et influence en conséquence l'expression synthétique de la physionomie du genévrier, tant verticalement qu'horizontalement (Photo 4). Il convient toutefois de souligner que le degré de fragmentation et de fissuration des affleurements de roches mères (joints de stratifications, joints de schistosité dans le cas des calcaires en plaquette, fractures tectoniques, diaclases...), la conformité ou non du pendage des strates avec la topographie, ainsi que les éboulis mis en place par gélifraction, par colluvionnement ou par remaniement de produits d'altération résiduels, sont les principaux paramètres qui déterminent le fonctionnement et l'évolution de ces substrats jouant un rôle considérable et irremplaçable.

Le genévrier commun est essentiellement bâti autour de ces deux types bien distincts par la physionomie dont le contour peut présenter une symétrie bilatérale ou une fausse symétrie axiale ou encore sans symétrie. Le port aplati se caractérise par un appareil végétatif largement étalé sur la surface du sol, tandis que le type bombé, en fortes touffes, est plus ou ramassé. Il convient aussi de noter que, même si les hauteurs de ses touffes varient ente 20 et 150 cm, il n'en reste pas moins que chacune d'elles est assez régulière dans son aspect de surface. Quoi qu'il en soit, ces formes élémentaires représentent bien sûr des tendances plus ou moins parfaitement réalisées et des intermédiaires existent, suivant la longueur des entrenœuds, la densité du feuillage, le degré de ramification et l'orientation des axes. Enfin, pour la répartition de la masse foliaire, on peut l'apprécier par la présence de rameaux en brosse (feuilles agglomérées en paquet dans la périphérie supérieure du houppier), mais aussi la présence de fenêtre (trouée dans le houppier laissant voir une tache de sol) ou au contraire un houppier feuillé opaque ne laissant quasiment pas voir le sol à travers, et dont il sera question ci-dessous.

B. Essai typologique des principales formes de croissance.

Les différentes formes distinguées sont autant de preuves du caractère spécialisé des touffes du genévrier ; elles se rencontrent surtout en milieu asylvatique et, à un degré moindre, en milieu forestier. Par ailleurs, la localisation de l'un ou l'autre de ces morphotypes dépend de l'affleurement de la roche mère, de l'importance des plages d'éboulis plus ou moins instables à la surface du sol, ainsi que de l'humidité/sécheresse de la station et l'exposition au vent.

1. Morphotype aplati ou plaqué contre le sol (Photos 4 et 5)

Cette forme rase est la plus fréquente en haute montagne, où les touffes disjointes de genévrier prennent souvent cet aspect. Un tel morphotype est réalisé en station moins favorable, où les genévriers sont plus particulièrement exposés à la puissance maximale du vent, les obligeant à développer plus encore leurs rameaux le plus près possible du sol, le profil dissymétrique s'affirme. Inversement, il offre moins de prise au vent qui entrave directement la croissance monopodiale. En même temps, il résiste aussi à l'écrasement par les neiges lourdes en plaquant au maximum, par prostration, leur ramure abondamment fourchue contre le sol. Dans ces conditions écologiques très contraignantes, ce port rustique prostré est doté d'un fort pouvoir d'expansion latérale et les touffes, souvent lâches, sont alors de très petite taille, constituant des halliers rasants très caractéristiques (Photo 5). De plus, la souche, très vigoureuse et très excentrique, est longuement étirée vers l'aval, alors que tous les rameaux se dirigent vers le bas de pentes déclives, formant des sortes de touffes déprimées bas-branchues qui ne dépassent guère ordinairement 30 à 40 cm de hauteur (Photo 5). Ce

morphotype, assez lâche par ailleurs, traduit une adaptation plus marquée à la vie dans les éboulis que sur les parois rocheuses. Il importe aussi de noter, dans ces larges dépressions, l'intervention simultanée du vent et surtout de la pression mécanique exercée par le poids de la neige lourde dont la conséquence se manifeste par la réduction conjointe de la taille des touffes par prostration des rameaux qui s'alignent pratiquement sur la même hauteur (pas plus de 40 cm).

En dépit de l'action puissante du décapage par le vent et du poids des neiges dans ces milieux dégagés, des indices de tendance de redressement s'aperçoivent encore aux extrémités raméales. Mais ce relèvement est très faible et ne peut être accentué parce que la souche grossit à peine. Les conditions favorables à son développement sont en effet étroitement limitées à la fois par le vent et les neiges entassées. Leur action combinée semble être la cause déterminante du couchage complet du buisson.

Photo 5. Halliers rabougris en paillasson de genévriers aux touffes désunies à 2 800 m d'altitude qui ne sont nulle part aussi largement étendus en nappe que sur ces talus très pentus. Il s'agit de plages extrêmement aplaties colonisant des éboulis ; les touffes s'appliquent à l'extrême au ras du sol, aussi bien à la surface que sur les côtés des touffes. L'on peut aussi deviner au second plan, au centre du cliché, la présence au pied d'un ressaut calcaire d'une petite plage sub-rupicole très dense orientée au sud-est (ubac d'Amkaidou), © M. RHANEM.

Par contre, en situation d'abri sub-rupicole (Photo 4), les touffes de genévriers s'adaptent parfaitement bien à ces conditions en évitant rigoureusement de trop s'aventurer plus haut et en dehors du revers rocheux (côté sous-le-vent), comme en témoigne le parfait alignement des rameaux pratiquement sur la même hauteur. On voit par ailleurs que, dans cet espace très exigu, les branches se resserrent et s'entrelacent davantage en formant une masse, certes moins étendue, mais plus compacte particulièrement bien exprimé dans ce micro-environnement, ne dépassant guère le contour du rocher vers l'amont, mais dont l'expansion peut encore se faire que vers l'aval. Ce lacis inextricable tout à fait impénétrable, d'une part, réduit au maximum l'évapotranspiration et, d'autre part, lui confère une grande capacité de profiter des précipitations, en particulier occultes.

Cependant, dans ces deux stations, les effets induits ont aussi consisté en une nette réduction du taux de croissance portant à la fois sur la longueur et sur la grosseur des rameaux ; ces derniers deviennent plus raides (augmentation de la rigidité due à l'accroissement en épaisseur) et s'accompagnent d'une production exceptionnellement importante de feuilles ayant une petite taille par rapport aux touffes rencontrées à plus basse altitude, ce qui rend compte de son feuillage encore plus dense et plus épineux, d'où un appareil aérien compact encore plus difficilement pénétrable. En réalité, si les ramifications semblent ici plus abondantes, c'est que les pousses annuelles sont courtes, nombreuses et très rapprochées. Les branches s'allongent faiblement et se ramifient. De là l'aspect touffu et très ramifié qu'ont pris les individus, alors que les feuilles aciculaires sont par ailleurs plus fermes avec des pointes très piquantes.

2. Morphotype bombé ou hémisphérique (Photos 2, 6 et 7)

C'est également une forme peu fréquente à l'état isolé, que l'on rencontre plutôt en masse dans les écotones supraforestiers et en milieux forestiers. Les touffes de genévriers sont densément groupées et s'imbriquent solidairement adoptant une morphologie en dômes surbaissés ou en coussinets globuleux. Le genévrier présente une tige principale généralement masquée par un feuillage très dense qui empêche totalement sa visibilité, toujours naine bas-branchue, mais à peu près dans tous les sens ; les rameaux rampants sont plus courts et forment des enchevêtrements inextricables. Juxtaposées et intriquant leurs branches contournées et tortueuses, l'ensemble des touffes constitue une masse extrêmement densifiée de 1 à 1,5 m de hauteur, les individus plus centraux affectant la forme de dômes ou en boules, tandis que, vers les marges, ils diminuent de taille et deviennent plus dissymétriques en raison de conditions climatiques beaucoup plus brutales.

Ainsi on peut voir (Photo 6) avec quelle netteté, quelle régularité le vent déjette les ramifications du genévrier et en taille en même temps la surface comme avec une cisaille. De cette manière, elles offrent moins de prise au vent. L'on peut deviner que toutes les touffes de genévriers situées immédiatement au bord sont inclinées dans le sens des vents dominants d'ouest qui agissent avec une particulière violence. En surface, les rameaux se joignent et sont encastrés les uns dans les autres. Ils s'imbriquent dans le reste de la colonie et augmentent sa résistance physique en formant un véritable paravent ; celui-ci constitue un rempart compact et biseauté perpendiculairement à leur direction. Ces dispositions assurent la cohésion de l'ensemble de la masse des touffes, se répercutant à la surface par une divergence morphologique très marquée entre le côté au vent et celui sous le vent (Photo 7).

Tous ces signes traduisent l'existence de tensions et de poussées à l'intérieur du hallier qui se comporte comme une masse cohérente. Dynamisée par les pressions externes exercées par la poussée latérale du vent, son extension se fait le long de leur grand axe, lequel est orienté perpendiculairement au sens de la pente. L'on peut ainsi remarquer que les touffes prolifèrent à l'opposé de la face ventée à l'abri des premières, qui perçoivent de plein fouet l'effet du vent, il y en a d'autres un peu plus hautes qui, à leur tour, protègent les suivantes. Derrière chaque bordure nouvellement formée, d'autres pousses s'ajouteront à l'édifice et continueront à s'élever encore un peu plus, mais sans jamais dépasser un niveau moyen, celui de la surface générale de la touffe. En se calant les uns sur les autres, ils donnent au hallier son profil régulier si caractéristique. En effet, l'aspect pris par les branches disposées à peu près au même niveau montre qu'elles n'ont pu continuer à végéter dans ce sens en raison de conditions microclimatiques encore plus contraignantes.

L'élongation est vraisemblablement limitée à la hauteur correspondant à l'enneigement protecteur. Cet arrêt simultané de la croissance de chaque rameau vers la surface, empêchant l'ensemble de la touffe de monter en hauteur, oblige les branches

situées immédiatement au-dessous à s'étendre sur les côtés (croissance sympodiale). Toujours au plan architectural, tandis que, vers les bords, la masse se constitue en plan incliné suivant lequel glisse le vent, les rameaux feuillés, formant la voûte à leur surface extérieure, réalisent un toit presque toujours clos et là aussi comme taillé au sécateur.

En revanche, au bord est du hallier, abrité de l'action violente des vents d'ouest (Photo 7), les touffes de genévriers se présentent visiblement comme des coussins volumineux et peu déformés en donnant des types magnifiques en dômes quasi arrondis, en cloches ou encore en coupoles comme celles du milieu, au surplus présentant une symétrie quasiment régulière, le sommet occupant à peu près le centre. En fait, sous cette apparente régularité externe, un examen plus attentif montre que les souches se caractérisent toujours par leur excentricité. En général, chaque touffe représente un pied unique de genévrier dont l'axe resté très court, bas et ordinairement couché, forme une grosse souche cachée sous la multitude de ses branches ramifiées au ras du sol. Quand on écarte les rameaux extérieurs, on aperçoit en effet un fouillis de rameaux ; certaines de ces branches sont grosses, d'autres grêles et longues vont, de côté ou en haut, porter leurs rameaux feuillés à la surface extérieure. Par ce caractère – des ports en coussinets et l'allure xérophile du feuillage – le genévrier commun se présente sous la forme de petites nattes de verdure semblables à celles que peuvent également former dans l'étage de haute montagne les xérophytes épineuses.

Photo 6. Hallier de touffes de genévriers en dôme surbaissé et incliné à orientation éolienne permanente (altitude : 2 450 m). Il s'agit d'une station à découvert où les vents d'ouest agissent avec une particulière violence typique de l'écotone supraforestier écologiquement et morphologiquement intermédiaire situé à mi-versant sur une pente moyenne à 2 400 m d'altitude (ubac du Tadrart), © M. RHANEM.

3. Morphotypes divers

Si les halliers précédents se caractérisent par l'homogénéité des déformations subies par les touffes, il n'est pas rare aussi d'observer, au sein d'une même plage, des variations dans l'aspect pris par chacune des touffes constitutives dont la surface générale décrit des ondulations. C'est sur le bord immédiat des falaises que ce phénomène se présente dans toute son ampleur. Ainsi, (Photo 8) se succèdent, de l'amont vers l'aval, divers tronçons où l'emportent ici, d'une manière plus marquée, un fort et long enneigement, une fonte ralentie, permettant la persistance de congères tardives qui dépendent directement de la position topographique et la pente. Il n'y a donc pas de doute, par le seul aspect de la surface externe du hallier, que ces derniers, à côté du microclimat hivernal particulièrement froid, constituent les deux autres facteurs essentiels qui paraissent pouvoir être retenus comme éléments d'explication de cette hétérogénéité physionomique, car l'ensoleillement est réduit tant par l'effet de masque du relief que l'obliquité du rayonnement.

Photo 7. Vue de la face opposée sous le vent du hallier où les déformations sont beaucoup moins fortes ; les touffes, plus volumineuses, ne sont plus déjetées et sont plus ou moins écartées les unes autres et, surtout, leurs bordures, aussi bien sur les côtés qu'à la surface des touffes, ne sont pas taillées en même temps comme c'est le cas à l'extrême bord du hallier tourné vers l'ouest (Photo 5). Cependant, toutes les touffes maintiennent conjointement leurs sommets plus moins arqués au même niveau moyen de la surface générale du hallier, © M. RHANEM.

Ainsi, dans cette station à topographie nettement contrastée, la partie proximale, relativement aplatie, est plaquée contre la falaise, tandis que, dans la partie distale qui subit moins la pression des congères, les ramifications s'accumulent en bourrelet convexe à l'aval en adoptant un port bombé hémisphérique. Au pied de l'escarpement rocheux où les névés perdurent plus longtemps, les touffes semblent s'effacer le plus possible dans la partie médiane qui se manifeste par le tassement, voire l'écrasement des branches. En sorte que l'expansion et l'extension tant verticale qu'horizontale du « front de coulée » se font essentiellement en contrebas. Ces faits importants démontrent que les pousses du genévrier sont très sensibles aux variations de la topographie, ce qui est un de ses caractères frappants.

En outre, il se produit un grand rapprochement des diverses pousses se manifestant à tous les niveaux par l'aspect très touffu et absolument impénétrable, tant par la densité de l'ensemble de sa ramure que par leurs feuilles aciculaires, d'où l'augmentation de la compacité apparente. Il convient aussi de remarquer que, dans la partie accrochée au bas de la falaise, les pousses feuillées sont imbriquées comme les tuiles d'un toit, à un degré extrême, ce qui établit une ramification échelonnée suie au redressement sans cesse des pousses. Ceci tient évidemment à ce que tous les rameaux ont une tendance à pousser le plus possible vers l'extérieur et en haut ; ainsi elles prennent à la fin une direction obliquement relevée, du moins quand l'individu

Photo 8. Hallier complexe et étagé montrant des variations d'épaisseur que traduisent les contours sinusoïdaux pris par les sommets arqués des touffes coalescentes. Il est par ailleurs évident que cette tendance à croître en décrivant des ondulations est générale pour tous les rameaux (versant moulouyen du Bou-Nacer à 2 400 m d'altitude). La protection mutuelle des rameaux contre le poids de la neige est à l'origine de la dissymétrie d'épaisseur totale de ce hallier, © M. RHANEM.

Photo 9. Morphotype en brosse induite par une déformation dissymétrique de la touffe de genévriers toute entière, © M. RHANEM.

concerné est en situation pas trop exposée à l'action du vent comme cela s'observe nettement dans le cas du morphotype en brosse dont il va être question ci-après.

4. Morphotype en brosse

Au terme de ce paragraphe, il n'est pas inutile de mentionner le cas très emblématique et non moins significatif du morphotype en brosse (Photo 9) qui a fait l'objet d'une description détaillée (Rhanem, 2014) dont nous rappellerons ici les grandes lignes de son organisation architecturale. Cette forme de croissance est particulièrement bien individualisée chez les touffes isolées en milieux forestiers de l'étage montagnard méditerranéen. Parmi toutes les formes rencontrées, c'est la plus facilement définissable. En effet, les vigoureux rameaux noueux, tordus et contorsionnés se disjoignent, ce qui permet de les voir l'intérieur distinctement. Dès lors, on peut apercevoir qu'ils s'allongent toujours selon la ligne de plus grande pente en présentant un grand développement unilatéral et déjeté en chevelure.

Or, si cette silhouette se caractérise par un développement inégal des rameaux rampants perpendiculairement aux courbes de niveau, en revanche leur élongation vers l'aval est moins importante au fur et à mesure de leur rapprochement de la zone de raccordement à la souche. En même temps, ils se couchent de plus en plus dans leurs parties âgées (aux longs entrenœuds) au ras du sol, tenant seuls les rameaux les plus jeunes (courts entrenœuds) relevés à leurs parties distales comme les branches d'un candélabre. Ce fait est d'autant plus frappant que l'on s'éloigne de la souche. Il convient à cet égard de souligner que le genévrier commun plie à sa base, dans sa jeunesse, qui courbe son pied vers l'aval. Mais, cette dissymétrie est aussi le résultat d'un développement inégal des bourgeons. De plus, partant de divers points, le redressement des ramifications terminales des branches, dénudées sur plusieurs entrenœuds, s'accompagne de l'édification d'une plus grande densité raméale et d'un feuillage plus dense dont l'aspect général simule celui d'une brosse. Par ailleurs, cette déformation manifeste se caractérise par des feuilles plus souples, plus longues et aiguës, mais dont les pointes sont peu piquantes. Le site de Takhamt-n-Bou-Ifsr, au voisinage immédiat d'Amkaidou, est remarquable à cet égard. On y trouve un exemple typique vers 2 300 m d'altitude au sein de groupements forestiers et qui se retrouve d'ailleurs, certes moins parfaitement réalisé, dans des conditions stationnelles assez dissemblables dans l'écotone supraforestier de ce même chaînon (Photo 4). Mais, d'une manière constante, les touffes sont moins épaisses du côté tourné vers l'amont que du côté opposé et la souche se trouve située sous ce côté mince du buisson.

Il faut ajouter que, dans cette station encore largement influencée par les neiges, si toutes les branches, même les plus volumineuses, sont courbées, elles ne sont pas aussi écrasées sous leur poids, à l'instar des morphotypes en paillasson que nous avons décrits précédemment. Cependant, cela est suffisant pour établir un morphotype rampant pour toutes les branches de la touffe dont les branches sont pourtant portées à se dresser sans cesse par géotropisme. En sorte que ces pousses prennent à la fin une direction obliquement relevée. Il importe enfin de préciser que nulle part autant que sur les versants raides et les escarpements rocheux cette dissymétrie ne se présente accentuée et toujours orientée dans le même sens.

En résumé et d'après les nombreux faits qu'on vient d'exposer, pour la plupart inédits, les formes de croissance du genévrier sont bien plus dictées par les discontinuités géomorphologiques et les facettes d'exposition que par les facteurs édaphiques ; ceux-ci ne deviennent opérants que pour subdiviser les formes principales de croissance décrites ci-dessous (compacité des ramifications sur rochers *versus* disjonction sur éboulis)

5. Motif en mosaïque tigrée, autre élément physionomique remarquable

À la lueur de ces différentes constatations, il semble utile d'insister sur le fait que ce port lui confère un aspect physionomique certain offrant des tendances assez différentes de celles qui l'animent dans les zones de latitudes plus élevées. Il présente, de surplus, la particularité de développer sur certains rameaux, au plus près de la surface du sol, des racines adventives filiformes. Ce phénomène peut intéresser plusieurs branches basses et donne naissance, probablement à la suite de leur marcottage, à

une colonie généralement dense et compacte réunissant de nombreuses tiges entourant, surtout vers l'aval, la souche principale. Cependant, les connaissances actuelles ne nous permettent pas d'affirmer avec certitude si toutes ces plages de genévriers sont, dans le sens exact du mot, de vraies colonies ou si elles proviennent de semis. Aussi avons-nous préféré utiliser le terme *hallier* qui désigne un groupe plus ou moins denses de touffes d'âges variés et qui peut atteindre plusieurs mètres de diamètre (Photo 10).

Photo 10. Halliers de genévriers alternant avec de grandes taches de sol nu parsemés çà et là de quelques pieds d'*Alyssum spinosum* (ubac d'Amkaidou entre 2 700 et 2 900 m). Cependant, quoique éloignés les uns des autres à la surface du sol, les paillassons de genévriers n'en sont pas moins très rapprochés par l'ensemble de leur important système racinaire qui se déploie tant superficiellement que profondément sur une surface considérable. Cette mosaïque tigrée, apparemment désordonnée, est en réalité le reflet d'une juxtaposition de biotopes différents, © M. RHANEM.

De même il convient de signaler que le genévrier commun, espèce ornithochore par excellence, produit des galbules charnues bleuâtres à violet terne consommés par des oiseaux frugivores qui en disséminent les graines ; ces disséminateurs restituent au cours de leurs déplacements les graines intactes et aptes à germer, soit par régurgitation, soit dans leurs excréments. Ce mode de dissémination des strobiles du genévrier contribue de fait à renforcer l'aspect en agrégats très caractéristique de ses populations.

À l'inverse, le poids de ses galbules constitue un obstacle à leur dispersion ailleurs qu'à l'aplomb même des porte-graines, de sorte que de nombreuses « baies » non consommées tombent au sol sous le couvert du semencier, ce qui *a priori* a pour conséquence d'accroître leur volume et de favoriser leur extension latérale. Ces faits permettent de suggérer que la pluie de graines est hétérogène dans l'espace et qu'elle s'effectue probablement à peu de distance des semenciers. Il est donc logique d'attribuer également aux oiseaux frugivores la présence de semis de *J. communis* sous les cèdres qui leur servent de perchoirs privilégiés et facilitent ainsi sa colonisation (processus de nucléation). Cependant, le succès d'installation des semis augmente si la graine atteint un site favorable à sa germination (Photo 3).

Un tel comportement est également imposé par la concurrence des autres espèces qui se traduit en premier lieu par une limitation du nombre d'individus et en second lieu par l'élimination de l'espèce. De plus, il se distingue singulièrement de celui de toutes les autres espèces présentes par son aspect souvent en buttes touffues qui ont pour effet d'amortir les influences néfastes du climat. Cette stratégie d'économie et de qualité se manifeste aussi par une hétérogénéité spatiale de ses formes de croissance bien mises en évidence sur le terrain, lui donnant un cachet morphologique particulier. De ce point de vue, le genévrier commun offre dans la totalité des quatre blocs majeurs étudiés, aussi bien à l'étage asylvatique de haute montagne qu'en plein milieu forestier, un caractère typiquement en paquets, à contour régulier et plus ou moins distants, ne formant jamais un tapis continu, mais laissent toujours à nu une fraction importante de la surface du sol. Cela se matérialisé par une agrégation irrégulière des halliers multiformes, imprimant au paysage végétal une structure en mosaïque très caractéristique. Cependant, c'est indiscutablement à l'étage oroméditerranéen qu'ils présentent leur développement optimal ; en effet, nulle part ailleurs ils ne sont susceptibles de déterminer l'apparition de véritables paysages végétaux où ils codominent très largement du point de vue physionomique.

Enfin, toujours au plan morphologique, bien que ne constituant jamais l'élément dominant de groupements végétaux et n'offrant le plus souvent qu'un aspect en mosaïque, il est particulièrement perceptible par l'étendue et la densité de ces plages qui contrastent avec la dispersion de la végétation environnante. Ces traits physionomiques en font l'une de ses particularités la plus originale.

Conclusion

Si les faits établis précédemment permettent, au moins en première approximation, d'interpréter de manière claire et nette la configuration de l'aire de répartition de *J. communis* dans les bassins haut et moyen de la Moulouya, elles constituent aussi des arguments solides pouvant intervenir au niveau de l'explication de certaines caractéristiques que présentent ses formes de croissance dont nous avons précisé plus haut la diversité.

Cependant, le premier enseignement de cette étude comparative fut de confirmer le maintien des caractères morphologiques entre ses différentes stations. De plus, comme nous l'avions aussi déjà remarqué, les rapports existant entre le climat et la morphologie de ce conifère ne peuvent être contestés. Les micromorphes rencontrées traduisent des exigences très particulières et une adaptation efficace à un certain nombre d'impératifs, surtout climatiques, désormais plus contraignants et plus sélectifs au fur et à mesure que l'altitude s'élève, au premier chef desquels il convient de citer la reptation de la neige et le décapage par le vent. Les distinctions minimes de port rampant constatées entre la plante forestière et celle de découvert, en particulier, sont à mettre sur le compte de variations accommodatives, dues par exemple au léger ombrage de la cédraie et surtout à l'influence de l'altitude.

Si ce taxon se présente habituellement sous une forme fondamentalement phanérophyte, en revanche, dans toutes les stations observées, le genévrier n'est pas un phanérophyte ; il est plus ou moins un chaméphyte ou le plus souvent nanophanérophyte ne présentant que des individus de moindre stature, dépassant rarement la taille d'un mètre, et qui de surcroît rampent sur les hauts versants fortement inclinés des chaînons prospectés. Cette essence, strictement orophile, y montre, en effet, très rapidement une tendance à s'aplatir naturellement, et c'est là un fait phytogéographique tout à fait remarquable qui apparaît d'autant plus nettement qu'on s'élève en altitude. Cependant, en quelque point que ce soit, une nanophanérophyte buissonnante permanente en touffes plus ou moins compactes correspond toujours à ce taxon. Alors que ses rameaux sont tous plus ou moins

nettement déjetés dans le sens de la plus grande pente mais, qui sont pourtant portés à se redresser sans cesse, sa forme naine demeure un caractère fixe.

Dans ces situations échelonnées, le genévrier commun recouvre des entités écobiocénotiques très différentes et bien typées qui s'accompagnent de quelques modifications affectant sa physionomie. Cependant, le hiatus morphologique est particulièrement accentué entre l'étage oroméditerranéen – où le genévrier acquiert son maximum de densité et trouve son optimum bioclimatique, mais dont les individus présentent une nette réduction de leur envergure avec un aplatissement très marqué des touffes, à de rares exceptions près cependant – et l'étage montagnard méditerranéen, où le genévrier, d'aspect beaucoup plus bombé, participe avec un degré moins élevé de présence au sous-bois de quelques groupements arborés. Entre ces deux morphotypes extrêmes nettement bien différenciés, s'individualise toute une gamme de micromorphes intermédiaires, aussi bien chez les touffes isolées que groupées en halliers, qui ne sont que l'expression des déformations subies par les touffes du genévrier au niveau de son architecture externe dans un environnement micro-stationnel édapho-topoclimatique et géomorphologique rigoureux et très hétérogène. Il convient de ce point de vue d'indiquer que c'est dans l'étage de haute montagne que se trouve fréquemment un maximum de morphotypes variés, liés à une marqueterie plus importante de caractéristiques stationnelles.

Enfin et d'une manière générale, et bien que morphologiquement le genévrier commun constitue un peu partout d'indiscutables buissons d'apparence hémisphériques, il doit être considéré comme un véritable nanophanérophyte susceptible de supporter des conditions écologiques extrêmement sévères. Inversement, grâce à la contraction et à la densité de leur appareil végétatif, les touffes de genévriers contribuent activement à individualiser à leur niveau des microbiotopes favorables à leur survie et à leur développement, ainsi d'ailleurs qu'à d'autres espèces.

Bibliographie

Adams R.P., 2014–Juniperus *of the world: the genus* Juniperus. Trafford Publishing, 415 p.

Adams R.P., Rhanem M. & Schwarzbach A.E., 2015–*Juniperus communis* in Morocco: analyses of nrDNA and cpDNA regions. *Phytologia* **97** (2) : 23-28.

Arno S.F. & Hammerly R.P., 1985–*Timberline mountain and arctic forest frontiers*. The Mountainers, 304 p.

Billings W.D., 1969–Vegetational pattern near alpine timberline as affected by fire–snowdrift interactions. *Vegetatio* **19** : 192-207.

Box E.O., 2016–*Vegetation structure and functional at multiple spatial, temporal and conceptual scales*. Springer, 578 p.

Cain S.A., 1950–Life forms and phytoclimate. *Bot. Rev*. **16** : 1-32.

Danserau P. & Arros J., 1959–Essais d'application de la dimension structurale en phytosociologie. I–Quelques exemples européens. *Vegetatio* **9** : 48-99.

Coutts M.P. & Grace J., 1995–*Wind and trees*. Cambridge University Press, 485 p.

D'Arcy Thompson W., 1917–*On growth and form*. Cambridge University Press, Cambridge, 793 p.

Daubenmire R., 1954–Alpine timberlines in the Americas and their interpretation. *Butler Univ. Bot. Studies* **11** : 119-136.

Dolukhanov A.G., 1978–The timberline and the subalpine belt in the Caucasus mountains, USSR. *Arct. Alp. Research* **10** (2) : 409-422.

Du Rietz G.E. 1931–Life-forms of terrestrial flowering plants. *Acta Phytogeogr. Suec*. **3** : 1-95.

Ellenberg A. & Mueller-Dombois D., 1965-66–A key to Raunkiaer plant life forms with revised subdivisions. *Ber. Geobot. Inst. Eidg. Tech. Hochsch, Stift, Ruebel*, Zürich, **37** : 56-73.

Floret C., Galan M.J., Le Floc'h Orshan G. & Romane F., 1990–Growth form and phenomorphology traits along an environmental gradient: tools for studying vegetation? *J. Veg. Sci*. **1** : 71-80.

Givnish T., 1979–*On the adaptive significance of leaf form. In* O.T. Solbrig *et al*. (eds), *Topics in Plant population Biology*, Columbia University Press. : 375-407.

Grace J., 1977–*Plant response to wind*. Academic Press, 204 p.

Hallé F. & Oldeman R.A.A., 1970–*Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux*. Masson et Cie, Paris, 192 p.

Holtmeier F.-K., 1973–Geoecological aspects of timerlines in northern and central Europe. *Arct. Alp. Res.* **5** (3), Pt. 2 : A45-A54.

Holtmeier F.-K., 1980–Influence of wind on tree-physiognomy at the upper treeline in the Colorado Front Range. *NZFS FRI Techn. Paper* **70** : 247-261.

Holtmeier F.-K., 1981–What does the term "Krummholz" really mean? Observations with special reference to the Alps and Colorado Front Range. *Mount. Res. Devel.* **1** (3-4) : 253-260.

Holtmeier F.-K., 1985–Climatic stress influencing the physiognomy of trees at the polar and mountain timberline. *In* H. Turner & W. Tranquillini (eds), *Establishment and tending of subalpine forest: research and management*, Proc. of the 3rd IUFRO workshop P 1.07-00, *Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen*, Berichte, **270** : 31-40.

Holtmeier F.-K., 2009–*Mountain timberlines. Ecology, patchiness, and dynamics*. *Adv. Global Change Res*. **36**, Springer, 437 p.

Horn H.S., 1971–*The adaptive geometry of trees*. Princeton University Press, Princeton, xii + 144 p.

Howard J.A. & Mitchell C.W., 1985–*Phytogeomorphology*. Ed. John Wiley & Sons, 222 p.

Kenoyer L.A., 1929–Plant physiognomy. *Ecology* **10** (4) : 409-414.

Mullenbach P., 2000–*Reboisements d'altitude*. Cemagref, 335 p.

Norton D.A. & Schönenberger W., 1984–The growth forms and ecology of *Nothofagus solandri* at the alpine timberline, Craigieburn range, New Zealand. *Arct. Alp. Res.* **16** (3) : 361-370.

Orshan G., 1986–Plant form as describing vegetation and expressing adaptation to environment. *Ann. Bot*. (*Roma*) **44** : 7-38.

Orshan G., Floret C., Le Floch' H.E., Leroux A., Montenegro G. & Romane F. 1989–General synthesis. *In* G. Orshan (ed.), *Plant pheno-morphological studies in Mediterranean type ecosystems*, Dordrecht : 389-404.

Payette S., 1974–Classification écologique des formes de croissance de *Picea glauca* (Moench) Voss et de *Picea mariana* (Mill.) BSP. en milieux subarctiques et subalpins. *Natur. Can.* **101** : 893-903.

Rhanem M., 2013–De l'écologie, de la répartition et de la structure spatiale du genévrier commun hémisphérique : *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* (Presl) Nyman au Maroc. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, NS, **44** : 301-316.

Rhanem M., 2014–Sur la rareté du genévrier commun (*Juniperus communis* L.) au Maroc et ses relations avec la triade arbustive d'éboulis (*Berberis hispanica* Boiss. & Reut., *Buxus balearica* Willd. et *Ribes uva-crispa* L.) au sein et à la périphérie de l'écotone supraforestier dans les hauts massifs de l'Ayachi et du Tichchoukt ; intérêt de la géomorphologie. *Evaxiana* **1** : 30-69.

Rhanem M., 2015–Compléments à la distribution et au statut de relique géomorphologique de *Juniperus communis* L. au Maroc à la lumière de la découverte d'un géomorphosite remarquable sur le mont Maasker. *Evaxiana* **2** : 23-41.

Rhanem M., 2016a–*Recherches sur les populations méconnues de genévrier commun (*Juniperus communis *L.) aux limites méditerranéennes de son aire de répartition dans le bassin de la haute Moulouya (Maroc). Aspects biogéographiques, génético-taxonomiques et auto-synécologiques*. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences, Meknès, **200 p.**

Rhanem M., 2016b–Juniperus communis *L., conifère arctico-alpin rare et méconnu au Maroc. Sa place dans les paysages du pourtour moulouyen aux limites méditerranéennes de son aire de répartition*. Éditions universitaires européennes, 280 p.

Romane F., 1987–*Efficacité de la distribution des formes de croissance des végétaux pour l'analyse de la végétation à l'échelle régionale. Cas de quelques taillis de chêne vert du Languedoc*. Thèse ès Sciences, Faculté des Sciences et Techniques Saint-Jérome, 153 p.

Ruck B., Kottmeier C., Mattheck C., Quine C. & Wilhelm G., 2003–*Wind effects on trees*. Proc. of the International Conference, 16-18 September 2003, University of Karlsruhe, Germany, 375 p.

Scott P.A., Bentley C.V., Fayle D.C.F. & Hansell R.I.C., 1987–Crown forms and shoot elongation of white spruce at the treeline, Churchill, Manitoba, Canada. *Arct. Alp. Res.* **19** (2) : 175-186. (fdfd df) .

Seppälä M., 2004–*Wind as a geomorphic agent in cold climates*. Cambridge University Press, 358 p.

Stevens P.S., 1971–*Les formes dans la nature* (traduction J. Matricon & D. Morello). Le Seuil, Paris, 1116 p.

Werger M.J.A. & Ellenbroek G.A., 1978–Leaf size and leaf consistence of a riverine forest formation along a climatic gradient. *Oecologia* (Berl.) **34** : 287-308.

Yoshino M.M., 1973–Wind-shaped trees in the subalpine zone in Japan. *Arct. Alp. Res.* **5** (3), Pt. 2 : A115-A126.

Diversité floristique des milieux forestiers et préforestiers de l'Atlas tellien occidental de Tiaret (N-O Algérie)

Mohamed Djamel MIARA
Département de biologie
Université de Tiaret
14000. DZ
Laboratoire d'Agro-Biotechnologie et Nutrition en Zones Semi-Arides
Faculté SNV. Université de Tiaret. 14000. DZ
miara14130@yahoo.fr

Mohammed AIT HAMMOU
Département de biologie
Université de Tiaret
14000. DZ
mohamedaithammou@gmail.com

Seghir HADJADJ-AOUL
Laboratoire d'écologie végétale
Département de biologie
Université d'Oran
1 Ahmed Benbella. DZ
seghirhadjadj@yahoo.fr

Khellaf REBBAS
Département des sciences de la nature et de la vie
Université de M'Sila
28000. DZ
rebbaskhellaf@yahoo.fr

Hamdi BENDIF
Département des sciences de la nature et de la vie
Université de M'Sila
28000. DZ.
bendif_hamdi@yahoo.fr

Rabah BOUNAR
Département des sciences de la nature et de la vie
Université de M'Sila
28000. DZ
bounar.rabah@yahoo.fr

Résumé : dans le présent travail nous mettons en exergue la diversité de la flore des milieux forestiers et préforestiers échantillonnées lors de nos recherches dans l'Atlas tellien occidental de Tiaret. Nous nous sommes basés dans cet inventaire sur les 278 relevés floristiques réalisés à travers les massifs forestiers de cette région, ainsi que d'autres observations. Nous présentons cet inventaire sous la forme d'un catalogue floristique actualisé sur le plan nomenclatural et chorologique. Nous avons comptabilisé 566 espèces relevant de 76 familles. Les résultats montrent une diversité importante de la flore régionale qui est essentiellement dominée par les Asteraceae, les Fabaceae et les Poaceae. Les thérophytes dominent le spectre biologique de cette flore qui se présente globalement comme une flore méditerranéenne typique. L'analyse des types chorologiques montre la prédominance de l'élément méditerranéen avec un pourcentage d'endémisme assez intéressant.

Mots clés : catalogue, diversité floristique, flore, forêts, inventaire, Tiaret.

Summary : In the present work we highlight the floristic diversity of forest and preforest area sampled during our research in the western Tell Atlas of Tiaret. We based this inventory on 278 floristic lists made through the forests of this region as well as other observations. We present this inventory as a floristic catalog updated on nomenclatural and chorological plan. We counted 566 species belonging to 76 botanical families. The results show a significant diversity of the regional flora which is essentially dominated by Asteraceae, Fabaceae and Poaceae. Therophytes dominate the biological spectrum of this flora that looks broadly as a typical Mediterranean flora. The analysis of the chorologic types shows the predominance of the Mediterranean element with an interesting endemism percentage.

Keyword : catalog, floristic diversity, forest, Tiaret.

Introduction

Bien que mondialement reconnue comme un des principaux points chauds de biodiversité végétale, la région méditerranéenne demeure méconnue, en particulier sur ses rives sud et est (Rebbas & Bounar, 2014). D'après Amirouche & Misset (2009), cette région abrite une diversité biologique de première importance. Cependant, comparées à celles effectuées dans les autres pays méditerranéens et voisins, ces études demeurent toujours rares et n'arrivent pas à balayer un pays aussi vaste que l'Algérie. C'est ainsi que la publication des inventaires floristiques régionaux semblent nécessaires pour l'actualisation de ces connaissances, car susceptible d'enrichir davantage les données tant taxonomiques que biogéographiques de la flore algérienne, et ce afin de permettre éventuellement une nouvelle synthèse "flore" du pays. Le secteur tellien de Tiaret, constitué essentiellement par des massifs montagneux forestiers et préforestiers, est susceptible de renfermer une diversité floristique importante à découvrir. Ce secteur, qui n'a pas été bien visité par les botanistes au moins depuis l'indépendance du pays, constitue une zone de transit entre l'Atlas tellien et les hautes plaines steppiques, ce qui est succeptible de lui conférer une richesse floristique exceptionnelle. Notre travail consiste à explorer la flore de cette portion de l'Atlas tellien occidental dans l'objectif de mettre en exergue sa diversité biologique et chorologique, sa richesse et ses valeurs génétiques et patrimoniales. C'est ainsi que nous comptons proposer un premier inventaire floristique régional couvrant une bonne partie de l'Atlas tellien occidental algérien, qui va certainement donner un élan considérable pour la mise à jour des données ainsi que la connaissance de la flore de ces milieux, mais aussi la protection et la mise en valeur de ces ressources biologiques d'importance cruciale. Cet inventaire pourra constituer *a priori* une première base de données régionales pour les chercheurs intéressés par cette flore, mais devrait certainement *a posteriori*, inciter **à** une meilleure conservation de ces richesses naturelles dans le cadre du développement durable de ces régions.

La zone d'étude

Les régions explorées ici appartiennent sur le plan biogéographique à l'Atlas tellien occidental de Tiaret au niveau du sous-secteur de l'Atlas tellien oranais (O3) *sensu* Quézel & Santa (1962-63). Il comprend : les monts de Tiaret, avec le massif forestier de Guezoul sur les hauteurs de la ville de Tiaret, qui se prolonge vers les Sdamas au niveau des communes de Mechraa Sfa et Medroussa ; les monts de Frenda qui représentent la partie orientale des monts de Saida regroupant la vallée de Gaada au sud-ouest de Frenda, les montagnes de Ain el Hdid et ceux de Takhmaret à l'ouest sur les limites avec les wilayas de Saida et de Mascara (Fig.1). Cette région représente une véritable zone de contact entre les milieux boisés des chaînes montagneuses de l'Atlas tellien occidental et les hautes plaines steppiques.

Les sols sont de nature calcaire dans la majorité de l'aire d'étude (Sdamas, Gaada, monts de Frenda), avec des textures variables (Durand, 1954 ; Kabir, 2001). Cependant, le massif de Guezoul est dominé par des sols décarbonatés de nature sableuse (Miara, 2011).

Le bioclimat dominant est de type semi-aride dans sa variante d'hiver fraîche au niveau du mésoméditerranéen. Toutefois, cette aire bioclimatique déborde vers l'aride supérieur à basse altitude et vers le subhumide inférieur aux sommets du massif de Guezoul et des Sdamas (Duvignaud, 1992 ; Miara *et al*., 2013).

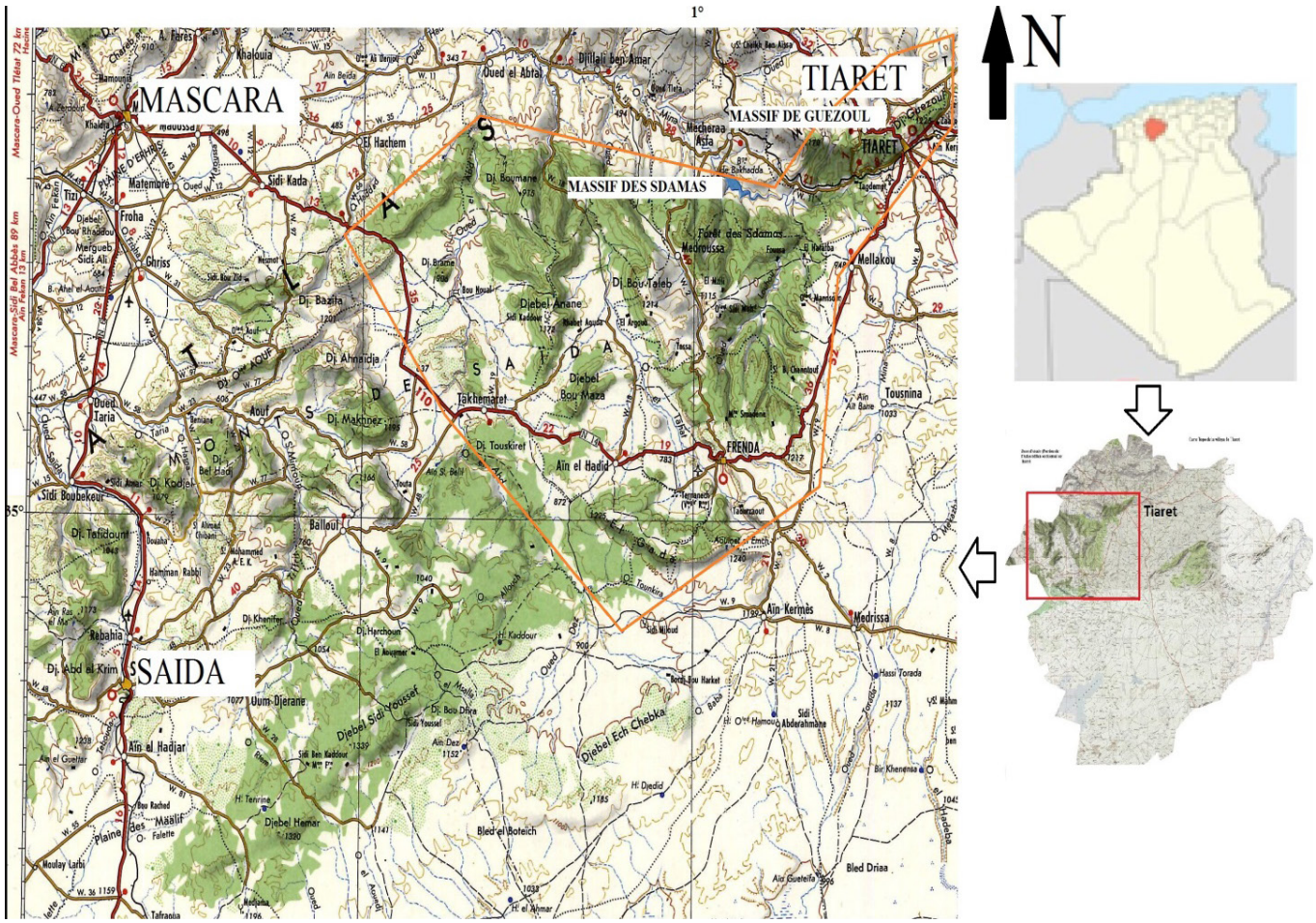


Figure 1. Carte de localisation de la zone d'étude (la région échantillonnée est encadrée en rouge), © extrait de la carte d'Algérie-Tiaret au 1/200 000.

La végétation est constituée essentiellement par des formations forestières, préforestières et des matorrals, dominées par *Quercus ilex* subsp. *ballota*, *Tetraclinis articulata, Pistacia atlantica, Quercus suber* et *Pinus halepensis*. Ces formations relèvent de la série du chêne vert dans le massif de Guezoul et celle du thuya de Berberie sur les Sdamas et les monts de Frenda (Duvignaud, 1992).

Matériel et méthodes

Ce travail regroupe les observations de terrain qui ont été entamés depuis 2009 au niveau des massifs atlasiques forestiers et préforestiers de la région de Tiaret. Pour cet inventaire, nous nous sommes basés essentiellement sur la liste des taxons figurant dans les 287 relevés phytoécologiques réalisés à travers tout le secteur atlasique boisé de Tiaret (Miara, 2017) suivant un échantillonnage stratifié au sens de Gounot (1969). Par ailleurs, d'autres spécimens de plantes ne rentrant pas dans ces périmètres échantillonnés ont été récoltés indépendamment des relevés, d'une manière subjective dans le cadre de l'inventaire. L'identification des taxons a été faite sur le terrain pour ceux facilement reconnaissables et au laboratoire pour les taxons méconnus et/ou douteux. Un herbier a été conçu sur la base des spécimens récoltés sur le terrain et une collection de photographies a été constituée. Les spécimens de plantes récoltés ont été déposés dans l'herbier du laboratoire d'écologie (université d'Oran 1).

Les flores suivantes ont servi aux identifications : flores d'Algérie (Battandier & Trabut, 1888-1890, 1895 ; Maire, 1952-1987 ; Quézel & Santa, 1962-63) et des pays voisins (Valdes *et al*. (2002) et Fenane *et al*. (2007) pour le Maroc ; Cuénod *et al*. (1954) pour la Tunisie, Valdés *et al*. (1987) et Blanca *et al*. (2009) pour l'Espagne "Andalousie occidentale et orientale".

Les résultats de l'inventaire seront présentés sous forme d'un catalogue, suivant un ordre systématique des unités supérieures, et alphabétique des familles, des genres et des espèces. Nous indiquerons pour chaque taxon ayant changé de nom celle qui correspond dans la flore de Qu**é**zel & Santa (1962-63). Le type biologique de chaque taxon est représenté selon les abréviations suivantes : Ph : phanérophyte, Ch : chaméphyte, Hem : hémicryptophyte, Ge : géophyte, Th : thérophyte, Ph (Lian) : phanérophyte liane, Par : plante parasite.

Les différents types chorologiques sont représentés comme suite : Méd : méditerranéennes, Ibér-Maur : ibéro-mauritaniennes, End N-A **:** endémiques nord-africaines, End Alg-Tun : endémiques algéro-tunisiennes, End Alg-Mar : endémiques algéro-marocaines, End Alg : endémiques algériennes, Sah :(sahariennes, Euras : eurasiatiques, Eur : européennes, Paléo-Temp : paléotempérés, Bor : circumboréales, Atl-Méd : atlantiques méditerranéennes, Eur-Méd : euro-méditerranéennes, Méd-As : méditerranéennes asiatiques, Méd-Sah-Sind : méditerranéo-saharo-sindiennes, Méd-Ir-Tour : méditerranéennes irano-touraniennes, Néo-Trop : néo-tropicales, Cosm : cosmopolites.

Les types biologiques et chorologiques ont été appréciés par le biais des documents bibliographiques consultés (Quézel & Santa, 1962-63 ; Dahmani, 1997), ainsi que nos observations personnelles de terrain et des spécimens d'herbier pour les types biologiques. Nous avons utilisé le symbole **≡** pour désigner les nouvelles données chorologiques figurant dans l'index de Dobignard & Chatelain (2010-11-12-13) par rapport à celles de Qu**é**zel & Santa (1962-63). Les données d'El Oualidi *et al* (2009) ont été également exploitées. Nous suivrons ces indications chorologiques par des points d'interrogations lorsque la présence des taxons considérés dans l'aire **désignée n'est pas certaine ou reste à confirmer selon l'index.** Les pays de présence des taxons sont codés comme suite **:** Alg **:** Algerie, Mar **:** Maroc, Tun **:** Tunisie, Lib **:** Libye, Por **:** Portugal, Esp **:** Espagne, N-A **:** Afrique du Nord.

Résultats

Nous présentons dans ce qui suit notre catalogue selon la nomenclature de Dobignard & Chatelain (2010-13).

PTERIDOPHYTES

ASPLENIACEAE

Asplenium ceterach L., Ge., Euras.

PTERIDACEAE

Adiantum capillus-veneris L., Ge., Atl-Méd.
Allosorus acrosticus (Balb.) Christenh. = *Cheilanthes acrostica* (Balb.) Tod., Hem., Méd.

SELAGINELLACEAE

Selaginella denticulata (L.) Spring., Hem., Méd.

SINOPTERIDACEAE

Cosentinia vellea (Aiton) Tod. (= *Notholaena vellea* (Aït.) V. Br.), Hem., Paléo-Trop.

SPERMATOPHYTES GYMNOSPERMES

CUPRESSACEAE

Cupressus sempervirens L., Ph., Méd.
Juniperus oxycedrus L. subsp. *oxycedrus = J. oxycedrus* subsp. *rufescens* (Link) Debeaux, Ph., Méd.
Tetraclinis articulata (Vahl) Mast., Ph., Méd.

PINACEAE

Pinus halepensis Mill., Ph., Méd.
Pinus pinea L., Ph., Méd.

SPERMATOPHYTES ANGIOSPERMES

DICOTYLEDONES

AMARANTHACEAE

Amaranthus hybridus L., Th., Cosm.

ANACARDIACEAE

Pistacia atlantica Desf., Ph., End N-A.
Pistacia lentiscus L., Ph., Méd.
Pistacia terebinthus L., Ph., Méd.

APIACEAE

Ammoides pusilla (Brot.) Breistr. = *A. verticillata* (Desf.) Briq., Th., Méd.
Ammi majus L., Th., Méd.
Anthriscus caucalis M.Bieb., Th., Euras.
Bifora testiculata (L.) Spreng., Th., Méd.
Bunium pachypodum P. W. Ball. = *B. incrassatum* (Boiss.) B. & T., Ge., Méd.
Bupleurum rigidum L., Hem., Méd.
Bupleurum semicompositum L., Th., Méd.
Cuminum cyminum L., Th., Méd.
Daucus aureus Desf., Hem., Méd.
Daucus carota L., Hem., Cosm.
Eryngium campestre L., Hem., Eur-Méd.
Eryngium tricuspidatum L., Hem., Méd.
Eryngium triquetrum Vahl, Hem., Méd.
Ferula communis L., Hem., Méd.
Foeniculum vulgare Mill., Ch., Méd.
Helosciadium nodiflorum (L.) W.D.J. Koch = *Apium nodiflorum* Lag., Ch., Atl-Méd.
Magydaris pastinacea (Lam.) Paol. & Bég., Ph., Méd.
Ridolfia segetum (Guss.) Moris. = *Carum ridolfia* Benth. & Hook. f., Th., Méd.
Scandix pecten-veneris L., Th., Eur-Méd.
Smyrnium olusatrum L., Hem., Méd.
Stoibrax dichotomum (L.) Raf. = *Brachyapium dichotomum* (L.) M., Th., Méd.
Thapsia garganica L., Hem., Méd.
Torilis arvensis (Huds.) Link, Th., Cosm.
Torilis nodosa (L.) Gaertn., Th., Cosm.

APOCYNACEAE

Nerium oleander L., Ph., Méd.

ARALIACEAE

Hedera helix L. Ph (Lian), Eur-Méd.

ARISTOLOCHIACEAE

Aristolochia sempervirens L. = *A. altissima* Desf., Ph (Lian). Eur-Méd.

ASTERACEAE

Anacyclus clavatus (Desf.) Pers., Th., Eur-Méd.
Andryala laxiflora DC., Th., Méd.
Anthemis arvensis L., Hem., Méd.
Anthemis pedunculata Desf., Hem., Iber-Maur.
Artemisia herba-alba Asso, Ch., Méd.
Asteriscus aquaticus (L.) Less., Th., Méd.
Atractylis cancellata L., Th., Méd.
Atractylis caespitosa Desf. = *A. humilis* auct., Hem., Méd.
Bellis annua L., Th., Méd.
Bellis sylvestris Cirillo, Th., Méd.
Bombycilaena discolor (Pers.) M. Laínz = *Micropus bombycinus* Lag., Th., Cosm.
Calendula arvensis (Vaill.) L. = *C. arvensis* subsp. *communis* Emb. & M., Th., Méd.
Calendula stellata Cav. = *C. bicolor* var. *faurelli*, Th., Méd.
Calendula suffruticosa subsp. *boissieri* Lanza. = *C. fulgida* Raf., Ch., Méd.
Carduus leptocladus Dur. =*C. pteracanthus* Dur. subsp. *leptocladus* (Dur.) Batt., Th., Iber-Maur.
Carduus pycnocephalus L., Th., Euras.
Catananche caerulea L., Hem., Méd.
Catananche lutea L., Th., Méd.
Centaurea eriophora L., Th., Méd.
Centaurea melitensis L., Th., Méd.

Photo 1. *Centaurea oranensis* Greuter & M.V.Agab. End Alg-Maroc.

Centaurea oranensis Greuter & M.V. Agab. = *C. acaulis* L. *p.p.*, Hem., End ≡ Alg-Mar. (Photo 1)
Centaurea parviflora Desf., Ch., End Alg-Tun.
Centaurea pubescens Willd. = *C. incana* subsp. *pubescens* Lag. non Desf., Hem., Iber-Maur.
Centaurea pullata L., Hem., Méd.
Centaurea solstitialis L., Th., Méd-As.
Cirsium echinatum (Desf.) DC., Hem., Méd.
Cichorium intybus L., Hem., Cosm.
Coleostephus multicaulis (Desf.) Durieu = *Chrysanthemum multicaule* Desf., Th., End. (Photo 2)
Echinops bovei Boiss. = *E. spinosus* subsp. *bovei* (Boiss.) Murb., Ch., Méd-Sah-Sind.
Filago gallica L., Th., Méd.
Filago pygmaea L. = *Evax pygmaea* (L.) Brot., Th., Méd.
Filago pyramidata L. = *F. spathulata* Presl, Th., Méd.
Galactites duriaei Spach, Th., Méd.
Glebionis segetum (L.) Fourr. = *Chrysanthemum segetum* L., Th., Cosm ≡ (Alg ?).
Glossopappus macrotus (Dur) Briq. & Cavill. = *Chrysanthemum macrotum* (Dur.) Ball subsp.*eu-macrotum*, Th., End ≡ **Méd.**
Hedypnois rhagadioloides (L.) F. W. Schmidt. = *H. cretica* (L.) Willd. subsp. *monspeliensis* (Willd.) Murb., Th., Méd.
Helichrysum pomelianum Greut. = *Elichrysum stoechas* subsp. *scandens* (Sieb.) Q. et S., Ch., Méd.
Helichrysum stoechas (L.) Moench, Ch., Méd.
Hypochaeris achyrophorus L., Th., Méd.
Hypochaeris glabra L. = *H. glabra* L. var. *loiseleuriana* Godr., Th., Méd.
Hypochaeris radicata L. subsp. *radicata*, Hem., Méd.
Inula montana L., Hem., Méd.
Klasea flavescens subsp. *mucronata* (Desf.) Cantó & Rivas Mart. = *Serratula cichoracea* (L.) DC. subsp. *mucronata* (Desf.) Lacaita, Ch., Méd.
Leontodon maroccanus (Pers.) Ball, Th., Iber-Maur.
Leontodon saxatilis Lam. = *L. saxatilis* Lamk. subsp. *rothii* (Ball) M., Th., Méd.
Leontodon tuberosus L., Hem., Méd.
Mantisalca salmantica (L.) Briq. & Cavill., Hem., Eur-Méd.
Mauranthemum paludosum (Poir.) Vogt & Oberpr. = *Chrysanthemum paludosum* Poiret subsp. *glabrum* (M.) Q. et S., Th., Méd.
Micropus supinus L., Th., Méd.
Pallenis maritima (L.) Greuter = *Asteriscus maritimus* (L.) Less., Th., Méd.
Pallenis spinosa (L.) Cass. subsp. *spinosa*, Hem., Méd.
Phagnalon rupestre (L.) DC., Ch., Méd.
Phagnalon saxatile (L.) Cass. = *Ph. saxatile* (L.) Cass. var. *saxatile*, Ch., Méd.
Phagnalon sordidum (L.) Rchb., Ch., Méd.
Picnomon acarna (L.) Cass. = *Cirsium acarna* (L.) Mœnch, Th., Méd.
Picris cupuligera (Durieu) Walp., Hem., Méd.
Pulicaria odora (L.) Rchb., Hem., Méd.
Rhagadiolus stellatus (L.) Gaertn., Th., Méd.
Rhaponticum acaule (L.) DC., Th., N-A.
Rhaponticum coniferum (L.) Greuter = *Leuzea conifera* (L.) DC., Hem., Méd.
Senecio leucanthemifolius subsp. **mauritanicus** (Pomel) Greuter = *S. gallicus* L. subsp. *mauritanicus* (Pomel) M., Th., Méd.
Senecio vulgaris L., Th., Cosm.
Scolymus hispanicus L., Hem., Méd.
Sonchus tenerrimus L. subsp. *Tenerrimus*, Th., Méd.
Sonchus oleraceus L., Th., Cosm.
Silybum marianum (L.) Gaertn., Ch., Cosm.
Staehelina dubia L., Hem., Méd.
Tragopogon crocifolius L., Hem., Méd.
Urospermum dalechampii (L.) F.W. Schmidt, Hem., Méd.
Urospermum picroides (L.) Scop. *ex* F.W. Schmidt = *Tragopogon picroides* L., Th., Eur-Méd.
Xeranthemum inapertum (L.) Mill., Th., Méd.
BORAGINACEAE
Anchusa italica Retz. = *A. azurea* auct., Hem., Eur-Méd.
Borago officinalis L., Th., Méd.
Cerinthe major L. subsp. *major*, Th., Méd.
Cynoglossum cheirifolium L., Hem., Méd.
Cynoglossum dioscoridis Vill., Hem., Méd.
Echium asperrimum Lam., Hem., Méd.
Echium plantagineum L., Hem., Méd.
Lithospermum incrassatum Guss. = *L. arvense* subsp. *incrassatum* Guss. et L., Th., Méd.
Lithospermum tenuiflorum L. f., Th., Méd ≡ Alg ?
Neatostema apulum (L.) I.M.Johnst. = *Lithospermum apulum* (L.) Vahl, Th., Méd.
Rochelia disperma (L. f.) C. Koch, Th., Méd.

Photo 2. *Coleostephus multicaulis* (Desf.) Durieu. End Alg

BRASSICACEAE

Alyssum granatense Boiss. & Reut., Th., Euras.
Alyssum simplex Rudolphi =*A. parviflorum* Fisch., Th., Méd.
Arabis auriculata Lam., Th., Méd.
Arabis parvula DC., Th., Méd.
Arabis pubescens (Desf.) Poir., Th., Méd.
Biscutella auriculata L. subsp. *auriculata*, Th., Méd.
Biscutella didyma L., Th., Méd.
Cardamine hirsuta L., Th., Bor.
Carrichtera annua (L.) DC. = *Vella annua* L., Th., Méd.
Cordylocarpus muricatus Desf. = *C. muricatus* Desf. var. *trichocarpus*, Th., End Alg-Mar.
Diplotaxis virgata (Cav.) DC. subsp. **virgata**. = *D. virgata* subsp. *cavanillesiana* Maire, Th., Méd.
Eruca vesicaria (L.) Cav. subsp. *Vesicaria*, Th., Méd.
Guenthera amplexicaulis (Desf.) Gómez-Campo = *Brassica amplexicaulis* (Desf.) Pomel, Th., Méd.
Hirschfeldia incana subsp. **geniculata** (Desf.) Maire, Th., Méd.
Iberis odorata L., Th., Méd.
Lepidium draba L., Hem., Méd.
Lobularia maritima (L.) Desv., Ch., Méd.
Matthiola lunata DC., Ch., Ibero-Maur.
Matthiola tricuspidata (L.) R.Br., Ch., Méd.
Otocarpus virgatus Durieu, Th., End. (Photo 8)
Raphanus raphanistrum L., Th., Méd ≡ Alg ?
Rapistrum rugosum subsp. **linnaeanum** (Coss.) Rouy & Foucaud, Th., Méd.
Sinapis arvensis L., Th., Paleo-Temp.
Sisymbrium runcinatum Lag. *ex* DC., Th., Méd-Iran-Tour.
Thlaspi perfoliatum L. subsp. *perfoliatum*, Th., Eur-Méd.

Photo 8. *Otocarpus virgatus* Durieu. End. Alg.

CACTACEAE

Opuntia ficus-indica (L.) Mill., Ph., Cosm.

CAMPANULACEAE

Campanula afra Cav. = *C. dichotoma* L. subsp. *afra* (Cav.) Maire, Th., Méd.
Campanula erinus L., Th., Paleo-Temp.
Campanula mollis L., Hem., Méd.
Campanula rapunculus L., Hem., Eur-Méd.
Legousia falcata (Ten.) Janch. = *Specularia falcata* A. DC., Th., Méd.

CAPRIFOLIACEAE

Lonicera implexa Aiton, Ph (Lian)., Méd.
Sixalix arenaria (Forssk.) Greuter & Burde. = *Scabiosa arenaria* Forsk., Th., Sah.
Sixalix atropurpurea (L.) Greuter & Burdet, Th., Méd.

CARYOPHYLLACEAE

Arenaria leptoclados (Rchb.) Guss. = *A. serpyllifolia* subsp. *leptoclados* (Guss.) Obor., Th., Euras.
Cerastium pentandrum L., Th., Méd.
Dianthus sylvestris subsp. **boissieri** (Willk.) Dobignard = *D. caryophyllus* L. subsp. *virgineus* (L.) Rouy, Hem., Eur-Méd ≡ Alg ?
Herniaria hirsuta L., Th., Paléo-Temp.
Loeflingia hispanica L., Th., Méd.
Minuartia campestris L., Th., Ibero-Maur.
Minuartia montana L., Th., Méd.
Paronychia argentea Lam., Hem., Méd.
Paronychia capitata (L.) Lam. subsp. *capitata* = *P. capitata* (L.) Lamk. subsp. *nivea* (De.) Maire et Weiller, Hem., Méd.
Petrorhagia illyrica subsp. *angustifolia* (Poir.) P.W. Ball & Heywood = *Tunica illyrica* (Ard.) et Meg. subsp. *angustifolia*, Ch., Eur-Méd.
Polycarpon tetraphyllum (L.) L., Th., Méd.
Rhodalsine geniculata (Poir.) F.N. Williams = *Minuartia geniculata* (Poir.) Thell., Ch., Méd.
Silene cerastoides L., Th., Méd.
Silene coelirosa (L.) Godr., Th., Méd.
Silene colorata Poir. subsp. *colorata* = *S. colorata* Poiret subsp. *pubicalycina* Fenzl, Th., Méd.
Silene gallica L., Th., Paleo-Temp.
Silene laeta (Aiton) A. Braun, Th., Méd.
Silene pseudoatocion Desf., Th., Ibéro-Maur.
Silene secundiflora Otth, Th., Ibéro-Maur.
Silene tridentata Desf., Th., Ibéro-Maur.
Silene villosa Forssk., Th., Sah.

Stellaria media (L.) Vill., Th., Cosm.
Vaccaria hispanica (Mill.) Rauschert = *Saponaria vaccaria* L., Th., Méd.
Velezia rigida L., Th., Méd.

CISTACEAE

Cistus clusii Dunal = *C. libanotis* auct., Ph., Méd.
Cistus creticus subsp. *eriocephalus* (Viv.) Greuter & Burdet = *C. villosus* var. *undulatus*, Ph., Méd.
Cistus halimifolius L. = *Halimium halimifolium* (L.) Willk., Ph., Méd.
Cistus ladanifer subsp. *mauritianus* Pau & Sennen = *C. ladanifer* var. *petiolatus* Maire, Ph., Méd.
Cistus monspeliensis L., Ph., Méd.
Cistus munbyi Pomel = *C. sericeus* Munby, non Vahl, Ph., End Alg-Mar.
Cistus salviifolius L., Ph., Méd.
Fumana arabica (L.) Spach, Ch., Eur-Méd.
Fumana laevipes (L.) Spach, Ch., Eur-Méd.
Fumana thymifolia (L.) Webb, Ch., Méd.
Helianthemum cinereum subsp. *rotundifolium* (Dunal) Greuter & Burdet = *H. cinereum* var. *rubellum* Pau, Ch., Eur-Méd.
Helianthemum croceum (Desf.) Pers., Ch., Méd.
Helianthemum helianthemoides (Desf.) Grosser, Ch., End N-A.
Helianthemum papillare Boiss., Th., Ibéro-Maur ≡ Alg ?.
Helianthemum pilosum (L.) Mill., Ch., Méd ≡ Alg-Mar-Tun ?
Helianthemum polyanthum (Desf.) Pers., Ch., End Alg-Mar.
Helianthemum ledifolium subsp. *apertum* (Pomel) Raynaud *ex* Greuter & Burdet = *H. apertum* Pomel, Th., End N-A ≡ Alg-Mar-Tun.
Helianthemum syriacum (Jacq.) Dum. Cours., Ch., Eur-Méd.
Helianthemum viscarium Boiss. & Reut., Ch., Méd.
Tuberaria guttata subsp. *variabilis* (Willk.) Litard., Th., Méd.

CONVOLVULACEAE

Convolvulus althaeoides L. = *C. althaeoides* subsp. *typicus* Fiori, Hem., Méd.
Convolvulus cantabrica L., Hem., Méd.
Convolvulus tricolor L., Th., Méd.
Convolvulus lineatus L., Hem., Méd-As.

Photo 3. *Cytinus hypocistis* subsp. *macranthus* Wettst. Rare

CRASSULACEAE

Sedum acre L., Th., Euras.
Sedum amplexicaule subsp. **tenuifolium** (Sm.) Greuter = *S. tenuifolium* (S. et Sm. Strohl), Ch., Méd.
Umbilicus horizontalis (Guss.) DC. = *Cotyledon umbilicus-veneris* L. subsp. *horizontalis* (Guss.) Batt., Ge., Méd.
Pistorinia breviflora subsp. *intermedia* (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet, Th., Méd.
Sedum album L. = *S. album* L. subsp. *album* Syme, Ch., Euras.
Sedum caeruleum L., Th., Méd.
Sedum rubens L., Th., Méd.
Sedum sediforme (Jacq.) Pau, Ch., Méd.

CYTINACEAE

Cytinus hypocistis subsp. *macranthus* Wettst., Ge (Par). **Méd.** (Photo 3)

DIPSACACEAE

Cephalaria leucantha (L.) Roem. & Schult., Hem., Méd.
Lomelosia stellata (L.) Raf. = *Scabiosa stellata* L. subsp. *monspeliensis* (Jacq.) Rouy, Th., Méd.

EPHEDRACEAE

Ephedra altissima Desf., Ph., End N-A.

ERICACEAE

Arbutus unedo L., Ph., Méd.

EUPHORBIACEAE

Euphorbia exigua L., Hem., Eur.
Euphorbia helioscopia L. subsp. ***helioscopia***, Th., Euras.
Euphorbia falcata L., Th., Eur-Méd.
Mercurialis annua L., Th., Méd.
Mercurialis annua subsp. *ambigua* (L. f.) Arcang., Th., Méd-As.

FABACEAE

Anthyllis vulneraria subsp. *maura* (Beck) Maire, Hem., Méd.
Astragalus alopecuroides L. = *A. narbonensis* Gouan, Ch., Méd.
Astragalus edulis Bung,. Th., Méd.
Astragalus epiglottis L., Th., Méd.
Astragalus hamosus L., Th., Méd.
Astragalus incanus subsp. *incurvus* (Desf.) Maire, Th., Méd.
Astragalus sesameus L., Th., Méd.
Bituminaria bituminosa (L.) C.H.Stirt. = *Psoralea bituminosa* L., Hem., Méd.
Calicotome intermedia C. Presl = *Calycotome villosa* (Poir.) Link subsp. *intermedia* (Salzm.), Ph., Méd.
Calicotome spinosa (L.) Link. = *Calycotome spinosa* (L.) Lamk subsp. *spinosa* Burnat, Ph., Méd ≡ Alg End ?.
Ceratonia siliqua L., Ph., Méd.
Colutea atlantica Browicz. = *C. arborescens* L., Ph., Méd.
Coronilla juncea L. subsp. **juncea**, Ph., Méd.
Coronilla scorpioides (L.) W.D.J. Koch, Th., Méd.
Coronilla valentina subsp. *pentaphylla* (Desf.) Batt., Ph., Méd.
Cytisus arboreus (Desf.) DC. = *C. arboreus* (Desf.) DC. subsp. *beaticus* (Webb) Maire, Ph., Méd.
Cytisus fontanesii Spach *ex* Ball, Ph., Méd.
Ebenus pinnata Aiton, Ch., End N-A.
Genista cephalantha Spach = *G. cephalantha* Spach subsp. *demnatensis*, Ph., End N-A ≡ Alg-Mar.
Genista spartioides Spach, Ph., Iber-Maur.
Genista tricuspidata Desf. = *G. tricuspidata* subsp. *eu-tricuspidata*, Ph., End N-A.
Hedysarum glomeratum F. Dietr. = *H. spinosissimum* subsp. *capitatum*, Th., Méd.
Hedysarum pallidum Desf., Hem., End Alg-Tun ≡ Alg-Mar-Tun.
Hippocrepis biflora Spreng. = *H. unisiliquosa* L., Th., Méd.
Hippocrepis monticola Lassen. = *H. scabra* DC., Hem., Méd.
Lathyrus clymenum L., Th., Méd.
Lotus corniculatus L. subsp. **corniculatus**, Hem., Cosm.
Lotus edulis L., Th., Méd.
Lotus halophilus Boiss. & Spruner = *L. pusillus* Viv., Ch., Méd-Iran-Tour.
Lotus longisiliquosus R. Roem. = *L. creticus* subsp. *collinus* (Boiss.) Briq., Hem., Méd.
Lupinus luteus L., Th., Méd.
Lupinus micranthus Guss. = *L. hirsutus* L., Th., Méd.
Medicago intertexta (L.) Mill. = *M. ciliaris* (L.) All., Th., Méd.
Medicago italica (Mill.) Fiori = *M. italica* (Mill.) Steud subsp. *tornata* (L.) Emb. et Maire, Th., Méd ≡ Alg ?
Medicago laciniata (L.) Mill., Th., Méd-Sah-Sind.
Medicago littoralis Loisel., Th., Méd.
Medicago minima (L.) L., Th., Eur-Méd.
Medicago orbicularis (L.) Bartal., Th., Méd.
Medicago polymorpha L. =*M. hispida* Gaertn., Th., Méd.
Medicago truncatula Gaertn., Th., Méd.
Medicago turbinata (L.) All. = *M. tuberculata* (Retz.) Willd., Th., Méd ≡ Alg. ?

Melilotus messanensis (L.) All. = *M. siculus* (Turra) Vitman *ex* B.D. Jacks., Th., Méd.
Melilotus sulcatus Desf. = *M. sulcata* subsp. *brachystachys* M., Th., Méd.
Ononis alopecuroides L. subsp. **alopecuroides**, Th., Méd.
Ononis biflora Desf., Th., Méd.
Ornithopus compressus L., Th., Méd.
Ononis ornithopodioides L., Th., Méd.
Ononis pusilla L., Hem., Méd.
Ononis viscosa subsp. **breviflora** (DC.) Nyman, Th., Méd.
Scorpiurus muricatus L. = *S. muricatus* subsp. *sub-villosus* (L.) Thell., Th., Méd.
Spartium junceum L., Ph., Méd.
Teline monspessulana (L.) Koch. = *Cytisus monspessulanus* L., Ph., Méd.
Trifolium angustifolium L., Th., Méd.
Trifolium arvense L., Th., Eur.
Trifolium campestre Schreb., Th., Eur.
Trifolium cherleri L., Th., Méd.
Trifolium glomeratum L., Th., Méd.
Trifolium hirtum All., Th., Méd.
Trifolium pratense L., Hem., Eur-Méd.
Trifolium scabrum L., Th., Méd.
Trifolium stellatum L., Th., Méd.
Trifolium tomentosum L., Th., Méd.
Trigonella foenum-graecum L., Th., Méd.
Trigonella monspeliaca L., Th., Méd.
Tripodion tetraphyllum (L.) Fourr. = *Anthyllis tetraphylla* L., Th., Méd.
Vicia hirsuta (L.) Gray, Th., Bor.
Vicia leucantha Biv., Th., Méd.
Vicia monantha subsp. *biflora* (Desf.) Maire = *V. monantha* Retz subsp. *calcarata* (Desf.) Maire, Th., Méd.
Vicia onobrychioides L., Hem., Méd.

FAGACEAE

Quercus canariensis Willd. = *Q. faginea* subsp. *baetica* (Webb) Maire, Ph., Méd.
Quercus coccifera L., Ph., Méd.
Quercus ilex subsp. *ballota* (Desf.) Samp. = *Q. ilex* var. *ballota* (Desf.) A. DC., Ph., Méd.
Quercus suber L., Ph., Méd.

GENTIANACEAE

Blackstonia perfoliata subsp. *grandiflora* (Viv.) Maire, Th., Méd.
Centaurium erythraea subsp. *suffruticosum* (Salzm. *ex* Griseb.) Greuter = *C. umbellatum* (Gibb) Beek subsp. *suffrutucosum* (Salzm.) Maire, Th., Eur-Méd.

GERANIACEAE

Erodium cicutarium (L.) L'Hér., Th., Méd.
Erodium guttatum (Desf.) Willd., Hem., Sah-Méd.
Erodium malacoides (L.) L'Hér., Th., Méd.
Erodium medeense Batt., Hem., End. (Photo 4)
Geranium lucidum L., Th., Méd.
Geranium molle L., Hem., Méd.
Geranium purpureum Vill. = *G. robertianum* subsp. *purpureum* Vill., Th., Cosm.
Geranium robertianum L., Hem., Cosm.
Geranium rotundifolium L., Th., Eur.

Photo 4. *Erodium* Médeense Batt. End. Alg

HYPERICACEAE

Hypericum pubescens Boiss. = *H. tomentosum* subsp. *pubescens* (Boiss.) Batt., Hem., Méd.

LAMIACEAE

Acinos rotundifolius Pers. = *Satureja rotundifolia* (Pers.) Briq., Th., Méd.
Ajuga iva (L.) Schreb., Ch., Méd.
Ballota hirsuta Benth., Hem., Méd.
Cleonia lusitanica (L.) L., Th., Méd.
Lamium amplexicaule L., Th., Cosm.
Lavandula stoechas L., Ph., Méd.
Marrubium vulgare L., Hem., Cosm.
Mentha pulegium L., Ch., Euras.
Origanum vulgare subsp. *glandulosum* (Desf.) Ietsw. = *O. glandulosum* Desf., Hem., End Alg-Tun.
Phlomis herba-venti subsp. *pungens* (Willd.) Maire *ex* De Filipps., Hem. Méd. (Photo 10)
Rosmarinus eriocalyx Jord. & Fourr., Ph., End ≡ Alg-Mar-Lib. (Photo 11)
Rosmarinus officinalis L., Ph., Méd.
Salvia algeriensis Desf., Th., End Alg-Mar.
Salvia barrelieri Etl. = *S. barrelieri* subsp. *bicolor* (Lam.) Maire, Th., Méd-Sah-Sind.
Salvia lanigera Poir. = *S. verbenaca* subsp. *clandestina* (L.) Pugsl., Hem., Méd.

Photo 10. *Phlomis herba-venti* subsp. *pungens* (Willd.) Maire ex De Filipps. Rare

Photo 11. *Rosmarinus eriocalyx* Jord. & Fourr. End Alg-Mar-Lyb

Salvia lavandulifolia subsp. *blancoana* (Webb & Heldr. *ex* Walp.) Rosúa & Blanca. = *S. aucheri* Benth. subsp. *blancoana* (Webb & Heldr.) M., Ch., Méd.
Sideritis incana L., Ch., Méd.
Sideritis montana L., Th., Méd.
Stachys brachyclada de Noé, Th., Méd.
Stachys ocymastrum (L.) Briq., Th., Méd.
Stachys officinalis subsp. *algeriensis* (de Noé) Franco, = *S. officinalis* (L.) Trev. var. *algeriensis* Ball, Hem., Eur.
Teucrium aureiforme Pomel = *T. polium* subsp. *aureiforme* (Pomel) Batt., Ch., Eur-Méd.
Teucrium flavum L., Ch., Méd.
Teucrium pseudochamaepitys L., Ch., Méd.
Thymus algeriensis Boiss. & Reut., Ch., End N-A.
Thymus munbyanus Boiss. & Reut. subsp. *munbyanus* = *Th. ciliatus* subsp. *munbyanus* (Boiss. & Reut.) Batt., Ch., End N-A. (Photo 12)
Ziziphora hispanica L., Th., Méd.

LINACEAE

Linum bienne Mill. = *L. usitatissimum* subsp. *angustifolium* (Huds.) Thell., Th., Méd.
Linum corymbiferum Desf. subsp. *corymbiferum*, Th., End N-A ≡ Alg-Tun.
Linum strictum L., Th., Méd.
Linum tenue Desf. subsp. ***tenue***, Th., End N-A ≡ Non End / Méd.
Linum tenue subsp. *munbyanum* (Boiss. & Reut.) Batt., Ch., End N-A ≡ Alg-Mar. (Photo 6)

MALVACEAE

Althaea hirsuta L., Th., Méd.
Malva sylvestris L., Th., Euras.
Malva parviflora L., Th., Méd.

MORACEAE

Ficus carica L., Ph., Méd.

MYRTACEAE

Eucalyptus globulus Labill., Ph., Eur-Méd.

Photo 12. *Thymus munbyanus* Boiss. & Reut. subsp. *munbyanus*. End Afr-N

Photo 6. *Linum tenue* subsp. *munbyanum* (Boiss. & Reut.) End Alg-Maroc

OLEACEAE

Chrysojasminum fruticans (L.) Banfi. = *Jasminum fruticans* L., Ph., Méd.
Fraxinus angustifolia subsp. *oxycarpa* (Willd.) Franco & Rocha Afonso = *F. angustifolia*, Ph., Euras.
Olea europaea L. subsp. *europaea* = *O. europaea* var. *oleaster* (Hoffm. & Link) Negodi, Ph., Méd.
Phillyrea latifolia L. = *Ph. angustifolia* subsp. *latifolia* (L.) M., Ph., Méd.
Phillyrea angustifolia L. = *Ph. angustifolia* subsp.*eu-angustifolia* M., Ph., Méd.

OROBANCHACEAE

Bartsia trixago L. = *Bellardia trixago* (L.) All., Th., Méd.
Bellardia latifolia (L.) Cuatrec., Th., Méd.
Cistanche phelypaea (L.) Cout., Ch (Par), Sah-Méd.
Orobanche amethystea Thuill., Th (Par), Eur.
Orobanche gracilis Sm., Th (Par), Méd.
Phelipanche ramosa (L.) Pomel = *Orobanche ramosa* L., Ch (Par), Méd. (Photo 9)

PAPAVERACEAE

Glaucium corniculatum (L.) Rudolphi, Th., Méd.
Fumaria capreolata L. = *Papaver dubium* L. subsp. *eu-dubium* Maire, Th., Méd.
Fumaria macrosepala Boiss., Th., Méd.
Fumaria officinalis L., Th., Eur.
Hypecoum duriaei Pomel = *H. procumbens* L. subsp. *duriaei* (Pomel) Batt. & Trab., Th., Méd-Iran-Tour.
Hypecoum littorale Wulfen. = *H. geslini* Coss. & Kral., Th., End N-A ≡ Méd.
Papaver dubium L., Th., Méd.
Papaver hybridum L., Th., Méd.
Papaver pinnatifidum Moris, Th., Méd.
Papaver rhoeas L., Th., Cosm.

Photo 9. *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel. Rare

PLANTAGINACEAE

Globularia alypum L. subsp. a*lypum*, Ch., Méd.
Linaria multicaulis subsp. *heterophylla* (Desf.) D.A. Sutton, = *L. heterophylla* Desf. subsp. *eu-heterophylla* Maire, Hem., Méd.
Linaria simplex (Willd.) DC., Th., Méd.
Plantago afra L. = *P. psyllium* L., Th., Méd.
Plantago albicans L., Hem., Méd.
Plantago amplexicaulis Cav. = *P. amplexicaule* Cav., Th., Méd-Sah-Sind.
Plantago bellardii All., Th., Méd.
Plantago coronopus L. subsp. *coronopus*, Hem., Euras.
Plantago cupanii Guss. = *P. coronopus* subsp. *cupani* (Guss.) Pilger, Hem., Euras.
Plantago lagopus L., Th., Méd.
Plantago serraria L., Hem., Méd.
Veronica arvensis L., Th., Euras.

POLYGALACEAE

Polygala monspeliaca L., Ch., Méd.
Polygala rupestris Pourr., Th., Méd.

POLYGONACEAE

Rumex bucephalophorus L., Th (Par)., Eur.

PRIMULACEAE

Lysimachia arvensis (L.) U. Manns & Anderb. = *Anagallis arvensis* L., Th., Cosm.
Lysimachia linum-stellatum L. = *Asterolinon linum-stellatum* (L.) Duby, Th., Méd.
Lysimachia monelli (L.) U. Manns & Anderb. = *Anagallis monelli* L., Hem., Méd.

RANUNCULACEAE

Adonis annua L. subsp. *annua* = *A. annua* subsp. *autumnalis* (L.) Maire & Weiller, Th., Euras.
Anemone palmata L., Ge., Méd.
Clematis cirrhosa L., Ph (Lian)., Méd.
Clematis flammula L., Ph (Lian)., Méd.
Clematis vitalba L., Ph (Lian)., Euras.
Delphinium balansae Boiss. & Reut., Th., End N-A ≡ Alg-Mar-Tun.
Delphinium pentagynum Lam., Hem., Méd.
Delphinium peregrinum L., Th., Méd ≡ Alg-Mar-Tun ?
Nigella damascena L., Th., Méd.

Ranunculus bulbosus subsp. aleae (Willk.) Rouy & Foucaud, Hem., Euras.
Ranunculus paludosus Poir., Hem., Méd.
Ranunculus spicatus Desf., Hem., Iber-Maur.

RESEDACEAE

Reseda alba L. subsp. *alba*, Th., Euras.
Reseda collina **Müll. Arg. =** *R. phyteuma* L. subsp. *collina* (Gay) Batt., Hem., **Méd.**
RHAMNACEAE
Rhamnus alaternus L., Ph., Méd.
Rhamnus lycioides subsp. *oleoides* (L.) Jahand. & Maire, Ph., Méd.
Ziziphus lotus (L.) Lam., Ph., Méd.

ROSACEAE

Crataegus azarolus L., Ph., Eur-Méd.
Crataegus laciniata Ucria, Ph., Méd-As.
Crataegus monogyna Jacq. = *C. oxyacantha* L. subsp. *monogyna* (Jacq.) Rouy et Camus, Ph., Eur-Méd.
Prunus prostrata Labill., Ph., Méd.
Rosa canina L., Ph., Euras.
Rosa sempervirens L., Ph., Méd.
Sanguisorba verrucosa (G. Don) Ces. = *S. minor* Scop. subsp. *verrucosa* (Ehrenb.) Asch. et Gr., Hem., Euras.

RUBIACEAE

Asperula hirsuta Desf., Hem., Méd.
Crucianella angustifolia L., Th., Eur-Méd.
Galium aparine L., Th., Euras.
Galium murale (L.) All., Th., Méd.
Galium parisiense L. subsp. *parisiense*, Th., Méd.
Galium rotundifolium L., Hem., Euras.
Galium scabrum L., Hem., Euras.
Galium setaceum Lam., Th., Eur-Méd.
Galium spurium L. = *G. aparine* subsp. *spurium* (L.) Hartm., Th., Euras.
Galium tricornutum Dandy = *G. tricorne* With, Th., Méd.
Galium tunetanum Lam., Hem., End N-A.
Galium verrucosum Huds. = *G. valantia* Weber, Th., Méd.
Galium verticillatum Danthoine, Th., Méd.
Rubia peregrina L., Ph (Lian)., Méd.
Sherardia arvensis L., Th., Euras.

RUSCACEAE

Ruscus aculeatus L., Ch., Méd.

RUTACEAE

Ruta montana (L.) L., Th., Méd.

SALICACEAE

Populus alba L., Ph., Paléo-Temp.
Populus nigra L., Ph., Paléo-Temp.

SANTALACEAE

Osyris lanceolata Hochst. & Steud. = *O. quadripartita* Salzm., Ph., Méd.

SAXIFRAGACEAE

Saxifraga globulifera Desf., Ch., Ibéro-Maur.

SCROPHULARIACEAE

Anarrhinum fruticosum Desf., Ch., Méd.
Scrophularia canina L., Hem., Méd.
Misopates orontium (L.) Raf., Th., Méd.
Scrophularia laevigata Vahl. = *S. laevigata* subsp. *simplicifolia* (Batt.) Maire, Hem., End N-A ≡ Méd.
Verbascum blattaria L., Th., Méd.

SOLANACEAE

Atropa belladonna L., Hem., Euras.
TAMARIACEAE
Tamarix gallica L., Ph., Neo-Trop.
THYMELAECEAE
Daphne gnidium L., Ph., Méd.
Thymelaea hirsuta (L.) Endl., Ch., Méd.
Thymelaea virgata (Desf.) Endl., Ch., Ibéro-Maur ≡ Alg-Tun ?

URTICACEAE

Urtica dioica L., Hem., Cosm.
Urtica membranacea Poir., Th., Méd.

VALERIANACEAE

Centranthus calcitrapae (L.) Dufr., Hem., Méd.
Fedia graciliflora Fisch. & C.A. Mey. = *F. cornucopiae* (L.) Gaertn., Th., Méd.
Valerianella discoidea (L.) Loisel. = *V. coronata* subsp. *discoidea*, Th., Méd.
Valerianella locusta f. *carinata* (Loisel.) Devesa = *V. carinata* Lois., Th., Euras.

MONOCOTYLEDONES

AMARYLLIDACEAE

Allium antiatlanticum Emb. & Maire = *A. paniculatum* var. *rifanum* Maire, Ge., Paleo-Temp.
Allium chamaemoly L., Ge., Méd.
Allium cupanii Raf., Ge., Méd.
Allium margaritaceum Sibth. & Sm. = *A. sphaerocephalum* auct., Ge., Paleo-Temp.
Allium multiflorum Desf. = *A. ampeloprasum* L., Ge., Méd.
Allium roseum L. subsp. *roseum*, Ge., Méd.
Allium subvillosum Salzm. *ex* Schult. & Schult. f. = *A. subhirsutum* subsp. *album* (Santi) M. et Wei., Ge., Méd.
Narcissus elegans (Haw.) Spach, Ge., Méd.
Narcissus tazetta L., Ge., Eur-Méd.
Pancratium maritimum L., Ge., Méd.

ANTHERICACEAE

Anthericum baeticum (Boiss.) Boiss. = *A. liliago* subsp. *algeriense* (B. et R.) M et W., Ge., Méd.

ARACEAE

Arisarum vulgare Targ.Tozz., Ge., Méd.
Biarum dispar (Schott) Talavera = *B. bovei* subsp. *dispar* (Schott.) Engler, Ge., Méd.

ARECACEAE

Chamaerops humilis L., Ph., Méd.

ASPARAGACEAE

Asparagus acutifolius L., Ph (Lian)., Méd.
Asparagus horridus L., Ge., Méd.
Asparagus albus L., Ph (Lian)., Méd.
Drimia fugax (Moris) Stearn = *Urginea fugax* (Moris) Steinh., Ge., Méd.
Drimia pancration (Steinh.) J.C. Manning & Goldblatt = *Urginea maritima* var. *pancration* (Stein.) Baker, Ge., Méd.
Drimia undulata Stearn = *Urginea undulata* (Desf.) Steinh., Ge., Méd.

COLCHICACEAE

Colchicum filifolium (Cambess.) Stef. = *Merendera filifolia* Camb., Ge., Méd.

CYPERACEAE

Carex halleriana Asso, Hem., Méd.
Scirpoides holoschoenus (L.) Soják, Hem., Paléo-Temp.

DIOSCOREACEAE

Dioscorea communis (L.) Caddick & Wilkin, = *Tamus communis* L., Ph (Lian)., Méd.

HYACINTHACEAE

Bellevalia dubia (Guss.) Rchb., Ge., Eur-Méd.
Charybdis maritima (L.) Speta, = *Urginea maritima* (L.) Baker, Ge., Méd.
Dipcadi serotinum (L.) Medik., Ge., Méd.
Muscari comosum (L.) Mill., Ge., Méd.
Muscari neglectum Guss. *ex* Ten., Ge., Eur-Méd.
Oncostema peruviana (L.) Speta = *Scilla peruviana* L., Ge., Méd.
Ornithogalum baeticum Boiss. = *O. umbellatum* subsp. *algeriensis* J. et F., Ge., Méd.
Prospero autumnale (L.) Speta = *Scilla autumnalis* L., Ge., Méd.

IRIDACEAE

Crocus nevadensis Amo & Campo, Ge., Méd.
Gladiolus italicus Mill., Ge., Méd.
Iris pseudacorus L., Ge., Euras.
Iris planifolia (Mill.) T. Durand & Schinz, Ge., Méd.
Iris xiphium L., Ge., Méd.
Moraea sisyrinchium (L.) Ker Gawl. = *Iris sisyrinchium* L., Ge., Paleo-Trop.
Romulea bulbocodium (L.) Sebast. & Mauri subsp. *bulbocodium*, Ge., Méd.
Romulea numidica Jord. & Fourr., Ge., End Alg-Mar.

Photo 5. *Fritillaria oranensis* Pomel. Rare

JUNCACEAE

Juncus acutus L., Ge., Cosm.

LILIACEAE

Fritillaria oranensis Pomel = *F. messanensis* var. *atlantica* M., Ge., Méd ≡ Alg-Mar-Tun/End ? (Photo 5)
Gagea algeriensis Chabert = *G. algeriensis* var. *algeriensis* (Chab.) M. et W., Ge., End ≡ Alg-Mar.
Tulipa sylvestris subsp. *australis* (Link) Pamp., Ge., Eur-Méd.

ORCHIDACEAE

Anacamptis collina (Banks & Sol. *ex* Russell) R.M. Bateman, Pridgeon & M.W. Chase = *Orchis collina* Banks & Sol. *ex* Russell, Ge., Euras.
Anacamptis papilionacea (L.) R.M. Bateman, Pridgeon & M.W. Chase. = *Orchis papilionacea* L., Ge., Méd.
Himantoglossum hircinum (L.) Spreng., Ge., Atl-Méd.
Himantoglossum robertianum (Loisel.) P. Delforge = *Himantoglossum longibracteatum* (Biv.) Schltr., Ge., Méd.
Neotinea maculata (Desf.) Stearn = *N. intacta* (Link) Rchb. f., Ge. Eur-Méd.
Ophrys fusca Link, Ge., Méd.
Ophrys lutea Cav., Ge., Méd.
Ophrys speculum Link, Ge., Méd.
Ophrys tenthredinifera Willd., Ge., Méd. (Photo 7)
Orchis anthropophora (L.) All. = *Aceras anthropophorum* (L.) Aiton, Ge., Atl-Méd.
Orchis olbiensis Reut. *ex* Gren. = *O. mascula* subsp. *olbiensis* (Reut. *ex* Gren.) Asch. & Graebn., Ge., Euras.
Serapias lingua L., Ge., Méd.

Photo 7. *Ophrys tenthredinifera* Willd.

POACEAE

Aegilops neglecta Req. *ex* Bertol. = *A. triuncialis* subsp. *triaristata* (Willd.) Quézel & Santa, Th., Méd.
Aegilops ventricosa Tausch, Th., Méd.
Aira cupaniana Guss. = *A. cupaniana* var. *genuina* Briq., Th., Méd.
Ampelodesmos mauritanicus (Poir.) Durand & Schinz, Ge., Méd.
Anisantha madritensis (L.) Nevski = *Bromus madritensis* L., Th., Méd.
Anisantha rigida (Roth) Hyl. = *Bromus diandrus* subsp. *maximus* (Desf.) Soó., Th., Paleo-Trop.
Anisantha rubens (L.) Nevski = *Bromus rubens* L., Th., Méd.
Anisantha tectorum (L.) Nevski = *Bromus tectorum* L., Th., Cosm.
Arrhenatherum album (Vahl) Clayton = *Avena alba* Vahl, Th., Méd-Iran-Tour.
Arundo donax L., Ch., Méd.
Avena fatua L., Th., Cosm.
Avena longiglumis Durieu, Th., Méd.
Avena sativa L., Th. Cosm.
Avena sterilis L., Th., Cosm.
Avena sterilis subsp. *ludoviciana* (Durieu) Gillet & Magne, Th., Méd-Iran-Tour.
Avenula bromoides (Gouan) H. Scholz = *Avena bromoides* subsp. *bromoides* (Gouan) Trab., Hem., Méd ≡ Alg ?
Brachypodium sylvaticum (Huds.) P. Beauv., Hem., Méd.
Briza maxima L., Th., Méd.
Briza minor L., Th., Méd.
Bromus hordeaceus L. subsp. *hordeaceus*, Th., Cosm.
Bromus lanceolatus Roth, Th., Méd.
Bromus squarrosus L., Th., Méd.
Carex pendula Huds., Hem., Euras ≡ Alg ?
Castellia tuberculosa (Moris) Bor. = *Catapodium tuberculosum* Moris, Th., Méd.
Catapodium rigidum (L.) C.E. Hubb. = *Scleropoa rigida* (L.) Gris., Th., Euras.
Cutandia divaricata (Desf.) Benth., Th., Bor.
Cynodon dactylon (L.) Pers., Ge., Cosm.
Cynosurus echinatus L., Th., Méd.
Dactylis glomerata L., Hem., Eur.
Dasypyrum villosum (L.) P.Candargy, Hem., Méd.
Echinaria capitata (L.) Desf., Th., Méd.
Eremopyrum buonaepartis (Spreng.) Nevski = *Agropyron buonapartis* (Spreng.) Dur. & Schinz, Th., Iran-Tour.
Festuca caerulescens Desf., Ge., Ibéro-Maur.
Gastridium ventricosum (Gouan) Schinz & Thell., Th., Méd.
Hordeum murinum subsp. **leporinum** (Link) Arcang., Th., Cosm.
Lagurus ovatus L., Th., Méd.
Lamarckia aurea (L.) Moench, Th., Méd.
Lolium perenne L., Hem., Bor.
Lolium remotum Schrank, Th., Méd.
Lolium rigidum Gaudin, Th., Méd.
Lygeum spartum L., Ge., Méd.
Macrochloa tenacissima (L.) Kunth = *Stipa tenacissima* L., Ge., Méd.
Melica ciliata L., Hem., Euras.
Micropyrum tenellum (L.) Link = *Catapodium tenellum* (L.) Trab., Th., Eur-Méd.
Molineriella minuta (L.) Rouy = *Periballia minuta* (L.) Asch., Th., Méd.
Panicum repens L., Ge., Euras.
Piptatherum miliaceum (L.) Coss., Ch., Méd-Iran-Tour.
Piptatherum paradoxum (L.) P. Beauv. = *Oryzopsis paradoxa* (L.) Nutt., Hem., Méd.
Poa bulbosa L., Hem., Euras.
Rostraria salzmannii (Boiss. & Reut.) Holub = *Catapodium salzmanii* (Boiss.) Coss., Th., Méd.
Stipa balansae H. Scholz = *Stipa fontanesii* Parl., Ge., End N-A ≡ Alg-Mar-Tun.
Stipa capensis Thunb. = *Stipa retorta* Cav., Hem., Méd.
Stipa parviflora Desf., Hem., Méd.
Stipagrostis plumosa subsp. *seminuda* (Trin. & Rupr.) H. Scholz = *Aristida pulmosa* subsp. *lanuginosa* (Trab.) M., Th., Sah-Sind.
Taeniatherum caput-medusae subsp. *asperum* (Simonk.) Melderis = *Elymus caput-medusae* subsp. *crinitus* auct., Th., Méd.
Trachynia distachya (L.) Link = *Brachypodium distachyum* (L.) P. Beauv., Th., Méd.
Trisetum flavescens (L.) P. Beauv. subsp. *flavescens.* = *Trisetaria flavescens* subsp. *pratensis* (Pers.) Beck., Ge., Paleo-Temp.
Vulpia ciliata Dumort., Th., Méd-Iran-Tour.
Vulpia geniculata (L.) Link, Th., Méd.
Vulpia membranacea (L.) Dumort., Th., Méd.
Vulpia myuros subsp. **sciuroides** (Roth) Rouy, Th., Cosm.
Vulpia unilateralis (L.) Stace = *Nardurus maritimus* (L.) Murb., Th., Euras-Méd.

SMILACACEAE

Smilax aspera L. = *S. aspera* var. *altissima* Moris & De Not., Ph (Lian)., Méd.

XANTHORRHOEACEAE

Asphodelus acaulis Desf., Ge., End N-A ≡ Alg-Mar-Tun.
Asphodelus ramosus L. = *A. microcarpus* Viv., Ge., Méd.

Interprétation

Analyse floristique

Nous avons comptabilisé 566 espèces appartenant à 76 familles botaniques distinctes. Les Gymnospermes comportent deux familles et les Fougères sont représentées par quatre familles (Fig. 2). Les Angiospermes Dicotylédones sont majoritaires dans ce catalogue avec 54 familles, alors que les Monocotylédones ne sont représentées que par 15 familles.

Analyse des familles et des genres

Nous avons porté tous nos résultats sur les figures 3 et 4. Sur la figure 3, nous représentons les pourcentages des familles. La figure 4 représente les mêmes résultats ordonnés suivant le nombre d'espèces qu'elles renferment.

Au niveau des familles, les Asteraceae sont les mieux représentées avec 71 espèces, soit environ 13 %. Cette famille reste de loin assez équilibrée au niveau des genres, à l'exception du genre *Centaurea* par six espèces, ou encore moins *Filago, Calendula* (trois espèces pour chacun). La famille des Fabaceae occupe la deuxième position avec 63 espèces (12 %) dominées essentiellement par *Trifolium* et *Medicago* avec 10 et 9 espèces respectivement. Le genre *Astragalus* est représenté par 6 espèces. Il s'agit de plantes herbacées souvent annuelles couvrant les pelouses et les clairières forestières soumises à un pâturage intense.

Ensuite, les Poaceae avec 62 espèces (11 %) occupent la troisième position dans l'inventaire. À l'image des Asteraceae, les genres qui dominent sont *Vulpia, Anisantha* ou encore *Bromus.* Ces plantes sont souvent représentées par des annuelles considérées comme indicatrices d'anthropisation et sont constituées souvent d'adventices de cultures et de mauvaises herbes. D'autres familles sont moyennement représentées dans l'inventaire comme les Lamiaceae (27 espèces, 5 %), les Brassicaceae (25 espèces, 4 %), les Apiaceae (24 espèces, 4 %) ou encore les Cistaceae (20 espèces, 4 %). Les familles faiblement représentés sont essentiellement les Rubiaceae (15 espèces, 3 %), les Geraniaceae, Ranunculaceae, Plantaginaceae et Orchidaceae avec 12 espèces (2 %) pour chacune, puis les Boraginaceae avec 11 espèces et enfin les Amaryllidaceae et les Papaveraceae avec 10 espèces, soit 2 %.

Enfin, les autres familles, très faiblement représentées, avec moins de dix espèces chacune, représentent au total 150 espèces, soit 27 % de notre catalogue.

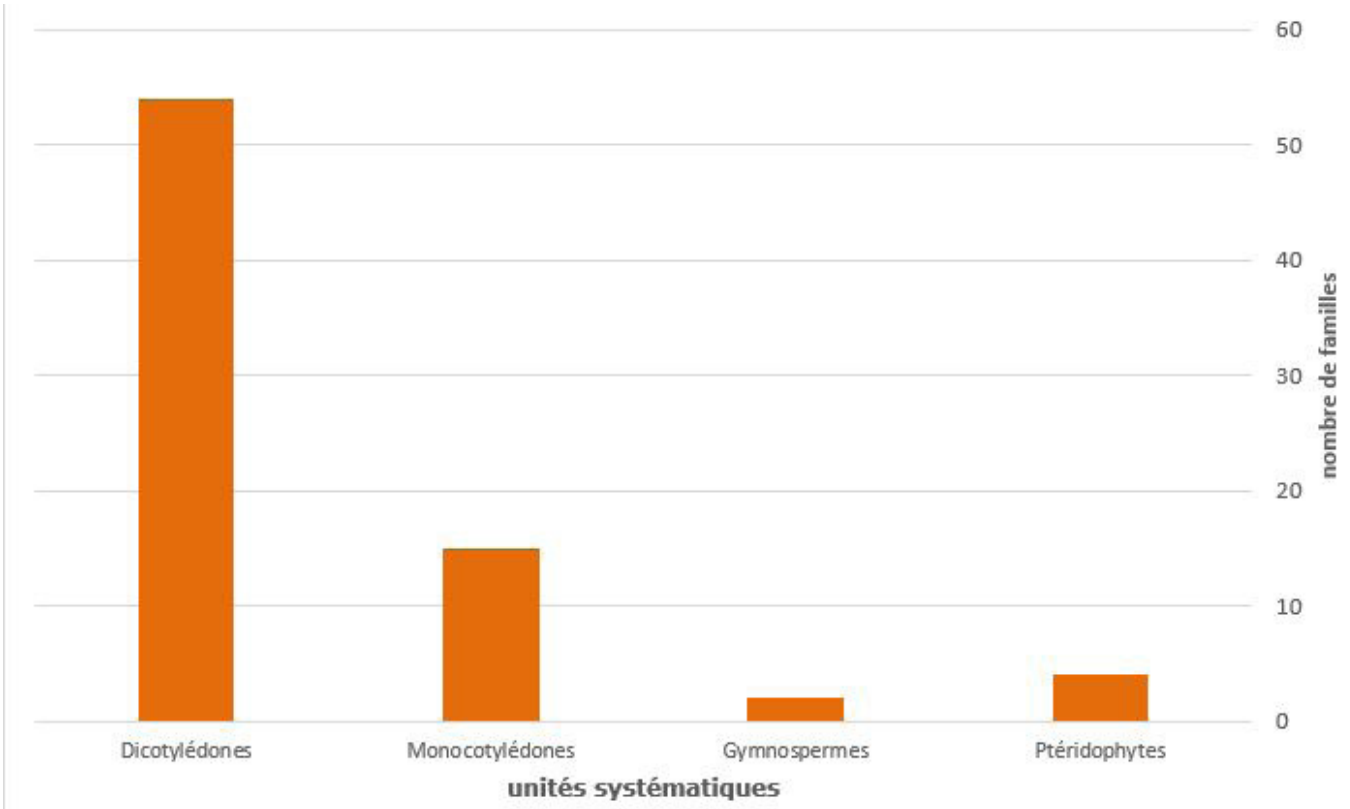


Figure 2. Contribution des principales unités systématiques supérieures par nombre de familles.

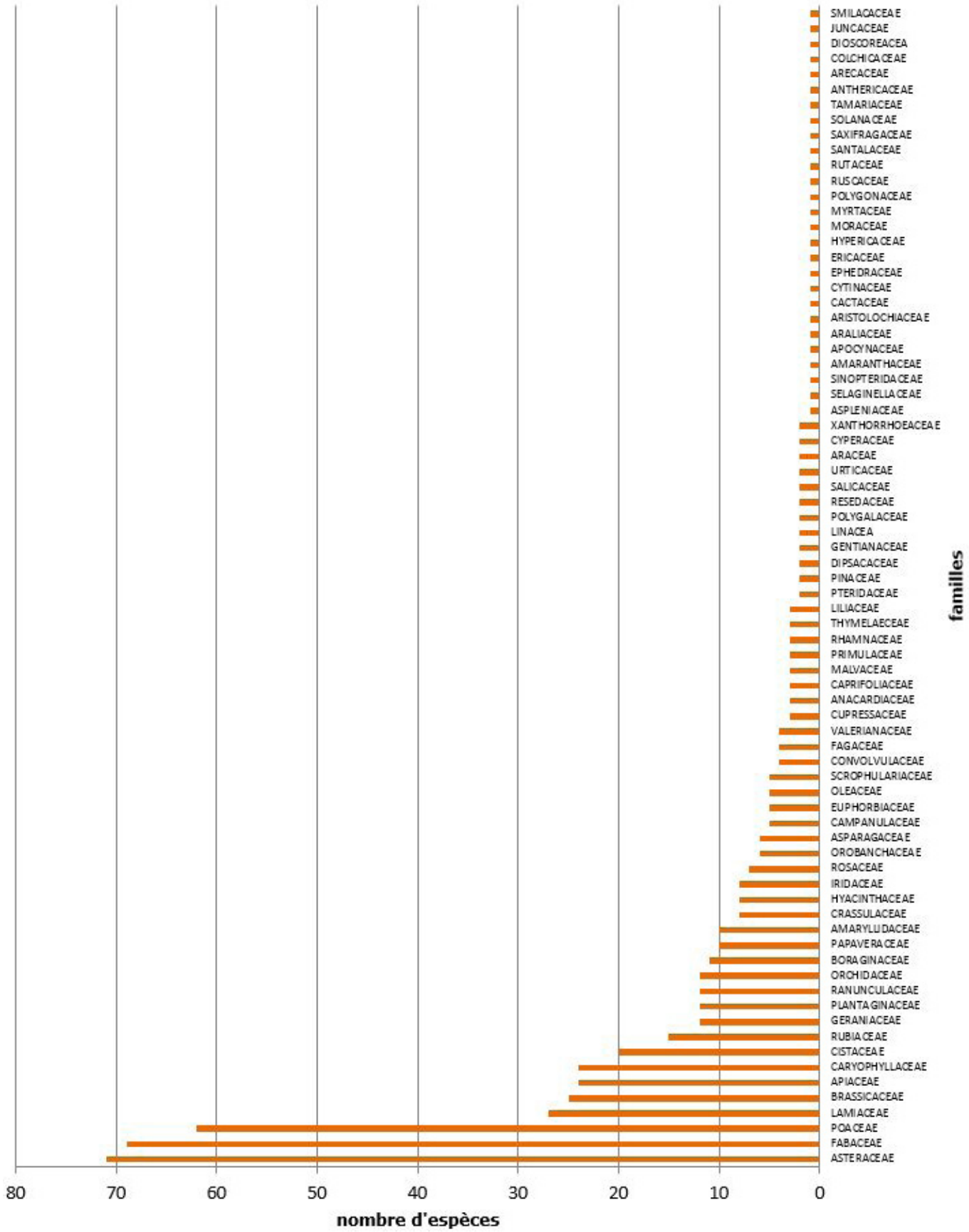


Figure 3. Principales familles représentées par nombre d'espèces.

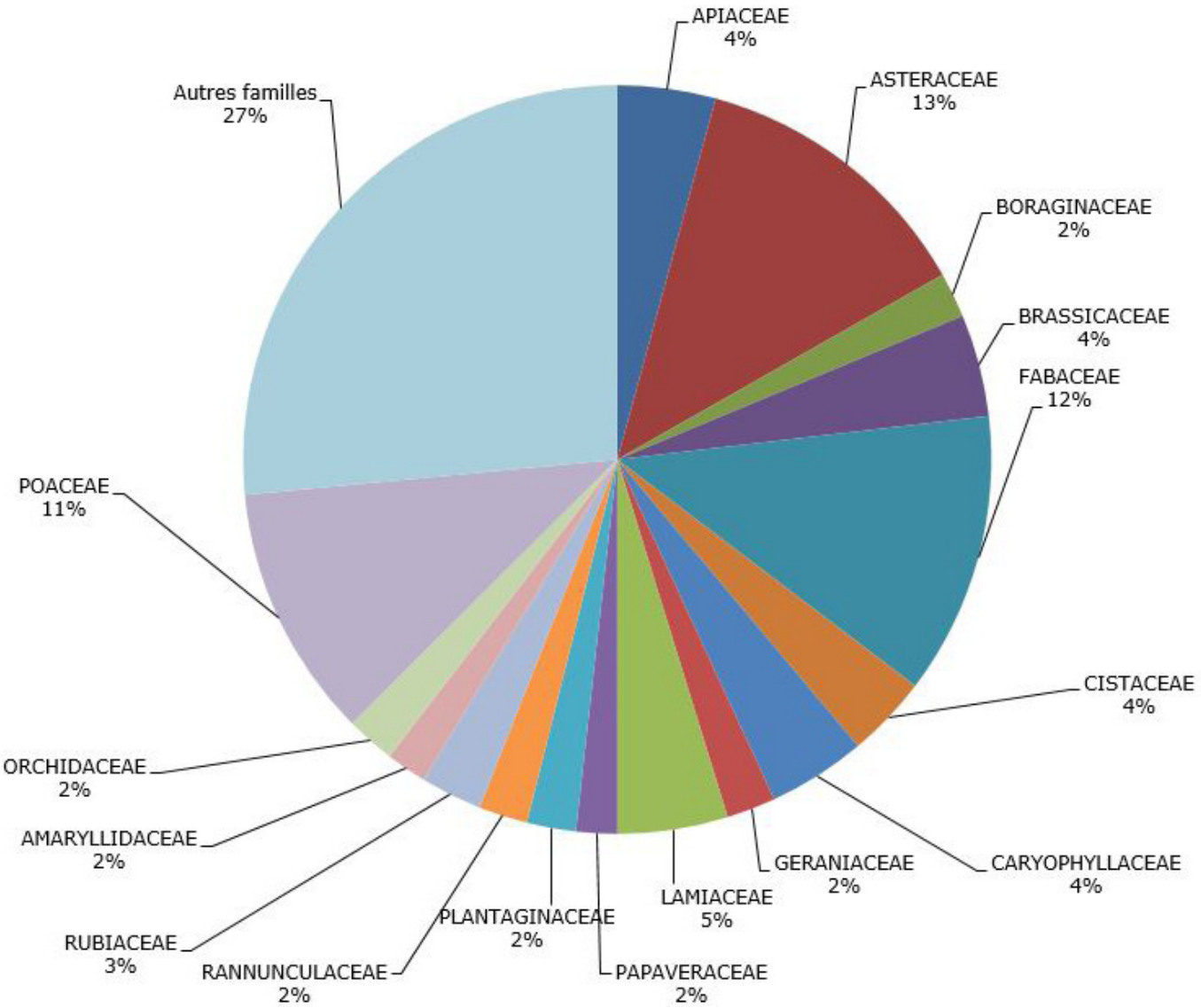


Figure 4. Contribution des principales familles botaniques dans notre inventaire.

Analyse des types biologiques

Les formes de vie des végétaux représentent un outil précieux pour la description de la physionomie et de la structure de la végétation. Ces éléments sont considérés comme une expression de la stratégie d'adaptation de la flore et de la végétation aux conditions du milieu (Dahmani, 1997 ; Messaoudéne *et al*, 2007). Les types biologiques *sensu* Raunkiaer (1934) intègrent divers aspects essentiels de la vie végétale. D'après McIntyre *et al* (1995), ces types biologiques, de par leur définition (position des organes de rénovation durant la mauvaise saison), prennent d'abord en compte la physiologie et les formes de résistance des plantes, d'où leur rôle majeur avéré dans la réponse des communautés face aux différentes perturbations.

Ainsi, nous avons fait figurer les proportions de chaque type biologique dans l'inventaire selon sa contribution en nombre d'espèces (Figure 5), puis en pourcentage respectivement (Figure 6). L'analyse de ces proportions montre nettement que les thérophytes représentent la majeure partie des types biologiques de l'inventaire, avec 265 espèces (47 %). Les hémicryptophytes souvent bisannuelles, avec 105 espèces (19 %), viennent en deuxième position. Les géophytes avec 14 % sont représentées surtout par les espèces des Amaryllidaceae et Orchidaceae, dont les taxons sont souvent rares, menacés et vulnérables.

Les phanérophytes avec 61 espèces (11 %) occupent la quatrième position dans l'inventaire. Les chaméphytes avec 52 espèces (9 %) sont également représentés par une diversité de petits arbustes et arbrisseaux pérennes assez résistants aux contraintes écologiques et anthropiques.

Enfin, nous soulignons l'existence de quelques sous-types comme les lianes (14 espèces, 2 %) et les parasites (4 espèces, 1 %). Ces sous-types se rattachent aux différents types biologiques principaux comme suit : les thérophytes-parasites (3 espèces), les chaméphytes-parasites (2 espèces) et les géophytes-parasites (1 seule espèce). D'autre part, les lianes ne se rattachent qu'aux phanérophytes avec 12 espèces.

Ainsi, le spectre biologique est représenté par la figure 6. Il révèle que la répartition des types biologiques dominant les formations végétales des milieux forestiers et préforestiers, les matorrals et les pelouses dans le secteur atlasique de Tiaret suit le schéma suivant : Th > Hem > Ge > Ph > Ch.

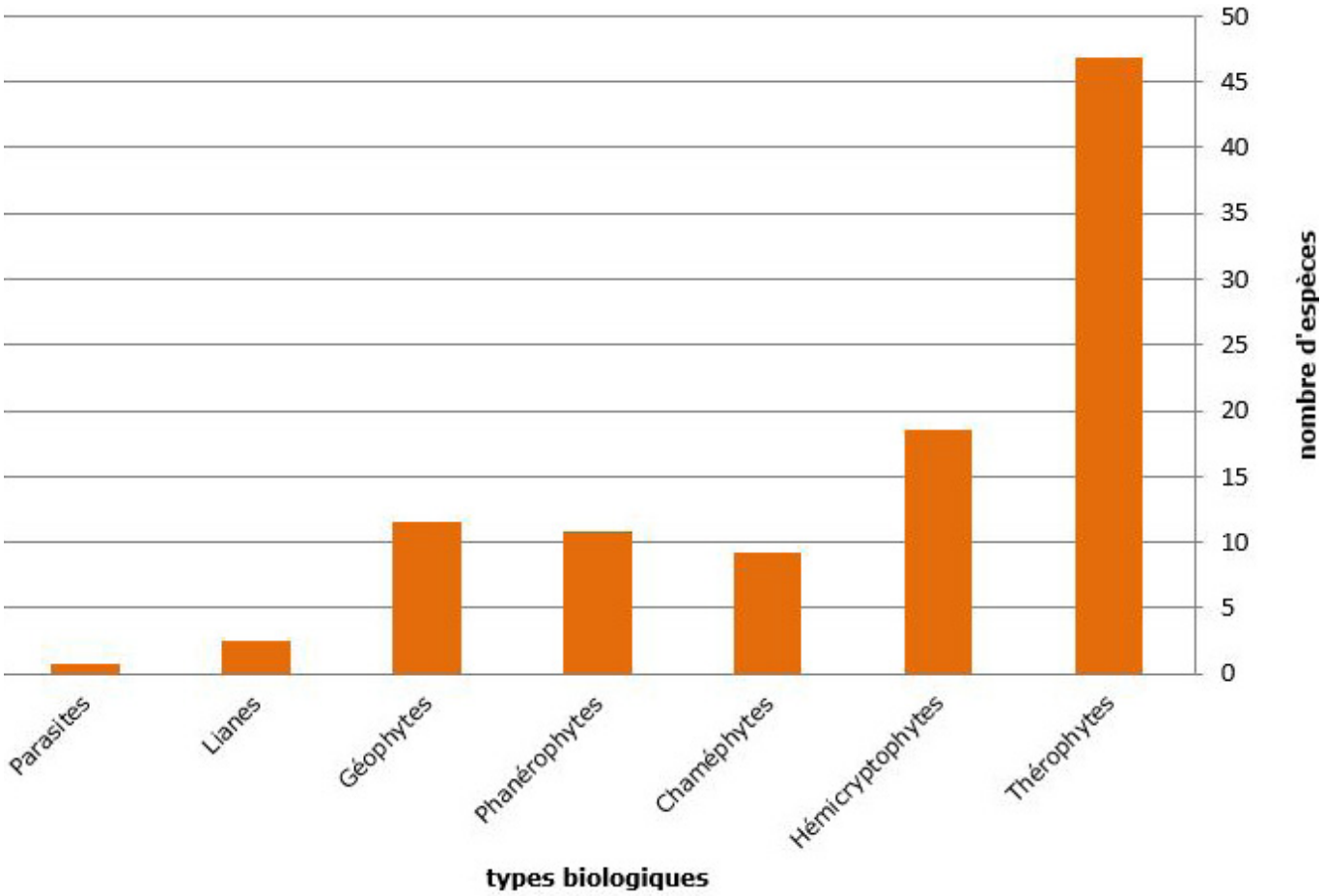


Figure 5. Contribution des principaux types biologiques dans l'inventaire (nombre d'espèces).

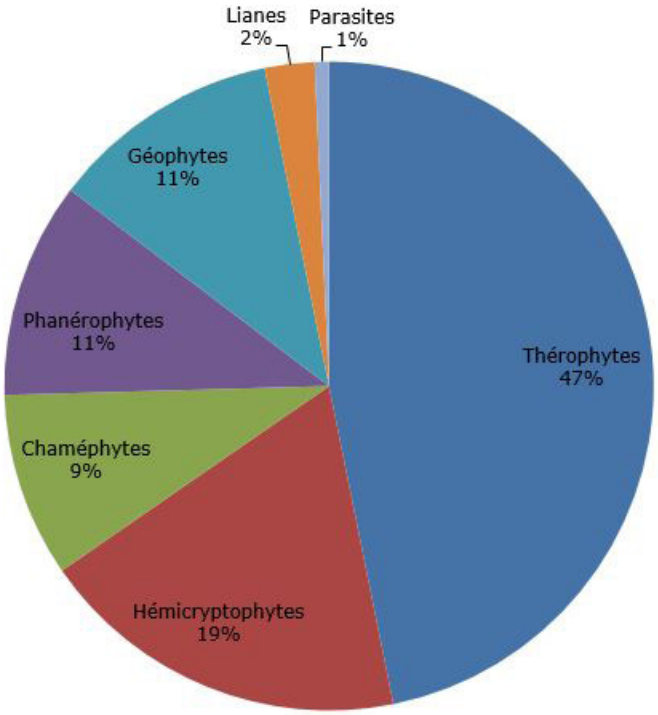


Figure 6. Spectre biologique. Distribution en % des espèces selon leurs types biologiques.

Les types chorologiques

L'importance de la diversité biogéographique de l'Afrique méditerranéenne s'explique par les modifications climatiques subies par cette région depuis le Miocène, qui ont entraîné des migrations de flores tropicales et extratropicales dont on retrouve actuellement quelques vestiges (Quézel & Médail, 2003). Quézel (1999) souligne qu'une étude phytogéographique constitue une base essentielle à toute tentative de conservation de la biodiversité. Zohary et Hoff (1974) étaient les premiers à attirer l'attention des phytogéographes sur l'hétérogénéité des origines de la flore méditerranéenne sur différentes espèces par élément biogéographique. L'élément phytogéographique correspond d'après Braun-Blanquet (1919) à « l'expression floristique et phytosociologique d'un territoire étendu bien défini ; il englobe les espèces et les collectivités phytogéographiques caractéristiques d'une région ou d'un domaine déterminés ». Nous avons regroupé nos analyses sur les figures 7, 8 et 9 ainsi que sur le tableau 1.

L'observation et l'analyse de ces illustrations révèlent la supériorité numérique très nette des éléments du groupe méditerranéen sur tous les autres groupes avec 388 espèces, soit environ 69 %. Le groupe des endémiques se situe en dernière position avec 29 espèces (5 %). Le groupe méditerranéen est dominé par les éléments strictement méditerranéens avec 374 espèces (66 %) suivi de celui ibéro-mauritanien avec 14 espèces (14 %). Le groupe à "large répartition" occupe la deuxième position avec 84 espèces (15 %), rassemblant 29 espèces cosmopolites (5 %), 28 espèces euro-méditerranéennes (5 %), 8 espèces méditerranéennes irano-touraniennes 1 %, 5 espèces méditerranéo-saharo-sindiennes (0,88 %), 4 espèces atlantiques-méditerranéennes (0,71 %), 2 espèces saharo-méditerranéennes (0,35 %), 2 espèces sahariennes (0,35 %), 1 espèce eurasiatique-méditerranéenne (0,17 %) et une espèce néo-tropicale (0,17 %) (Tableau 1). Le groupe nordique est représenté par 35 espèces eurasiatiques (10 %), 10 espèces paléo-tempérées (1,77 %), 9 espèces européennes (1,60 %), 3 espèces paléo-tropicales (0,53 %) et 4 espèces boréales (0,71 %). Tout ceci représente 11 % de la flore de l'inventaire, soit 61 espèces.

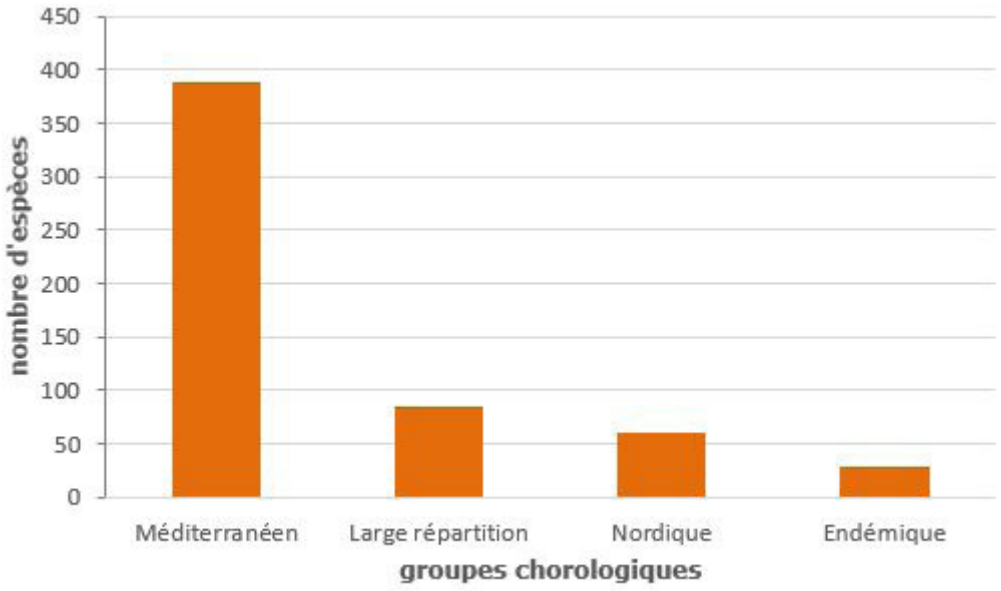


Figure 7. Ensembles chorologiques des espèces du secteur atlasique de Tiaret (nombre d'espèces).

Enfin, le groupe des endémiques, avec 29 espèces, représente plus de 5 % des espèces de l'inventaire. Il est représenté par 14 espèces endémiques nord-africaines (2,49 %), 9 espèces algéro-marocaines (1,60 %), 3 endémiques algéro-tunisiennes (0,53 %) et 3 endémiques algériennes (0,53 %).

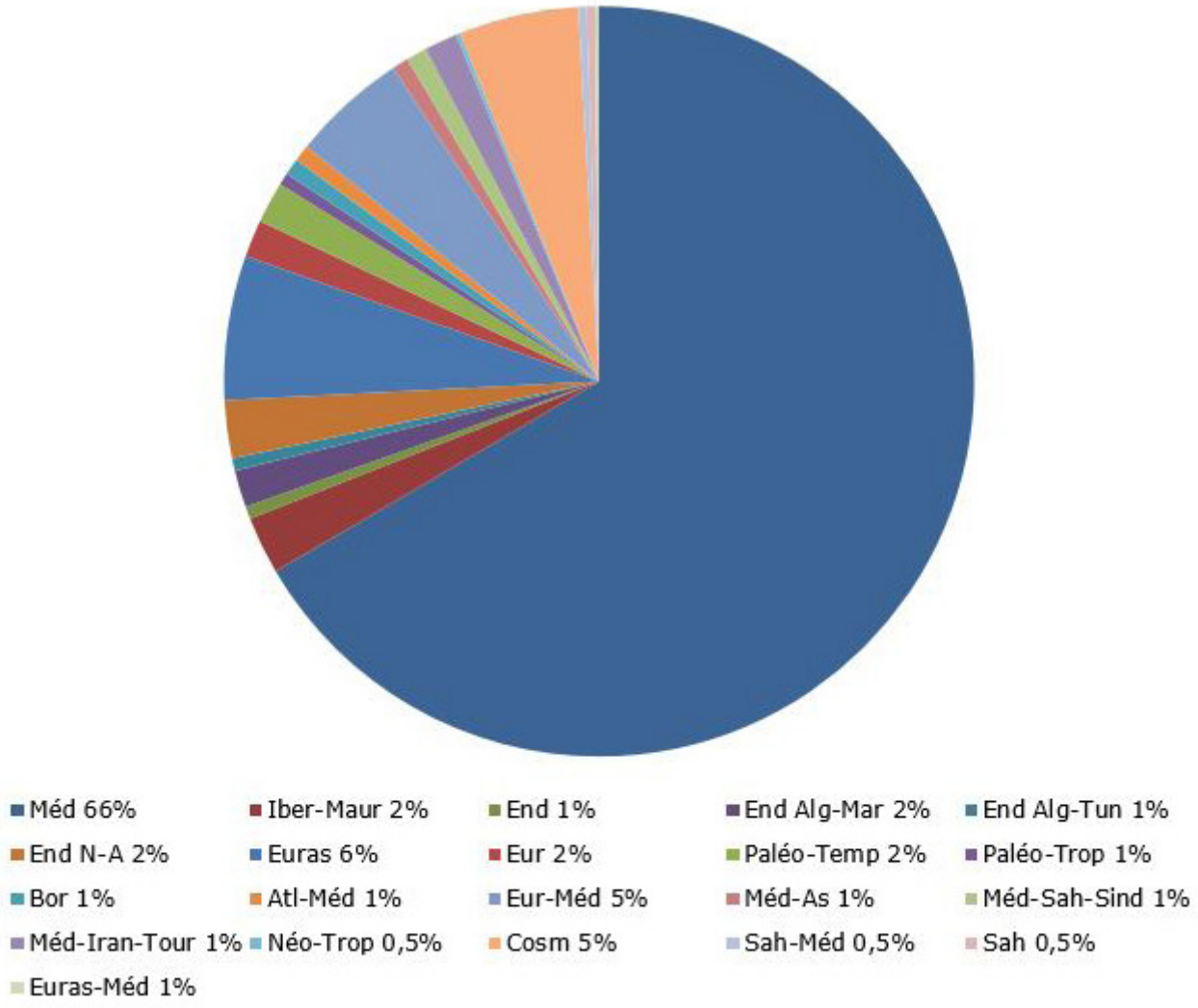


Figure 8. Spectre chorologique de la flore.

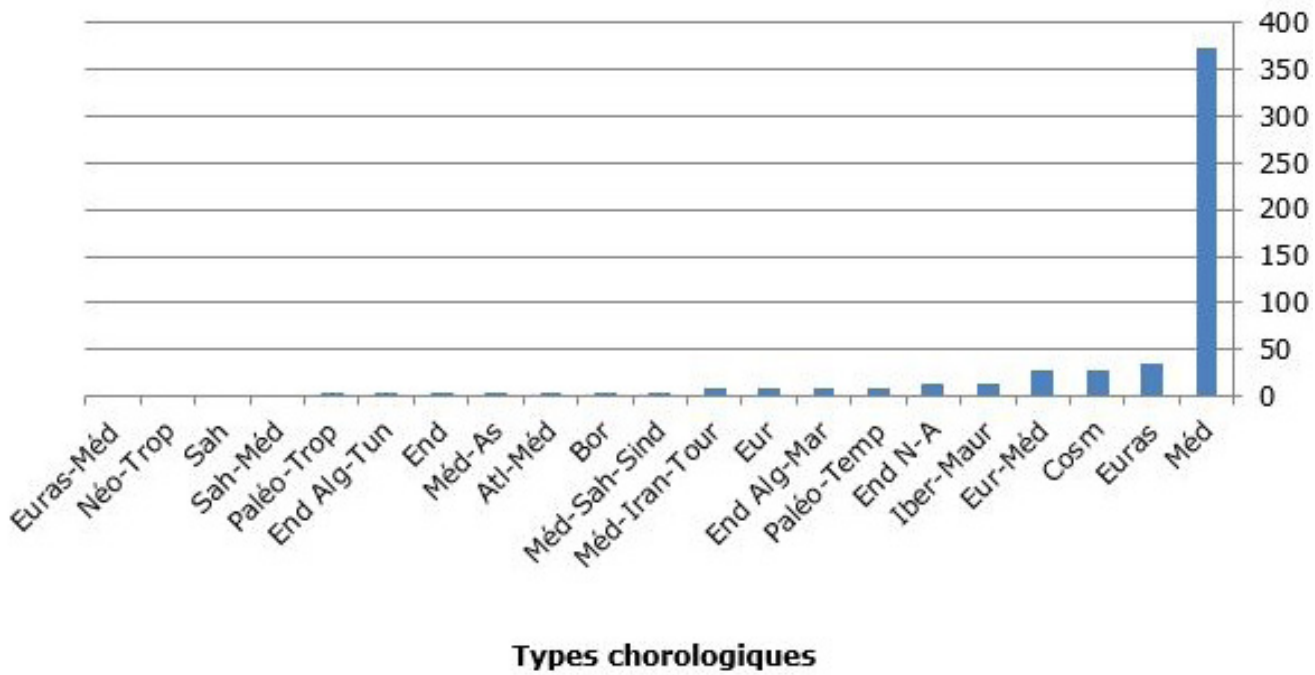


Figure 9. Contribution des types chorologiques dans l'inventaire (nombre d'espèces).

Ensembles chorologiques	Nombre	%
Méditerranéennes	388	69, 03
• Méd. (méditerranéennes)	374	66, 54
• Ibér-Maur. (ibéro-mauritaniennes)	14	2,49
Endémiques	29	5,16
• End (N-A). (endémiques nord-africaines)	14	2,49
• End (Alg-Tun). (endémiques algéro-tunisiennes)	3	0,53
• End (Alg-Mar). (endémiques algéro-marocaines)	9	1,60
• End (Alg). (endémiques algériennes)	3	0, 53
Nordiques	61	10,85
• Euras. (eurasiatiques)	35	6,22
• Eur. (européennes)	9	1, 60
• Paléo-Temp. (paléotempérés)	10	1,77
• Paléo-Trop. (paléotropicales)	3	0,53
• Bor. (boréales)	4	0, 71
Large répartition	84	14, 94
• Atl-Méd. (atlantiques méditerranéennes)	4	0, 71
• Eur-Méd. (euro-méditerranéennes)	28	4,98
• Méd-As. (méditerranéennes asiatiques)	4	0, 71
• Méd-Sah-Sind. (méditerranéo-saharo-sindiennes	5	0, 88
• Méd-Ir-Tour. (méditerranéennes irano-touraniennes	2	1, 42
• Néo-Trop. (néo-tropicales)	1	0,17
• Cosm. (cosmopolites) •Sah-Méd. (saharo-méditerranéennes)	16	5,16
•Sah. (saharienne)	2	0,35
•Euras-Méd. (eurasiatiques-méditerranéennes)	2	0,35
Total	1	0,17
	566	**100**

Tableau 1. Tableau récapitulatif de l'analyse des types et des ensembles chorologiques des espèces (nombre et pourcentage d'espèces).

Discussion

Le nombre d'espèces que nous avons inventoriées représente plus de 15 % des espèces végétales figurant dans la flore de Quézel & Santa (1962) contenant 3744 espèces.

Les proportions de la contribution des principales familles, ainsi que les genres dominant ces dernières, sont dans l'ensemble les mêmes qui ressortent des travaux similaires d'inventaire dans les régions forestières et préforestières telliennes (Medjahdi *et al,* 2009 ; Benabadji *et al.,* 2007 ; Babali *et al.,* 2014), ou de la flore du Sud-Oranais (Bouzenoune, 1984) et du Tell oranais (Aime, 1991).

Concernant les proportions des types biologiques dans l'inventaire, le nombre élevé des thérophytes témoigne d'une forte action anthropique, même si leurs pourcentages restent souvent et habituellement assez élevés au niveau des formations végétales méditerranéennes (Grime, 1977 ; Daget, 1980 ; Dahmani, 1997). Cette « thérophytisation » trouverait son origine, d'une part, dans le phénomène d'aridisation en accord avec les conclusions de Barbero *et al* (1990), ainsi que dans l'importance du pâturage (Meddour, 2010). L'augmentation des thérophytes en relation avec un gradient croissant d'aridité est également soulignée par Aidoud (1983) sur les Hauts-Plateaux de l'Algérie nord-occidentale. Selon Olivier *et al* (1995), une attention

particulière est généralement accordée à la répartition des thérophytes dont la proportion en région méditerranéenne est de l'ordre de 50 %. Néanmoins, Verlaque *et al* (2001) soulignent que la vulnérabilité des thérophytes indigènes peut surprendre et plusieurs facteurs anthropiques sont responsables du taux élevé de thérophytes disparus en France méditerranéenne, remplacés par des xérophytes plus résistantes.

La position des hémicryptophytes en deuxième position est également assez logique. Barbero *et al* (2001) signalent l'abondance des hémicryptophytes dans les pays du Maghreb, due à la présence de matière organique et d'humidité. D'après Hart (1977, *in* Verlaque *et al*., 2001), le succès de ces bisannuelles repose sur une stratégie d'optimisation des ressources, avec certains réajustements selon les conditions locales. Ceci leur permet une fructification quatre à cinq fois supérieure à celle des autres herbacées.

Les géophytes, occupant la troisième position, sont ainsi assez fréquentes dans nos régions malgré leur vulnérabilité. Celle-ci provient d'après Verlaque *et al* (2001) des handicaps cumulés par les taxons bulbeux et tubéreux : vandalisme (plantes décoratives), multiplication végétative, fructification et germination faibles, propagation à courte distance et problèmes de reproduction. Par contre, la majorité des taxons rhizomateux, plus alticoles, ont une reproduction sexuée et végétative efficaces, d'où leur meilleur maintien.

Les phanérophytes (arbres et arbustes) occupent une position qui est habituelle au niveau des formations méditerranéennes. Ces plantes, bien plus résistantes que les autres types biologiques, sont constituées essentiellement d'arbustes pérennes et d'arbres sclérophylles. En termes de vulnérabilité, Verlaque *et al* (2001) soulignent que la position privilégiée des phanérophytes repose sur une stratégie de compétition optimale : longévité, grande taille, bon semencier, en général allogamie et zoochorie (dispersion efficace des graines lourdes ; Oakwood *et al*., 1993), tolérance écologique (Grime, 1977 ; Médail, 1996).

Les chaméphytes se présentent en faibles proportions dans l'inventaire malgré leur plasticité relative par rapport aux autres types biologiques comme les géophytes. Malgré la forte présence des thérophytes indicatrices de dégradation des milieux boisés naturels, ce faible nombre de chaméphytes pourra témoigner d'un bon état de santé au niveau des formations forestières et préforestières régionales. En fait, leur proportion augmente dès qu'il y a dégradation des milieux forestiers, car ce type biologique semble être mieux adapté que les phanérophytes à la sécheresse estivale comme le soulignent Danin & Orshan (1990). Le succès des chaméphytes provient de leurs bonnes adaptations aux biotopes à fortes contraintes de basse et haute altitudes (Raunkiaer, 1934 ; Floret *et al.*, 1990 ; Aronson & Shmida, 1992).

Enfin, l'existence de plusieurs sous-types biologiques au niveau des milieux naturels dénote une certaine diversité biologique des formes de vie au niveau régional.

Concernant les types chorologiques, nos proportions correspondent à celles signalées par Dahmani (1996) pour les formations forestières et préforestières en Algérie et semblent être en conformité avec les observations de Barbero *et al.* (1989) pour le Maghreb. Nos observations se rapprochent globalement de celles de plusieurs auteurs au niveau de différentes régions du pays : Messaoudéne *et al.* (2007) dans l'Akfadou, Benabadji *et al.* (2007) dans les monts de Tlemcen (O3), de Gharzouli & Djellouli (2005) dans les monts des Babors et de Dahmani (1996) pour la majorité des formations à chênes verts en Algérie.

Conclusion

Nos travaux de recherche de terrain et de systématique nous ont permis de proposer un premier inventaire actualisé de la flore des milieux forestiers et préforestiers du secteur atlasique de Tiaret contenant les informations nécessaires (types biologiques, types biogéographiques actualisés). Cet inventaire, non exhausif, est présenté sous la forme d'un catalogue floristique renfermant 566 espèces appartenant à 76 familles. Ces familles sont dominées essentiellement par les Asteraceae, les Fabaceae et les Poaceae et une présence marquée de la famille des Orchidaceae (20 espèces). Ces dernières que nous considérons comme des joyaux floristiques, rares et menacées, se retrouvent dans le massif en populations importantes. Elles sont à protéger dans cette région où l'action anthropique est visible.

Le spectre biologique de nos espèces correspond globalement à un schéma caractéristique de formations forestières et préforestières méditerranéennes. L'analyse de ce spectre révèle la dominance des thérophytes sur l'ensemble des types biologiques. Cette forte représentation des thérophytes dénote d'une certaine ouverture de ces milieux et donc de la dégradation des peuplements boisés initiaux.

L'analyse du spectre chorologique des espèces montre que nous sommes bien en présence d'une flore méditerranéenne typique, avec la domination des éléments du groupe méditerranéen sur tous les autres groupes. Le groupe des endémiques est classé en dernier lieu avec 29 taxons.

Ainsi, nous appelons à la préservation de ces massifs forestiers renfermant cette flore merveilleuse par des actions concrètes diminuant et/ou limitant l'action anthropique dévastatrice et protégeant notre patrimoine biologique régional.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Dr Errol Vela (Université de Montpellier-2) pour son aimable contribution dans la vérification des identifications de nos spécimens d'herbier.

Bibliographie

Aidoud A., 1983 - *Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud-Oranais : phytomasse, productivité primaire et applications pastorales*. Thèse de doctorat de 3e cycle, Université H. Boumediene, Alger, 245 p. +ann.

Aime S., 1991 - *Étude écologique de la transition entre les bioclimats sub-humide, semi-aride et aride dans l'étage thermo-méditerranéen du Tell oranais*. Thèse de doctorat ès sciences, Université Aix Marseille III, 190 p. +ann.

Amirouche R. & Misset M.-Th., 2009 - Flore spontanée d'Algérie : diffrenciation écogéographique des espèces et polyploïdie. *Cahiers d'Agriculture* **18 :** 474-480.

Aronson J.A. & Shmida A., 1992 - Plant species diversity along a Mediterranean-desert gradient and its correlation with interannual rainfallfluctuations*. J. Arid Environ*. **23** : 235-247.

Babali B., Hasnaoui A.R., Medjati N. & Bouazza M., 2014 - Note on the vegetation of the mounts of Tlemcen (Western Algeria):

floristic and phytoecological aspects. *Open J. Ecol.* **3** (5) : 370-381.

Barbero M., Bonin G., Loisel R. & Quézel P., 1989 - Sclerophyllous *Quercus* forests of the Mediterranean area: ecological and ethological significance. *Bielefelder kol. Beitr*. **4** :1-23.

Barbero M., Quézel P. & Loisel R., 1990 - Les apports de la phyto-écologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Rev. For. Méd*. **XII** : 194-215.

Battandier J.-A. & Trabut L.-C., 1888-1890 - *Flore d'Algérie*. Adolphe Jourdan, Alger, 825 p.

Battandier J.-A. & Trabut L.-C., 1895 - *Monocotylédones (Flore de l'Algérie)*. Adolphe Jourdan, Alger, 256 p.

Benabadji N., Benmansour D. & Bouazza M., 2007 - La flore des monts d'Ain Fezza dans l'Ouest algérien, biodiversité et dynamique. *Sci. Techno.* **26** : 47-59.

Bouzenoune A., 1984 - *Étude phytogéographique et phytosociologique des groupements végétaux du Sud Oranais (wilaya de Saida)*. Thèse de doctorat de 3e cycle, Université H. Boumediene, Alger, 225 p. + ann.

Braun-Blanquet J., 1915 - Les Cévennes méridionales (massif de l'Aigoual). Étude sur la végétation méditerranneéne, I. *Arch. Sci. Phys.Nat. Genève* **4** : 39-40.

Cuénod A, Pottier-Alapetite G & Labbé A., 1954 - Cryptogames vasculaires, Gymnospermes et Monocotylédones. *In* : SEFAT, *Flore analytique de la Tunisie*, Tunis, Tunisie, 287 p.

Daget Ph., 1980 - *Sur les types biologiques botaniques en tant que stratégies adaptatives (cas des thérophytes)*. Actes du colloque d'écologie théorique, E.N.S. Paris : 89-114.

Dahmani M., 1996 - Diversité biologique et phytogéographique des chênaies vertes d'Algérie. *Ecol. Médit.* **XXII** (3-4) : 39-52.

Dahmani M., 1997 - *Le chêne vert en Algérie, Syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements*. Thèse de doctorat, Université H. Boumediene, Alger, 383 p.

Danin A. & Orshan G., 1990 - The distribution of Raunkiaer life forms in Israel in relation to the environment. *J. Veg. Sci.* **1** : 41-48.

Dobignard A. & Chatelain C., 2010-2011-2012-2013 - *Index synonymique de la Flore d'Afrique du Nord*. Conservatoire et jardin botaniques de la Ville de Genève (CH), 1, 2, 3, 4 et 5.

Durand J., 1954 - *Carte des sols d'Algérie*. Gouvernement général de l'Algérie, Inspection générale de l'Agriculture, Alger.

Duvignaud P., 1992 - *Aménagement et gestion du territoire. Application en Algérie (région de Tiaret et Alger)*. Université de Nice-Sophia Antipolis, 253 p.

El Oualidi J, Khamar H., Fennane M., Ibn Tattou M., Chauvet S. & Taleb M.S., 2012 - Checklist des endémiques et spécimens types de la flore vasculaire de l'Afrique du Nord. *Doc. Inst. Sci. Univ. Mohammed V-Agdal* **25** *:* 1-192.

Floret C., Galan M.-J., Le Floc'h E., Orshan G. & Romane F., 1990 - Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient: tools for studying vegetation. *J. Veg. Sci.* **1** : 71–80.

Fennane M., Ibn Tattou M., Ouyahya A. & El Oualidi J., 2007 - Flore pratique du Maroc. *Trav. Inst. Sci.*, série Botanique, **38**, Rabat, 636 p.

Gharzouli R. & Djellouli Y., 2005 - Diversité floristique de la Kabylie des Babors (Algérie). *Rev. Sèch.* **3** (16) : 217-225.

Grime J.P., 1977 - Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *Amer. Natur*. **111** : 1169-1194.

Gounot M., 1969 - *Méthodes d'étude quantitative de la végétation*. Masson, Paris, 308 p.

Hart R., 1977 - Why are biennials so few? *Amer. Natur.* **111** : 792-799.

Kabir F., 2001 - *Diagnostic agro-écologique et application d'une méthode de zonage pour l'aménagement agricole d'une région céréalière (cas de la partie nord de la wilaya de Tiaret).* Mémoire de magistère, Université de Tiaret, 90 p.

McIntyre S., Lavorel S. & Tremont R.M., 1995 - Plant life-history attributes: their relationship to disturbance response in herbaceous vegetation. *J. Ecol*. **83** : 31-44.

Maire R., 1952-1987 - *Flore de l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara).* Lechevalier, Paris, 16 vol. parus.

Médail F., 1996 - *Structuration de la biodiversité de peuplements végétaux méditerranéens en situation d'isolement*. Thèse de doctorat ès sciences, Université Aix-Marseille III, 192 p.

Medjahdi B., Ibn Tattou M., Barkat D. & Benabedli K., 2009 - La flore vasculaire des monts des Traras (Nord-Ouest algérien) *Acta Bot. Malac.* **34** : 57-75.

Meddour R., 2010 - *Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie Djurdjurieenne*. Thèse de doctorat d'État, Université de Tizi Ouzou, 397 p.

Messaoudéne M., Laribi M. & Derridj A., 2007 - Étude de la diversité floristique de la forêt de l'Akfadou. *Bois Forêts Trop.* **291** : 75-81.

Miara M. D., 2011 - *Contribution à l'étude de la végétation du massif de Guezoul (Tiaret).* Mémoire de magistère, Université d' Oran-Sénia, 126 p.

Miara M. D., 2017 - *Analyse floristique et structure de la végétation de la région de Tiaret*. Thèse de doctorat en sciences, Université d'Oran 1, 203 p.

Miara M. D., Ait Hammou M & Hadjadj-Aoul S., 2013 - Bioclimats, étages de végétation et zonation altitudinale des groupements végétaux dans les monts de Tiaret (exemple du massif de Guezoul). *Revue Ecol. Environnement* **V** (9) en ligne : http ://fsnv.univ-tiaret.dz/index.php/13-la-revue.

Oakwood M., Jurado E., Leishman M. & Westoby M., 1993 - Geographic ranges of plant species in relation to dispersal morphology, growth form and diaspore weight. *J. Biogeogr*. **20** : 563-572.

Olivier L., Galland J.-P., Maurin H. & Roux J.-P., 1995 - *Livre rouge de la flore menacée de France.* **I** - espèces prioritaires. *Collection Patrimoines naturels* **20** : 1-621 p.

Quézel P., 1999 - les grandes structures de végétation en région méditerrannéene : facteurs déterminants dans leur mise en place post-glaciaire. *Genbios* **32** : 19-32.

Quézel P. &. Santa S., 1962-1963 - *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. CNRS, Paris. 2 vol, 1170 p.

Raunkiaer Ch., 1934 - *The life-forms of plants and plant geography*. Clarendon Press, Oxford, **2**, 104 p.

Rebbas K. & Bounar R., 2014 - Études floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la région de M'Sila (Algérie). *Phytotherapie* **13** : 1-8.

Valdés B. *et al*. (eds.), 1987 - *Flora Vascular de Andalucia Occidental,* **I** - Pteridophyta, Gymnospermae, Dicotyledones (Lauraceae- Primulaceae). Ketres Editora S.A. Barcelona, 485 p.

Valdés B. *et al.* (eds.), 1987 - *Flora Vascular de Andalucia Occidental,* **II** - Dicotyledones (Crassulaceae-Dipsacaceae). Ketres Editora S.A. Barcelona, 640 p.

Valdés B. *et al.* (eds.), 1987 - *Flora Vascular de Andalucia Occidental,* **III** - Dicotyledones (Compositae), Monocotyledones (Alismataceae-Orchidaceae). Ketres Editora S.A. Barcelona, 555 p.

Valdés B., Rejdali M., Achhal El Kadmiri A., Jury S. L. & Montserrat J.-M., 2002 - *Catalogue des plantes vasculaires du nord du Maroc incluant des clés d'identification*, 1 et 2. Madrid, 1002 p.

Verlaque R., M*édail* F. & Aboucaya A., 2001 - Valeur prédictive des types biologiques pour la conservation de flore méditerranéenne. *Life Sci.* **324** : 1157-1165.

Zohary D. & Hoff M., 1974 - Domestication of pulses in the Old World. *Science* **182** : 887-894.

La flore et la végétation de la Californie. Partie I - Des forêts de Séquoia géant de la Sierra Nevada aux forêts côtières de Redwood

Marc TESSIER
F-31320
AUZEVILLE-TOLOSANE
tessier_marc@orange.fr

Cet article fait suite à l'article de Rabaute et Coulot (2016) relatant leurs observations naturalistes et botaniques dans l'ouest des États-Unis. Nous nous intéresserons ici uniquement à la Californie et essentiellement aux milieux forestiers et aux milieux adjacents comme les *meadows* (ou prairies naturelles). D'autres articles suivront cette première partie plutôt consacrée à la flore automnale.

La Californie, un État diversifié

La Californie héberge plus de cinq mille espèces de plantes vasculaires pour une surface inférieure à la celle de la France. La Province floristique californienne (qui déborde de cet État notamment vers la Basse Californie au Mexique) constitue un des 33 hotspots reconnus au niveau mondial pour la biodiversité. La grande diversité floristique peut être reliée à la complexité géologique de cet État riche en minéraux. La Californie est par exemple très riche en serpentine, notamment en lien avec la présence de failles liées aux zones de subduction. À cela, on peut ajouter une grande diversité climatique. En effet, même si bien souvent le climat californien est considéré comme « méditerranéen », les régions méridionales sont très arides et les climats montagnards et alpins dominent les parties hautes de la Sierra Nevada (le Mount Whitney culmine à 4 421 m). Des brouillards couvrent aussi très souvent la côte nord-ouest en été.

La découverte et la préservation de la nature

Les premiers parcs nationaux sont nés aux États-Unis, le Yellostone fut le premier en 1872 et fut suivi par Sequoia et Yosemite en 1890, ces deux derniers étant situés en Californie. Mais à cela il faut rajouter une grande quantité de *State Parks*, de *State Nature Reserves* et autres milieux gérés par l'U.S. Fish and Wildlife Service ou par d'autres organismes... Beaucoup de ces espaces sont aménagés pour l'accueil du public et ils sont même à l'origine d'un écotourisme florissant. La population est aussi très impliquée dans la conservation des milieux et des espèces. Ce système crée un cercle vertueux et est à l'origine de la création de nouveaux espaces protégés, y compris dans les zones urbaines. Les associations et des armées de bénévoles sont également très impliquées et très efficaces, ici pour faire de l'éducation au public, là pour restaurer des milieux et des espèces ou tout simplement pour réaliser des inventaires. Les terrains privés sont en revanche totalement interdits d'accès.

Les livres d'identifications des plantes sont nombreux, mais pour la plupart incomplets. Souvent bien illustrés, ils permettent toutefois de s'y retrouver face aux familles et aux genres inconnus en Europe. Le site Calflora https://www.calflora.org/ avec photos et cartes de distribution et la Jepson eflora http://ucjeps.berkeley.edu/eflora/ avec ses clés sont exhaustifs et très utiles. La nomenclature est tirée de ces deux références.

La plupart des observations présentées dans cet article ont été réalisées essentiellement de fin août à novembre 2016. Un certain nombre de plantes était donc en fruits.

La forêt de Séquoia géant

La Sierra Nevada constitue l'unique bastion du Séquoia géant (*Sequoiadendron giganteum,* Cupressaceae, Photo 1), l'arbre le plus volumineux du monde (mais pas le plus grand !). Les séquoias étaient jadis plus largement répartis dans l'hémisphère nord puisqu'on trouve des restes fossiles en Europe (une espèce existe encore en Chine). Les plus beaux spécimens peuvent être observés notamment dans les Parcs nationaux de Yosemite, Sequoia et également à Calvaderas State Park. Les arbres se trouvent généralement au sein de vallons assez frais et poussent en compagnie d'autres résineux également de grande taille et plus résistants à la sécheresse. On trouve ainsi *Pinus ponderosa* (Pinaceae) à l'écorce jaunâtre (d'où son nom de *Yellow pine*), *P. lambertiana* (Photo 2) aux cônes immenses (Photo 3), *P. jeffreyi* et *Abies concolor* (Abietaceae). Ces résineux contribuent à nourrir une importante communauté d'écureuils comme l'Écureuil de Douglas et les Tamias (plusieurs espèces) qui animent largement les sous-bois et les zones de campement au grand bonheur des touristes ! Ces pins sont parfois parasités par un gui jaunâtre, *Arceuthobium campylopodium* (Viscaceae). Les sous-bois sont colonisés par un grand nombre d'arbustes dont certain nous paraissent familiers, car appartenant à des genres présents en Europe. Dans le Calvaderas State Park, j'ai pu ainsi observer en septembre 2016 *Actaea rubra* (Ranunculaceae), petit arbuste aux baies rouges, *Arbutus menziesii* (Ericaceae), *Cornus nuttallii* (Cornaceae, Photo 4), *Corylus cornuta* subsp. *californica* (Betulaceae), *Ribes nevadense* (Grossulariaceae), *R. roezlii, Sambucus nigra* subsp. *caerulea* (Adoxaceae, Photo 5) aux fruits bleuâtres et *Taxus brevifolia* (Taxaceae). On trouve aussi *Ceanothus cordulatus* et *C. velutinus* (Rhamnaceae), *Chrysolepis sempervirens* (Fagaceae) dont le fruit ressemble à une bogue de châtaigne (Photo 6), *Chamaebatia foliolosa* (Rosaceae) et une multitude d'herbacées comme *Asarum hartwegii* (Aristolochiaceae), *Clintonia uniflora* (Liliaceae), *Galium triflorum* (Rubiaceae), *Goodyera oblongifolia* (Orchidaceae), *Iris hartwegii* (Iridaceae), *Maianthemum racemosum* (Asparagaceae), *Pyrola picta* (Ericaceae) et *Viola lobata* (Violaceae) pour citer les plus communes. Une petite Asteraceae aux fleurs minuscules, *Adenocaulon bicolor* (Photo 7), est aussi très présente dans ces sous-bois. Elle était bien connue des autochtones et des explorateurs qui l'appelaient *Trail plant* (la plante des chemins). En effet, la face inférieure de la feuille est très pâle et très visible lorsque la plante est couchée par les pas des animaux ou des hommes. Elle indiquait donc à la perfection le chemin à prendre pour les suivre à la trace.

Photo 1. *Sequoiadendron giganteum*, © M. TESSIER

Photo 2. *Pinus lambertiana*, © M. TESSIER

Photo 3. *Pinus lambertiana*, © M. TESSIER

Photo 4. *Cornus nuttallii*, © M. TESSIER

Photo 5. *Sambucus nigra* subsp. *caerulea*, © M. TESSIER

Photo 6. *Chrysolepis sempervirens*, © M. TESSIER

Photo 7. *Adenocaulon bicolor*, © M. TESSIER

Photo 8. *Rudbeckia californica* subsp. *californica* © M. TESSIER

Au pied des séquoias coulent quelques petites sources qui maintiennent des communautés plus hygrophiles. Ainsi, dans les Kings Canyon et Sequoia National Parks, j'ai pu observer une grande Astéracée, *Rudbeckia californica* subsp. *californica* (Photo 8), l'omniprésente Fabacée *Hosackia oblongifolia* aux fleurs jaunes et *Asyneuma prenanthoides* (= *Campanula prenanthoides,* Campanulaceae*,* Photo 9). Au pied du célèbre Séquoia géant surnommé « General Grant » dans le Kings Canyon National Park, pousse aussi un grand *Botrychium* maintenant disparu de France, *Sceptridium multifidum* (= *Botrychium multifidum,* Ophioglossaceae*,* Photo 10).

Les feux sont fréquents dans ces forêts de résineux, le phénomène s'étant même accentué avec les sécheresses de ces dernières années. Les séquoias sont toutefois protégés des flammes par une épaisse écorce, tandis que l'enrichissement des sols par les cendres permet la régénération de tous les résineux. C'est pourquoi ces feux ne sont plus combattus.

Dans ces forêts, un lichen poussant en abondance sur l'écorce des pins et des séquoias attire particulièrement l'attention par sa couleur verte fluorescente. Il s'agit du *Wolf Lichen* (ou lichen loup) qui regroupe en fait deux espèces : *Letharia vulpina* et *L. columbina*. Il est en principe absent de la base des arbres en raison de l'enneigement hivernal. Il constitue donc un très bon indicateur de la hauteur moyenne du manteau neigeux des lieux.

Les *meadows*

Le Parc de Yosemite comporte plusieurs des plus belles *meadows* de Californie (tel *Tuolumne Meadows*). Ces prairies se nichent classiquement dans les fonds de vallée où la très faible pente limite les écoulements et permet ainsi le maintien de l'humidité et d'une riche flore herbacée. Quelques saules tel *Salix lemmonii* (Salicaceae)

Photo 9. *Campanula prenanthoides*, ©M. TESSIER

Photo 10. *Sceptridium multifidum*, ©M. TESSIER

Photo 11. *Helenium bigelovii*, © M. TESSIER

colonisent les bordures des ruisselets et des zones d'eau libre. Les zones les plus humides sont dominées par la mégaphorbiaie avec notamment *Sphenosciadium capitellatum*, une grande ombellifère, *Bistorta bistortoides* (Polygonaceae), *Heracleum maximum* (Apiaceae), *Helenium bigelovii* (Asteraceae, Photo 11), *Geranium carolinum* (Geraniaceae), *Thalictrum fendleri* subsp. *fendleri* (Ranunculaceae). Dans les zones plus ouvertes, la couleur rouge écarlate de l'Orobanchaceae *Castilleja miniata* (Photo 12) attire aussi l'attention. D'autres plantes sont plus discrètes telles que *Ranunculus alismifolius* (Ranunculaceae), *Hippuris vulgaris* (Plantaginaceae), *Gentiana newberryi* (Gentianaceae, Photo 16), *Aquilegia formosa* (Ranunculaceae, Photo 14) ou *Parnassia palustris* (Celastraceae) aux fleurs plus grosses que les nôtres, sans parler des nombreux *Carex* dont l'identification est plus délicate. À noter aussi la présence d'*Equisetum hyemale* subsp. *affine* (Equisetaceae) et *Elymus elymoides* (Poaceae), deux espèces ubiquistes et aisément repérables en bordure forestière. Ces *meadows* sont souvent proches de torrents où on peut observer d'autres espèces de mégaphorbiaies comme une grande mimule aux fleurs rosâtres, *Mimulus lewisii* (Phyrmaceae, Photo 15) ou *Boykinia major* (Saxifragaceae, Photo 13).

Photo 12. *Castilleja miniata*, © M. TESSIER

Photo 13. *Boykinia major*, © M. TESSIER

Photo 14. *Aquilegia formosa*, © M. TESSIER

Photo 15. *Mimulus lewisii*, © M. TESSIER

Photo 16. *Gentiana newberryi*, © M. TESSIER

Les lacs et les pelouses d'altitude

Dans ce même Parc de Yosemite, les environs de la Tioga Pass permettent d'observer des espèces plus montagnardes ou même du domaine alpin. Au sein ou en bordure des lacs poussent plusieurs espèces d'isoètes, *Sparganium angustifolium* (Typhaceae), *Gaultheria humifusa,* une Éricacée prostrée des suintements (Photo 17), *Mimulus primuloides* (Phyrmaceae, Photo 18) ou *Botrychium simplex* (Ophioglossaceae). Quelques arbustes se maintiennent encore à ces altitudes, tels que *Sambucus racemosa* subsp. *microbotrys* (Adoxaceae). Les blocs de rochers en bord de lacs sont souvent recouverts d'une Éricacée prostrée aux belles fleurs rosâtres, *Phyllodoce breweri*. Dans les pentes et rochers d'altitude, la flore est riche, mais l'identification des espèces plutôt difficile. C'est le cas pour des plantes des genres *Penstemon, Lupinus* ou *Symphyotrichum.* Quelques espèces sont toutefois plus faciles à distinguer comme *Castilleja lemmonii* Orobanchaceae), *Streptanthus tortuosus* (Brassicaceae)*, Cryptogramma acrostichoides* (Pteridaceae, Photo 19)*, Gentianopsis holopetala* (Gentianaceae).

Photo 17. *Gaultheria humifusa*, © M. TESSIER

Photo 18. *Mimulus primuloides*, © M. TESSIER

Photo 19. *Cryptogramma acrostichoides*, © M. TESSIER

Les Redwood Forests

Nous quittons ici la Sierra Nevada pour rejoindre les forêts de *Sequoia sempervirens* (Cupressaceae, Photo 20). C'est leur bois rougeâtre qui a donné ce nom de *redwood*. Ces arbres sont les plus hauts du monde, le record semblant être établie pour « l'Hyparion » avec 115,7 m. Les forêts de *S. sempervirens* sont liées aux montagnes ou aux collines côtières souvent bien arrosées et couvertes de brouillards (notamment en été). On en trouve du centre-ouest de la Californie, comme à Big Sur ou autour de San Francisco sous la forme de patchs plus ou moins grands et continus, jusqu'à des peuplements plus importants à la frontière avec l'Orégon. Ces forêts sont denses et ne laissent guère passer de lumière, mais l'humidité permet le développement d'un sous-bois parfois assez fourni. Les visites de l'Armstrong Redwoods State Natural Reserve, Samuel P. Taylor State Park ou Pfeiffer Big Sur State Park en novembre 2016 m'a permis d'observer des fougères comme *Dryopteris expansa* (Dryopteridaceae), *Woodwardia fimbriata* (Blechnaceae), *Polystichum munitum* (Dryopteridaceae, Photo 22), *Adiantum aleuticum* (Pteridaceae, Photo 21). Quelques arbres, arbustes ou lianes arrivent aussi à se développer tel que le laurier *Umbellularia californica* (Lauraceae, Photo 23), le chèvrefeuille *Lonicera hispidula* (Caprifoliaceae) aux nombreux fruits rouges ou l'érable *Acer macrocephalum* (Sapindaceae). La flore herbacée n'est pas très abondante, mais présente dès mars des espèces remarquables comme *Scoliopus bigelovii* (Liliaceae, Photo 25), *Asarum caudatum* (Aristolochiaceae, Photo 24), *Calypso bulbosa* (Orchidaceae, Photo 26) ou plus ordinaire comme la petite violette aux fleurs jaunes *Viola sempervirens* (Violaceae, Photo 27)

Après les premières pluies d'automne, les champignons sont à la fête, le bois mort étant particulièrement abondant. On trouve des espèces comme *Romaria apiculata, Clavariadelphus occidentalis, Nidula candida, Caulorhiza umbonata*.

photo 20. *Sequoia sempervirens*, © M. TESSIER

Photo 20bis. *Sequoia sempervirens*, © M. TESSIER

Photo 21. *Adiantum aleuticum*, © M. TESSIER

Photo 22. *Polystichum munitum*, © M. TESSIER

Photo 23. *Umbellularia californica*, © M. TESSIER

Photo 24. *Asarum caudatum*, © M. TESSIER

Photo 25. *Scoliopus bigelovii*, © M. TESSIER

Photo 26. *Calypso bulbosa*, © M. TESSIER

Photo 27. *Viola sempervirens*, © M. TESSIER

Les forêts ouvertes de chênes et de pins

Photo 28. *Heteromeles arbutifolia*, ©M. TESSIER

En s'approchant de la Vallée Centrale, le paysage très vallonné devient plus aride comme c'est le cas par exemple au niveau des rivières Cache Creek ou Putha Creek (à l'ouest de Sacramento). Sur la vingtaine d'espèces de chênes présente en Californie, on trouve ici surtout deux taxons, *Quercus douglasii* (Fagaceae) dont les feuilles aux reflets bleuâtres sont caduques et *Q. wislizeni* qui lui garde ses feuilles et n'est pas sans rappeler notre Chêne vert. Le pin dominant est *Pinus sabiniana* (Pinaceae) ou Pin gris (traduction de *Grey Pine*). Trois arbustes se font aussi très remarquer à l'automne. Tout d'abord *Aesculus californica* (Sapindaceae, Photo 29), petit marronnier aux fruits de grande taille et dont les feuilles se dessèchent au cœur de l'été, laissant penser que l'arbre est mort. Ensuite *Heteromeles arbutifolia* (Rosaceae, Photo 28), dont les baies rougeâtres et abondantes lui ont valu le nom commun de *Christmas Berry* (baie de Noël en français, il porte aussi le nom de *Toyon*). Enfin, dans les zones assez sèches, on trouve *Arctostaphylos manzanita* (Ericaceae, Photo 30), dont l'écorce est d'un rouge brique vif. En été et à l'automne, la végétation de sous-bois est complètement desséchée et ne sont encore visibles que quelques fougères qui trouvent souvent refuge sur quelques talus ou fissures de rocher telles que *Myriopteris intertexta* (Pteridaceae, Photo 31), *Pellaea mucronata* var. *mucronata* (Pteridaceae), *P. andromedifolia*, *Polypodium calirhiza* (Polypodiaceae), *P. californicum, Pentagramma triangularis* (Pteridaceae) ou *Adiantum jordanii* (Pteridaceae). Ces forêts très ouvertes voient en revanche s'installer très tôt une riche flore vernale avec des espèces singulières comme *Cynoglossum grande* (Boraginaceae), *Dichelostemma capitatum* (Liliaceae, Photo 32), *Pedicularis densiflora* (Orobanchaceae, Photo 33), *Primula handersonii* (= *Dodecatheon handersonii,* Primulaceae) qui n'a rien de ressemblant avec nos primevères, *Lupinus bicolor* (Fabaceae, Photo 34), *Lomatium carvifolium* (Apiaceae)...

Cet article donne un premier aperçu de la flore californienne à travers la visite des zones forestières parmi les plus emblématiques de cet État. Nous reviendrons à travers d'autres articles à la découverte d'autres milieux d'intérêt comme les chaparrals, les habitats côtiers, les mares temporaires, les prairies et les déserts dont les floraisons printanières respectives sont remarquables.

Bibliographie

Rabaute P. & Coulot P., 2016–Voyages naturalistes dans l'ouest des États-Unis, 2010-2014. *Evaxiana* **2** : 79-106.

Photo 29. *Aesculus californica*, © M. TESSIER

Photo 30. *Arctostaphylos manzanita*, © M. TESSIER

Photo 31. *Myriopteris intertexta*, © M. TESSIER

Photo 33. *Pedicularis densiflora*, © M. TESSIER

Photo 34. *Lupinus bicolor*, © M. TESSIER

Photo 32. *Dichelostemma capitatum*, © M. TESSIER

La flore et la végétation de la Californie.

Partie II - Des déserts du Sud californien aux zones humides des environs de Sacramento

Marc TESSIER
F-31320 AUZEVILLE-TOLOSANE
tessier_marc@orange.fr

Dans cet article nous allons quitter les milieux boisés pour découvrir les grands espaces prairiaux et désertiques, où une riche flore s'exprime au printemps. Nous allons d'abord partir du désert d'Anza Borrego, puis nous remontrons le long de la côte au nord de Los Angeles. Pour finir nous visiterons quelques coteaux secs et des zones humides du centre-nord de la Californie, non loin de Sacramento. Une large place est laissée aux illustrations.

La nomenclature est tirée de deux références : Calflora https://www.calflora.org et Jepson Manual, http://ucjeps.berkeley.edu.

La plupart des observations présentées dans cet article ont été réalisées essentiellement en mars et avril 2017.

Anza Borrego State Park

Les pluies de l'hiver 2016/2017 ont été abondantes, y compris jusqu'au désert d'Anza Borrego, proche de la frontière mexicaine. Ces pluies décennales ont permis ce que les Américains appellent le *super bloom* (autrement dit la super floraison) au printemps 2017. Après des années de sécheresse, les semences de nombreuses plantes ont pu enfin germer, tapissant ainsi ce désert de mosaïques multicolores. Les cactus et d'autres arbrisseaux ont pu également fleurir abondamment. Cet évènement, visible par satellite, a été très médiatisé, y compris jusqu'en France.

Photo 1. *Fouquieria splendens* subsp. *splendens*, © M.TESSIER

Photo 2. *Psorothamnus schottii*, © M.TESSIER

En traversant les plaines sableuses et les versants caillouteux de ce désert, un arbuste se fait vite remarquer par son port particulier, ses branches ascendantes et ses fleurs rouge vif, c'est l'ocotillo ou *Fouquieria splendens* subsp *splendens* (Photo 1) (Fouquieriaceae). Le colibri de Costa, un des plus petits des oiseaux nord-américains, se pose volontiers sur cet arbuste qui domine souvent les autres. Un autre arbuste attire aussi notre attention, il s'agit de *Larrea tridentata* (Zygophyllaceae), aux fleurs jaune vif. Il peut être abondant localement, mais les pieds sont toujours très dispersés. En effet, ils s'évitent les uns les autres afin de ne pas entrer en compétition pour les maigres ressources en eau et en nutriments. D'autres arbustes ou plutôt des petits buissons fleurissent abondements après ces pluies hivernales, on peut citer *Psorothamnus schottii* (Photo 2 ; ou Indigo Bush, Fabaceae), *Krameria bicolor* (Krameriaceae), *Justicia californica* (Acanthaceae), *Prunus fremontii* (Photo 3 ; Rosaceae). La plante la plus commune d'Anza Borrego est sans doute *Encelia farinosa* (Photo 4), une grande Asteraceae qui tapisse de ses fleurs jaune vif la plupart des coteaux et des plaines. Sous cette « canopée », une multitude de plantes annuelles s'empressent de fleurir et de produire leurs semences : *Monoptilon bellioides* (Photo 5 ; Asteraceae), *Mimulus bigelovii* (Photo 6 ; Phyrmaceae), *Geraea canescens* (Photo 7 ; Asteraceae), *Phacelia distans* (Boraginaceae), *Loeseliastrum matthewsii* (Photo 8 ; Polemoniaceae), *Lupinus arizonicus* (Photo 9 ; Fabaceae), *Chylismia claviformis* (Photo 10 ; Onagraceae), *Abronia villosa* (Photo 11 ; Nyctaginaceae), *Physalis crassifolia* (Photo 12 ; Solanaceae)...

Une visite au Borrego Palm Canyon permet d'aller admirer de magnifiques *Washingtonia filifera* (Photo 13 ; Arecaceae), énorme palmier qui pousse les pieds dans l'eau. Le long du sentier qui longe le ruisseau, on peut aussi observer *Chilopsis linearis*

Photo 3. *Prunus fremontii*, © M.TESSIER

Photo 4. *Encelia farinosa*, © M.TESSIER.

Photo 5. *Monoptilon bellioides*, © M.TESSIER.

Photo 6. *Mimulus bigelovii*, © M.TESSIER.

Photo 7. *Geraea canescens*, © M.TESSIER.

Photo 8. *Loeseliastrum matthewsii*, © M.TESSIER.

Photo 9. *Lupinus arizonicus*, © M.TESSIER.

Photo 10. *Chylismia claviformis*, © M.TESSIER.

Photo 11. *Abronia villosa*, © M.TESSIER.

Photo 12. *Physalis crassifolia*, © M.TESSIER.

Photo 13. *Washingtonia filifera*, © M.TESSIER.

(Photo 14 ; Bignoniaceae) à l'aspect de saule mais aux grosses fleurs rosées, *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* (Photo 15 ; *Fabaceae*), dont les graines étaient récoltées par les natifs, et *Perityle emoryi* (Asteraceae) qui pousse entre les rochers. Il faut penser aussi à relever la tête de temps à autres car les *Bigs Horns* (ou mouflons à grandes cornes) descendent parfois dans le canyon pour boire. L'eau attire aussi beaucoup d'oiseaux comme le colin de Gambell (Photo 16).

On ne saurait quitter Anza Borrego sans évoquer les cactus (Cactaceae). Plus d'une dizaine d'espèces, plutôt de petite taille, occupent ce désert. En avril, beaucoup sont en fleur comme *Echinocereus engelmannii* (Photo 17), *Ferocactus cylindraceus* (Photo 18), *Cylindropuntia wolfii* (Photo 19) et *C. bigelovii* (Photo 20) Ce dernier laisse volontiers tomber au sol des boutures qui s'accrochent aux vêtements, aux chaussures et au pelage des animaux, ce qui facilite leur dispersion. Le meilleur site pour découvrir certaines de ces espèces est sans doute le *Cactus trail* !

Joshua Tree National Park ©

En remontant vers le nord-est, on arrive dans le désert du Mojave situé un peu plus en altitude qu'Anza Borrego. La végétation est assez similaire, mais un arbre très particulier fait ici son apparition, le Joshua tree (*Yucca brevifolia* (Photo 21 ; Agavaceae) qui a donné son nom au parc. Il marque fortement le paysage et de nombreux oiseaux l'ont adopté tel le pic arlequin. Les environs de Black Rock Canyon sont particulièrement riches en plantes. Un pin d'une dizaine de mètres de hauteur trouve en fond de vallée un peu d'humidité, *Pinus monophylla.* Le reste de la végétation est plutôt dominé par quelques plantes pérennes résistant à la forte aridité du milieu telles que *Scutellaria mexicana* (Photo 22 ; Lamiaceae) ou *Nolina parryi* (Photo 23 ; Liliaceae), mais surtout par des espèces annuelles telles que *Anisocoma acaulis* (Photo 24 ;

Photo 14. *Chilopsis linearis*, © M.TESSIER.

Photo 15. *Prosopis glandulosa* var. *torreyana*, © M.TESSIER.

Photo 16. Colin de Gambel, © M.TESSIER.

Photo 17. *Echinocereus engelmannii*, © M.TESSIER.

Photo 18. *Ferocactus cylindraceus*, © M.TESSIER.

Photo 19. *Cylindropuntia wolfii*, © M.TESSIER.

Photo 20. *Cylindropuntia bigelovii*, © M.TESSIER.

Photo 21. *Yucca brevifolia*, © M.TESSIER.

Photo 23. *Nolina Parryi*, © M.TESSIER.

Photo 22. *Scutellaria mexicana*, © M.TESSIER.

Photo 24. *Anisocoma acaulis*, © M.TESSIER.

Photo 25. *Eriophyllum wallacei*, © M.TESSIER.

Photo 26. *Layia glandulosa*, © M.TESSIER.

Asteraceae), *Eriophyllum wallacei* (Photo 25 ; Asteraceae), *Layia glandulosa* (Photo 26 ; Asteraceae) ou *Nama demissa* (Photo 27 ; Boraginaceae). Les cactus sont également de la partie avec notamment *Echinocereus mojavensis* (Photo 28 ; Cactaceae) aux fleurs rouge vif.

Point Mugu et Mont Boney Peack

En remontant vers le nord, en longeant la côte au nord-ouest de Los Angeles, on peut découvrir un site qui mérite bien le détour : Point Mugu State Park. Un incendie a eu lieu il y a quelques années. Les cendres et les pluies abondantes de l'hiver ont transformé ces coteaux pierreux de bord de mer en un jardin fleuri. La diversité en flore de type « méditerranéenne » est exceptionnelle. À l'instar d'Anza Borrego, une espèce du genre *Encelia* domine la végétation. Il s'agit d'*E. californica* (Photo 29 ; Asteraceae) dont les fleurs sont jaune vif et le capitule plutôt brun. En cette fin du mois de mars, toutes les couleurs s'expriment ici. Le rose avec *Calochortus catalinae* (Photo 30 ; Liliaceae) magnifique endémique de la région de Los Angeles, *Linanthus californicus* (Photo 31 ; Polemoniaceae), *Mirabilis laevis* var. *crassifolia* (Photo 32 ; = *Mirabilis californica*, Nyctaginaceae), *Solanum xanti* (Photo 33 ; Solanaceae), *Lathyrus vestitus* (Fabaceae), le rouge avec *Silene laciniata* (Caryophylaceae), le jaune avec *Eulobus californicus* (Photo 34 ; Onagraceae), *Acmispon glaber* (Photo 35 ; Fabaceae proche des *Lotus*), *Lasthenia californica* (Photo 36 ; Asteraceae), *Peritoma arborea* (Photo 37 ; Cleomaceae), le blanc avec *Astragalus trichopodus* (Photo 38 ; Fabaceae), *Euphorbia albomarginata* (Photo 39 ; Euphorbiaceae), *Hesperoyucca whipplei* (Photo 40 ; Agavaceae), le bleu avec *Phacelia parryi* (Photo 41 ; Boraginaceae), *Lupinus sparsiflorus* (Photo 42 ; *Fabaceae*)…

Un peu plus à l'est se trouvent les montagnes de Santa Monica. La vue du mont Boney est spectaculaire et c'est l'occasion aussi de croiser quelques plantes d'intérêt nichées au sein d'un maquis d'*Arctostaphyllos glauca* (Photo 43 ; Ericaceae) comme *Scutellaria tuberosa* (Photo 44 ; Lamiaceae), *Fritillaria biflora* (Photo 45 ; Liliaceae), *Mimulus brevipes* (Photo 46 ; Phrymaceae), *Sanicula arguta* (Photo 47 ; Apiaceae), *Lupinus concinnus* var. *agardhianus* (Photo 48 ; Fabaceae). Une liane de la famille des Cucurbitaceae porte de gros fruits piquants, il s'agit ici de *Marah macrocarpa* (Photo 49). En fin de journée, un petit arrêt en bord de mer est le bienvenu. C'est l'occasion aussi d'observer la migration des baleines grises qui en cette fin de mars remontent vers le nord et s'approchent parfois à quelques dizaines de mètres de la côte.

Carrizo Plain

C'est sans doute ici que le *super bloom* a été le plus spectaculaire. Nous sommes à hauteur de San Luis Obispo, mais 70 km environ à l'intérieur des terres. Cette vaste plaine bordée de collines, classée monument national, est couverte en cette fin de mars 2017 par un océan de fleurs. Le jaune foncé des *Amsinckia* domine largement. La détermination est toujours difficile dans ce genre, car beaucoup d'espèces sont très semblables. Dans le fond de la vallée une grande étendue bleue se dessine. On dirait un lac, mais en s'approchant nous découvrons un champ immense de *Phacelia ciliata* (Photo 50 ; Boraginaceae). D'autres espèces sont plus localisée comme *Salvia carduacea* (Photo 51 ; Lamiaceae), *Lupinus microcarpus* (Photo 52 ; Fabaceae), *Mentzelia affinis* (Photo 53 ; Loasaceae), *Lomatium utriculatum* (Apiaceae), *Leptosyne calliopsidea* (Photo 54 ; Asteraceae), *Astragalus oxyphysus* (Photo 55 ; Fabaceae) ou *Ephedra californica* (Photo 56 ; Ephedraceae). Cette Carrizo Plain nous donne une petite idée ce que devait être la Central Valley avant que les colons européens y emmènent leur bétail et la cultivent quasi entièrement. Il se dit que cette grande vallée était tellement fleurie qu'une fourmi aurait pu faire les 600 km du nord au sud en passant de fleur en fleur ! En tout cas dans la Carrizo Plain c'est encore possible !

Cold Canyon

Cette petite vallée est située près de Winters dans la Costal Range, à hauteur de Sacramento. Que l'on ne s'y trompe pas, malgré le nom, le site peut être très chaud en été. D'ailleurs, un incendie a eu lieu en 2015. À l'instar du site de Point Mugu, la végétation « méditerranéenne » a su faire un retour

Photo 27. *Nama demissa*, © M.TESSIER.

Photo 28. *Echinocereus mojavensis*, © M.TESSIER.

Photo 29. *Encelia californica*, © M.TESSIER.

Photo 30. *Calochortus catalinae*, © M.TESSIER.

Photo 31. *Linanthus californicus*, © M.TESSIER.

Photo 32. *Mirabilis californica*, © M.TESSIER.

Photo 33. *Solanum xanti*, © M.TESSIER.

Photo 34. *Eulobus californicus*, © M.TESSIER.

Photo 36. *Lasthenia californica*, © M.TESSIER.

Photo 35. *Acmispon glaber*, © M.TESSIER.

Photo 37. *Peritoma arborea*, © M.TESSIER.

Photo 38. *Astragalus trichopodus*, © M.TESSIER.

Photo 39. *Euphorbia albomarginata*, © M.TESSIER.

Photo 40. *Hesperoyucca whipplei*, © M.TESSIER.

Photo 41. *Phacelia parryi*, © M.TESSIER.

Photo 42. *Lupinus sparsiflorus*, © M.TESSIER.

Photo 43. *Arctostaphylos glauca*, © M.TESSIER.

Photo 44. *Scutellaria tuberosa*, © M.TESSIER.

Photo 45. *Fritillaria biflora*, © M.TESSIER.

Photo 46. *Mimulus brevipes*, © M.TESSIER.

Photo 47. *Sanicula arguta*, © M.TESSIER.

Photo 48. *Lupinus concinnus* var. *agardhianus*, © M.TESSIER.

Photo 49. *Marah macrocarpa*, © M.TESSIER.

Photo 50. *Phacelia ciliata*, © M.TESSIER.

Photo 51. *Salvia carduacea*, © M.TESSIER.

Photo 52. *Lupinus microcarpus*, © M.TESSIER.

Photo 53. *Mentzelia affinis*, © M.TESSIER.

Photo 54. *Leptosyne calliopsidea*, © M.TESSIER.

Photo 55. *Astragalus oxyphysus*, © M.TESSIER.

Photo 56. *Ephedra californica*, © M.TESSIER.

spectaculaire. En raison des différentes expositions et des différentes profondeurs des sols, il est possible d'observer plus d'une centaine d'espèces en quelques heures. Les bords de routes qui mènent à ce canyon et longent la rivière Putha Creek permettent déjà d'observer quelques espèces d'intérêt comme *Castilleja exserta* (Photo 57 ; Orobanchaceae), *Chaenactis glabriuscula* var. *heterocarpha* (Photo 58 ; Asteraceae), *Lupinus luteolus* (Photo 59) et *L. latifolius* (Photo 60 ; Fabaceae), *Phacelia imbricata* (Photo 61 ; Boraginaceae) et un petit arbuste aux fleurs blanches, *Ceanothus cuneatus* (Photo 62 ; Rhamnaceae). Au niveau d'une petite source, des centaines de pieds d'*Epipactis gigantea* (Photo 63 ; Orchidaceae) émergent. À l'entrée du vallon, se trouve une importante station de *Collinsia heterophylla* (Photo 64 ; Plantaginaceae) appelé aussi maison chinoise auquel elle ressemble vaguement. En remontant le long du sentier, les pentes plus arides hébergent des espèces comme *Iris macrosyphon* (Photo 65 ; Iridaceae), *Leptosiphon androsaceus* (Photo 66 ; Polemoniaceae), *Collinsia sparsiflora* (Photo 67 ; Plantaginaceae), *Streptanthus glandulosus* (Photo 68 ; Brassicaceae), *Wyethia glabra* (Photo 69 ; Asteraceae), genre de minitournesol, ou *Sedum spathulifolium* (Photo 70 ; Crassulaceae). La partie terminale du sentier longe une crête et permet d'avoir une vue sur les Costal Range Mountains (chaine de montagnes côtière) d'un côté et sur la Central Valley et la Sierra Nevada de l'autre. Au passage on peut admirer le remarquable *Calochortus amabilis* (Photo 71 ; Liliaceae).

Photo 57. *Castilleja exserta*, © M.TESSIER.

Table Mountain près d'Oroville

Pour les botanistes amateurs ou confirmés de la région de Sacramento, Table Mountain est un peu un lieu de pèlerinage obligé au printemps et chaque week-end il y a foule. Nous sommes ici sur un plateau basaltique, seul reste d'une coulée de lave très ancienne. Il est bordé de quelques belles cascades. Le sol est pauvre et squelettique, mais très favorable à de nombreuses plantes. En cette fin de mars, sur les rochers basaltiques, on remarque un petit orpin jaune, *Sedella pumila* (Photo 72 ; Crassulaceae), un ail violacé *Allium cratericola* (Photo 73 ; Alliaceae) et une sélaginelle *Selaginella hansenii* (Photo 74 ; Selaginellaceae). Là où le sol est un peu humide, on trouve deux *Mimulus* (Phrymaceae), un premier, minuscule et violacé, *M. kelloggii* (Photo 75), et un second de couleur jaune et qui forme de belles touffes aux pieds des petites cascades, *M. moschatus* (Photo 76).

Sur les prairies, poussent des plantes plus communes telles que *Stipa pulchra* (Poaceae), *Amsinckia intermedia* (Boraginaceae), *Lupinus bicolor* (Fabaceae) et *Lasthenia californica* (Photo 77 ; Asteraceae). Cette dernière couvre souvent le sol de son tapis doré, ce qui lui a donnée le nom anglais de *Gold Field*. Enfin en cherchant un peu, on peut aussi admirer une magnifique Themidaceae aux fleurs jaune foncé, *Triteleia ixioides* (Photo 78).

Photo 58. *Chaenactis glabriuscula* var. *heterocarpha*, © M.TESSIER.

Jepson prairie Vernal pools

Entre Sacramento et San Francisco et plus précisément au sud de la petite ville de Dixon, se trouve la Jepson Prairie, gérée par le Solano Land Trust. Le sol hydromorphe n'a pas permis de cultiver cette zone et la topographie n'a pas été modifiée contrairement à ce que l'on trouve maintenant dans la majorité de la Central Valley. Ici, les prairies naturelles alternent donc avec des dépressions (ou *vernal pools*) qui se remplissent suite aux pluies hivernales. Elles s'assèchent assez rapidement, mais, de mars à juillet, elles accueillent plusieurs cortèges de fleurs dont beaucoup d'espèces très rares et endémiques. Ce milieu, très sélectif, est en outre assez peu envahi de plantes exotiques contrairement à d'autres habitats prairiaux de la Central Valley et de ses abords. En mars, ce sont d'abords les prairies qui se colorent de fleurs, avec notamment *Dodecatheon clevelandii* subsp. *patulum* (Photo 79 ; Primulaceae), *Fritillaria liliacea* (Photo 80 ; Liliaceae), *Muilla maritima* (Themidaceae), *Viola pedunculata* (Photo 81 ; Violaceae), *Trifolium barbigerum* (Photo 82 ; Fabaceae) et *Lupinus bicolor* (Fabaceae). Les rives des mares se couvrent aussi de plantes assez précoces comme *Lasthenia fremontii* (Asteraceae), *Blennosperma nanum* (Photo 83 ; Asteraceae) et *Pleuropogon californicus* (Photo 84 ; Poaceae) dont les feuilles tapissent l'eau à l'instar de nos *Glyceria*. Dès que le niveau descend un peu (en avril) d'autres plantes apparaissent sur les zones exondées comme *Castilleja campestris* (Photo 85 ; Orobanchaceae), *Achyrachaena mollis* (Photos 86 et 87 ; Asteraceae) ou *Limnanthes douglasii* subsp. *rosea* (Photo 88 ; Limnanthaceae). En avril, les *Downingia* (Campanulaceae) tant attendus apparaissent enfin avec *D. concolor* (Photo 89), *D. insignis* (Photo 90) et la minuscule et très rare *D. pusilla*. D'autres plantes se succèderont comme d'autres *Downingia*, *Eryngium aristulatum* (Apiaceae), puis *Brodiaea elegans* (Themidaceae), etc.

Photo 59. *Lupinus luteolus*, © M.TESSIER.

Photo 60. *Lupinus latifolius*, © M.TESSIER.

Photo 62. *Ceanothus cuneatus*, © M.TESSIER.

Photo 61. *Phacelia imbricata*, © M.TESSIER.

Photo 63. *Epipactis gigantea*, © M.TESSIER.

Photo 64. *Collinsia heterophylla*, © M.TESSIER.

Photo 65. *Iris macrosyphon*, © M.TESSIER.

Photo 66. *Leptosiphon androsaceus*, © M.TESSIER.

Photo 67. *Collinsia sparsiflora*, © M.TESSIER.

Photo 68. *Streptanthus glandulosus*, © M.TESSIER.

Photo 69. *Wyethia glabra*, © M.TESSIER.

Photo 70. *Sedum spathulifolium*, © M.TESSIER.

Photo 71. *Calochortus amabilis*, © M.TESSIER.

Photo 72. *Sedella pumila*, © M.TESSIER.

Photo 74. *Selaginella hansenii*, © M.TESSIER.

Photo 73. *Allium cratericola*, © M.TESSIER.

Photo 75. *Mimulus kelloggii*, © M.TESSIER.

Photo 76. *Mimulus moschatus*, © M.TESSIER.

Photo 77. *Lasthenia californica* & *Lupinus bicolor*, © M.TESSIER.

Photo 78. *Triteleia ixioides*, © M.TESSIER.

Photo 79. *Primula clevelandii* var. *patula*, © M.TESSIER.

Photo 80. *Fritillaria liliacea*, © M.TESSIER.

Photo 82. *Trifolium barbigerum*, © M.TESSIER.

Photo 81. *Viola pedunculata*, © M.TESSIER.

Photo 83. *Blennosperma nanum*, © M.TESSIER.

Photo 84. *Pleuropogon californicus*, © M.TESSIER.

Photo 85. *Castilleja campestris*, © M.TESSIER.

Photo 86. *Achyrachaena mollis*, © M.TESSIER.

Photo 87. *Achyrachaena mollis*, © M.TESSIER.

P**hoto 88.** *Limnanthes douglasii rosea*, © M.TESSIER.

Photo 89. *Dowingia concolor*, © M.TESSIER.

Photo 90. *Dowingia insignis*, © M.TESSIER.

Bear Valley

Nous finirons notre périple dans la Bear Valley, entre Williams et Clear Lake. Il s'agit d'une grande vallée humide recelant de nombreuses plantes rares et bénéficiant de mesures de conservation. C'est le cas par exemple de *Fritillaria pluriflora* (Photo 91 ; Liliaceae). D'autres plantes sont un peu plus communes et attirent l'attention par leur élégance telles *Layia platyglossa* (Photo 92 ; Asteraceae) aux ligules jaunes et blanches, *Platystemon californicus* (Photo 93 ; Papaveraceae), *Tetrapteron graciliflorum* (Photo 94 ; Onagraceae), *Microsteris gracilis* (Photo 95 ; Polemoniaceae), *Calandrinia menziesii* (Photo 96 ; = *C. ciliata*, Montiaceae). Les coteaux bordant la vallée sont aussi dignes d'intérêt avec des espèces telles qu'*Allium fimbriatum* var. *purdy* (Photo 97 ; Amaryllidaceae), *Eschscholzia caespitosa* (Photo 98 ; *Papaveraceae*), *Lupinus albifrons* (Photo 99 ; *Fabaceae*), *Mimulus douglasii* (Photo 100 ; Phrymaceae) ou le très commun *Erysimum capitatum* (Photo 101 ; Brassicaceae).

Ce deuxième article donne un nouvel aperçu de la flore californienne. Certains genres comportent de nombreuses espèces comme on peut le voir ici avec les *Phacelia*, les *Lupinus*, les *Mimulus* ou même les *Fritillaria*. Certaines familles sont par ailleurs peu ou pas représentées en Europe comme les Montiaceae, les Limnanthaceae, les Phrymaceae, les Themidaceae, les Polemoniaceae ou les Agavaceae. L'identification des plantes américaines, malgré parfois certaines similitudes avec celles de l'Ancien Monde, reste donc une tâche difficile.

Dans un prochain article, nous nous intéresserons un peu plus aux plantes qui occupent les habitats côtiers et maritimes du Pacifique.

Remerciements

Un grand merci à John Schmidt, Doug Wirtz et Glen Holstein qui m'ont aidé dans ma découverte de la flore californienne.

Photo 91. *Fritillaria pluriflora*, © M.TESSIER.

Photo 92. *Layia platyglossa*, © M.TESSIER.

Photo 93. *Platystemon californicus*, © M.TESSIER.

Photo 94. *Tetrapteron graciliflorum*, © M.TESSIER.

Photo 95. *Microsteris gracilis*, © M.TESSIER.

Photo 96. *Calandrinia ciliata*, © M.TESSIER.

Photo 97. *Allium fimbriatum* var. *purdy*, © M.TESSIER.

Photo 98. *Eschscholzia caespitosa*, © M.TESSIER.

Photo 100. *Mimulus douglasii*, © M.TESSIER.

Photo 101. *Erysimum capitatum*, © M.TESSIER.

Photo 99. *Lupinus albifrons*, © M.TESSIER.

Zanré F., 2018 – Voyage en pays magellanique – *Evaxiana* **4**, 110-131

Voyage en pays magellanique

Francis ZANRÉ
F-72000 LE MANS
francis.zanre@wanadoo.fr

En clin d'oeil amical à Yves PEYTOUREAU, qui a eu un aïeul patagon !

Remarque 1 : le terme « magellanique » recouvre le sud de la Patagonie (moitié sud de la province de Santa-Cruz en Argentine), la Terre de Feu et la XII^e^ région chilienne (au sud de 49° S).

Remarque 2 : les numéros entre parenthèses renvoient à la bibliographie (chiffres arabes) ou à la webographie (chiffres romains).

Remarque 3 : les taxons sont annotés au fur et à mesure de leur entrée. Le statut phytogéographique est celui indiqué par *Flora argentina*/Instituto de Botanica Darwinion (2).

Introduction

Depuis le XIX^e^ siècle et Orélie-Antoine de Tounens, roi autoproclamé (*iv*), la Patagonie a fait rêver beaucoup d'aventuriers et d'explorateurs. De nos jours, il est courant de rencontrer des retraités à vélo, des voyageurs au long court dans leur « 4 X 4 » aménagé, des routards fauchés sur la *ruta* 3 qui longe la côte atlantique de Buenos Aires à Ushuaia. Pour notre part, nous avons parcouru la région magellanique en voiture de location. Commencé à El Calafate, notre circuit nous a conduits à Rio Gallegos, Rio Grande, Ushuaia, Porvenir, Punta Arenas, Puerto Natales, puis nous a ramenés à El Calafate d'où nous avons repris l'avion vers la France via Buenos Aires.

Le voyage s'est déroulé du 3 janvier au 8 février 2014, pendant l'été austral. Ici, cela se traduit par des températures ne dépassant pas 16 °C. Le ciel est souvent meublé de nuages. Le vent catabatique est soutenu, surtout l'après-midi, au point que les cyclistes doivent pédaler dans les rares descentes ! Nous avons parcouru environ 5 000 km, dont un tiers de pistes. Le paysage est constitué de steppes ; les Andes ou l'océan Atlantique barrent l'horizon. De temps en temps, un bloc erratique, une lagune saumâtre, une rivière sinueuse distraient la vue. Pas de cultures, les guanacos sont plus abondants que les moutons, les vaches sont invisibles : l'élevage extensif est plutôt pratiqué au pied des Andes. La recherche et l'exploitation pétrolière animent parfois les lieux : des tuyauteries de petits diamètres ou des installations de pompage (tête de cheval) sont localement visibles. Hormis les quelques villes citées, il n'y a que de petites agglomérations (centres de services) qui fournissent les *estancias* (ranch) isolées. Le trafic est faible, les indications rares et on se demande parfois si l'on est sur la bonne piste ! Aux changements de province, des postes de gendarmerie nous contrôlent. Le passage des douanes argentine et chilienne prend un certain temps (et de nombreux coups de tampon.) La crainte des épizooties et des parasites sanitaires affectant les cultures fait interdire à l'entrée tous les produits frais : des chiens flaireurs veillent !

La région magellanique a été recouverte par les glaces pliocènes qui ont creusé le détroit de Magellan et de nombreuses vallées actuellement immergées, ce qui fait de la région un archipel d'îles de taille variée. La flore tertiaire s'est réfugiée au nord et sa richesse s'est amenuisée au sud : selon David M. Moore (*ii*) la flore indigène se limite à 417 taxons, auxquels s'ajoutent 128 introduites. On notera 12 % d'espèces présentes en zone tempérée boréale, 7 % de circum-antarctiques (vestiges du Gondwana ?) qui se trouvent aussi en Nouvelle-Zélande, Australie, voire en Antarctique pour quelques-unes d'entre elles. Il existe 3 % d'endémiques, formées depuis la fin de la déglaciation. Ces chiffres sont à comparer avec la flore de Patagonie (2 000 espèces) ou de l'Argentine (11 000.) Quelques familles botaniques sont typiquement australes : Grammitidaceae, Winteraceae, Proteaceae, Misodendraceae, Desfontainiaceae, etc. Le plus spectaculaire est la forme en coussin très dense qu'adoptent certaines apiacées intimement mélangées avec des astéracées (*Azorella*, *Bolax*, *Mulinum*…), forme que l'on retrouve également en Nouvelle-Zélande, aux Malouines ou dans les îles Kerguelen.

Parco nacional de los GLACIERES (EL CALAFATE, EL CHALTEN)

Le Parc des Glaciers a été créé en 1937 et couvre 4 500 km² ; il comprend 2 600 km² de glaciers entre les latitudes 49° et 51° S. Les altitudes s'étagent de 200 à 3 405 m, les roches sont variées : volcaniques, sédimentaires, magmatiques (2).

EL CALAFATE (province de Santa Cruz) (50° 20' S, 72° 16' O)

Le nom de la ville est l'appellation vernaculaire des *Berberis*, particulièrement abondants dans la région ; leurs baies bleues (plus riches de graines que de pulpe !) sont appréciées par les nandous et les faiseurs de confiture.

La ville est située à 193 m d'altitude au pied des Andes, au bord du Lago Argentino dont la couleur bleu céleste rappelle le drapeau argentin, en limite sud de la Patagonie argentine. C'est une bonne base d'excursion, d'ailleurs il n'y a guère le choix, la région est quasi déserte : la densité de population de la province de Santa Cruz est de 1,1 habitant/km². On y trouve la Maison du Parc, un musée des glaciers et une réserve naturelle ornithologique. C'est une petite ville commerçante animée par le tourisme en pleine extension : point de départ pour le glacier de Perito Moreno (60 km à l'ouest), que l'on peut observer de près, à pied ou en bateau, car il se jette dans le lac à moins de 200 m d'altitude. En bateau, sans débarquer, on peut voir (de plus loin) d'autres glaciers riverains de vallées se jetant dans le lac : Upsala et Spegazzini. À deux centaines de kilomètres au nord, se situe EL CHALTEN, au pied de la montagne du Fitz Roy (3405 m), près des lacs de Viedma et du Desierto.

Sur trottoirs non revêtus et les zones rudéralisées, les plantes exotiques européennes ou nord-américaines sont dominantes :
Carduus nutans L. subsp. *nutans*
Conium maculatum L.
Euphorbia peplus L.
Hordeum murinum L. subsp. *murinum*
Lepidium perfoliatum L., d'origine nord-américaine
Matricaria perforata Mérat
Sisymbrium officinale (L.) Scop.
Stellaria media (L) Vill. subsp. *neglecta*
Taraxacum aggr. *officinale* Weber
Tragopogon pratensis L.

Sur les rives marécageuses du lac, dans la Bahia Redonda, de nombreux flamants du Chili accompagnent les chevaux en pâture.

Photo 1. Flamants du Chili, Bahia Rotunda, El Calafate, Ar, © F. ZANRE

Plantago maritima L., donné pour indigène
Polygonum brasiliense K. Koch, donné pour indigène
*Samolus spathulatus (*Cav) Duby, primulacée endémique du sud de la Patagonie et Terre de Feu
Schoenoplectus californicus (C. A. Mey.) Steudel, donné pour indigène
Veronica anagallis-aquatica L., donné pour indigène.
Les buttes morainiques abritent des plantes moins hygrophiles ; quelques immigrées se mêlent aux indigènes :
Artemisia absinthium L., introduit d'Europe
Azorella patagonica Speg., apiacée en coussin dense, endémique du sud de la Patagonie et Terre de Feu
Berberis microphylla G. Forst., endémique du sud de la Patagonie et Terre de Feu
Euphorbia collina Phil. subsp. *patagonica*, endémique argentine
Matricaria perforata Mérat

Mulgureae tridens (Lag) N. O'Leary & P. Perarlta (= *Verbena tridens* Lag.) ; cette verbénacée arbustive endémique du sud de la Patagonie a la particularité d'être souvent couverte d'un micro-organisme qui lui donne une couleur noire (d'où son nom vernaculaire de *mata negra)*

*Mulinum spinosum (*Cav.) Pers. ; cette apiacée patagonne épineuse en coussin est particulièrement hostile aux randonneurs ! Elle est abondante dans la basse Cordillère steppique.

Photo 2. Apiacée*, Mulinum spinosum*, El Chalten, Ar, © F. ZANRE

Oenanthera odorata Jacq., endémique sud-américaine
Pappostipa humilis (Cav) Romaschenko, poacée endémique sud-américaine
Pappostipa speciosa (Trin. & Rupr.) Romaschenko, poacée endémique patagonne
Senecio patagonicus Hook. & Arn., endémique sud-américaine.
Un peu à l'extérieur de la ville, dans la steppe sablo-graveleuse autour du '*Glaciarium*' (musée), je note :
Adesma boronoides Hook., fabacée sous-arbustive de la Cordillère patagonne
Berberis ilicifolia L. f. (= *B. subantarctica* Gand.), endémique du sud de la Patagonie
Discaria chacaye (G. Don) Tort. *ex* D. M. Moore, rhamnacée sous-arbustive de la Cordillère patagonne
Festuca gracillima Hook. f., typique de la steppe froide et omniprésente
Hordeum comosum C. Presl, abondant sur les accotements routiers en Patagonie
Hypochaeris incana (Hook. & Arn.) Macloskie, endémique du sud de la Patagonie et Terre de Feu
Junellia patagonica (Speg.) Moldenke, verbénacée patagonne
Mulinum spinosum (Cav.) Pers.
Pappostipa humilis (Cav) Romaschenko (= *Stippa chrysophila* Desv.)
Senecio argyreus Phil., endémique de Patagonie et région magellanique
Senecio patagonicus Hook. & Arn.

Remarque : il existe 504 espèces de *Senecio* sur la base informatique de l'Institut Darwin d'Argentine (4), D. M. Moore (ii) en cite 19 pour la seule Terre de Feu : je ne mentionnerai que les quelques espèces déterminées.

Carduus nutans L. subsp. *nutans :* forme localement des peuplements étendus, j'ai vu les gardes du parc essayer de l'éradiquer en coupant les têtes florales.

Excursion au glacier Perito Moreno (PN de los Glaciares) (50° 28’ S, 73° 02’ O)

Photo 3. Glacier Perito Moreno, El Calafate, Patagonie, Ar, © F. ZANRE

Son nom est un hommage à Francisco Pascacio Moreno, naturaliste et explorateur du sud des Andes au XIXe siècle, surnommé ‘*Perito*’ (expert) Moreno. Dans cette région vivaient alors les Indiens Tehuelches aux mœurs très rudes. Les maladies infectieuses puis les guerres ont fortement amenuisé leurs effectifs. Les descendants sont maintenant intégrés et travaillent dans les *estancias,* équivalent austral des *ranchs* nord-américains. Il n’y a pas de réserve d’Indiens.

Le glacier d’une surface de 250 km² présente un front de 5 km d’une hauteur de 60 m qui vêle dans le Lago Argentino, à 200 m d’altitude ! Il butte dans sa progression sur un méandre du lac occupé par la Sierra Buenos Aires : l’eau le mine par-dessous et provoque des effondrements spectaculaires de son front. C’est sans doute un des glaciers les plus remarquables qu’il soit donné de voir dans le monde (on le voit en coupe), d’une belle couleur bleutée et non comme une masse grisâtre salie par les éboulis, lorsqu’on voit le glacier par-dessus.

Le site a été aménagé de sorte que les touristes ne puissent s’approcher trop près : il y a eu plusieurs accidents mortels par projection de glace. On peut aussi le visiter en bateau (amont et aval) ou, pour les sportifs, en randonnée accompagnée.

Le belvédère n° 1 (altitude 310m) est situé dans la forêt *décidue* subantarctique à *hêtre* austral. Les *Nothofagus antarctica* et *N. pumilio* sont assez clairsemés, le sous-*étage* est développé. Dans ce secteur la pluviométrie annuelle est de 500 à 800 mm par an, la limite supérieure des forêts atteint 700 m d’altitude dans les meilleures conditions d’exposition et de pluviométrie. La température moyenne annuelle est de 7,5 °C à basse altitude.

Photo 4. Nothofagacée, *Nothofagus pumilio,* ‘Lenga’, PN P. Moreno, Ar, © F. ZANRE

Photo 5. Berbéridacée, *Berberis buxifolia*, Lago Nimez, El Calafate, Ar, © F. ZANRE

On peut observer *:*

Strate arborée :
Nothofagus antarctica (Forst. f.) Oersted
Nothofagus pumilio (Poepig & Endl.) Krasser.

Strate arbustive :
Baccharis magellanica (Lam.) Pers., arbrisseau prostré en coussinet, endémique patagonne et fuégienne : 101 espèces de *Baccharis* en Argentine (4)
Berberis buxifolia Lam. = *B. microphylla* G. Forst., endémique patagonne et fuégienne
Chiliotrichum diffusum (Forst. f.) O. Kuntze, astéracée à fleurs blanches, très répandue en Patagonie
Empetrum rubrum Vahl *ex* Willd., indigène, distribution atteignant l’île de Tristan da Cunha (37° 06 S, 12° 16’ O)
Pernettya mucronata (L. f.) Gaudich *ex* G. Don. = *Gaultheria mucronata* (L. f.) Hook., éricacée endémique patagonne
Ribes magellanicum Poir., endémique du sud de la Patagonie et Terre de Feu

Strate herbacée :
Acaena ovalifolia Ruiz & Pavon
Acaena pinnatifida Ruiz & Pavon ; les *Acaena* sont des rosacées australes ; il y a une vingtaine d’espèces dans la base *Flora Argentina* (4)
Anemone multifida Poir., distribution sud-américaine, milieux ouverts et froids
Carex darwinii Boott, taxon indigène, austral
Chloraea magellanica Hook. f., orchidacée à tépales veinés blancs et verts, endémique patagonne
Deschampsia flexuosa (L.) Trin.
Erigeron imbricatus Vierh., endémique de Patagonie et région magellanique

Photo 6. Éricacée, *Pernettya mucronata*, canal de Beagle, Tierra del Fuego, Ushuaia, Ar, © F. ZANRE

Photo 7. Rosacée, *Acaena ovalifolia*, PN P. Moreno, El Calafate, Ar, © F. ZANRE

Photo 8. Orchidacée, *Chlorea magellanica*, MN Cueva del Milodon, Puerto Natales, CL, © F. ZANRE

Gamochaeta nivalis Cabrera, astéracée endémique du sud de la Patagonie et Terre de Feu
Gavilea lutea (Pers.) Correa (orchidacée)
Geum magellanicum Comm. *ex* Pers., endémique de la Patagonie et Terre de Feu
Lathyrus nervosus Lam., endémique patagonne
Lycopodium magellanicum (P. Beauv.) Swartz, très proche de *L. clavatum,* distribution australe limitée aux îles et Patagonie *s.l*.
Pereira recurvatum (Vahl) Les., genre d'astéracée endémique de la Patagonie et Terre de Feu
Phacelia secunda J. F. Gmel., indigène, distribuée sur toute la cordillère
Senecio argyreus Phil., endémique de la Patagonie et Terre de Feu.

Selon M. J. Feuler (ii), il y a 280 espèces d'orchidées en Argentine, contre seulement 5 en Terre de Feu.

Depuis le sentier aménagé, un pic de Magellan se laisse observer sur un tronc de hêtre austral. À proximité du site aménagé du glacier, à une altitude de 200 à 300 m, la forêt prend une allure de futaie claire, je complète mes relevés par :

Strate arbrée :
Misodendrum punctulatum Banks *ex* DC., hémiparasite sur *Nothofagus,* endémique d'Amérique du Sud, vicariant austral du gui.

Strate arbustive :
Embothrium coccineum J. R. Forst & G. Forst., l'arbre de feu, protéacée magellanique, aux fleurs d'un rouge éclatant

Escallonia rubra var. *macrantha* (Hook. & Arn.) Reiche, escalloniacée, ex-grossulariacée, sud-américaine

Fuchsia magellanica Lam., onagracée australe bien connue

Photo 9. Pic de Magellan sur *Nothofagus,* PN P. Morito, El Calafate, Ar, © F. ZANRE

Strate herbacée :
Blechnum penna-marina (Poir.) Kuhn, présent aussi en Nouvelle-Zélande
Calceolaria biflora Lam., (calcéolariacée, ex-scrophulariacée), le sabot de Vénus magellanique
Cerastium arvense L.
Geranium magellanicum Hook. f., endémique sud-patagonne
Viola reichei Skottsb., endémique patagonne et fuégienne.

Photo 10. Misodendracée, *Misodendrum punctulatum*, PN P. Moreno, El Calafate, Ar, © F. ZANRE

Photo 11. Protéacée, *Embothrium coccineum*, fr. & fl., PN Perito Moreno, El Calafate, Ar, © F. ZANRE

Photo 12. Escalloniacée, *Escallonia rubra*, PN P. Moreno, El Calafate, Ar, © F. ZANRE

Ruta 40 et 23 vers El Chalten

La route contourne le lago Argentino puis le lago Viedma et leurs émissaires dans la steppe patagonne. C'est un paysage sous-glaciaire vaguement ondulé, parsemé de blocs erratiques sur sable. La végétation est disséminée *; je fais quelques arrêts* qui me permettent de découvrir :
Adesma boronoides Hook.
Adesmia ameghinoi Speg.
Adesmia volkmannii Phil. ; le genre *Adesmia* est le genre de fabacée le plus nombreux en Argentine (5)
Anarthrophyllum rigidum (Gillies *ex* Hook. & Arn.) Hieron., fabacée arbustive, endémique patagonne
Azorella lycopodioides Gaudich., apiacée endémique en coussin dense
Azorella monantha Clos, apiacée endémique en coussin dense
Bromus setifolius C Presl, poacée endémique patagonne
Cerastium arvense L. * (* = plante introduite).
Elymus magellanicus (É. Desv.) Á. Löve (= *Agropyron pubiflorum* (Steud.) Parodi), endémique patagonne
Euphorbia collina subsp. *patagonica*
Gilia laciniata Ruiz & Pavon, polémoniacée peu représentée en Argentine, genre bien diversifié en Amérique du Nord
Heliotropum europaeum L. *
Lepidium perfoliatum L. *
Pappostipa humilis (Cav.) Romaschenko
Polygonum brasiliense K. Koch
Senecio filaginoides DC. ; endémique patagonne et fuégienne.

EL Chalten (49° 20' S, 72° 53' O)

C'est un village récent de 300 habitants situé au nord du PN des Glaciers, au pied du pic de Fitz Roy (3 405 m), base d'excursion des montagnards. Le centre des visiteurs du Parc met *à disposition du public la Flora patagonica* de M. N. Correa en huit volumes remarquablement illustrés de dessins au trait. Cette flore est introuvable sur internet et il n'en existe que deux exemplaires en France selon Serge Aubert (†), directeur de la station alpine Joseph Fourier, dont je vous recommande les articles botaniques abondamment illustrés relatant ses voyages en Patagonie.

Pour la vue sur le lac nous faisons une promenade vers le mirador des Condors, sur une colline bien végétalisée (500 m d'altitude), sans doute vestige d'une forêt de *Nothofagus* défrichée, auprès du bourg.

Photo 13. Escalloniacée, *Escallonia virgata*, MN Cueva del Milodon, Puerto Natales, CL, © F. ZANRE

Strate arbustive :
Adesma boronoides Hook.
Berberis buxifolia Lam.
Escallonia virgata (Ruiz & Pavon) Pers., endémique sud-patagonne

Strate herbacée :
Calceolaria biflora Lam.
Erigeron imbricatus Vierh.
Holcus lanatus L. *
Loasa argentina Urb. & Gilg., loasacée, famille limitée aux Amériques et Afrique tropicale
*Mulinum spinosum (*Cav.) Pers.
*Nardophyllum bryoides (*Lam.) Cabrera, astéracée endémique patagonne
Nassauvia aculeata (Less.) Poepp. & Endler, astéracée endémique patagonne
Oenanthera odorata Jacq. ,endémique sud-américaine
Osmorhriza chilensis Hook. & Arn., cette apiacée se trouve dans toute la cordillère américaine jusqu'en Alaska ! Peut-être disséminée par les oiseaux migrateurs
Silene magellanica (Desr.) Bocquet, endémique patagonne
Trifolium repens L. *
Valeriana carnosa Sm., endémique patagonne et magellanique.

La vallée Rio de la Vueltas

Le lendemain nous entreprenons une excursion vers le lago Desierto, au nord du bourg, à l'extérieur du parc. La vallée Rio de la Vueltas est parsemée de fermes ou d'activités touristiques. Elle offre de belles échappées sur le pic de Fitz Roy quand le ciel est dégagé, ce qui était le cas !

Au **Chorio del Salto**, une cascade modeste à peu de distance de la piste, on traverse d'abord un bosquet clair où dominent quelques arbustes :
Berberis empetrifolia Lam., endémique patagonne et fuégienne
Discaria chacaye (G. Don) Tort. *ex* D. M. Moore
Drimys winteri Forster & Forster f., endémique sud-ouest américaine
Escallonia rubra var. *macrantha* (Hook. & Arn.) Reiche
Escallonia virgata (Ruiz & Pavon) Pers.
Nothofagus antarctica (Forst. f.) Oersted
Pernettya mucronata (L. f.) Gaudich. *ex* G. Don
Pernettya pumila (L. f.) Hook.

Pour la strate basse et herbacée :
Acaena pinnatifida Ruiz & Pavon
Achillea millefolium L. subsp. *millefolium*
Agrostis capillaris L. subsp. *capillaris* *
Empetrum rubrum Vahl *ex* Willd.
Geranium magellanicum Hook. f.
Hypochaeris radicata L. *
Lathyrus magellanicus Lam. subsp. *glaucescens*, endémique sud patagonne
Osmorhriza chilensis Hook. & Arn.
Perezia recurvata (Vahl) Less.
Plantago lanceolata L. *
Rumex acetosella L. *
Senecio argyreus Phil.
Taraxacum aggr. *officinale* Weber *
Trifolium repens L. subsp. *repens* *
Viola maculata Cav.

Photo 14. Monte Fitz Roy (Chalten), 3405 m, valle Rio Vueltas, El Chalten, Ar, © F. ZANRE

Photo 15. Wintéracée, *Drymis winterii*, Rio San Pedro, Punta Arenas, CL, © F. ZANRE

Photo 16. Fabacée, *Anarthrophyllum desideratum*, *ruta* 23 vers lago del Desertio, El Chalten,_Ar, © F. ZANRE

Dans les alluvions grossières d'un torrent, l'attention est attirée par des coussins de « buisson ardent », une fabacée fleurie rouge, *Anarthrophyllum desideratum* (DC.) Benth. *ex* Jackson, endémique patagonne (provinces de Chubut & Santa Cruz) accompagnée de :
Adesma boronoides Hook.
Anemona multifida Poir.
Berberis empetrifolia Lam.

Photo 17. Passerelle suspendue, camping Bonanza, El Chalten, Ar, © F. ZANRE

Luzuriaga marginata (Banks & Sol. *ex* Gaertn.) Benth. & Hook. f., sous-arbrisseau endémique sud-patagon et fuégien, à six pétales blancs

Ourisia ruelloides (L. f.) Dusén, endémique sud-patagon et fuégien, genre austral se retrouvant aussi dans les montagnes de Nouvelle-Zélande
Poa alopecurus (Gaudich.) Kunth, seulement présente au sud du 51e parallèle d'après D. M. Moore
Ribes magellanicum Poir.

Nous remarquons un monument commémoratif d'un incident de frontière où des gendarmes chiliens ont perdu la vie en 1965. Les litiges frontaliers persistent entre les deux pays et leur nationalisme y contribue.

Peu avant le lago Desierto nous atteignons un marais qui invite à l'arrêt du botaniste :
Carex canescens L. = *C. curta* Good., espèce cosmopolite des deux hémisphères !
Eleocharis melanostachys (d'Urv.) C. B. Clark, distribution sud-américaine ; cette plante fut initialement décrite par Jules Sébastien César Dumont d'Urville (1790-1842) aux îles Malouines ; ce navigateur et explorateur est moins connu comme botaniste, il est décédé dans le premier accident de chemin de fer de l'histoire, près de Meudon !
Gamocheta nivalis Cabrera
Hippuris vulgaris L., espèce cosmopolite des deux hémisphères !
Juncus scheuchzerioides Gaudich., taxon de distribution australe
Potamogeton linguatus Hagström, endémique sud-patagon et fuégien
Schoenoplectus californicus (C. A. Mey.) Steud.

Une petite balade dans les bois de *Nothofagus* en queue du lac n'apporte pas d'espèce nouvelle.

Transfert vers la Terre de Feu

Nous quittons la région du PN de los Glaciares pour gagner par étapes la Terre de Feu et Ushuaia. Peu d'observations botaniques, la végétation est sèche et il y a peu de floraisons : des broussailles à *Verbena tridens*, des prairies à *Festuca gracillima* Hook. f. Est-ce que la saison est déjà trop avancée ou les pluies ont-elles été trop rares ? Près des *estancias*, la

*Mulinum spinosum (*Cav.) Pers.
Senecio filaginoides DC.

Au droit du camping Bonanza, dans le talus de la piste :

Chiliotrichum diffusum (Forst. f.) O. Kuntze
Daucus montanus (Humb. & Bonpl.) Spreng., présente jusqu'aux latitudes tropicales du continent
Galium richardianum (Gillies *ex* Hook. & Arn.) Endl. *ex* Walp., présente en Argentine & Chili
Vicia bijuga Gillies *ex* Hook. & Arn., présente en Argentine et Chili.

Nous traversons une zone boisée de *Nothofagus antarctica* signalée comme réserve naturelle de *huemul* (cerf andin), qui ne s'est pas montré, mais où prospère *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh. Un torrent et une cascade attirent notre attention, on y découvre des plantes aimant l'ombrage et l'humidité, ce qui est peu courant ici :
Carex darwinii Boott
Blechnum penna-marina (Poir.) Kuhn
Epilobium australe Poepig. & Hausskn. *ex* Hausskn. (= *E. antarcticum* (Hook.) Kuntze), endémique sud-américaine de la cordillère

Photo 18. Liliacée, *Luzuriaga marginata*, cascade, Rio Milodon, El Chalten, Ar, © F. ZANRE

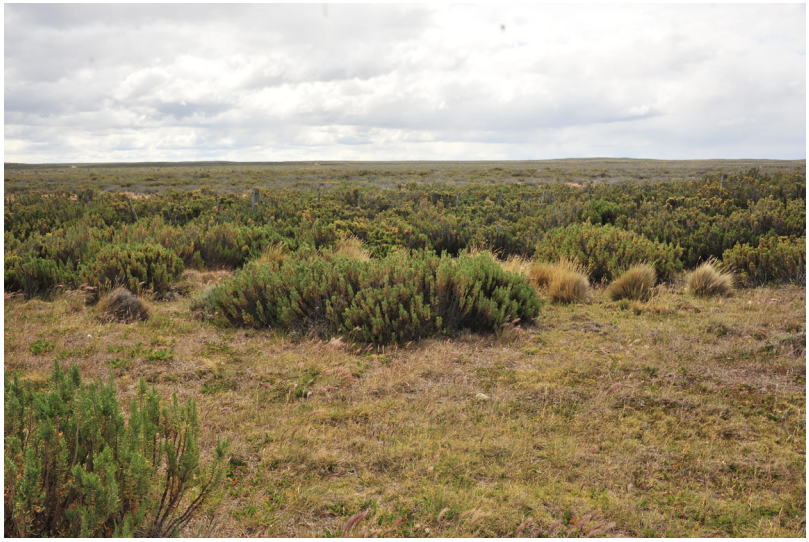


Photo 19. Asteracée, *Lepidophyllum cupressiforme*, Y71, au km n°80 Inutil Bay, CL, © F. ZANRE

steppe est amendée par des plantes fourragères introduites d'Europe : houlque, dactyle, trèfle blanc, matricaire…

Nous notons quand même quelques nouveautés :
Azorella monantha Clos (déjà signalée)
Nassauvia juniperina Skottsb.
Lepidophyllum cupressiforme (Lam.) Cass. ; cette astéracée ligneuse se trouve sur les sols salins en grande population, son nom scientifique la décrit bien.

C'est l'ambiance « désert des Tartares » La faune nous distrait de la monotonie de la route où la circulation est très faible.

Des guanacos (*Lama guanicoe*, camélidé) sont abondants et faciles à observer, des nandous (*Rhea pennata*, voisin de l'émeu, de l'autruche et du *Moa* disparu de Nouvelle-Zélande), des vols de rapaces : caracara huppé, caracara à gorge blanche, urubu à tête rouge. Peu après Rio Gallegos, capitale provinciale, on traverse deux fois la frontière pour le Chili.

La traversée du détroit de Magellan en ferry, à hauteur de Puerto Espora où deux langues de terre se rapprochent, s'est passée sans encombre, en 30 mn : nous n'avons pas souffert des tempêtes et des marées violentes qui ont provoqué tant de naufrages à l'époque de la marine à voile ! Nous sommes maintenant sur la grande île de Tierra del Fuego.

La Terre de Feu

L'origine du nom est controversée : on admet que les nombreux feux entretenus par les indigènes ont dû impressionner Fernand de Magellan. Le relief des Andes s'atténue fortement vers le sud et ne dépasse plus guère 1 500 m d'altitude en moyenne à la latitude de la Terre de Feu. L'effet d'ombre pluviométrique est donc fortement adouci. Le col de Garibaldi entre Tolhuin et Ushuaia n'est qu'à 407 m d'altitude. La Terre de Feu est un archipel d'îles où les vents chargés d'humidité distribuent aussi la pluie ou la neige (530 mm par an à Ushuaia).

Sur l'accotement de la *ruta* 3, on voit toujours les mêmes adventices européennes qui semblent bien installées : *Achillea millefolium, Agrostis* spp., *Erodium cicutarium, Hieracium pilosella, Trifolium repens* et *T. aureum*…

Après Tolhuin, à hauteur du lago Fagnano, le climat est plus humide et la végétation arborée est installée. Les *Nothofagus* sont couverts d'*Usnea barbata*. Au bord du lac dans un sol graveleux, je relève :
Anemona multifida Poir.
Antennaria chilensis Remy
Azorella monantha Clos
Azorella trifurcata (Gaertn.) Hook., nouvelle apiacée endémique en coussin dense
Berberis empetrifolia Lam.
Hordeum comosum C. Presl.

Une petite incursion le long du lago Escondido dans la forêt fuégienne permet de voir :
Acaena ovalifolia Ruiz & Pavon
Acaena poeppigiana C. Gay
Baccharis patagonica Hook. & Arn., endémique patagonne et fuégienne
Berberis buxifolia Lam.
Blechnum penna-marina (Poir.) Kuhn
Chiliotrichum diffusum (Forst. f.) O. Kuntze
Codonorchis lessonii (d'Urv.) Lindl., orchidée à fleurs blanches, qui pousse en groupe dense
Gavilea lutea (Pers.) Correa, orchidée endémique sud patagonne
Geum magellanicum Comm. *ex* Pers.

Photo 20. Estancia Springhill, 1890, ruta 3, Patagonie_Ar, © F. ZANRE

Photo 21. Poacée, *Hordeum comosum*, *ruta* 3, point kilométrique n°2943, Tolhuin, Ar, © F. ZANRE

Photo 22. Orchidacée, *Codonorchis lessonii*, PN, Tierra del Fuego, Ushuaia, Ar, © F. ZANRE

Photo 23. Fagacée, *Nothofagus betuloides* ; Ruta 3, Tierra del Fuego, Ar, © F. ZANRE

Luzula campestris (L.) DC.
Nothofagus betuloides (Mirbel) Oersted ; ce hêtre est l'un des trois du genre patagon, il est endémique des provinces de Santa Cruz et Tierra del Fuego.
Osmorhriza chilensis Hook. & Arn.
Ribes magellanicum Poir.
Senecio smithii DC.

Photo 24. Revendications territoriales, Ushuaia, Tierra del Fuego, Ar, © F. ZANRE

Ushuaia (54°50′ S, 68°33′ O)

Nous nous installons à Ushuaia, ville la plus australe du monde. Ce fut d'abord un pénitencier avant de devenir une ville industrielle (grâce au pétrole) et portuaire, et maintenant une base touristique. Le climat dit sub-océanique polaire n'est pas excessif malgré la proximité de l'Antarctique : 6 °C de moyenne annuelle, moins de 600 mm de précipitations. Ce qui frappe le touriste c'est la revendication exacerbée des *Islas Malvinas* (Malouines) et l'hostilité ouverte envers les Britanniques ! Les deux villes où nous avions fait étape (Rio Gallegos et Rio Grande) nous avaient frappés par l'abondance des monuments commémoratifs de la guerre de 1982 contre la Grande-Bretagne pour la reconquête des 'Falklands'. Nous visiterons les musées, le canal de Beagle et le Parc national de 'Tierra del Fuego'.

Canal de Beagle

Il est parsemé d'îlots et se visite en barque à moteur, l'intérêt concerne surtout la faune : lion de mer, otarie à crinière, loutre marine, parfois des dauphins. Les oiseaux sont abondants et peu farouches : cormorans de Bougainville et impériaux, goéland de Scoresby, puffin à menton blanc, sterne couronnée, et canard « vapeur » ou brassemer cendré. Nous débarquons sur une île couverte seulement d'une végétation basse, au droit de l'aéroport (54° 52′ S, 68° 15′ O) :
Apium australe Thouars, apiacée circum-antarctique
Arenaria serpens Kunth, plante andine sous les tropiques, croît à basse altitude ici
Azorella selago Hook., apiacée en cousin très dense, endémique magellanique
Blechnum penna-marina (Poir.) Kuhn
Bolax gummifera (Lam.) Spreng., apiacée en coussin très dense, endémique magellanique

Photo 25. Mammifères, *Otaria flavescens*, canal de Beagle, Tierra del Fuego, Ushuaia, Ar, © F. ZANRE

Chiliotrichum diffusum (Forst. f.) O. Kuntze
Erodium cicutarium (L.) L'Hér. subsp. *cicutarium*
Geranium magellanicum Hook. f.
Pernettya mucronata (L. f.) Gaudich. *ex* G. Don
Pratia longiflora Hook. f., campanulacée proche des *Lobelia*
Senecio argyreus Phil.
Vicia magellanica Hook. f., endémique patagonne.

Parc naturel de Tierra del Fuego (54°49′ S, 68°34′ O)

Il est situé à 10 km à l'ouest d'Ushuaia. Le parc a été créé en 1960 : la surface est de 630 km² dont seulement une faible partie est autorisée au public. On y trouve un centre de visiteurs, un restaurant, des campings comme dans les parcs nationaux nord-américains. Il est mitoyen avec la frontière chilienne qu'il ne faut pas franchir ! Il existe plusieurs sentiers balisés très accessibles. Les paysages sont variés : montueux, forestiers, lacustres, maritimes. Le parc reçoit un nombre croissant de visiteurs (plus de 260 000 en 2010) : il en résulte de nombreuses introductions exotiques. La flore est celle des forêts décidues subantarctiques déjà décrite au PN des Glaciers. Je ne mentionne que les taxons nouveaux :
Adenocaulon chilense Less., astéracée endémique sud-patagonne
Armeria maritima (Mill.) Willd. subsp. *andina*, taxon cosmopolite et variable, la sous-espèce a été proposée par D. M. Moore (ii) en 1974
Asplenium dareoides Desv., endémique sud-américaine, dans les forêts humides
Cardamine geraniifolia (Poir.) DC., endémique sud-américaine, dans les forêts humides
Codonorchis lessonii (d'Urv.) Lindl., orchidée endémique sud-américaine, dans les forêts humides
Cystopteris fragilis (L.) Bernh., qui est peut-être la variété *apiiformis* Gand. (Je possède un échantillon d'herbier)
Gavilea supralabellata M. N. Correa, orchidée endémique sud patagonne
Macrachaenium gracile Hook. f., Astéracée endémique patagonne
Marsippospermum grandiflorum (L. f.) Hook. f., genre de juncacée austral, l'espèce est endémique de Patagonie et région magellanique
Maytenus magellanica (Lam.) Hook. f., célastracée endémique sud-patagonne
Olsynium biflorum Goldbl. (= *Phaiophleps biflora* (Thurb.) R. C. Forster), iridacée à fleurs spectaculaires, endémique au sud du 50e parallèle
Perezia magellanica (L. f.) Lag., astéracée endémique patagonne
Poa bulbosa L. var. *vivipara*
Primula magellanica Lehm., endémique patagonne
Ranunculus peduncularis Sm., endémique patagonne
Senecio acanthifolius Hombron & Jacquinot
Senecio tricuspidatus Hook. & Arn.
Sisyrinchium patagonicum Phil. *ex* Baker, genre américain, espèce régionale
Solenomelus pedunculatus (Gillies *ex* Hook.) Hochr., iridacée andine.

Sur de nombreux *Nothofagus* on voit un ascomycète jaune en boule, le *pan de indios (Cyttaria hariotii* ; photo 29), qui provoque une réaction tumorale de l'arbre. Ce champignon était consommé comme un légume par les Yamanas qui en tiraient aussi un alcool par fermentation

Photo 26. Anatidé, *Choephaga hybrida*, caranca, canal de Beagle, Tierra del Fuego, Ushuaia, Ar, © F. ZANRE

Photo 27. Orchidacée, *Gavilea supralabellata*, PN, Tierra del Fuego, Ushuaia_Ar, © F. ZANRE

Photo 28. Iridacée, *Olsynium biflorum*, PN, Tierra del Fuego, Ushuaia_Ar, © F. ZANRE

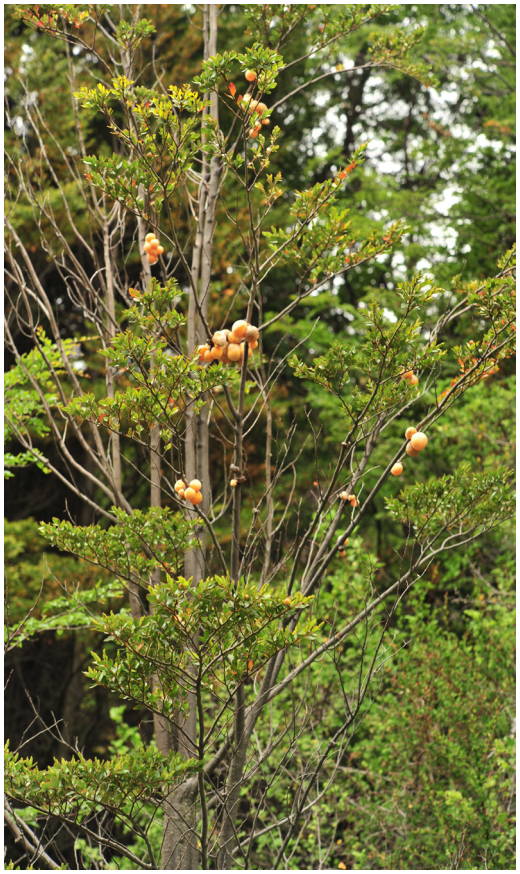


Photo 29. Ascomycète, Pan de Indios, *ruta* 3, Tierra del Fuego, Ar, © F. ZANRE

(6). Ces Amérindiens déjà peu nombreux au XIXe siècle, ont complètement disparu au XXe. Les maladies infectieuses, puis les chasses à l'homme par des tueurs à gages payés par les éleveurs de moutons ont eu raison de leur survie de chasseurs cueilleurs : ces hommes avaient le tort de chasser les « guanacos blancs » (moutons), proies faciles.

L'avifaune est variée : cygne à cou noir, bernache de Magellan, canard de Chiloé, ouette à tête grise, etc. Les mammifères sont plus difficiles à apercevoir, sauf les renards, assez familiers.

Lago Esmeralda (54°43' S, 68°07' O)

Au nord-est de la ville d'Ushuaia, près de la *ruta* 3, un éleveur de chiens de traineau, pour un petit prix d'entrée, ouvre aux randonneurs son domaine qui comprend d'immenses tourbières et un lac. Le sentier longe une rivière barrée par les castors. Cette espèce a été introduite dans les années 1950 dans le but de produire de la fourrure : le climat fuégien n'étant pas assez rude, ces bêtes ne produisent qu'un poil médiocre ? d'où l'abandon de la filière. Actuellement, l'administration cherche à éliminer ces populations qui prospèrent, faute de prédateurs, et dégradent les forêts primaires. Dans les tourbières successives, entrecoupées de verrous glaciaires, traversant des boqueteaux de hêtres australs, nous découvrons quelques nouveautés (les espèces sans commentaires ont déjà été citées) :

Acaena ovalifolia Ruiz & Pavon
Acaena poeppigiana C Gay, endémique patagonne
Azorella trifurcata (Gaertn.) Hook.
Berberis buxifolia Lam.
Caltha sagittata Cav., indigène d'Amérique du Sud
Carex banksii Boott, endémique patagonne
Codonorchis lessonii (d'Urv.) Lindl.
Empetrum rubrum Vahl *ex* Willd.
Leptinella scariosa Cass. (= *Cotula scariosa* (Cass) Franch.), endémique patagonne
Lycopodium magellanicum (P. Beauv.) Swartz
Marsippospermum grandiflorum (L. f.) Hook. f.
Perezia magellanica (L. f.) Lag.
Phleum pratense L., introduite
Primula magellanica Lehm.
Rubus geioides Sm., endémique patagonne, vicariante de la ronce des tourbières boréales (*R. chamaemorus* L.)
Schoenus andinus (Pfeiffer) Phil., endémique patagonne
Viola commersonii DC., endémique patagonne

et des tapis immenses et rougeâtres de sphaignes : *Sphagnum magellanicum* Brid., bien entendu !

Photo 30. Tourbière à *Sphagnum magellanicum*, *Ruta* 3, Tierra del Fuego_Ar, © F. ZANRE

Chili, Région XII

Nous quittons la ville *del fin del mundo* pour remonter vers Porvenir où nous prendrons le ferry vers l'autre rive du détroit de Magellan pour nous rapprocher du PN de Torres del Paine. Nous revenons sur nos pas (*ruta* 3 jusqu'à San Sebastian ; passage de frontières) où nous prendrons la piste Y71 vers Porvenir.

Porvenir (53°17' S, 70°22' O)

Ville créée fin XIXe pour desservir les *estancias* et renforcée par la ruée vers l'or, elle ne compte que six mille habitants, mais cinq églises et un musée. Aujourd'hui les activités économiques sont liées aux hydrocarbures et à la pêche.

Longeant la *Bahia Inutil*, nous nous arrêtons pour échanger avec des pêcheurs de coquillages. Ils sont trois dans une barque équipée d'un compresseur antédiluvien. Un scaphandrier descend à 20 m de profondeur, gratte les graviers et collecte 1 500 kg de praires en quelques heures. La récolte ira alimenter une conserverie. À proximité on note la présence d'un 'mattoral' avec *Lepidophyllum cupressiforme* (Lam.) Cass. qui forme une étendue de plusieurs kilomètres carrés.

Nous passerons deux nuits à Porvenir. Le musée, bien aménagé, rend hommage aux derniers Indiens Selknams, exterminés par les sbires de José Menendez, industriel du mouton.

Une balade en boucle, au nord de Porvenir, nous fait découvrir un secteur riche en petits lacs et lagunes. Près du *lago de los Cisnes*, dans une lagune saumâtre asséchée, nous trouvons :
Acaena sericea Jacq.
Azorella trifurcata (Gaertn.) Hook.
Baccharis nivalis (Wedd) Sch. Bip. *ex* Phil. ; genre très développé en Argentine, l'espèce citée est endémique
Colobanthus quitensis (Kunth) Bartl., caryophyllacée australe, une des deux phanérogames de l'Antarctique, avec *Deschampsia antarctica* Desv. ! (12)

Photo 31. Massacre des Indiens Selknams, musée Porvenir_CL, © F. ZANRE

Photo 32. camelidé, *Lama guanicoe*, 'guanaco', & oies grises, Porvenir, CL, © F. ZANRE

Photo 33. Caryophyllacée, *Colobanhus quitensis*, Porvenir, CL, © F. ZANRE

Photo 34. Alcidés, manchots de Magellan, Isla Magdalena, Punta Arenas,_CL, © F. ZANRE

Geranium sessiliflorum Cav., à large répartition sud-américaine
Hypochaeris incana (Hook. & Arn.) Macloskie
Juncus scheuchzerioides Gaudich.
Leptinella scariosa Cass. (= *Cotula scariosa (*Cass) Franch.)
Lobelia oligophylla (Wedd.) Lammers = *Pratia repens* Gaudich., australe américaine
*Samolus spathulatus (*Cav) Duby, qui forme un tapis rose !

Sur l'estran de l'embarcadère vers Punta Arenas, en attendant le départ du ferry qui nous fera franchir le détroit de Magellan :

Chiliotrichum diffusum (Forst. f.) O. Kuntze
Perezia recurvata (Vahl) Less.
Plantago maritima L.
Salicornia ambigua Michx., chénopodiacée panaméricaine
Suaeda patagonica Speg., endémique régionale, de Buenos Aires à la Terre de Feu

Photo 35. Alcidés, manchots de Magellan, Isla Magdalena, Punta Arenas, CL, © F. ZANRE

Punta Arenas (53° 18′ S, 70° 26′ O)

C'est une ville portuaire importante. On y trouve des bâtiments imposants qui nous changent des constructions magellaniques légères en bois et tôles que nous avons vues dans toute la Patagonie. Le climat est semblable à celui d'Ushuaia, mais plus sec (moins de 400 mm de précipitations.) Pour les naturalistes, la ville offre de belles collections de la faune éteinte (museo Menendez), ethnographiques (museo Salisiano), un Institut de Patagonie voué à la recherche océanographique antarctique. Le jardin botanique abandonné a disparu, sauf la statue de son fondateur, Edmundo Pisano Valdes. Dans les environs, deux réserves naturelles et un 'monument naturel' : l'*Isla Magdalena* où nichent des dizaines de milliers de manchots de Magellan (*Spheniscus magellanicus*). Nous ferons l'incontournable excursion en bateau à l'*Isla Magdalena* : les manchots ont quasiment anéanti la flore, mais le spectacle est étonnant et attendrissant. Les oiseaux sont très familiers et on peut observer leur intimité. Des gardes forestiers de la CONAF (Corporación Nacional Forestal) surveillent les visiteurs.

Nous faisons une excursion vers le sud, en direction du Cabo San Isidro.

Punta del Hambre (Pointe de la Famine)

Ce site historique, où les premiers colons sont morts de faim au XVI^e^, nous permet de noter, dans une brousse :
Baccharis magellanica (Lam.) Pers.
Chiliotrichicum diffusum (Forst. f.) O. Kuntze
Fuchsia magellanica Lam.
Pernettya mucronata (L. f.) Gaudich. *ex* G. Don
Senecio arnottii Hook., endémique patagonne et fuégienne ;
dans la strate herbacée :
Anemona multifida Poir.

Blechnum penna-marina (Poir.) Kuhn
Euphrasia antarctica Benth., endémique patagonne et fuégienne, seule euphraise de Terre de Feu selon D. M. Moore
Gavilea lutea (Pers.) Correa
Lathyrus magellanicus Lam. subsp. *glaucescens*
Ranunculus peduncularis Sm., endémique patagonne et fuégienne
avec quelques européennes : *Anthoxanthum odoratum, Agrostis capillaris, Dactylis glomerata, Leucanthemum vulgare.*
Puerto del Hambre (Port Famine) (53° 36’ S, 70° 56’ O) : À proximité, un hameau de pêcheurs et un marais près de la route :
Carex canescens L. (= *C. curta* Good.)
Carex darwinii Boott
Juncus scheuchzerioides Gaudich.
Marsippospermum grandiflorum (L. f.) Hook. f.

Photo 36. Juncacée, *Marsippospermum grandiflorum*, PN, Tierra del Fuego, Ushuaia,_Ar, © F. ZANRE

Les pêcheurs ont récolté une algue rouge qu’ils chargent dans un camion, *Gracilaria chilensis* C.J. Bird, McLachlan & E.C. Oliveira, elle est destinée, disent-ils, à l’industrie cosmétique. De cette algue on extrait aussi l’agar-agar (gélifiant.)

Photo 37. Gunnéracée, *Gunnera magellanica*; glacier Serrano, détroit de Magellan, Puerto Natales, CL, © F. ZANRE

Rio San Pedro (53°42’ S, 70°58’ O)

Un peu plus au sud, au droit du Rio San Pedro, forêt alluviale de *Nothofagus* sur substrat très humide *:*
Nothofagus antarctica (Forst. f.) Oersted
Nothofagus pumilio (Poepig & Endl.) Krasser
Berberis ilicifolia L. f. (= *B. subantarctica* Gand.)
Drymis winteri Forst. Forst. f.
Fuchsia magellanica Lam.
Ribes magellanicum Poir.

la strate herbacée :
Apium australe Thouars
Adenocaulon chilense Less.
Asplenium dareioides Desv.
Carex canescens L. (= *Carex curta* Good.)
Carex darwinii Boott
Carex magellanica Lam. subsp. *magellanica*, proche de la sous-espèce boréale *irrigua :* en diffère par le nombre de fleurs femelles plus élevé et des écailles femelles plus grandes (ii)
Codonorchis lessonii (d'Urv.) Lindl.
Geranium magellanicum Hook. f.
Gunnera magellanica Lam., endémique patagonne, vicariante de *G. prorepens* de Nouvelle-Zélande, plante modeste de moins de 15 cm !
Rubus geioides Sm.
Senecio acanthifolius Hombron & Jacquinot
Senecio candidans DC., endémique fuégienne et îles Malouines
Uncinia lecheriana Steud., cypéracée endémique patagonne et fuégienne
Viola reichei Skottsb.

Nous faisons un arrêt à un petit cimetière anglais où sont enterrés une dizaine de marins de la première expédition hydrographique du *Beagle* (1826-1830) morts du scorbut. Charles Darwin a fait partie de la deuxième expédition (1831 à 1836), commandée par le capitaine Fitz Roy (i).

La réserve naturelle *Laguna Parrillar* (53°24’ S, 71°15’ O)

Elle se trouve à une cinquantaine de kilomètres au sud de Punta Arenas. D’une surface de 18 400 ha, elle a été créée en 1977 pour protéger un lac et son bassin versant. Les altitudes s’étagent de 300 à 650 m, la pluviométrie (600 à 800 mm/an) permet le développement de la forêt de hêtres australs. La forêt a été déboisée sur de grandes surfaces et transformée en pâturage en dehors de la réserve. Nous remarquons le long de la piste une forte population de *Lupinus polyphyllus* Lindl., invasive répandue aussi en Nouvelle-Zélande, appréciée des touristes car très photogénique ! L’entrée de la réserve est payante et contrôlée. Une maison des gardes met à disposition des visiteurs différents documents, livres et herbiers. Il est possible d’y camper : des enclos individuels en bois permettent de dresser sa tente à l’abri des vents, de cuisiner et s’attabler. Nous faisons une balade sur un sentier bien aménagé :
Berberis buxifolia Lam.
Berberis ilicifolia L. f. (= *B. subantarctica* Gand.)
Blechnum penna-marina (Poir.) Kuhn
Calceolaria uniflora Lam., le sabot de Vénus local (calcéolariacée, ex-scrophulariacée), endémique patagonne et fuégienne
Codonorchis lessonii (d'Urv.) Lindl.
Gunnera magellanica Lam.
Luzula alopecurus Desv., endémique patagonne et fuégienne
Nothofagus antarctica (Forst. f.) Oersted
*Nothofagus betuloides (*Mirb.) Oersted
Nothofagus pumilio (Poepig & Endl.) Krasser

Photo 38. Calceolariacée, *Calceolaria uniflora*, RNN Laguna Parrilar, Puerto Arenas,_CL, © F. ZANRE

Pernettya mucronata (L. f.) Gaudich. ex G. Don
Ranunculus peduncularis Sm.
Rubus geioides Sm.
Valeriana lapathifolia Vahl, endémique patagonne et sud Chili, signalée autrefois en Terre de Feu
Viola maculata Cav., endémique patagonne, fuégienne et malouine.

Près du lac, des panneaux mettent en garde les amateurs de canotage contre la propagation d'une diatomée invasive originaire de l'hémisphère boréal, *Didysmophenia germinata,* communément désigné *Didymo.* Il est recommandé de nettoyer (désinfecter) soigneusement les embarcations et les accessoires. Sa prolifération produit des masses cotonneuses qui modifient fortement l'équilibre biologique des eaux froides oligotrophes. J'avais observé les mêmes recommandations en Nouvelle-Zélande.

Réserve naturelle Magallanes (53°09' S, 71°01' O)

La réserve créée en 1932, est proche de la ville (5 km à l'ouest), d'une surface d'environ 20 000 ha et protège le bassin versant de sources d'eau potable : l'émissaire alimente en eau potable la ville. La flore est semblable à la RN Parrillar, s'y ajoute quelques introduites :
Anthoxanthum odoratum L. subsp. *odoratum*
Pinus uncinata Mill. *ex* Mirb.
Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco
Trifolium badium Schreb.

Et pour les nouveautés :
Araucaria araucana (Mol.) M. Koch, je n'ai vu qu'un seul arbuste ; l'aire optimale du « désespoir du singe » se trouve dans la cordillère entre 37 et 40° S, il est sans doute introduit ici, mais il est dans son habitat.
Austrocedrus chilensis (D. Don) Pic. Serm. & Bizzarri ; même remarque que ci-dessus, son habitat normal est entre 37° et 44° S
Cardamine glacialis (G. Forst.) DC., endémique sud patagonne et fuégienne
Geum involucratum Juss. *ex* Pers., à fleurs blanches, endémique fuégienne et malouine, non citée sur la liste des taxons végétaux de la RN et absente de l'herbier constitué par les gardes !

Lycopodium confertum Willd., endémique sud patagonne et fuégienne.

Transfert vers Puerto Natales

Nous prenons la *ruta* 9 vers le nord pour gagner le Parc national de Torres del Paine distant de 240 km. À hauteur de Primavera (52° 03' S, 71° 24' O), un dôme basaltique de 400 à 600 m de diamètre et d'une hauteur de 20 à 40 m vient rompre la monotonie du paysage : c'est le Morro Chico, classé monument historique pour ses vestiges préhistoriques. Nous ne faisons pas d'observations botaniques nouvelles, mais la faune est variée.

Puerto Natales est une base pour l'excursion au glacier '*Serrano*' dans le fjord de '*Ultima Esperanza*' en communication avec l'océan Pacifique, et le monument naturel de la '*Cueva del Milodon*'. L'ancienne usine de transformation de moutons a été aménagée en musée et en hôtel de luxe.

Photo 39. Rosacée, *Geum involucratum* Pers., RN Magallanes, Puerto Arenas, CL, © F. ZANRE

Glacier Serrano (51° 25’ S, 73° 06’ O)

Ce glacier vêle dans un lac morainique limitrophe du fjord, donc au niveau de la mer. Pendant la navigation nous avons la joie d’observer des condors des Andes. La vedette nous dépose à l’embarcadère d’où nous faisons une petite marche d’approche sur une moraine latérale vers le front du glacier ; un vent catabatique froid nous balaie. Je note :
Acaena pinnatifida Ruiz & Pavon
Asplenium dareioides Desv.
Blechnum penna-marina (Poir.) Kuhn
Calceolaria biflora Lam.
Carex magellanica Lam.
Drymis winteri Forst. & Forst. f
Fuchsia magellanica Lam.
Gamocheta nivalis Cabrera
Gunnera magellanica Lam.
Hypochaeris radicata L.
Lathyrus nervosus Lam.
Marsippospermum grandiflorum (L. f.) Hook. f.
Misodendrum punctulatum Banks *ex* DC.
*Nothofagus betuloides (*Mirb.) Oersted
Pernettya mucronata (L. f.) Gaudich. *ex* G. Don
Poa bulbosa L. var. *vivipara*
Schoenus andinus (Pfeiffer) Phil.

Photo 40. Renonculacée, *Ranunculus pseudotrulliifolius*, Estancia Perales, Puerto Natales, CL, © F. ZANRE

Photo 41. Anatidés, *Cygnus melanocoryphus* et poussins, Puerto Natales, CL, © F. ZANRE

*Nothofagus betuloides (*Mirb.) Oersted
Nothofagus pumilio (Poepig & Endl.) Krasser
Ribes magellanicum Poir.

Strate herbacée :
Acaena interregima Gillies *ex* Hook. & Arn., endémique fuégienne et sud-patagonne
Aira caryophyllea L.

Tous ces taxons ont déjà été vus précédemment.

Nous déjeunerons à l’*estancia* Perales, établie sur un cône de déjection de torrent (51° 32’ S, 72°51’ O) où plusieurs espèces européennes dominent :
Acaena ovalifolia Ruiz & Pavon
Azorella trifurcata (Gaertn.) Hook.
Geranium magellanicum Hook. f.
Holcus mollis L.
Plantago lanceolata L.
Ranunculus pseudotrulliifolius Skottsb., endémique fuégienne et sud-patagonne, à l’écologie proche de *R. flammula.*
Taraxacum officinale Weber subsp. *vulgare*
Trifolium repens L subsp. *Repens.*

Les vanneaux du Chili, les canards de Chiloé et les cygnes à cou noir nous observent.

La Cueva del Milodon

Le site est classé monument naturel et géré par le CONAF. On retrouve les facilités habituelles sur le site ainsi que des informations naturalistes.

Nous apprenons que les conglomérats qui forment le site sont dus à des dépôts de turbidité sous-marins datés de 80 millions d’années, soulevés puis soumis à l’érosion. Le sentier mène à une caverne de 200 m de long et 30 m de haut pour une ouverture de 50 m. En 1895, un explorateur allemand découvre des restes d’un paresseux géant (*Mylodon darwinii*), proche des *Megatherium,* disparu *à la fin du P*léistocène (10 000 ans) plus ou moins contemporain des peuples premiers. Après la visite de la grotte nous entreprenons une petite randonnée sur les sentiers balisés. Le milieu est un pré-bois clairsemé, avec quelques ruisselets tourbeux *:*

Strate ligneuse :
Chiliotrichum diffusum (Forst. f.) O. Kuntze
Embothrium coccineum Forst. & Forst. f.
Empetrum rubrum Vahl *ex* Willd.
Escallonia rubra var. *macrantha* (Hook. & Arn.) Reiche
Escallonia virgata (Ruiz & Pavon) Pers.
Fuchsia magellanica Lam.
Nothofagus antarctica (Forst. f.) Oersted

Anemona multifida Poir.
Antennaria chilensis Remy
Armeria maritima (Mill.) Willd.
Baccharis magellanica (Lam.) Pers.
Baccharis patagonica Hook. & Arn.
Blechnum penna-marina (Poir.) Kuhn
Calceolaria biflora Lam.
Carex fuscula d'Urv,; endémique sud-américaine, décrite aux Malouines, l'holotype du Muséum national d'histoire naturelle de Paris est immature selon P. Jiménez-Mejías *et al.* (13)
Carex ovalis Good. var. *ovalis*
Chloraea magellanica Hook. f
Cystopteris fragilis (L.) Bernh.
Deschampsia flexuosa (L.) Trin.
Eleocharis melanostachya (d'Urv.) C. B. Clark
Epilobium australe Poeppig & Hausskn. *ex* Hausskn., limitée à Argentine et Chili
Erigeron imbricatus Vierh.
Festuca gracillima Hook. f.
Gavilea lutea (Pers.) Correa
Gentianella magellanica (Gaudich.) Fabris *ex* D. M. Moore, endémique fuégienne, sud-patagonne et îles sud-atlantiques
Gunnera magellanica Lam.
Hieracium patagonicum Hook. f., endémique fuégienne et sud-patagonne
Holcus lanatus L.
Hypochaeris incana (Hook. & Arn.) Macloskie
Lathyrus magellanicus Lam. subsp. *glaucescens*
Olysnium biflorum Goldbl. (= *Phaiophleps biflora* (Thunb.) R. C. Forst.)
Osmorhriza chilensis Hook. & Arn.
Perezia recurvata (Vahl) Less.
Rumex acetosella L.
Saxifraga magellanica Poir., endémique fuégienne, sud-patagonne et îles Malouines
Senecio argyreus Phil.
Valeriana carnosa Sm., endémique fuégienne et sud-patagonne
Viola maculata Cav.

La liste du CONAF (7) mentionne 149 taxons, ce qui paraît peu : il y en avait 200 à la RN Parrillar, mais la surface protégée n'est que de 190 ha !

Parc national de *Torres del Paine*

Le plan de gestion de 2007 (8), disponible sur la Toile (en espagnol) nous apprend que le parc, d'une surface protégée actuelle de 1 800 km², a été créé en 1959 et agrandi par étapes. Il est situé sur le versant est des Andes, à la limite de la frontière argentine. La fréquentation est en hausse constante : 70 000 visiteurs par an en 2000, 140 000 en 2012, plus des 200 000 en 2014, des étrangers pour les trois quarts. Il dispose de nombreuses infrastructures d'hébergement, d'accueil et de secours pour toutes les activités de nature. Les altitudes s'étagent de moins de 200 m (10 % de l'ensemble) à plus de 3 000 m ; une dizaine de lacs occupent près de 10 % de la surface. La flore autochtone comprend moins de 200 espèces, alors qu'il y près de 100 espèces introduites ! Ce fort pourcentage d'adventices est attribué aux incendies récurrents qui déstabilisent les milieux (pages 165 à 171), mais le plan de gestion ne montre pas de corrélations entre le nombre d'incendies et l'augmentation très

Photo 42. Las Torres, PN Torres del Paine, CL, © F. ZANRE

Photo 43. Las Torres, PN Torres del Paine, CL, © F. ZANRE

forte de la fréquentation. Un garde du parc nous apprendra qu'il y a plus de 3 000 guanacos pour 5 à 7 pumas seulement ! Les condors sont d'observation fréquente.

Nous séjournerons à l'*estancia Cerro Guido*, vaste domaine agricole de 100 000 ha, en limite du parc. Une maison de type colonial héberge les hôtes de passage. Un hameau d'une vingtaine de maisons loge le personnel qui s'occupe des 40 000 moutons et 1 500 vaches. On y trouve une école et un poste de carabiniers. Une régisseure s'occupe de la gestion : les propriétaires vivent dans une capitale ! L'*estancia* comprend aussi une douzaine de fermes disséminées occupées temporairement. Ces grands domaines se sont constitués au XIXe siècle quand le gouvernement se souciait de coloniser et d'occuper le vaste territoire, surtout aux confins, pour le soustraire aux convoitises du voisin et ainsi bien marquer son territoire. Pour un prix dérisoire (à l'hectare), les colons obtenaient une concession, s'engageaient à mettre en valeur et à occuper le terrain. Les *estancias* vivent en quasi-autonomie, tous les corps de métier nécessaires à l'activité agricole sont assurés sur place.

Lago Azul (50° 52′ S, 72° 44′ O)

Il est situé au nord-ouest du Parc, près d'une '*porteria*' où nous prenons nos billets (25 € par personne, valable trois jours : trois fois plus que ce que paient les nationaux !). Un sentier à proximité d'un camping nous emmène de 295 à 440 m d'élévation où l'on a une belle vue sur le lac dans son écrin de montagnes.

Près du camping, *Plantago lanceolata*, *Taraxacum officinale* et *Trifolium repens* sont abondants *;* sur le sentier qui serpente dans une prairie piquetée de quelques ligneux :

Arbres et arbustes :
Berberis buxifolia Lam.
Chiliotrichum diffusum (Forst. f.) O. Kuntze
Empetrum rubrum Vahl *ex* Willd.
Escallonia rubra var. *macrantha* (Hook. & Arn.) Reiche
*Nothofagus betuloides (*Mirb.) Oersted

Herbacées:
Anemona multifida Poir.
Antennaria chilensis Remy
Armeria maritima (Mill.) Willd.
Baccharis magellanica (Lam.) Pers.
Calceolaria biflora Lam.
Deschampsia flexuosa (L.) Trin.
Erigeron imbricatus Vierh.
Euphrasia antarctica Benth., endémique magellanique et malouine
Geranium magellanicum Hook. f.
Geum magellanicum Comm. ex Pers.
Leucheria purpurea (Vahl) Hook. & Arn., genre d'astéracée endémique sud-américaine au sud du 50e parallèle
*Mulinum spinosum (*Cav.) Pers.
Nassauvia abbreviata (Hook. & Arn.) Dusèn, autre genre d'astéracée endémique sud-américaine au sud du 50e parallèle
Senecio darwinii Hook. & Arn.
Senecio magellanicus Hook. & Arn.
Sisyrinchium patagonicum Phil. *ex* Baker
Viola reichei Skottsb.

En reprenant la piste vers le lago Sarmiento, une belle population de *Artemisia absinthium* L. et *Conium maculatum* L. montre la trace d'anciennes occupations humaines. Dans un marais saumâtre asséché de nombreux pieds de G*entiana prostrata* Haenke et *Pratia longiflora* Hook. f.

Lago *Sarmiento* (51° 06' S, 72° 91' O, altitude 224 m)

Ce lac de 90 km², d'origine glaciaire, présente des particularités remarquables : il est endoréique et ceinturé de stromatolithes ! Ces deux caractéristiques sont considérées rares dans le monde. Le long de la piste d'accès on retrouve les mêmes plantes de matorral avec quelques invasives européennes. Un arrêt près d'une lagune aux rives végétalisées (51° 01' S, 72° 52' O) apporte deux nouveautés (les plantes avec mention) :
Euphrasia antarctica Benth.
Gentianella magellanica (Gaudich.) Fabris *ex* D. M. Moore
Hippuris vulgaris L.
Hydrocotyle chamaemorus Cham. & Schlecht., endémique sud-américaine (en altitude jusqu'à 37° S)
Juncus scheuchzerioides Gaudich.
Myriophyllum quitense Humb., Bonpl. & Kunth, large répartition américaine (en altitude aux basses latitudes)
Phacelia secunda J. F. Gmel.
Schoenoplectus californicus (C. A. Mey.) Steud.
Laguna de *los Cisnes* (51° 01' S, 72° 52' O)

Sur les rives en pente douce on voit :
Adesmia pumila Hook., fabacée endémique magellanique et malouine
Alyssum alyssoides (L.) L., adventice européenne
Madia sativa Mol., astéracée de distribution pan-américaine
Samolus spathulatus (Cav) Duby
Sisyrinchium patagonicum Phil. *ex* Baker.

Lago *Nordenskjøld* (51°02' S, 73° 00' O, altitude 65 m)

Les rives recèlent aussi une ceinture de stromatolithes ; les environs sont couverts d'une végétation xérophytique et clairsemée, en coussins :
Adesma boronoides Hook.
*Mulinum spinosum (*Cav.) Pers., largement dominant
Senecio magellanicus Hook. & Arn.

Lago Grey (51° 07' S, 73° 07' O, altitude 47 m)

C'est un lac morainique (32 km²) où se jette le glacier Grey (270 km²), que l'on peut visiter en bateau (excursion de trois heures) ; il est parsemé de glaçons flottants très photogéniques !

On laisse sa voiture au parking près d'un hôtel et après avoir traversé une hêtraie dense :
Adenocaulon chilense Less.
Anemona multifida Poir.
Berberis buxifolia Lam.
Blechnum penna-marina (Poir.) Kuhn
Gavilea lutea (Pers.) Correa
Geranium magellanicum Hook. f.
Lathyrus nervosus Lam.
Maytenus magellanica (Lam.) Hook. f., endémique sud-américaine (36° à 56° S)
Nothofagus pumilio (Poepig & Endl.) Krasser
Osmorhriza chilensis Hook. & Arn.
Perezia recurvata (Vahl) Less.
Pernettya mucronata (L. f.) Gaudich. ex G. Don
Viola reichei Skottsb.

Une passerelle suspendue et oscillante, limitée à six personnes (les gardes veillent) mène à la moraine frontale qui barre le lac où je découvre *Nassauvia magellanica* J. F. Gmel., astéracée ligneuse prostrée ; un vent violent souffle depuis le glacier !

Nous bouclons notre séjour par un retour à El Calafate où nous reprenons l'avion vers Buenos Aires et la France.

Conclusion

La flore magellanique est endémique à 80 %. De nombreux genres sont nouveaux pour le botaniste européen. Avant le départ j'avais abondamment consulté les sites bien illustrés de Christian Bravard et celui du Jardin alpin du Lautaret. J'ai acheté à El Calfate quelques livres illustrés sur la flore régionale. Les herbiers et les listes des parcs et réserves naturelles établis par les rangers m'ont bien aidé. J'ai vérifié sur le site de l'Instituto de Botanica Darwinion la présence régionale et le statut des taxons cités ci-dessus : il y a sans doute des erreurs de déterminations, mais les plantes mentionnées sont toutes susceptibles d'être rencontrées sur les sites visités. J'ai acquis, au retour seulement, la *Flora de Tierra de Fuego* pour déterminer les échantillons d'herbier que j'ai ramenés. D'ailleurs cette flore n'est pas pratique sur le terrain. Il faut noter que les parcs nationaux, comme dans de nombreux pays (sauf la France), sont propriétés de l'État et que les activités agricoles, forestières, industrielles ou minières y sont proscrites. Les milieux sont donc quasi intacts. Le public est accueilli et canalisé, l'encadrement est présent et actif sur le terrain. Le Chili a une politique de protection plus développé que l'Argentine : toute la côte sud-pacifique est protégée, soit 50 % de la région XII (*Magallanes y la Antarctica*) et 19 % du territoire national. La pression touristique se traduit par les introductions d'adventices : il est frappant de constater leur agressivité : achillées, matricaires, bec de grues - surtout des taxons européens- sont omniprésents sur les accotements et parfois dans les prairies amendées, d'une façon générale dans les milieux perturbés. La région magellanique n'est pas, de loin, la région la plus riche et diversifiée botaniquement, mais les sites et paysages valent le voyage. La solitude, l'ambiance steppique de bout du monde, les glaciers, les pics, les lacs, les eaux marines respirent le souvenir des explorateurs, andinistes, aventuriers et autres grands voyageurs.

Webographie

(1) *Sistema de Information de Biodiversidad*, Administracion de Parques nacionales :

https://www.sib.gov.ar

(2) *Flora argentina/Instituto de Botanica Darwinion*, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet)

http://www.floraargentina.edu.ar

(3) Plan preliminar de manejo Parque Nacional de los Glaciares, Administracion de Parques Nacionales, 1997, 174 p.

http://www.sib.gov.ar

(4) Plan de manejo Parque Nacional de Tierra del Fuego, Administracion de Parques Nacionales, 2007, 157 p.

https://www.sib.gov.ar

(5) Plan de manejo Reserva Nacional Magallanes, Corporacion Nacional Forestal, 1996, 134 p.

www.conaf.cl

(6) Plan de manejo Reserva Nacional Laguna Parrillar, Corporacion Nacional Forestal, 1989, 153 p.

www.conaf.cl

(7) Plan de manejo Monumento natural Cueva del Milodon, Corporacion Nacional Forestal, Gerancia de Operaciones, document de trabajo N°**293**, 1998-2007, 155 p.

http://www.conaf.cl

(8) Plan de manejo Parque Nacional Torres del Paine, Corporacion Nacional Forestal, 2007, 284 p.

http://www.conaf.cl

(9) Antarctic Taxa, Biodiversity database, Australian Antarctic Data Center

http://soki.aad.gov.au

(10) Burkart A, 1939 - Catálogo de las especies de *Adesmia* conocidas de la Flora Argentina. *Darwiniana* **3** (2) : 303-346.

https://www.jstor.org

(11) *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica,* 44 (3-4) Córdoba ago./dic. 2009

http://www.scielo.org.ar

(12) Kozeretska I., 2005 - National Taras Shevchenko University of Kyiv, retrieved 9 February 2015

The Herbarium of Antarctic vascular plants *: http://www.terreco.univ.kiev.ua*

(13) Jimenez-Mejias P. *et al*., 2016 - Taxonomic and distribution notes on *Carex* (Cyperaceae) from the Neotropics. *Bol. Soc. Argent. Bot.* **51** (4), Córdoba dic.

http://www.scielo.org.ar

(14) Christian Bravard, voyageur naturaliste, site personnel bien illustré

www.planetefleurs.fr

(15) Station alpine Joseph-Fourier ; The flora of the Andes and Patagonia

https://www.jardinalpindulautaret.fr

Bibliographie

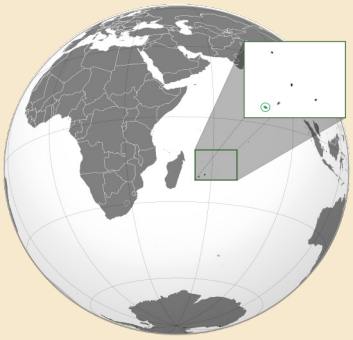
(i) Darwin C., 1875 - *Le voyage d'un naturaliste autour du monde 1831-1836,* traduction 1875, téléchargeable en pdf.

(ii) Freuler M. J., 2009 - *Cien orquideas argentinas*. Albatros, Buenos Aires, 128 p.

(iii) Moore D. M., 1983 - Flora of Tierra del Fuego, Missouri Botanical Garden, 396 p. (cette flore, illustrée de dessins au trait, comprend des informations sur la géologie, le climat, les sols, la chronologie des explorations botaniques, la végétation, les affinités géographiques).

(iv) Raspail J., 1981 - *Moi, Antoine de Tounens, roi de Patagonie*. Albin Michel, Paris, 297 p.

(v) Carte Michelin N° 788 au 1/2 000 000e



Voyage à La Réunion et bref aperçu de sa flore

Guillaume DELAUNAY
F-49250 LA MENITRE
delaunay.gc@orange.fr

Denise MOREAU (1927-2015). Pour nos nombreuses discussions inspirées autour de Jean-Baptiste. Bory de Saint-Vincent (1778-1846) et de Louis-Marie Aubert du Petit-Thouars (1758–1831), de leurs expéditions aux Mascareignes, de leurs voyages, de leurs herbiers, de leurs notes. In memoriam.

« La botanique, dans les régions tempérées, n'est que l'écho lointain et très assourdi d'un formidable opéra qui se joue sous l'Équateur. » Francis Hallé, in *Un monde sans hiver,* 1993.

À la famille Payet pour leur accueil si chaleureux au sein de « leur » île.

Résumé : Brève présentation de quelques éléments remarquables de la flore de La Réunion.

Mots-clefs : Flore des Mascareignes, La Réunion, France, outremer.

Abstracts : Short description of some flora remarkable elements from La Réunion.

Keyword : Mascarene Islands flora, La Réunion, France, overseas.

Introduction

Un heureux événement familial (mariage) en 2014 a été l'occasion d'un voyage en terres ultramarines. Outre les moments dédiés à la famille, du temps fut consacré à l'exploration de l'île, belle occasion d'observer sa flore exceptionnelle et merveilleuse, au hasard des sorties réalisées. L'appréhension de la flore tropicale est chose peu aisée pour un métropolitain. La flore est en effet plus riche et diversifiée, exubérante et luxuriante. D'ailleurs, cette dernière n'a que peu de points communs avec ce que l'on rencontre en métropole. Avant de rentrer dans la description naturaliste de l'île et de ce séjour, une petite description de l'île s'impose.

L'île de La Réunion est une île volcanique de l'océan Indien faisant partie de l'archipel des Mascareignes (avec Maurice et Rodrigues). Il s'agit d'une île récente à l'échelle des temps géologiques : elle est née d'un point chaud il y a environ trois millions d'années. Le point culminant est le Piton des Neiges qui domine l'île de son sommet à 3 069 m. Le Piton de la Fournaise, quant à lui, atteint 2 632 m. Ce dernier est un volcan toujours en activité ; il offre régulièrement le spectacle de ses grandes éruptions spectaculaires. Les coulées de lave de basalte y sont nombreuses, anciennes ou récentes, dont certaines se terminent dans la mer au niveau du Grand Brulé comme celles de 1975-1976, 1986 ou 1998. Au cœur du Parc naturel national, on peut visiter le volcan en traversant la Plaine des Sables puis le rempart de Bellecombe pour arriver finalement dans la caldera du volcan dans l'Enclos Fouqué et grimper sur les différents cônes volcaniques (Formica Leo, cratère Dolomieu, cratère Bory). En cœur d'île, il y a les trois cirques naturels : Mafate, Cilaos et Salazie, aux environnements et paysages particuliers et singuliers.

Formica Leo : le latin francisé donne Foumi-lion ou Foumilion. Il s'agit d'un insecte névroptère métropolitain qui crée de petits cratères dans lesquels ses proies tombent et ne peuvent ressortir.

Cratère Dolomieu : dédié à Déodat Gratet de Dolomieu (1750-1801), minéralogiste et géologue français.

Cratère Bory : dédié à Jean-Baptiste Bory de Saint-Vincent (1778-1846), naturaliste et géographe qui fut le premier à décrire le volcan et ses coulées de lave. Il fut aussi le descripteur de nombreuses nouvelles plantes présentes dans l'île. Une partie de ses collections, notamment quelques-unes de ses collectes aux Mascareignes, sont encore présentes au Musée botanique de la ville d'Angers.

Cette île est localisée à l'est de Madagascar, à environ 700 km, dans un climat tropical. Selon l'altitude, le flanc de l'île et l'exposition aux vents dominants, les caractéristiques climatiques locales varient, permettant le développement de climats allant des savanes sèches à la forêt tropicale en passant par des climats d'attitude ou à forte influence littorale. À noter que l'île est périodiquement soumise aux cyclones tropicaux avec des précipitations diluviennes et des vents violents dépassant les 200 km/h. Terre de contraste climatique, la pluviométrie annuelle varie de 1 à 12 m/an, d'ouest en est. Pour mémoire, il y a deux saisons annuelles : la saison des pluies (janvier-mars) et la saison sèche (mai à novembre).

L'île appartient à un point chaud de la biodiversité de la planète. Les points chauds de la biodiversité sont les lieux de la planète où il y a le plus de diversité biologique et notamment le plus d'endémisme. En 2008, l'UICN (Union internationale pour la conservation de la nature) a inscrit 104 espèces de sa faune et de sa flore sur la liste rouge des espèces menacées.

En 2007, le Parc national de La Réunion a été créé sur les hauts de l'île, le volcan et les restes de forêt primaire sur 105 447 ha. En 2007 également, la Réserve naturelle marine de La Réunion a été créée sur 3 500 ha pour ses récifs coralliens et la faune marine menacée. En 2010, le cœur de l'île a été classé au Patrimoine mondial de l'humanité pour son site dénommé « Pitons, cirques et remparts ».

En termes d'histoire, cette île n'a été découverte que très tardivement, sans doute par les Arabes au cours du Moyen Âge. Elle porta divers noms : Mascarin, Bourbon dès la conquête française de 1642, Réunion à partir de 1793, Bonaparte en 1806 et puis définitivement La Réunion à partir de 1848.

La Réunion, d'un point de vue administratif, est un DROM (département et région d'Outre-mer). Elle est donc dotée à la fois d'un conseil régional et d'un conseil départemental (depuis 1946). Il y a 24 communes et 5 communautés d'agglomération. C'est une région ultrapériphérique de l'Union européenne. La capitale de l'île est Saint-Denis-de-la-Réunion. En 2014, selon l'INSEE, l'île était peuplée de 842 767 habitants.

Méthodologie

D'un point de vue méthodologique, les herborisations se sont faites plus ou moins aléatoirement, au fur et à mesure de la découverte de l'île. Elles sont présentées classées par dates et lieux de visites. Les déterminations furent réalisées à partir de photos, de fragments récoltés et des notes prises sur le terrain. Le présent article est une synthèse de tous ces éléments. Il vise à faire partager les observations naturalistes réalisées, dont certaines concernent peut-être des observations inédites. Quelques illustrations sous forme de dessins sont fournies pour agrémenter la lecture et aussi dé-densifier le texte.

Plusieurs ouvrages et sites internet spécialisés ont été utilisés (voir bibliographie et webgraphie). Les noms vernaculaires donnés sont soit ceux entendus sur place, soit ceux issus des références citées ci-avant. Les noms latins et les familles de plantes sont, dans la mesure du possible, ceux de la Flore des Mascareignes et plus ponctuellement ceux de l'INPN ou de Tela Botanica considérant les évolutions récentes tant nomenclaturales que taxonomiques. Pour faciliter la lecture, peu de synonymes ont été donnés pour les noms vernaculaires, les noms scientifiques ou les familles. Les plantes endémiques sont marquées par un « ^{E} ».

Le 28 avril 2014

Débarquement immédiat ! L'avion arrive à Saint-Denis-de-la-Réunion, à l'aéroport Rolland-Garros (alt. 30 m). L'air chaud et tropical prend à la gorge dès la descente de l'avion. C'est l'heure de filer vite vers le parking de l'aéroport pour chercher une voiture de location. Une grande partie des passagers de l'avion ont eu le même réflexe ! Il faut donc faire un peu la queue. C'est l'heure de commencer à herboriser dans les plates-bandes du parking ! Quelques adventices traînent tels le Centrosème marron (*Centrosema virginianum* (L.) Benth., Fabaceae), liane à feuilles trifoliolées, invasive, originaire d'Amérique tropicale et subtropicale et naturalisée en Afrique et en Asie, l'Herbe blanche (*Parthenium hysterophorus* L., Asteraceae), plante originaire des Antilles et USA, répandue dans les régions chaudes du globe et le Bécabar bâtard (*Boerhavia diffusa* L., Nyctaginaceae), invasive et adventice des cultures, avec ses petits akènes « en massue » rassemblés au sommet des rameaux.

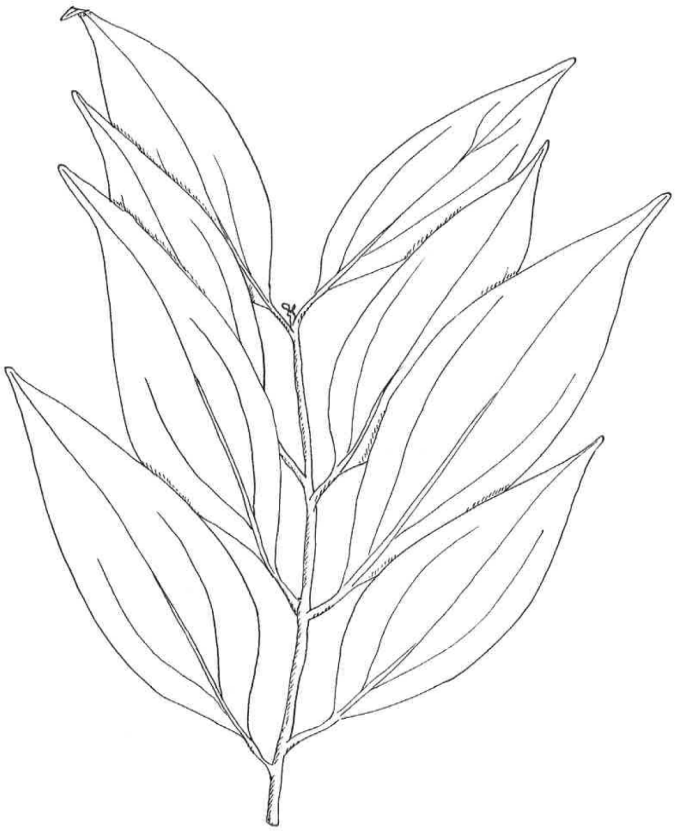


Figure 1. *Cinnamomum verum* L.

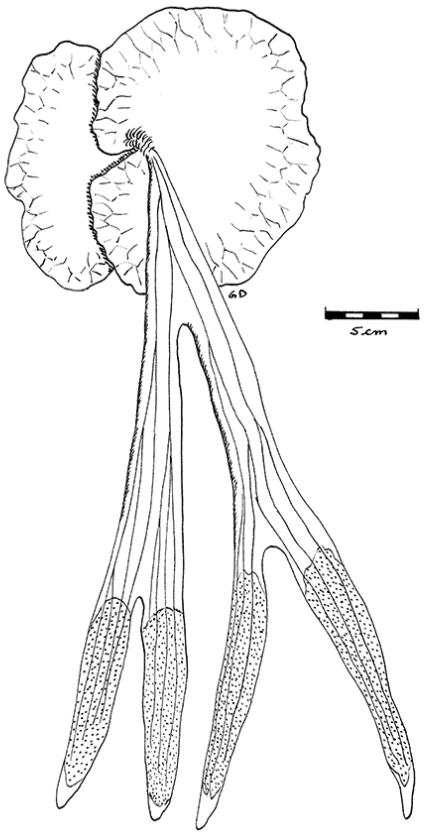


Figure 2. Platycerium alcicorne Desv.

La voiture récupérée, direction le sud de l'île, au Tampon, car c'est là que se trouve le logement ! Les valises sont posées rue Martinel-Lassays (alt. 550 m). Une fois délassés, exploration des environs. Le jardin permet de découvrir de premières plantes cultivées sous ses latitudes en plein air tels le Jasmin de nuit (*Cestrum nocturnum* L., Solanaceae), plante hautement toxique en tout point, mais qui embaume la nuit et décore le jour de ses grandes inflorescences jaunâtres fournies ; la Fougère corne-de-cerf (*Platycerium alcicorne* Desv., Polypodiaceae ; Figure 2), cultivée en pots et sur des vieilles souches de bois suspendues ; la Cannelle (*Cinnamomum verum* L., Lauraceae ; Figure 1) qui sert largement à parfumer le rhum arrangé typique de l'île ou le Goyavier (*Psidium cattleianum* Sabine, Myrtaceae) souvent cultivé, dont les fruits comestibles sont riches en vitamine C. Le Goyavier est identifié comme étant une peste végétale dans l'île. Le jardin, fort bien entretenu, présente cependant quelques

adventices logées au pied des palmiers comme le Jean Bélan (*Euphorbia hypericifolia* L., Euphorbiaceae), euphorbe prostrée pantropicale et pansubtropicale, invasive, ayant de grandes feuilles denticulées et des tiges glabres très ramifiées.

Un peu plus tard dans la soirée, notre hôte nous montre le Lingue café (*Mussaenda arcuta* Lam. *ex* Poir., Rubiaceae). Il s'agit d'un arbuste de 7 m de haut aux fleurs pentamères dorées à cœur, à feuilles coriaces simples et opposées. Sa répartition mondiale est limitée à La Réunion, Madagascar, Maurice et une partie de l'Afrique tropicale. Surprise ! Que fait cette espèce forestière sauvage, rare et menacée, dans son jardin ? Comment se fait-il par ailleurs que notre hôte dispose de connaissances botaniques si pointues ? Il nous explique alors que, sur l'île, cette espèce, comme une centaine d'autres ligneux endémiques, est cultivée dans les jardins privés, les délaissés routiers et autres espaces verts publics, dans le cadre d'un programme de sauvegarde des espèces endémiques et/ou menacées de La Réunion. Cet effort est notamment réalisé par l'association APN (Amis des plantes et de la nature). Cette initiative a permis d'éviter l'extinction de plusieurs espèces sur l'île. C'est également l'occasion pour les Réunionnais eux-mêmes de se réapproprier leur patrimoine naturel. À plusieurs occasions, il fut assez facile de discuter avec de nombreux habitants de nature, de botanique ! Et parfois de choses très pointues !

Après cette mise en bouche, un petit saut dans la rue en direction des premiers commerces. Toujours dans la rue Martinel-Lassays, un peu plus haut dans la rue, il y a une petite friche urbaine. Dans le fourré herbacé, il est possible de découvrir diverses plantes en mélange et en vrac désorganisé : le Tabac marron (*Elephantopus mollis* Kunth, Asteraceae), originaire d'Amérique tropicale, amphinaturalisée (c'est-à-dire non indigène mais devenu tellement présent qu'il est considéré comme intégré à la flore locale), caractérisé par ses inflorescences terminales denses d'où émergent rarement de petites fleurs blanches, le Sida à feuilles cordées (*Sida cordifolia* L. subsp. *cordifolia*, Malvaceae), petite malvacée originaire d'Asie tropicale à fleurs jaune pâle et à surface épidermique veloutée-tomenteuse, l'Herbe de Saint-Paul (*Themeda quadrivalvis* (L.) Kuntze, Poaceae), graminée élégante évoquant « un peu » nos avoines européennes, l'Immortelle (*Gomphrena celsioides* Mart., Amaranthaceae), plante des milieux ouverts, à basse altitude, adventice envahissante qui se reconnaît grâce à ses feuilles sessiles opposées, pileuses sur les deux faces et surtout son inflorescence blanche en têtes persistantes, et enfin, quelques buissons de Bringellier **marron** (*Solanum mauritianum* Scop., Solanaceae), à fleurs violettes disposées en corymbes portés au sommet d'une bifurcation, ses feuilles sont simples, grandes (jusqu'à 30 cm) et elliptiques, cunées et couvertes d'un beau feutrage laineux.

Marron : Cette épithète est régulièrement utilisée pour désigner des plantes de l'île. À l'époque coloniale, ce terme désignait un esclave fugitif. Appliqué à la botanique, par extension, il peut qualifier une espèce naturalisée, une espèce sauvage semblable à une espèce cultivée (soit par son aspect, soit par son usage).

Le 29 avril 2014

La journée est dédiée à l'exploration de la commune du Tampon et de ses environs immédiats.

Cette journée commence, à Grand-Tampon-les-Hauts, ca. 1 750 m, sur le bord de la RD 36 ; diverses adventices tropicales : la Patte lézard (*Phymatosorus scolopendria* (Burm. f.) Pic. Serm., Polypodiaceae ; Figures 3 et 4), l'Herbe fataque (*Panicum maximum* Jacq., Poaceae) et une sétaire (*Setaria sphaerocephala* (Schumach.) Stapf. & C.E. Hubb. *ex* M.B. Moss, Poaceae), plante probablement invasive sur l'île, à forte souche, originaire d'Afrique du Sud et d'Afrique tropicale, cultivée en de nombreux endroits.

Toujours au Tampon, au niveau de la ravine du Bras Rouge, il est possible de découvrir la Grosse trainasse (*Commelina benghalensis* L., Commelinaceae), plante à tiges vertes et à fleurs bleues, présente dans un fossé au pied d'un champ de cannes à sucre.

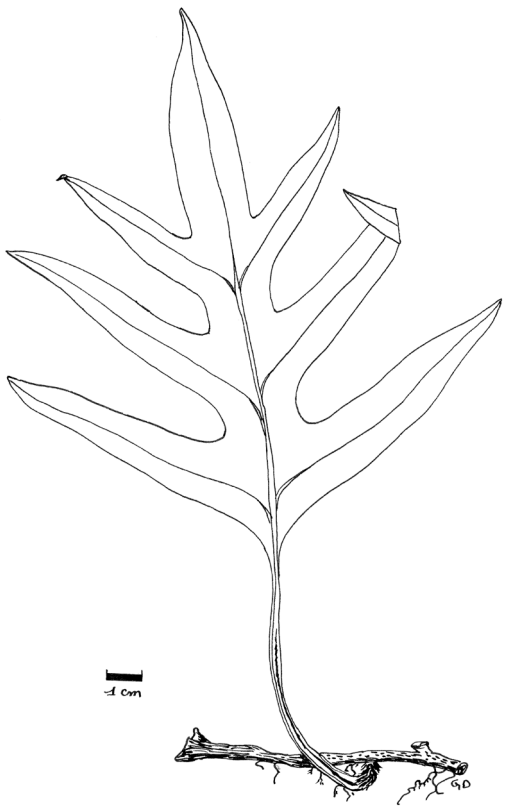


Figure 3. *Phymatosorus scolopendria* (Burm. f.) Pic. Serm. (forme adulte)

Figure 4. *Phymatosorus scolopendria* (Burm. f.) Pic. Serm. (forme juvénile)

Plus loin, dans la commune de La Plaine-des-Caffres, au Bois-Court vers 1 300 m, nous découvrons des « gazons », sorte de prairies à vaches dominées par la présence du Brome cathartique (*Bromus willdenowii* Kunth, Poaceae). Cela rappelle les prairies alpines ! En bords de prés, sur un sentier, il est possible de découvrir des ligneux tels que le Lantanier (*Lantana camara* L., Verbenaceae), invasive sur l'île ; nos premiers Cryptomerias (*Cryptomeria japonica* (L. f.) D. Don var. *japonica*, Taxodiaceae), le résineux le plus cultivé de l'île ; et nos premiers Filaos (*Casuarina equisetifolia* L., Casuarinaceae). Il y a aussi la Fougère-aigle australe (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn subsp. *capense* (Thunb.) C. Chr., Dennstaedtiaceae), plante de très grande taille par rapport aux plantes européennes, sous-espèce répandue à Madagascar, en Afrique (Sud, SE et Éthiopie), sur les bords du chemin de randonnée. Il y a également diverses herbacées parfois très couvrantes telles que la Houlque laineuse (*Holcus lanatus* L., Poaceae), dans une prairie plus ou moins artificielle type « atlantique », naturalisée ici, invasive ; l'Herbe bourrique (*Dactyloctenium aegyptium* (L.) P. Beauv., Poaceae) ; le Kyllinga (*Kyllinga bulbosa* P. Beauv., Cyperaceae), plante d'Afrique tropicale, et l'Althernanthère pourpre (*Alternanthera brasiliana* (L.) Kuntze, Amaranthaceae), plante ornementale introduite et naturalisée dans l'île dans les zones rudérales et perturbées, plante vivace à inflorescences blanches, disposées en capitules axillaires longuement pédonculés.

Le circuit de découverte se poursuit à La Plaine des Caffres. Un premier petit arrêt est réalisé au lieu-dit « La Petite Ferme », le long de la RD 36. C'est l'occasion de croiser deux adventices : la Renouée rose (*Polygonum capitatum* Buch.-Ham. *ex* D. Don, Polygonaceae) qui forme de délicats petits tapis roses et le Chiendent pied-de-poule (*Cynodon dactylon* (L.) Pers. var. *dactylon*, Poaceae), les mêmes qu'en Europe. Plus loin, de nouveau sur la commune du Tampon, sur les bords de la RD 3, au niveau de la Ville Blanche, altitude ca. 300-500 m, dans le fossé, c'est l'occasion de rencontrer des massifs d'une très belle fougère, le Dicranoptéride de Cadet (*Dicranopteris cadetii* Tardieu-Blot, Gleicheniaceae), aux grandes frondes dressées et herbacées, longues de 60-80 cm dont les pennes ultimes sont brusquement rétrécies et caudées au sommet et dont la coloration est très glauque. Autour de ces grands massifs de fougères, les espèces suivantes ont été contactées : la Rhodes Grass (*Chloris gayana* Kunth, Poaceae), plante paléotropicale ; la Pilée à petites feuilles (*Pilea microphylla* (L.) Liebm., Urticaceae), espèce invasive à La Réunion, vivant dans les milieux perturbés ombragés et humides, à port étalé, qui se multiplie par graines et par fragments raméaux ; la Cassie faux-mimosa (*Chamaecrista mimosoides* (L.) Greene, Fabaceae), espèce rudérale des tropiques de l'Ancien Monde, largement naturalisée sur l'île. Un peu plus loin, des champs de canne à sucre (ou canne noble ; *Saccharum officinarum* L., Poaceae) permettent de découvrir des adventices de cette culture particulière : le Pilipili ou Drymaire cordée (*Drymaria cordata* (L.) Willd. *ex* Schult., Caryophyllaceae), adventice courante des champs de cannes à sucre, l'Herbe rose (*Melinis repens* (Willd.) Zizka, Poaceae) et l'Herbe caille (*Tridax procumbens* L., Asteraceae), plante échappée du jardin des Pamplemousses (Maurice) vers 1840 et désormais répandue dans l'ensemble des Mascareignes.

Le circuit continue alors sur la commune du Tampon. L'arrêt suivant est réalisé à Notre-Dame-de-la-Paix, toujours le long de la RD 36, altitude ca. 1 750 m. Là encore pas mal de fougères : on remarquera la Pyrrosie lancéolée (*Pyrrosia lanceolata* (L.) Farw., Polypodiaceae ; Figure 5), plante d'Asie (Inde, Chine…), Afrique (C., E., zone tropicale) et de Polynésie ; la Fougère plume (*Adiantum raddianum* C. Presl, Adiantaceae), introduite dans de nombreuses régions du monde où elle s'est naturalisée (originaire d'Amérique, C., S., Brésil) et la Patte Lézard (*Phymatosorus scolopendria* (Burm. f.) Pic. Serm., Polypodiaceae) : forme juvénile (Figure 4), en épiphyte sur un tronc. Un peu plus loin, toujours en bords de talus, c'est le plaisir de découvrir deux endémiques caractéristiques de l'île : le Chasse-vieillesse[E] (*Faujasia salicifolia* (Pers.) C. Jeffrey, Asteraceae), plante présente dans les forêts entre 900 et 2 200 m dans les végétations éricoïdes et le Petit ambaville[E] (*Hubertia tomentosa* Bory var. *conyzoides* (Bory) C. Jeffrey, Asteraceae), bords de boisements, pionnière des laves.

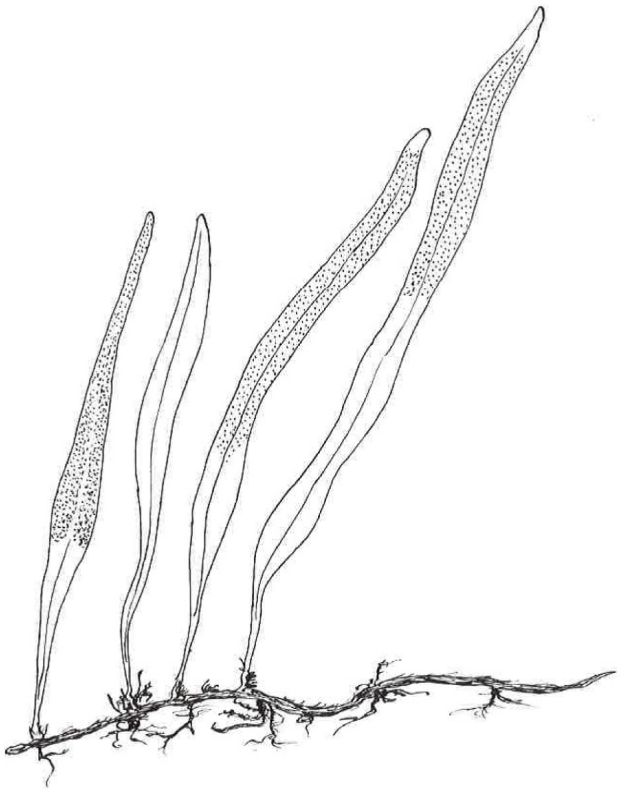


Figure 5. *Pyrrosia lanceolata* (L.) Farw.

Figure 6. *Bolbitis auriculata* (L.) Farw.

Le 30 avril 2014

Cette nouvelle journée est consacrée à l'exploration de l'extrémité SE de l'île, avec pour objectif final de découvrir les grandes coulées de lave issues du Piton de la Fournaise se terminant dans la mer. Pour y parvenir, nous avons réalisé plusieurs arrêts. À noter que c'est dans ce secteur de l'île, où les précipitations sont les plus importantes, que l'on cultive la très célèbre vanille Bourbon sur les troncs des arbres en forêt tropicale.

Le premier arrêt est réalisé à Saint-Philippe, au niveau du Vieux Port, à la pointe du Tremblet, altitude ca. 50-100 m. L'exploration du chemin forestier qui mène à la mer permet de découvrir une végétation luxuriante. Sur les affleurements de lave, il est possible d'observer de nouveaux massifs de Patte lézard (*Phymatosorus scolopendria*) : les deux formes « adulte sporulée » et « juvénile non pinnulées » se côtoient en un joyeux mélange qui désarçonne le botaniste qui croit y voir deux taxons distincts. Les graminées forment en cet endroit un joyeux mesclun au sein duquel on peut tout de même distinguer l'Herbe duvet (*Paspalum paniculatum* L., Poaceae), plante originaire d'Amérique, devenue presque pantropicale ; l'Herbe Tauère (*Paspalum conjugatum* P.J. Bergius var. *conjugatum*, Poaceae ; Figure 9).

Plus loin, à La Grande Pointe, un autre chemin forestier d'accès au littoral, sur des rochers basaltiques face à la mer, d'autres graminées tropicales : l'Eleusine des Indes (*Eleusine indica* (L.) Gaertn., Poaceae) ; l'Herbe de miel (*Stenotaphrum dilatatum* (L.) Brongn., Poaceae), plante pionnière des côtes maritimes, crée un gazon épais, dense, avec un maillage fortement réticulé formé de rhizomes et jeunes tiges plaquées au sol, résistant au piétinement ; le Chiendent pied-de-poule (*Cynodon dactylon*), plante très robuste et très grande, plus que ce que l'on observe généralement dans nos pays européens ; le Panic à feuilles

Figure 8. *Boehmeria penduliflora* Wedd. ex D.G. Long.

courtes (*Panicum brevifolium* L., Poaceae) ; le Chiendent-de-bœuf (*Stenotaphrum dimidiatum* (L.) Brong., Poaceae) et le Bothriochloa pertus (*Bothriochloa pertusa* (L.) A. Camus, Poaceae) sur la berme, plante native d'Europe, d'Asie et d'Afrique, naturalisée ailleurs. Parmi les basaltes, il y avait aussi des frondes de Fougère rivière ou Fougère noire (*Nephrolepis biserrata* (Sw.) Schott, Davalliaceae), pantropicale. Parmi les basaltes à nu, deux autres espèces remarquables sont à noter : le Gazon des Mascareignes (*Zoysia matrella* (L.) Merr., Poaceae), couvre-sol souvent semé, présent en mélange avec le Cochléaria du pays (*Centella asiatica* (L.) Urb., Apiaceae).

Nous reprenons alors la voiture et arrivons enfin à Saint-Philippe, au niveau du Grand Brulé, la fameuse coulée basaltique de 1943, altitude 137 m, le long de la RN 2 : il est possible de constater que la végétation commence à s'installer, mais encore timidement, surtout que le contraste est saisissant : en cet endroit on passe de la forêt sub-primaire luxuriante hyper-humide et sombre à un paysage ouvert, rocheux, quasi désertique ! Ces conditions écologiques singulières conviennent parfaitement à une flore pionnière et colonisatrice des flancs du volcan. Ainsi, dans les anfractuosités de la coulée basaltique de 1943, au pied du volcan du Piton de la Fournaise, il est possible d'observer quelques pieds de fougères : Néphrolépis (*Nephrolepis abrupta* (Bory) Mett., Davalliaceae) et l'Adiante hérissé (*Adiantum hispidulum* Sw., Adiantaceae) ; cette dernière a des frondes à segments ultimes couverts de poils raides sur les deux faces, son limbe a des ramifications dichotomes. Il s'agit d'une saxicole des altitudes inférieures à 1 000 m, vivant à l'ombre des talus. Il y avait aussi, près du parking et du belvédère à touristes, quelques pieds de Jean-Robert (*Euphorbia hirta* L., Euphorbiaceae). Au niveau du Grand Brulé de Takamaka, sur des basaltes, c'est l'occasion de contacter le Bolbitis auriculé (*Bolbitis auriculata* (Lam.) Alston, Lomariopsidaceae ; Figure 6), espèce lithophyte, présente sur les rochers moussus des anciens cratères et ravines.

La coulée de lave de 2007, une des plus récentes, permet d'observer d'autres espèces pionnières vivant sur les roches fraîchement formées. Dans une anfractuosité, vers 137 m d'altitude, d'autres espèces sont donc observables : la Fougère d'or des bas (*Acrostichum aureum* L., Adiantaceae), plante répandue dans toutes les régions tropicales de l'Ancien Monde, remarquable par ses sores jaune doré recouvrant toute la face inférieure des pennes ; le Ptéris rubané (*Pteris vittata* L., Pteridaceae) ; de nouveau le Fimbristyle en cyme (*Fimbristylis cymosa* R. Br., Cyperaceae) ; et le très beau Bois de chapelet (*Boehmeria penduliflora* Wedd. *ex* D.G. Long., Urticaceae ; Figure 8), plante pionnière des coulées de lave, originaire d'Asie tempérée et tropicale, sans doute introduite volontairement dans les années 1970 pour sa fibre, elle s'est depuis largement naturalisée.

Sur le retour, un dernier arrêt est réalisé à Petite Île, à Manapany, ca. 1 000 m. Une pelouse herbacée permet de voir la Flouve odorante (*Anthoxanthum odoratum* L., Poaceae), le Jambélon (*Kyllinga elata* Steud., *Cyperaceae*), la Fougère rivière ou Fougère noire (*Nephrolepis biserrata*), la Liane cochon ou patate marronne (*Ipomoea nil* (L.) Roth [= *Pharbitis nil* (L.) Choisy], Convolvulaceae), liseron à grande corolle bleu clair devenant violacée en vieillissant ; ce liseron est une plante ornementale naturalisée sur les bords de route, très couvrante ; elle est originaire d'Amérique tropicale, ses feuilles ont trois lobes fortement marqués. En ce lieu, ce liseron se mélange à trois autres lianescentes : l'Ipomée à feuilles de lierre (*Ipomoea hederifolia* L., Convolvulaceae), le Poc-poc (*Passiflora foetida* L., Passifloraceae), plante originaire du SE des États-Unis, le Bec martin ou liane toupie (*Thunbergia laevis* Nees, Acanthaceae).

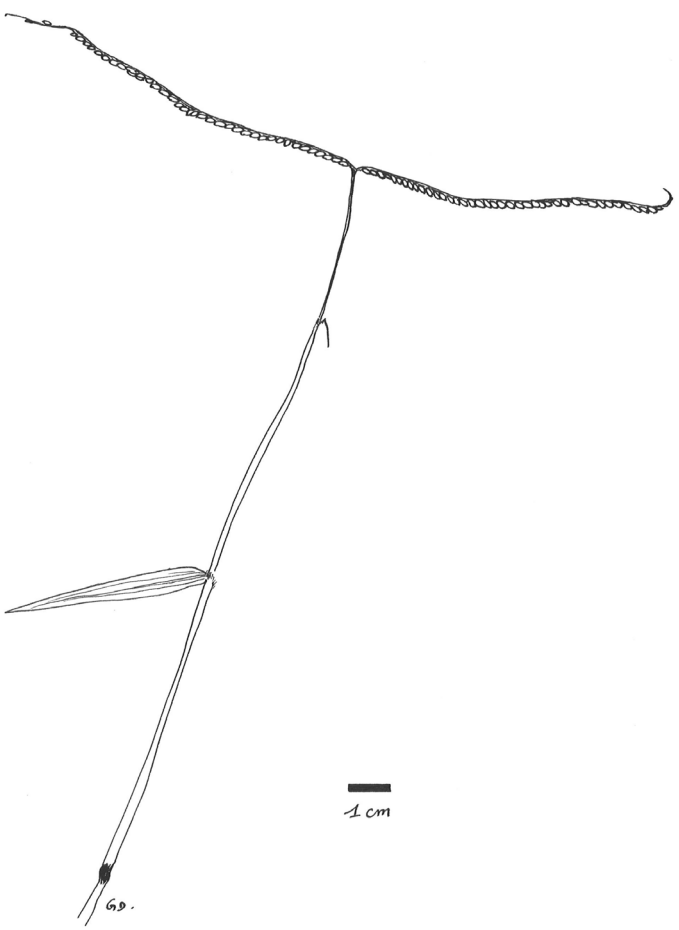


Figure 9. *Paspalum conjugatum* P.J. Bergius

Le 1er mai 2014

Fête du travail ne rime pas avec arrêt des activités naturalistes !

Nouvelle excursion en montagne. C'est l'occasion de faire comme les Réunionnais : ascension en voiture vers la route des tamarins pour y faire un pique-nique en altitude et au frais. L'arrêt casse-croûte a lieu aux Avirons, sur la RF 16 dans la forêt de Tévelave. En cet endroit, d'une altitude d'environ 1 600 m, il y a une falaise basaltique creusée d'un ravin avec un ruisseau très pentu et au cours rapide. Le coin est riche en observations. En voici la liste tous azimuts : le Grand polytric (*Polytrichastrum formosum* (Hedw.) G.L. Sm., Polytrichaceae) ; la Fleur jaune (*Hypericum lanceolatum* Lam. subsp. *angustifolium* (Lam.) N. Robson, Hypericaceae) ; le Branle vert[E] (*Erica reunionensis* E.G.H. Oliv., Ericaceae), plante pionnière des sols acides, entre 500 et 3 000 m ; la Brande filao[E] (*Erica arborescens* (Willd.) E.G.H. Oliv., Ericaceae) ; la Vigne marronne (ou raisin marron) (*Rubus alceifolius* Poir., Rosaceae) ; le Petit bégonia (*Begonia minor* Jacq. [= *B. nitida* Dryander *in* Aiton], Begoniaceae) ; la Boehémère à grandes feuilles (*Bohemeria macrophylla* Hornem., Urticaceae) ; le Paille sabre (*Machaerina iridifolia* (Bory) T. Koyama, Cyperaceae) ; le Tamarin des hauts (*Acacia heterophylla* (Lam.) Willd., Fabaceae) caractérisé par son hétérophyllie ; la Laîche des lièvres (*Carex leporina* L., Cyperaceae).

Dans les fourrés environnants, d'autres espèces sont remarquées : l'Herbe rose (*Melinis repens* (Willd.) Zizka, Poaceae), la Sélaginelle obtuse[E] (*Selaginella obtusa* (P. Beauv.) Spring, Selaginellaceae), la Fougère rivière (ou Fougère noire, *Nephrolepis biserrata*) pantropicale, la Sétaire verticillée (*Setaria verticillata* (L.) P. Beauv., Poaceae) à l'entrée d'un chemin forestier et le Pennisète pourpre (*Pennisetum purpureum* Schumach., Poaceae).

Sous des Cryptomérias (*Cryptomeria japonica* (L. f.) D. Don var. *japonica*), on peut remarquer des pieds de Boehmère à grandes feuilles (*Boehmeria macrophylla* Hanem., Urticaceae), espèce présente sur l'île au niveau des lisères forestières entre 300 et 2 000 m, le Bothriochloa pertus (*Bothriochloa pertusa* (L.) A. Camus, Poaceae), le très esthétique Lycopode penché (*Lycopodiella cernua* (L.) Pic. Serm., Lycopodiaceae) accompagné de fougères : la Fougère fourchue (*Dicranopteris linearis* (Burm. f.) Underw., Gleicheniaceae) et l'Asplénium de Fries (*Asplenium friesiorum* C. Chr., Aspleniaceae).

Au niveau du Grand Serré à Saint-Louis, le long de la RD 20, vers 800 m d'altitude, une plante héliophile des endroits secs est visible : il s'agit du Pelléa vert (*Pellaea viridis* (Forssk.) Prantl, Adiantaceae), espèce présente en Afrique (E., SE., S.).

Le 2 mai 2014

C'est jour de mariage ! Jour de pause naturaliste ! Le mariage a lieu au Tampon. En attendant la voiture nuptiale sur le parvis de l'église (alt. 650 m), il est possible de croiser quelques Eragrostis aimables (*Eragrostis amabilis* (L.) Wight & Arn. *ex* Nees, Poaceae), en touffes dispersées, localisées dans les anfractuosités du sol de la place, entre les pavés et les marches. Rappelons, car c'est de circonstance, qu'en anglais le nom vernaculaire de cette très belle graminée gracile et fine est *Japonese lovegrass* (herbe d'amour du Japon). Au-dessus, dans le ciel, passe un Papangue ou Busard de Maillard (*Circus maillardi* Verreaux, Accipitriformes). Cet oiseau est très rare, c'est le seul rapace nicheur endémique de l'Île. Il est classé en danger d'extinction selon l'UICN (classé « en danger » dans le classement de 2004).

Après la messe et les traditionnelles séances de photos, la fête a lieu à Entre-Deux, au niveau de la ravine des Citrons. On guinche jusqu'au bout de la nuit sous quelques Palmiers à sucre (*Caryota urens* L., Arecaceae), palmier à stipe solitaire, originaire de l'Inde et de Ceylan, aux folioles triangulaires si étranges et atypiques… On ne se refait pas !

Le 3 mai 2014

On se lève tard, c'est le retour du mariage ! Autre jour de pause naturaliste ! Bref passage à Bel Air au Tampon où dans un jardin se développe un curieux Cryptoméria faux-araucaria (*Cryptomeria japonica* (L. f.) D. Don cv. *'araucarioides'*). Ce cultivar élégant présente des épines qui sont plus nombreuses sur la tige.

Le 4 mai 2014

Cette journée est dédiée à l'exploration naturaliste d'un autre secteur de l'île : la zone des Makes.

Premier arrêt en altitude, après une ascension à flanc de volcan sur une route en lacets, à Saint-Louis, au niveau de la Fenêtre des Makes. En termes d'altitude, ce lieu est à environ 1 587 m. Il s'agit d'un belvédère naturel qui donne sur une grande falaise surplombant un grand ravin. C'est l'occasion de jeter un œil sur les premières fleurs de la journée : la Pâquerette des murailles (*Erigeron karvinskianus* DC., Asteraceae), invasive bien représentée sur les bermes et talus des bords de route, comme en Europe, la grande Patience d'Abyssinie (*Rumex abyssinicus* Jacq., Polygonaceae), avec ses longues feuilles hastées caractéristiques et le Colle colle (*Desmodium intortum* (Mill.) Urb., Fabaceae), adventice des champs de canne et envahissante, introduite comme plante fourragère dans les régions tropicales et bien présente en ce lieu.

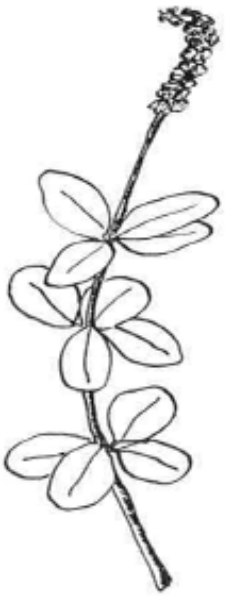


Figure 9. *Peperomia tetraphylla* (Forst.) Hook. & Arnot.

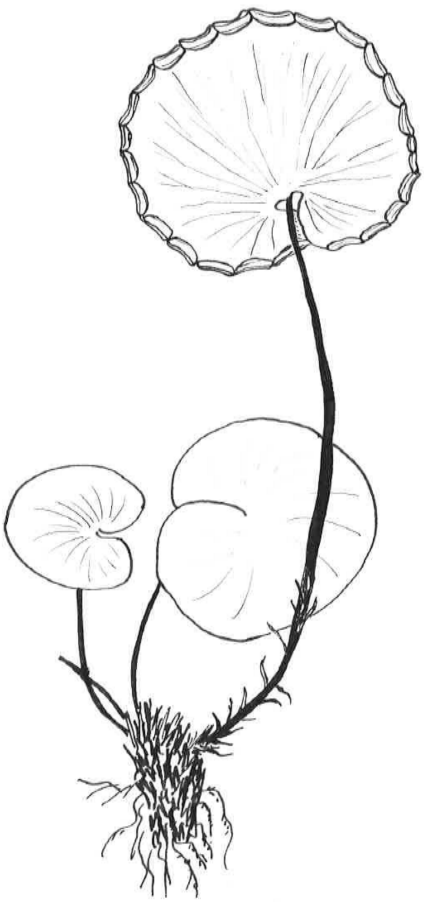


Figure 10. *Adiantum reniforme* L. var. *asarifolium* (Willd.) Sim

À partir de la Fenêtre des Makes, il est possible de prendre un sentier en direction de la forêt départementale domaniale des Makes. Cette ascension permet de découvrir une forêt « primaire » de Bois couleur, altitude ca. 2 000 m, en cours de reconstitution par l'ONF.

ONF : Office national des forêts. À noter que l'ONF a entrepris, depuis plusieurs années, en bordure du Parc national, de recréer les forêts indigènes disparues à la suite du développement intensif de la culture du cryptoméria.

C'est l'occasion de découvrir plusieurs plantes endémiques : le Bois de Laurent-Martin[E] (*Forgesia racemosa* J.F. Gmel., Escalloniaceae) ; le Mahot noir[E] (*Dombeya umbellata* Cav., Malvaceae) ; le Branle vert[E] (*Erica reunionensis* E.G.H. Oliv.). Dans les arbres, des usnées (*Usnea* sp., Usneaceae) pendent des branches des cryptomérias en compagnie d'autres épiphytes comme le Pépéromia à quatre feuilles (*Peperomia tetraphylla* (Forst.) Hook. & Arnot., Piperaceae ; Figure 9) et la Fougère ficelle (*Vittaria isoetifolia* Bory, Vittariaceae), épiphyte sciaphile des forêts humides de moyenne et haute montagne. À la redescente, quelques observations viennent compléter la liste : Le Pâturin annuel (*Poa annua* L. var. *annua*, Poaceae), exactement le même qu'en métropole ! Le Framboisier (*Rubus rosifolius* Sm., Rosaceae) : lui, en revanche, ce n'est pas le même que celui de nos montagnes ou de nos jardins ! Il y ressemble pourtant beaucoup. Dans des massifs de Faux-mimosa (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., Fabaceae), invasive originaire du Mexique, introduite sur l'île comme plante fourragère, nous découvrons des spécimens de Petite patte de lézard[E] (*Selaginella obtusa* (P. Beauv.) Spring). Plus loin, de beaux spécimens de Change-écorce (*Aphloia theiformis* (Vahl) Benn., Aphloiaceae) sont en fleurs : ses inflorescences sont en petits pompons blancs d'environ 15 mm de diamètre. Il s'agit d'un arbre présent en Afrique dans plusieurs endroits (Comores, Afrique du SE, Seychelles, Mascareignes, Madagascar).

En redescendant des Makes, dans la chaîne du Bois de nèfles, sur la RD 20, dans un bois de cryptomérias, c'est l'occasion de découvrir de très beaux et très odorants massifs de Longose jaunâtre (*Hedychium flavescens* Roscoe, Zingiberaceae). IL s'agit en effet d'une plante odorante et très ornementale ayant de grandes fleurs jaunes. C'est également une invasive omniprésente en sous-bois de cryptomérias, elle est originaire des zones orientales de l'Himalaya.

Le 5 mai 2014

Le 5, virée au cirque de Cilaos ! Premier arrêt à la cascade de l'Îlet du Bois Rouge. Nous effectuons une randonnée sur le GR R2, sur un circuit dont l'altitude varie entre 1 200 à 1 400 m. La marche à pied de la randonnée permet de découvrir pas mal d'espèces jusqu'alors non encore vues : la Fougère Tam tam[E] (*Adiantum reniforme* L. var. *asarifolium* (Willd.) Sim, Adiantaceae ; Figure 10), endémique des Mascareignes (régions montagneuses sèches, abritées, 500-1 200 m) ; la Prêle rameuse (*Equisetum ramosissimum* Desf. Equisetaceae), seule prêle indigène de l'île, vivant sur les alluvions humides dans les anfractuosités des rochers ; le Souchet (*Mariscus congestus* (Vahl) C.B. Clarke, Cyperaceae) ; la « doradille » (*Asplenium theciferum* (Kunth) Mett. var. *concinnum* (Schrad.) Schelpe, Aspleniaceae), épiphyte sciaphile en forêt humide ; le Souchet hispide (*Cyperus strigosus* L., Cyperaceae), le Souchet « faux-souchet » (*Cyperus cyperoides* (L.) Kuntze, Cyperaceae) et le Change-écorce (*Aphloia theiformis* (Vahl) Benn., Aphloiaceae).

De retour à la ville, dans les rues du Tampon, nous marchons sous les frondaisons d'Allamanda jaunes ou Liane à lait (*Allamanda cathartica* L., *Apocynaceae*), ornementale dont les fleurs ont des corolles de plus de 15 cm de diamètre ! Au pied des arbres plantés, un Blaireau de Cupidon (*Emilia sonchifolia* (L.) DC., Asteraceae), sorte de laiteron à fleurs violettes, adventice très répandue dans la rue.

Le 6 mai 2014

Départ tôt pour le volcan. Il faut partir avant le lever du soleil afin d'effectuer l'ascension aux aurores, d'éviter la pluie et de bénéficier du soleil levant sur la caldéra. Le Piton de la Fournaise est localisé sur les communes de Sainte-Rose et de Saint-Philippe. Le Pas de Bellecombe atteint 2 319 m. Autour du sommet du volcan, sur les pentes, il est possible d'observer quelques plantes isolées telles le Petit ambaville[E] (*Hubertia tomentosa* Bory var. *conyzoides* (Bory) C. Jeffrey, Asteraceae), plante pionnière sur les laves grossières et blocs massifs, dans les landes à éricoides ; le Branle vert[E] (*Erica reunionensis* E.G.H. Oliv.) ainsi que le Thym marron[E] (*Erica galioides* Lam., Ericaceae), plante des landes rases de l'île au-dessus de 1 500 m. Dans les fissures des coulées de laves de la caldera, on trouve quelques rares Psiadie argentée[E] (*Psiadia argentea* (Lam.) Cordem., Asteraceae). Il s'agit d'un petit arbrisseau dressé atteignant 60 cm. Cette espèce endémique est présente sur l'île entre 1 600 m et 2 600 m.

Au retour du Piton de la Fournaise, c'est la grande traversée de la Plaine des Sables. Il s'agit d'un plateau des hauts de La Réunion, subdésertique, couvert de scories. On y trouve quelques touffes de Millet des caffres[E] (*Pennisetum caffrum* Leeke, Poaceae ; cette graminée est une plante d'altitude facilement reconnaissable grâce à ses épis violacés) et de nouveau le Petit ambaville[E] (*Hubertia tomentosa* Bory var. *conyzoides* (Bory) C. Jeffrey).

Le soir, au retour de l'expédition pour le sommet du volcan, nous retournons au Tampon à Grand-Tampon-les-Hauts, dans le jardin créole de nos hôtes, altitude ca. 1 050 m, le long de la RD 36. Il s'agit du jardin créole dans toute sa diversité, son excellence, son exubérance végétale merveilleuse. Notre hôte versant dans la botanique et le plaisir du jardinage, c'est l'occasion de découvrir de nombreuses plantes cultivées sous les tropiques mais également de découvrir des ligneux endémiques de l'île, parmi lesquels des espèces des plus menacées de la planète ! La joie du botaniste en somme ! Le safari dans le jardin commence par le fameux Géranium rosat (*Pelargonium* cv. *'rosé'* ou *P.* ×*asperum* Ehrh. *ex* Willd. = *P. capitatum* H.E. Moore × *P. radens* L'Hér., Geraniaceae), dont l'île, et ce secteur insulaire en particulier, est l'une des aires principales culture de cette plante dans le monde. Elle a fait la réputation de l'île, sa fortune aussi. Plante originaire d'Afrique du Sud, elle fut introduite sur l'île vers 1870. Il s'agit d'une plante à parfum.

Dans la bananeraie, des bananiers ! Il s'agit de la Banane figue (*Musa* ×*paradisiaca* L., Musaceae). La taxonomie des *Musa* est complexe tant les hybrides et cultivars sont nombreux. Il s'agit ici de la banane que nous connaissons sur nos étals métropolitains, la grande banane jaune, sucrée. En cet endroit, sous les frondaisons des grandes feuilles, poussent le Combawa (ou Combava, *Citrus hystrix* DC., Rutaceae), agrume introduit aux Mascareignes au XVIII[e] siècle par Pierre Poivre. Ce curieux agrume épineux a un pétiole foliacé élargi et caractéristique. On utilise ses feuilles. Le Combawa est originaire de l'Indonésie. Plus loin, côte à côte, voisinent le Poivre noir (*Piper nigrum* L., Piperaceae ; Figure 11), liane cultivée pour ses baies, aromate originaire de la côte de Malabar ; le Caféier et ses deux variétés cultivées, le *robusta* et l'*arabica* (*Coffea arabica* L. var. *'robusta'* et var. *'arabica'*, Rubiaceae), le Carambole (*Averrhoa carambola* L., Oxalidaceae) et son fameux fruit étoilé ; des Théiers (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze, Theaceae), de petits pieds de Gingembre (*Zingiber officinale* Roscoe, Zingiberaceae) ; des Papayiers (*Carica*

papaya L., Caricaceae) et quelques pieds – pour les fleurs – de Cotonniers (*Gossypium hirsutum* L. var. *taitense* (Parl.) Roberty, Malvaceae). On notera aussi l'Ayapana (*Ayapana triplinervis* (Vahl) R.M. King & H. Rob., *Asteraceae*), originaire du Brésil, introduit vers 1800 dans les jardins de l'île, entré dans la pharmacopée française depuis le 1er août 2013, vendu par les tisaneurs, au pied duquel le Petit tamarin (*Phyllanthus urinaria* L., Phyllanthaceae), adventice et plante médicinale très répandue, pousse en gros tapis ras.

Figure 11. *Piper nigrum* L.

À côté de ces plantes condimentaires, alimentaires ou officinales, de nombreuses endémiques. Impossible de résister aux noms si joliment évocateurs et poétiques : le Bois de sable[E] (*Indigofera ammoxylum* (DC.) Polhill, Fabaceae), au curieux feuillage hétérophylle ; le Joli cœur[E] (*Pittosporum senacia* Putterl. subsp. *senacia*, Pittosporaceae) ; le Benjoin (*Terminalia bentzoë* (L.) L. f., Combretaceae) ; le Ti bois de senteur[E] (*Croton mauritianus* Lam., Euphorbiaceae) ; le Bois d'olive blanc[E] (*Olea lancea* L., Oleaceae), qui vit au-dessus de 200 m dans l'île ; le Bois d'arnette des hauts[E] (*Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. subsp. *angustifolia* (L. f.) J. G. West, Sapindaceae) ; le Bois de nèfles à grandes feuilles[E] (*Eugenia mespiloides* Lam., Myrtaceae) ; le Tan Georges[E] (*Molinaea alternifolia* Willd., Sapindaceae) et le Bois de Demoiselle[E] (*Phyllanthus casticum* Soy.-Will., Phyllanthaceae), plante indigène et présente aux Mascareignes, à Madagascar, au Timor, en Inde, aux Seychelles. Si facile de voir tant de plantes si rares dans un jardin de particulier…, même pas besoin d'escalader les pentes escarpées du volcan… Je suis tout de même heureux de pouvoir témoigner que les Réunionnais ont pris eux-mêmes en charge la sauvegarde de leur patrimoine naturel en créant des vergers et des bosquets conservatoires à droite et à gauche, sur l'île. Très belle initiative. *Konpliman.*

Non loin de sa maison, notre hôte dispose d'un verger, si tant est que ce terme métropolitain ait un sens sous les tropiques ! Toujours à Grand-Tampon-les-Hauts, ce dernier est vers 900 m d'altitude. L'occasion de découvrir des arbrisseaux cultivés sous ces latitudes tels que la Prune malgache (*Flacourtia jangomas* (Lour.) Raeusch., Salicaceae), la Mangue carotte (*Mangifera indica* L., Anarcadiaceae), le Litchi (*Litchi chinensis* Sonn., *Sapindaceae*) ; le fameux Quatre épices (ou Piment de la Jamaïque, *Pimenta dioica* (L.) Merr., Myrtaceae) ; le Jujubier (*Ziziphus mauritiana* Lam., Rhamnaceae) et le Goyavier de Chine (*Psidium cattleianum* Afzel. *ex* Sabine, Myrtaceae), plante originaire d'Amérique latine, invasive à La Réunion. C'est l'occasion de découvrir des saveurs, des parfums, des plaisirs inconnus. En contrebas, dans un champ de manioc, c'est l'occasion de découvrir les maniocs blanc et jaune (*Manihot esculenta* Crantz, *Euphorbiaceae*), tous deux cultivés en mélange. On les distingue par l'épaisseur des cinq lobes des feuilles (étroites chez le blanc ; épaissies chez le jaune). Dans ce champ de manioc, se développent des adventices courantes en zones chaudes et humides : l'Herbe-de-bouc (*Ageratum conyzoides* L., Asteraceae) et le Diodia (*Diodia dasycephala* Cham. & Schlechtend., Rubiaceae).

Le 7 mai 2014

La journée est consacrée à une traversée de l'île. Le temps est mauvais en cœur d'île, mais malgré cela plusieurs brefs arrêts botaniques furent réalisés.

Premier arrêt à Saint-Gilles-les-Bains, Cap la Houssaye au niveau du lieu-dit « les Combavas », le long de la RN 1a. En mélange anarchique, il est possible de découvrir l'Herbe à miel (*Melinis minutifolia* P. Beauv., Poaceae), belle graminée délicate à inflorescence rose tendre ; la Sporobole africaine (*Sporobolus africanus* (Poir.) Robyns & Tournay, Poaceae) plus robuste que l'espèce présente en métropole, mais franchement très similaire ; le Sorgho d'Alep (*Sorghum halepense* (L.) Pers., Poaceae), plante cultivée, sténonaturalisée ; la Cassie jaune ou épinard (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.) ; l'Euphorbe indienne (*Euphorbia hirta* L., Euphorbiaceae) ; le Campèche ou Tamarin de l'Inde (*Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. *in* Hook., Fabaceae), invasive d'origine américaine, et le Petit mimosa (*Desmanthus virgatus* (L.) Willd., Fabaceae), sous-arbrisseau naturalisé dans les parties basses de l'île, dans la savane, originaire d'Amérique tropicale et subtropicale. Dans le ciel passe un oiseau emblème de l'île, le fameux Paille-en-queue ou Phaéton à bec jaune (*Phaethon lepturus lepturus* Daudin, Phaethontidés) ; il s'agit d'un oiseau dont l'aspect rappelle la sterne mais avec une très longue queue.

Second arrêt, plus loin, à Saint-Gilles-les-Bains sur la plage de Cap Boucan Canot : peu de nouveautés. L'occasion de renoter l'Herbe pagode ou Cenchre épineux (*Cenchrus echinatus* L., Poaceae) et de nouveau le Campèche ou Tamarin de l'Inde (*Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth., Fabaceae).

Troisième arrêt en bord de route, dans la Plaine des Palmistes, au Pont Payet, altitude 683 m, sur les bermes de la RN 3 : c'est l'occasion de découvrir une Impatiente des jardins naturalisée (*Impatiens flaccida* Arn., Balsaminaceae) ; la Pervenche de Madagascar (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don, Apocynaceae) et le Gomphréna (*Gomphrena celosioides* Mart., Amaranthaceae), plante des milieux ouverts, à basse altitude, adventice envahissante. Ses feuilles sessiles sont opposées, pileuses sur les deux

faces.

Quatrième arrêt à Étang-Salé-les-Bains, vers la pointe des Avirons : dans la mer, de curieux herbiers marins monospécifiques d'Herbe à tortues (ou herbe tubulaire, *Syringodium isoetifolium* (Asch.) Dandy, Cymodoceaceae). Plus loin sur la plage, sur les sables tassés d'une rue allant vers la mer, ca. 10 m d'altitude, des massifs d'adventices tropicales d'Herbe à oiseaux ou Chloride barbue (*Chloris barbata* Sw., Poaceae), non indigène ; de Campèche ou Tamarin de l'Inde (*Pithecellobium dulce*) et de Véronique arbustive de Nouvelle-Zélande (*Hebe salicifolia* (G. Forst.) Pennel., Plantaginaceae), plante ornementale sténonaturalisée, qualifiée de « potentiellement invasive sur l'île » dans la flore des Mascareignes.

Cinquième arrêt à Sainte-Anne, sur la RD 3, au pied du pont suspendu : quelques pieds de Synédrelle (*Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn., Asteraceae), adventice pantropicale poussant sur les bermes. Plus loin, sur une autre berme au niveau de la ravine Saint-François, croissent des pieds de Nélitte d'Amérique (*Aeschynomene americana* L., Fabaceae), adventice tropicale.

Petite digression : une ravine à La Réunion, c'est un creux profond à flanc de volcan. Les précipitations y créent souvent des torrents violents et tumultueux, aux forces temporaires.

Sixième arrêt à Sainte-Rose, sur le parvis de l'église Notre-Dame-des-Laves, ca. 120 m. En 1977, les coulées de lave basaltique non dégradées se sont arrêtées sur le parvis de l'église. La lave s'est peu dégradée depuis 1977. Dans les fissures, des pieds de Fimbristylis en cyme (*Fimbristylis cymosa* R. Br., Cyperaceae ; Figure 12) et d'Oldenlandia en corymbe (*Oldenlandia corymbosa* L., Rubiaceae), adventice répandue dans toutes les régions chaudes, résistant au manque d'eau et de nutriments.

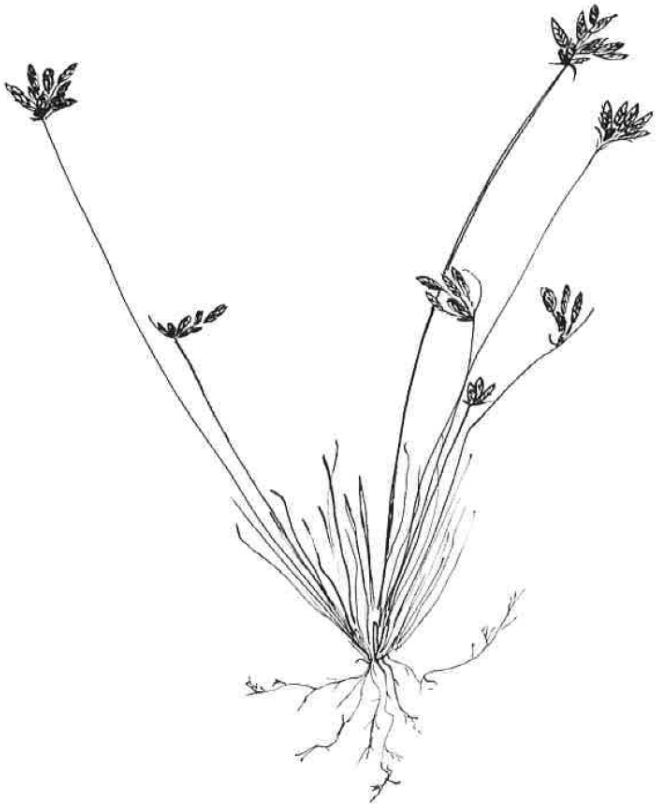


Figure 12. *Fimbristylis cymosa* R. Br.

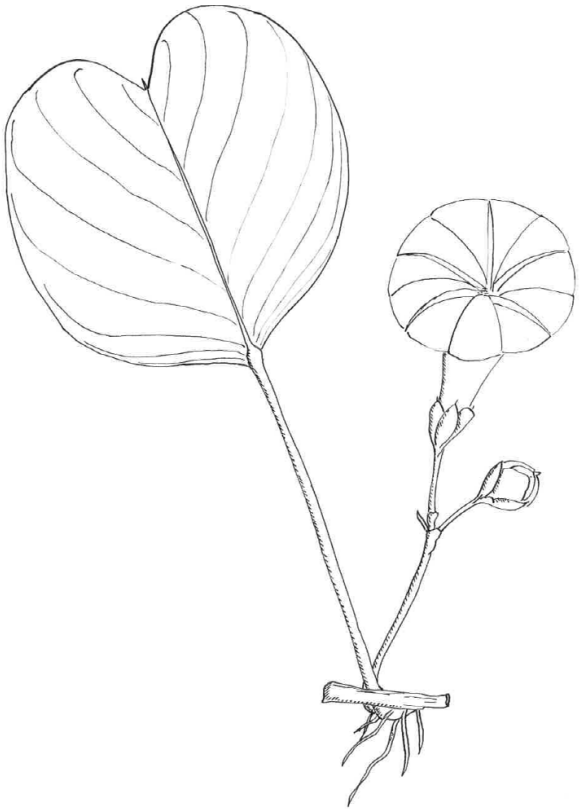


Figure 13. *Ipomea pes-caprae* (L.) R.Br.

Septième arrêt, à Saint-Denis, au lieu-dit La Jamaïque. Il s'agit d'une plage dont le trait de côte est envahi de Patate-à-Durand (*Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br. subsp. *brasiliensis* (L.) Ooststr., Convolvulaceae ; Figure 13). Cette espèce est invasive dans tous les territoires ultramarins en zone intertropicale. Ici, elle est parasitée par la Cuscute des champs (*Cuscuta campestris* Yunck., Convolvulaceae). Sur le parking, présence du Trèfle noir (*Desmodium triflorum* (L.) DC., Fabaceae), petite plante invasive pantropicale et pansubtropicale à feuillage trifolié caractéristique. Ce seront les dernières observations botaniques de cette journée, au demeurant bien remplie.

Le 8 mai 2014

Matinée *farniente*. Sur les hauteurs de la plage de l'Ermitage à Saint-Gilles-les-Bains, c'est l'occasion de croiser des Herbes pagode (ou gratte-cul, *Cenchrus echinatus* L., Poaceae), plante originaire d'Amérique du Nord et du Sud. Aïe, ça pique !

Nous effectuons un retour au Tampon, à Grand-Tampon-les-Hauts, dans le jardin créole de nos hôtes vers 1 050 m d'altitude. C'est l'occasion de découvrir de nouvelles espèces non encore vues lors des premières visites. Tout d'abord, des alimentaires et condimentaires : la Margose sauvage (*Momordica charantia* L., Cucurbitaceae) ; l'Avocatier (*Persea americana* Mill., Lauraceae) ; le Ti Piment Galabert (*Capsicum frutescens* L., Solanaceae), variété ancienne de piment aux fruits en groupes, pas mal cultivée sur l'île.
Les fruits de ce piment sont très petits, de moins de 1 cm de long, rouge vif, oblongs.] ; le Manguier (*Mangifera indica*) ; le Caloupilé (ou Kalopilé, *Murraya koenigii* (L.) Spreng., Rutaceae), plante condimentaire souvent associée au Massalé, épice réunionnaise, et enfin le Jacquier (ou Ti'jac, *Artocarpus heterophyllus* Lam., Moraceae) dont le fruit étonnant est un ensemble de drupes dont le poids varie de 1 à 36 kg ! Aussi appelé pomme de jacque. C'est l'occasion de croiser également deux espèces ligneuses endémiques de l'île : le Bois amer[E] (*Carissa spinarum* L., Apocynaceae) [menacée d'extinction sur l'île, cette plante est présente dans les régions tropicales d'Afrique, d'Asie du SE, d'Australie, de l'océan Indien ; quasi disparue dans la nature] ;

le très menacé Quinquina blanc[E] (ou quinquina pays, *Musseanda landia* Poir. *in* Lam. var. *landia*, Rubiaceae) et le Bois d'Osto[E] ou Antirhée de Bourbon (*Antirhea borbonica* J.F. Gmel. var. *borbonica*, Rubiaceae), présent dans les forêts humides de basse et moyenne altitude. Il y a aussi plusieurs adventices comme la Verveine marron (*Heliotropium amplexicaule* Vahl, Boraginaceae), adventice envahissante sur l'île, ses fruits sont collants ; l'Anis marron (*Cyclospermum leptophyllum* (Pers.) Sprague *ex* Britton & P. Wilson [= *Apium leptophyllum* (Pers.) F. Muell. *ex* Benth.], Apiaceae) ; l'Oldenlandie en corymbe (*Oldenlandia corymbosa*), adventice répandue dans toutes les régions chaudes, et le Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav., Solanaceae), originaire d'Amérique du Sud, introduite dans toutes les régions subtropicales.

Nous opérons un dernier arrêt à Saint-Joseph, au niveau du Piton Langevin, altitude ca. 200 m. Ce sont des buissons couverts de grandes et lourdes grappes roses qui attirent notre attention. Il s'agit en effet d'arbustes de Baies-roses (*Schinus terebenthifolius* Raddi, Anacardiaceae). Ils ont envahi les bas-côtés de la route. Il s'agit d'une espèce invasive sur l'île. Néanmoins, nous profitons de cet arrêt pour collecter ses fameuses baies au goût si spécifique à saveur résinoïde ! Ces dernières parfumeront notre cuisine de retour en métropole : crumble au saumon, tomates farcies…

Le 10 mai 2014

À l'ombre d'un grand Banyan ou Figuier des Banians (*Ficus benghalensis* L., Moraceae), à Sainte-Rose, au niveau de l'anse des Cascades, sur un ruisseau qui aboutit à la mer, nous remarquons des Faux-mimosas (*Leucaena leucocephala*) et quelques tiges de Larmes de Job (*Coix lacryma-jobi* L., Poaceae). Le grand Banyan est un arbre auquel sont parfois attachées des légendes ou des pratiques rituelles, notamment hindoues. Ce beau sujet « totémique » a le tronc gravé. Ses nombreuses racines pendant du tronc sont souvent nouées dans le cadre de vœux réalisés par les habitants. Ses fruits sont toxiques, sa sève est irritante. Les beaux sujets peuvent largement atteindre 30 m de haut, mais c'est la circonférence qui est la plus spectaculaire ! Il existe ainsi un spécimen en Inde qui a une circonférence de 412 m !

La seconde escale du jour est réalisée à Saint-Joseph, à la cascade du Trou noir, altitude ca. 500 m. Sur des rochers humides, nous rencontrons de petites espèces dans la strate muscinale : la Patte de lézard[E] (*Selaginella concinna* (Sw.) Spring, Selaginellaceae), assez commune sur l'île, dont le feuillage est plus dense que sur l'autre espèce observée au même endroit : la Petite patte de lézard[E] (*Selaginella obtusa* (P. Beauv.) Spring, Selaginellaceae). Il y a d'autres petites espèces de fougères dans les anfractuosités humides : le Trichomane à deux points (*Trichomanes bipunctatum* Poir. (= *Crepidomanes bipunctatum* (Poir.) Copel.), Hymenophyllaceae) et le Trichomane faux Sibthorpia (*Hymenophyllum sibthorpioides* (Bory *ex* Willd.) Mett. *ex* Kuhn, Hymnenophyllaceae), plante des rochers moussus humides, en forêts de basse à moyenne altitude.

Le troisième arrêt est effectué à Saint-Philippe sur un sentier botanique balisé, celui de Mare Longue. À 500 m d'altitude, nous contemplons un boisement où le Petit Natte (*Labourdonnaisia calophylloides* Bojer, Sapotaceae) s'épanouit en compagnie de quelques autres essences indigènes. Le bois est assez clair, car les troncs anciens sont puissants et la sous-strate forestière faiblement développée. Quelques orchidées épiphytes sont visibles, mais elles sont au stade végétatif.

Le 11 mai 2014

La fin du voyage approche. C'est l'heure de l'achat de souvenirs et de bibelots ! Direction Le Tampon centre-ville. Sous les Frangipaniers blancs (*Plumeria rubra* L. f. *acutifolia* (Poir.) Woodson, Apocynaceae) qui ombragent les rues, quelques pieds d'Herbe de rail (*Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson, Acanthaceae), plante originaire d'Afrique tropicale, d'Arabie et d'Asie tropicale ; naturalisée en Océanie, en Amérique du Sud et dans les Mascareignes.

Le retour à Grand-Tampon-les-Hauts permet de découvrir dans un champ de canne à sucre le long de la RD 36, ca. 900 m, une Orobanchacée à fleurs rouge vif : La Goutte de sang (*Striga asiatica* (L.) Kuntze, Orobanchaceae). Il s'agit d'une plante hémiparasite dans les cultures (maïs, canne à sucre) ; elle est originaire d'Asie et d'Afrique subsaharienne.

Un dernier regard nostalgique de voyageurs à Sainte-Rose, au niveau de l'anse des Cascades, sera l'occasion de faire la dernière observation botanique : l'Eragrostis délicate (*Eragrostis tenella* (L.) P. Beauv. *ex* Roem. & Schult., Poaceae), adventice non indigène, graminée gracile et très jolie, déjà rencontrée lors d'un précédent voyage.

Remerciements

Il est de ces voyages qui vous marquent à vie. Celui-ci sera sans nul doute de ceux-ci. Ce voyage, il fut rêvé depuis tant d'années… Avec une solide préparation botanique livresque, il a été possible de découvrir une part non négligeable de la flore réunionnaise sans pour autant tomber dans les affres d'un syndrome stendhalien…, tant les richesses et les beautés naturalistes furent nombreuses…, néanmoins menacées par l'aménagement et l'urbanisation rapide de l'île. Dans les bagages du retour, il y a de nombreux souvenirs, des couleurs, des parfums, des épices, des saveurs… Un grand merci à nos amis réunionnais : pour leur accueil festif et tellement généreux !

Bibliographie

Bosser J., Autrey J.-C. & Ferguson I.K., 1976 (et années suivantes) - *Flore des Mascareignes, La Réunion, Maurice, Rodrigues.* IRD Editions (France), Mauritius Sugar Industry Research Institute (République de Maurice) et du Royal Botanic Gardens de Kew (Royaune-Uni). Plusieurs tomes disponibles.

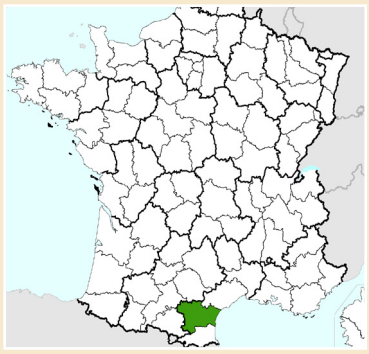
Dayrat B., 2003 - *Les botanistes et la flore de France, trois siècles de découvertes.* Ed. Muséum national d'histoire naturelle, collection Archives, Paris 690 p.

Lucas R., 2013 - *In ti kwin la kour pou bann plant andémik Laréunyon.* Surya éditions, 223 p.

Moreau D., 2000 - *Les botanistes angevins célèbres.* Ed. Société d'horticulture d'Angers et le Département de Maine-et-Loire, 19 p.

Webgraphie

Le site de l'INPN (http://inpn.mnhn.fr/) [Inventaire national du patrimoine naturel] est développé par l'État, la conduite scientifique de ce projet est assurée par le Muséum national d'histoire naturelle. Ce site donne une idée de la répartition française, notamment ultramarine, de nombreuses espèces citées, ainsi que des éléments sur la nomenclature.



Caractérisation des habitats de la Bézalado et de la Sagne Grande, commune des Martys (Aude, France)

Bruno de FOUCAULT
F- 11290 Roullens
bruno.christian.defoucault@gmail.com

Résumé – Une étude phytosociologique de deux marais à affinités atlantiques formant un complexe tourbeux sur le versant sud de la Montagne noire (commune des Martys, Aude) a permis de reconnaître plusieurs associations déjà bien connues et de décrire quatre associations nouvelles, le *Trocdario verticillati – Narthecietum ossifragi*, deux associations arborescentes (*Betulo pendulae – Pinetum sylvestris* et *Betulo pubescentis – Pinetum sylvestris*) et une association arbustive (*Frangulo alni – Ilicetum aquifolii*).

Mots clés – Montagne noire, bas-marais tourbeux atlantique, bois de *Pinus sylvestris*.

Abstract – A phytosociological study of an Atlantic complex peat bog (Montagne noire, Aude, France) includes the description of some classic plant communities and of some new ones (*Trocdario verticillati – Narthecietum ossifragi*, *Betulo pendulae – Pinetum sylvestris*, *Betulo pubescentis – Pinetum sylvestris* and *Frangulo alni – Ilicetum aquifolii*).

Keywords – Montagne noire, Atlantic peat bog, *Pinus sylvestris* forest.

L'auteur remercie M. Dupuis (Syndicat des bassins de la Clamoux, de l'Orbiel et du Trapel) de lui avoir confié cette expertise, ainsi que l'association Ecodiv pour en avoir hébergé la maîtrise d'ouvrage. Elle a été financée par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse et le Conseil départemental de l'Aude (que soit aussi remercié V. Dumeunier, service ENS).

I. Introduction

Le Syndicat des bassins de la Clamoux, de l'Orbiel et du Trapel (SB COT) a confié à Ecodiv un inventaire botanique, herpétologique et batrachologique, ainsi qu'une caractérisation des habitats de deux sagnes du revers sud de la Montagne noire, notamment pour évaluer les opérations de gestion menées sur l'une d'elles (Ecodiv, 2017). Nous en publions ici la partie phytosociologie des habitats. Cette expertise avait été programmée sur deux années, 2016 et 2017.

Si elle est bien connue au plan floristique, jusqu'à présent la Montagne noire n'a fait l'objet que de fort peu d'études phytosociologiques, tant sur le versant tarnais que sur le versant audois. À ce titre, on peut signaler le compte-rendu publié par Julve & de Foucault (1994), puis surtout celui de Fallour *et al.* (2013). Historiquement, il faut aussi signaler la contribution floristique qu'apporta Delpont (1895) à la suite de plusieurs visites sur ces sites.

II. Localisation des sites et généralités

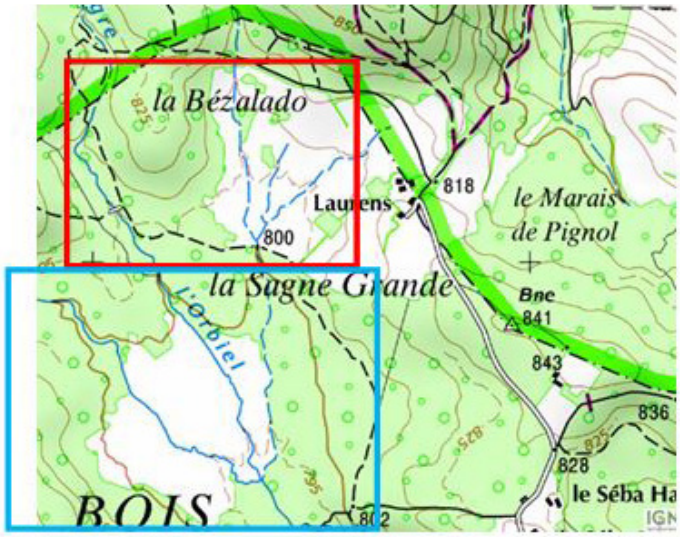
Les deux sagnes qui font l'objet de cette expertise consistent (Carte 1) en la Bézalado au nord (cadre rouge) et la Sagne Grande au sud (cadre bleu), vers les sources de l'Orbiel, aux confins de la limite départementale Aude–Tarn, sur la commune de Les Martys, vers les lieux dits respectivement « Laurens » et « Le Séba », à une altitude d'environ 800 m.

D'un point de vue phytogéographique, cette région se rattache à la zone dite « Montagne noire atlantique occidentale » dans le découpage de l'Aude en régions naturelles (Barreau *et al*., 2016), avec géologie dominée par les roches acides (granite, gneiss, micaschiste) et climat marqué par une influence atlantique notable.

Plus précisément le substrat géologique local est une granodiorite (« granitoïde du Lampy et des Martys ») d'un complexe plutonique remontant à l'ère primaire (Gèze, 1949 ; Bilotte *et al*., 1989).

La Bézalado se situe à l'ouest de « Laurens » et s'étend sur environ 40 ha (Carte 2). Cette sagne se présente comme un large marais topogène herbacé marqué de quelques bosquets et de rares boisements (Photo 1). Des rigoles et fossés la sillonnent par endroits. Elle est mise en valeur par du pâturage extensif équin. La régie technique du SB COT y a mené récemment des opérations de gestion pour en augmenter la diversité biocénotique.

Photo 1. Vue générale de la Bézalado.



Carte 1. Localisation des deux sagnes étudiées (extrait de Géoportail, © IGN).

Carte 2. La Bézalado (extrait de Géoportail, © IGN).

Carte 3. La Sagne Grande (extrait de Géoportail, © IGN).

La Sagne Grande, qui se situe à l'ouest de « Le Séba » et s'étend sur environ 27 ha (Carte 3), est très différente de la précédente, car elle se présente comme un grand marais largement boisé, d'ailleurs assez difficile d'accès. Elle est drainée par trois ruisseaux qui convergent pour finalement former l'Orbiel. Elle ne semble pas mise en valeur depuis la fin de la décennie 1960, ce qui a accéléré la dynamique végétale vers le boisement.

III. Méthodes d'étude

L'étude de la végétation des sagnes a suivi la méthode phytosociologique classique, affinée selon les méthodes de la phytosociologie synusiale (Gillet *et al*., 1991). Les associations végétales identifiées sont décrites au moyen de tableaux phytosociologiques détaillés (Tableaux 2 à 15). Dans un paragraphe qui suivra, nous les replacerons dans le système hiérarchique phytosociologique le plus récent possible, ainsi que leurs correspondances selon les référentiels d'habitats que sont *CORINE-biotopes*, *EUNIS* et l'annexe I de la *directive Habitats-Faune-Flore* affinée par les *Cahiers d'habitats* publiés par le Muséum national d'histoire naturelle de Paris.

Le référentiel nomenclatural suivi est celui de *Flora Gallica* (Tison & de Foucault, 2014). Pour gagner de la place, les noms des sous-espèces autonymes (ayant le même nom que l'espèce) sont réduits à leur initiale ; dans les tableaux phytosociologiques, * remplace « subsp. » ou/et « var. ». Les signes °, ! et j désignent des formes de taxons respectivement à vitalité réduite, à forte vitalité et juvéniles (pour les arbres, arbustes et arbrisseaux).

On évaluera aussi les modes de gestion mis en place sur la Bézalado et on analysera la situation de la Sagne Grande à partir d'une approche systémique, laquelle sera tentée pour relier entre elles certaines des associations décrites ; on utilisera une représentation graphique au moyen de flèches et de symboles systémiques (Gillet *et al*., 1991). Elle pourra constituer la base de préconisations de gestion écologique des habitats (de Foucault, 1988).

IV. Environnement végétal

Il est toujours intéressant de replacer des sites dans l'environnement végétal général du bassin versant, surtout pour des zones humides, car la qualité de l'eau et des biocénoses peut en dépendre largement.

Les deux sagnes sont environnées de forêts, plus précisément de hêtraies-chênaies à houx. Celle de la Bézalado (N 43° 26' 41,6'', E 2° 18' 17,5'', 817 m) peut être illustrée par les relevés suivants :
• synusie arborescente (7 taxons) : *Fagus sylvatica* 4, *Quercus petraea* *p. 2, *Sorbus aucuparia* *a. 1, *Fraxinus excelsior* 1, *Prunus avium* +, *Sorbus aria* +, *Castanea sativa* + ;
• synusie arbustive (7 taxons) : *Ilex aquifolium* 3, *Corylus avellana* 2, *Frangula alnus* *a. 2, *Crataegus monogyna* 2, *Lonicera periclymenum* *p. 1, *Fagus sylvatica* j +, *Abies alba* j + ;
• synusie herbacée vivace (23 taxons) : *Pteridium aquilinum* 2, *Stellaria holostea* 2, *Holcus mollis* *m. 2, *Rubus* sp. 2, *Viola riviniana* 1, *Teucrium scorodonia* 1, *Hedera helix* 1, *Lonicera periclymenum* *p. 1, *Lysimachia nemorum* +, *Veronica chamaedrys* *ch. +, *Conopodium majus* *m. +, *Lactuca muralis* +, *L. plumieri* +, *Fraxinus excelsior* j 3, *Fagus sylvatica* j 1, *Frangula alnus* *a. j 1, *Quercus petraea* *p. j 1, *Ilex aquifolium* j 1, *Sorbus aucuparia* *a. j +, *Prunus avium* j +, *Viburnum opulus* j +, *Crataegus monogyna* j +, *Castanea sativa* j + ;
• synusie herbacée annuelle (2 taxons) : *Moehringia trinervia* +, *Galeopsis tetrahit* +.

Globalement, cette flore sylvicole révèle un sol forestier à mull acide. À titre comparatif, les relevés suivants décrivent une forêt s'étendant au-dessus du lac du Lampy (N 43° 23' 48,5'', E 2° 10' 26,3'', 675 m ; 9 mai 2014), toutefois sur mull bien actif et avec synusie herbacée thérophytique bien caractérisée :
• synusie arborescente (5 taxons) : *Fagus sylvatica* 5, *Quercus petraea* *p. 3, *Fraxinus excelsior* 2, *Abies alba* +, *Ilex aquifolium* ! 1 ;

• synusie arbustive (4 taxons) : *Ilex aquifolium* 4, *Corylus avellana* +, *Hedera helix* 1, *Fagus sylvatica* j 2 ;
• synusie herbacée vivace (24 taxons) : *Conopodium majus* *m. 2, *Phyteuma spicatum* +, *Melica uniflora* 3, *Poa nemoralis* *n. 2, *Hedera helix* 2, *Sanicula europaea* +, *Teucrium scorodonia* +, *Galium odoratum* 2, *Lactuca muralis* +, *Veronica montana* 1, *Anemone nemorosa* 1, *Euphorbia amygdaloides* *a. 1, *Stellaria holostea* 1, *Viola riviniana* +, *Polygonatum multiflorum* +, *Ranunculus serpens* +, *Ficaria verna* +, *Narcissus pseudonarcissus* *ps. +, *Lonicera periclymenum* *p. 1, *Rubus* sp. 2, *Fagus sylvatica* j 3, *Fraxinus excelsior* j 3, *Ilex aquifolium* j 2, *Abies alba* j + ;
• synusie herbacée annuelle (9 taxons) : *Veronica hederifolia* 3, *Galium aparine* 1, *Galeopsis tetrahit* 1, *Geranium robertianum* +, *Moehringia trinervia* +, *Fallopia dumetorum* +, *Fraxinus excelsior* j 2, *Fagus sylvatica* j 1, *Acer pseudoplatanus* j +, qui peut se rattacher au classique ***Moehringio trinerviae–Geranietum robertiani***.

Au contraire, le boisement environnant la Sagne Grande (N 43° 26′ 45,2″, E 2° 18′ 29,8″, 805 m) correspond à un sol franchement acidifié, avec humus acide biologiquement très peu actif (mor) :
• synusie arborescente (3 taxons) : *Fagus sylvatica* 5, *Quercus petraea* *p. 1, *Sorbus aucuparia* *a. + ;
• synusie arbustive (8 taxons) : *Ilex aquifolium* 4, *Corylus avellana* 2, *Frangula alnus* *a. 1, *Malus sylvestris* +, *Fagus sylvatica* j 2, *Sorbus aucuparia* *a. j 1, *Castanea sativa* j +, *Sorbus aria* j + ;
• synusie herbacée vivace (10 taxons) : *Avenella flexuosa* *f. 4, *Pteridium aquilinum* 2, *Rubus* sp. 2, *Lonicera periclymenum* *p. 1, *Melampyrum pratense* +, *Solidago virgaurea* *v. +, *Jacobaea adonidifolia* +, *Quercus petraea* *p. j 2, *Ilex aquifolium* j 1, *Castanea sativa* j 1 ;
• lande sciaphile (5 taxons) : *Vaccinium myrtillus* 5, *Avenella flexuosa* *f. 2, *Pteridium aquilinum* 2, *Quercus petraea* *p. j 2, *Ilex aquifolium* j +.

On y remarque en effet la disparition de *Fraxinus excelsior* et *Prunus avium*, essences assez exigeantes au plan édaphique, de la géophyte *Conopodium majus*, de la synusie herbacée annuelle, alors qu'apparaissent significativement *Avenella flexuosa*, *Melampyrum pratense* et la lande sciaphile à *Vaccinium myrtillus*. Un second relevé de lande sciaphile a été effectué plus loin (relevé 37, 6 taxons) : *Vaccinium myrtillus* 5, *Lonicera periclymenum* *p. 1, *Avenella flexuosa* *f. +, *Pteridium aquilinum* +, *Frangula alnus* *a. j +, *Ilex aquifolium* j +,

qui montre que cette lande peut se rattacher au ***Lonicero periclymeni–Vaccinietum myrtilli*** décrit du nord de la France et de Basse-Normandie (de Foucault, 1994, 1998), dont l'aire peut donc être étendue jusqu'en Montagne noire. L'ourlet de ce boisement est à base de *Melampyrum pratense* et *Hypericum pulchrum*, rappelant ainsi l'***Hyperico pulchri–Melampyretum pratensis***, mais ici une tonalité sud-européenne est affirmée par *Prunella hastifolia* et *Cruciata glabra*, alors que *Prenanthes purpurea* indique des affinités montagnardes (relevé 42 non publié ici).

À la Bézalado, entre la forêt et la sagne, s'insèrent aussi des pelouses et des prairies mésophiles à mésohygrophiles non présentées ici, mais originales et particulièrement caractérisées par *Viola bubanii*, *V. tricolor* subsp. *saxatilis*, *Crocus nudiflorus*, *Gentiana lutea* subsp. *l.*, *Euphrasia officinalis* subsp. *rostkoviana*, *Knautia arvernensis*, *Helictochloa marginata*, parfois *Rhinanthus pumilus*.

V. Résultats sur la végétation de la Bézalado

Les résultats typologiques obtenus sur la végétation de la sagne du nord, la Bézalado, se répartissent en neuf tableaux détaillés (n° 2 à 10), le tableau synthétique 1 facilitant la comparaison floristique des premiers.

Ce tableau 1 montre que d'assez nombreux taxons sont communs à l'ensemble des syntaxons retenus ici : *Juncus acutiflorus, Trocdaris verticillatum, Molinia caerulea, Succisa pratensis, Agrostis canina* subsp. *c., Scorzonera humilis, Danthonia decumbens* subsp. *d., Carex panicea, C. echinata* subsp. *e., Dactylorhiza maculata, Potentilla erecta, Eriophorum angustifolium* subsp. *a., Luzula multiflora* subsp. *m., Briza media* subsp. *m., Genista anglica, Lotus pedunculatus, Holcus lanatus* subsp. *l.*, alors que *Cirsium palustre* et *Carex demissa* distinguent les trois premières associations.

Photo 2. Le ***Caro–Juncetum acutiflori***.

Le *Caro verticillati–Juncetum acutiflori*

Le premier marais décrit ici au moyen de six relevés (Tableau 1 : col. C-Ja ; Tableau 2) a une physionomie de prairie élevée (Photo 2) ; il se différencie des marais décrits plus loin par *Wahlenbergia hederacea*, *Lysimachia tenella, Epilobium palustre, Ranunculus flammula* var. *f., Carex laevigata, Anthoxanthum odoratum.* Il peut se rattacher au classique marais oligotrophile acidiphile atlantique qu'est le ***Caro verticillati–Juncetum acutiflori*** (rappel : *Carum verticillatum* = *Trocdaris verticillatum*), assez fréquent sur la façade occidentale française (de Foucault, 1984) et d'ailleurs déjà reconnu sur le versant sud de la Montagne noire (Fallour *et al*., 2013) ; notons que les formes de Montagne noire sont dépourvues de *Cirsium dissectum* et d'*Hydrocotyle vulgaris*, fréquents ailleurs en France dans ce type de marais.

Le *Trocadario verticillati–Narthecietum ossifragi*

Le second type de marais reconnu dans cette monographie (Tableau 1 : col. T-No a et b ; Tableau 3) occupe des niveaux topographiques plus bas que ceux occupés par le *Caro–Juncetum* précédent, donc sur des sols tourbeux plus engorgés et plus asphyxiques. Il se distingue essentiellement de ce dernier par l'absence de plusieurs taxons différenciant le *Caro–Juncetum* et surtout par la présence de *Narthecium ossifragum* ; *Eriophorum angustifolium* subsp. *a*. y trouve son optimum de développement (Photo 3).

Photo 3. Le ***Tocadario–Narthecietum ossifragi***.

Cette combinaison floristique avait déjà été notée lors d'une minisession phytosociologique précédente (Fallour *et al*., 2013) ; ce marais avait alors été rapproché de la classe des ***Oxycocco–Sphagnetea magellanici*** et de l'***Oxycocco–Ericion tetralicis***. De nouvelles réflexions associées à la consultation de la synthèse récente des ***Oxycocco–Sphagnetea*** (Thébaud, 2011) nous incitent à revenir sur cette interprétation, compte-tenu notamment de l'absence absolue de *Erica tetralix* dans cette sagne. Nous pensons qu'il faut décrire une association nouvelle, Le ***Trocdario verticillati–Narthecietum ossifragi*** *ass. nov. hoc loco* (*typus nominis* : rel. **46** de notre tableau 3), à rapprocher du ***Caro–Juncetum acutiflori*** plutôt que des ***Oxycocco–Sphagnetea***. Cette association semble exister aussi dans les monts de Lacaune comme le montre le relevé 20160610_R14 du tableau 9 de Guitton *et al*. (2016).

Ce tableau 3 montre l'existence de deux variations, à valeur de sous-association :

• ***typicum*** *subass. nov. hoc loco*, typifié par le type de l'association, différencié par *Rhynchospora alba*, *Hypericum elodes*, *Drosera rotundifolia*, *Carex nigra*, des dépressions les plus humides ;

• ***potentilletosum erectae*** *subass. nov. hoc loco* (*typus nominis* : rel. **20** de notre tableau 3), différencié par le taxon éponyme, *Scorzonera humilis*, *Danthonia decumbens* subsp. *d*., de jeunes *Betula pubescens*, des dépressions moins inondées.

Dans des niveaux encore plus bas, il existe rarement des dépressions tourbeuses à *Menyanthes trifoliata* dont deux relevés sont rassemblés dans le tableau 4 ; il s'agit d'un marais acidiphile de bas niveau topographique paucispécifique à rattacher au ***Junco acutiflori–Caricenion lasiocarpae*** (Photo 4), dont la différenciation écologique vis-à-vis du groupement suivant reste cependant à préciser, car les deux paraissent occuper les mêmes niveaux topographiques.

Photo 4. Le bas-marais flottant à *Juncus acutiflorus–Menyanthes trifoliata*.

Photo 5. L'***Hyperico–Potametum oblongi***.

L'*Hyperico elodis–Potametum oblongi*

Les dépressions pionnières inondables ouvertes dans les marais tourbeux (rigoles de circulation d'eau, zones décapées lors de la gestion écologique) se colonisent assez rapidement par de petits hélophytes amphibies oligotrophiles (Tableau 1 : col. H-Po ; Tableau 5), essentiellement *Hypericum elodes*, *Potamogeton polygonifolius* (syn. : *P. oblongus*), *Juncus bulbosus*. Cette combinaison signe clairement l'***Hyperico elodis–Potametum oblongi*** décrit initialement d'Irlande (Braun-Blanquet & Tüxen, 1952 ; Photo 5), bien représenté sur la façade atlantique française (de Foucault, 2010) et déjà cité antérieurement de la Montagne noire audoise (Fallour *et al*., 2013).

Le *Caro verticillati–Juncetum squarrosi*

Un des groupements les plus originaux de la Bézalado est sans aucun doute le bas-marais asséché rencontré à plusieurs reprises sur le site (Tableau 1 : col. C-Js a et b ; Tableau 6), caractérisé localement par *Carex binervis*, *C. pilulifera* subsp. *p*., *Juncus squarrosus*, *Pedicularis sylvatica* subsp. *s*., plus rarement *Spiranthes aestivalis* ; dans la strate muscinale nous avons reconnu la plus xérophile des sphaignes, *Sphagnum compactum*. Le tapis herbacé a tendance à craquer sous le pas, ce qui témoigne d'une certaine sécheresse estivale. Manifestement ce marais relève du ***Nardo–Juncion squarrosi***.

Photo 6. Le ***Caro–Juncetum squarrosi*** avec *Spiranthes aestivalis.*

Pour affiner son interprétation, il convient de le rapprocher d'autres unités de cette alliance telles que synthétisées par de Foucault (2012, tableau 8). Ainsi, à droite des douze relevés de la sagne (Tableau 6), nous avons rapporté les colonnes synthétiques des syntaxons retenus pour la France atlantique : ***Carici binervis–Nardetum strictae*** (B) et ***Caro verticillati–Juncetum squarrosi*** race planitiaire-collinéenne (C-1) et race montagnarde (C-2), en ne conservant que les taxons les plus significatifs. Malgré la présence de *C. binervis*, avec ses chaméphytes de lande hyper-atlantique (*Erica cinerea, E. tetralix* et *Ulex gallii*), notre groupement ne peut s'identifier au ***Carici–Nardetum*** ; relativement à la race planitiaire-collinéenne du ***Caro–Juncetum squarrosi***, notre groupement se distingue par la présence de *Lotus pedunculatus* et surtout l'absence de *Festuca filiformis*, *Galium saxatile*, *Pilosella officinarum*, *Erica tetralix*, *Wahlenbergia hederacea* (pourtant présent dans les marais voisins), absence confirmée aussi par le relevé unique rapporté par Fellour *et al.* (2013). Pour ne pas multiplier les associations, nous proposons finalement de définir ici une race originale du ***Caro–Juncetum squarrosi*** (Photos 6a et 6b).

Notre tableau 6 met en évidence deux variations nettes de notre syntaxon :
- l'une différenciée par *Euphrasia officinalis* subsp. *rostkoviana*, *Nardus stricta*, *Rhinanthus minor*, *Briza media* subsp. *m*., *Agrostis capillaris* var. *c*., *Anthoxanthum odoratum*, des situations plus xérophiles ;
- l'autre à *Genista anglica*, *Gentiana pneumonanthe*, *Narthecium ossifragum*, *Rhynchospora alba*, *Polygala serpyllifolia*, *Eriophorum angustifolium* subsp. *a*., *Carex echinata* subsp. *e*., des situations plus mésophiles.

L'origine de cette belle association est liée à un assèchement des bas-marais tourbeux, la tourbe évoluant alors vers un hydromor.

Les fourrés et les boisements hygrophiles

Au niveau paysager, des fourrés de saules marquent aussi la sagne, se superposant aux marais précédents. Sauf exception, sur ces substrats tourbeux oligotrophes, ils sont pauvres en taxons ligneux.

Seul le relevé 62 du tableau 7 est effectivement assez riche en taxons arbustifs ; il témoigne d'une richesse trophique du substrat plus élevée que les suivants, tout en restant nettement acidiphile. On peut le rapprocher du ***Lonicero periclymeni–Viburnetum opuli*** (Photo 7), initialement décrit du Morvan (de Foucault & Philippe, 1989) puis étendu à plusieurs régions acides de France (de Foucault & Royer, 2015).

Le tableau 7 rapporte aussi les trois relevés 8, 23 et 51 possédant en moyenne quatre taxons ; avec *Salix aurita*, *S. atrocinerea* et *Frangula alnus* subsp. *a*., on peut le rattacher à l'***Osmundo regalis–Salicetum atrocinereae*** (de Foucault & Royer, 2014 ; Photo 8), malgré l'absence ici d'*Osmunda regalis*, toutefois présent ailleurs en Montagne noire audoise (Laprade, par exemple).

Une saulaie plus haute et plus étendue en surface a aussi été étudiée (N 43° 26′ 13,4″, E 2° 18′ 26,3″, 813 m ; Photo 9a). La strate herbacée correspond au relevé 58 du tableau 7, qui apparaît comme un appauvrissement du ***Lonicero–Viburnetum opuli*** et pour cela rapproché du n° 62. La strate herbacée y est hétérogène, ce qui justifie de séparer :

• une végétation herbacée mésohygrophile (16 taxons ; Photo 9b) : *Caltha palustris* *p. 3, *Succisa pratensis* 3, *Valeriana dioica* *d. 3, *Angelica sylvestris* *s. 2, *Molinia caerulea* 2, *Ranunculus repens* 2, *Mentha arvensis* 2, *Holcus lanatus* *l. 1, *Cirsium palustre* 1, *Galium palustre* 1, *Athyrium filix-femina* 1, *Lotus pedunculatus* 1, *Epilobium palustre* 1, *Juncus effusus* 1, *Dryopteris carthusiana* +, *Dactylorhiza maculata* + ;

• une végétation herbacée de magnocariçaie colonisant une dépression en eau (7 taxons) : *Carex paniculata* *p. 4, *Viola palustris* 1, *Mentha arvensis* 2, *Galium palustre* 1, *Angelica sylvestris* *s. 2, *Caltha palustris* *p. 2, *Valeriana dioica* *d. 2.

Enfin a été relevée une chênaie-boulaie pionnière mésohygrophile (N 43° 26′ 45,2″, E 2° 18′ 12,8″, 812 m) :

• synusie arborescente (4 taxons) : *Populus tremula* 3, *Betula pubescens* (= *B. alba*) 3, *Quercus petraea* *p. 1, *Sorbus aucuparia* *a. +, qui correspond au ***Querco petraeae–Betuletum albae*** (de Foucault, 1994) ;

• synusie arbustive (9 taxons) : *Ilex aquifolium* 2, *Frangula alnus* *a. 2, *Lonicera periclymenum* *p. +, *Corylus avellana* +, *Crataegus monogyna* +, *Sorbus aria* j 1, *S. aucuparia* *a. j +, *Betula pubescens* j 1, *Populus tremula* j 1 ;

• synusie herbacée (17 taxons) : *Pteridium aquilinum* 3, *Melampyrum pratense* 2, *Avenella flexuosa* *f. 2, *Agrostis capillaris* *c. 2, *A. canina* *c. 1, *Hypericum pulchrum* +, *Scorzonera humilis* +, *Lonicera periclymenum* *p. 1, *Teucrium scorodonia* +, *Molinia caerulea* 2, *Succisa pratensis* 1, *Sorbus aria* j 2, *S. aucuparia* *a. j 1, *Frangula alnus* *a. j 2, *Ilex aquifolium* j 2, *Quercus petraea* *p. j +, *Cytisus scoparius* *s. j +.

La synusie herbacée correspond à une variation mésohygrophile de l'***Hyperico pulchri–Melampyretum pratensis*** (de Foucault & Frileux, 1983) différenciée par *Molinia caerulea*, *Succisa pratensis*, *Scorzonera humilis* et *Agrostis canina*.

Photo 7. Le ***Lonicero–Viburnetum opuli***.

Photo 8. L'***Osmundo–Salicetum atrocinereae***.

Quelques autres groupements

Plusieurs petits groupements occupant de faibles surfaces ne trouvent pas leur place dans les syntaxons présentés précédemment.

C'est par exemple le cas de la végétation de ce petit fossé illustrée par le relevé 49, sur 2 m², 85 %, 12 taxons : *Mentha arvensis* 3, *Ranunculus flammula* *f. 2, *Veronica scutellata* 2, *Lotus pedunculatus* 2, *Glyceria fluitans* +, *Juncus acutiflorus* 2, *J. effusus* 1, *Myosotis secunda* 1, *Cirsium palustre* +, *Hypericum elodes* 1, *Galium uliginosum* +, *Carex paniculata* *p. + ; il s'agit d'une prairie basse inondable acidiphile mésotrophile (Photo 10) qui est à rapprocher des syntaxons du ***Mentho arvensis–Eleocharition palustris***.

C'est aussi le cas de la végétation fontinale à *Stellaria alsine* et *Montia hallii* observée en un point le 3 mai 2017 (N 43° 26′ 42,8″, E 2° 18′ 22,7″, 800 m), correspondant au ***Stellario alsines–Montietum hallii*** (de Foucault, 2018 ; Photo 11).

C'est le cas encore d'un groupement à *Eleocharis multicaulis* décrit par les deux relevés du tableau 8 (Photo 12) ; il possède d'assez nombreux taxons en commun avec les bas-marais décrits précédemment sans s'identifier vraiment à l'un d'eux. Il se rapproche en revanche du ***Deschampsio setaceae–Agrostietum caninae*** surtout armoricain, correspondant à un pré tourbeux à fortes variations horizontales du plan d'eau et donc à forte dessiccation estivale (de Foucault, 1980, 1984), dont *E. multicaulis* est différentiel, mais il manque ici surtout *Aristavena setacea* (= *Deschampsia setacea*) et *Galium debile*.

À plusieurs reprises, ont été rencontrés dans les divers bas-marais deux chaméphytes, *Calluna vulgaris* et *Genista anglica* ; leur présence pourrait indiquer une évolution possible de ces marais vers une lande mésohygrophile caractérisée par ces deux taxons. Malgré nos recherches, aucune lande bien caractérisée n'a vraiment été rencontrée sur la Bézalado. Tout au plus, une petite lande affine a été relevée, mais plutôt au niveau d'une dalle de granite affleurante (tableau 9, rel. 12), et non en bas-marais, difficile à interpréter étant donné la pauvreté de la combinaison floristique (Photo 13).

Plus caractéristique semble celle décrite par le relevé 52, qui paraît prendre le relais du ***Caro–Juncetum squarrosi*** par dynamique progressive marquée par le développement massif des chaméphytes (Photo 14). Une lande semblable a aussi été reconnue par Fallour *et al*. (2013).

On peut y ajouter l'***Athyrio filicis-feminae–Blechnetum spicant***, initialement décrit du nord de la France (de Foucault, 1995), une lisière hygrophile oligotrophile à fougères marquant la limite de la sagne vers son extrémité ouest (relevé 92, 3 juillet 2017, N 43° 26′ 46,9″, E 2° 18′ 09,8″, 794 m, 9 taxons ; Photo 15) :
• *Athyrium filix-femina* 3, *Blechnum spicant* 3, *Carex laevigata* +, *Ranunculus flammula* *f. +,
• autres taxons : *Rubus* sp. 2, *Juncus effusus* 1, *Lonicera periclymenum* *p. 2, *Holcus lanatus* *l. 1, *Corylus avellana* j 2.

Le relevé 54 effectué au niveau d'une rigole inondable sur sol minéral, et non tourbeux, montre une combinaison de thérophytes inattendue dans ce paysage dominé par les taxons vivaces (6 taxons) : *Aira caryophyllea* +, *Aphanes australis* +, *Ornithopus perpusillus* 1, *Vulpia bromoides* +, *Poa annua* *a. 1, *Juncus bufonius* *b. 3 ; il s'agit d'une pelouse acidiphile du ***Thero–Airion praecocis*** infiltrée d'une hygrophile, *J. bufonius*, traduisant une humidité édaphique temporaire.

Ailleurs dans la Bézalado, d'autres thérophytes hygrophiles ont été reconnues, dont *Isolepis setacea*, mais sans structuration véritable d'un groupement identifiable. En revanche, on peut parfois observer la végétation amphibie vivace ouverte de niveau topographique moyen qui est ordinairement associée à un tel groupement (tableau 10) ; elle se rattache au ***Carici demissae–Agrostietum caninae*** décrit de France subatlantique à subcontinentale ; ici une faible tonalité atlantique est affirmée par *Trocdaris verticillatum* et *Lysimachia tenella*.

Essai systémique

Les groupements analysés dans les paragraphes précédents ne sont pas tous isolés les uns des autres ; plusieurs sont unis par des relations spatio-temporelles que l'on peut tenter de préciser, même si elles n'apparaissent pas toutes clairement.

Photo 9a. La saulaie, vue externe.

Photo 9b. La saulaie, strate herbacée interne.

Photo 10. Le fossé inondable à *Mentha arvensis* et *Veronica scutellata*.

Photo 11. Le ***Stellario alsines–Montietum hallii***.

Photo 12. Le groupement à *Eleocharis multicaulis*.

Photo 13. Lande sur dalle de granite.

Photo 14. Lande mésohygrophile.

Photo 15. L'***Athyrio–Blechnetum spicant*** de la Bézalado.

Il y a d'abord une dynamique progressive (symbole systémique ∞) évidente, celle qui relie des bas-marais plutôt herbacés aux saulaies arbustives puis à des formations arborescentes hygrophiles oligotrophiles :

Caro – Juncetum acutiflori Trocdario – Narthecietum ossifragi —∞→ *Osmundo – Salicetum atrocinereae* —∞→ Saulaie arborescente Aulnaie oligotrophile

Une autre dynamique observée est l'assèchement édaphique (a) qui relie le ***Caro–Juncetum acutiflori*** (et peut-être le ***Trocdario–Narthecietum ossifragi***) au ***Caro–Juncetum squarrosi*** puis à la lande à *Calluna vulgaris* :

Caro – Juncetum acutiflori (Trocdario – Narthecietum ossifragi) —α→ *Caro – Juncetum squarrosi*

α ↓

Lande à *Genista anglica – Calluna vulgaris*

VI. résultats sur la végétation de la Sagne Grande

La Sagne Grande est difficile d'accès et de cheminement (touradons de molinie, fourrés), il est déconseillé de l'aborder seul. Sa végétation a été approfondie lors de la seconde phase d'inventaire, en 2017 (début mai, puis juillet).

La moliniaie héliophile et le *Caro–Juncetum acutiflori*

Entre les boisements de saules ou de pins sylvestres, en mosaïque avec des landes à *Calluna vulgaris*, s'étendent de vastes moliniaies floristiquement très pauvres (Tableau 11 ; Photo 16) : outre *Molinia caerulea* avec une abondance-dominance de 5, développant des touradons rendant la progression difficile, on peut trouver çà et là *Narthecium ossifragum*, *Juncus acutiflorus*, *Eriophorum angustifolium* ; exceptionnellement, nous y avons rencontré *Eriophorum vaginatum*. La tonalité phytogéographique est ici très faiblement atlantique, de sorte qu'on peut rapprocher cette végétation du ***Junco acutiflori–Molinietum caeruleae*** à tonalité plutôt subatlantique.

Une seule fois, nous avons retrouvé au niveau d'un fossé un individu un peu appauvri du ***Caro verticillati–Juncetum acutiflori*** si bien représenté à la Bézalado (Tableau 2 : relevé 100).

Le relevé 79 correspond à une moliniaie plus hygrophile (7 taxons) : *Molinia caerulea* 5, *Viola palustris* +, *Potentilla erecta* +, *Scorzonera humilis* +, *Calluna vulgaris* +, *Sorbus aucuparia* *a. j +, *Frangula alnus* *a. j +.

La lande à callune

Les landes à bruyères sont malheureusement d'une grande pauvreté floristique, étant surtout réduites à *Calluna vulgaris* dominant *Molinia caerulea* ; des investigations plus fines et plus étendues permettent pourtant d'y trouver parfois aussi *Genista anglica* (Photo 17). Le tableau 9 en rassemble quatre relevés placés entre les 13, 52 et 93 de la Bézalado. La tonalité phytogéographique n'est aussi ici que subatlantique et non atlantique.

En associant les données des deux sagnes (Tableau 9), on constate que cette lande à *Genista anglica–Calluna vulgaris* présente deux variations, l'une plus hygrophile à *Molinia caerulea* et plus rarement *Eriophorum angustifolium*, l'autre plus mésophile à *Cytisus scoparius.*

Les fourrés

Le fourré extra-sylvatique éclaté au-dessus des moliniaies et des landes est marqué par la combinaison floristique originale de *Frangula alnus* subsp. *a*. et *Juniperus communis* subsp. *c*., ce dernier arbuste inattendu dans ce paysage pourtant plutôt hygrophile (Tableau 12). Mais on y retrouve toujours *Salix atrocinerea* comme dans l'***Osmundo–Salicetum atrocinereae*** de la Bézalado. Le présent groupement n'est sans doute qu'une variation de ce dernier, différencié par le genévrier commun.

La végétation forestière

La végétation forestière se partage entre deux unités principales : la pinède et l'aulnaie-boulaie à sphaignes.

La pinède

La pinède tout d'abord est assez largement répandue sur la Sagne Grande. La synusie arborescente, pionnière et héliophile, n'atteignant sans doute pas sa maturité sylvigénétique à cause de l'oligotrophie édaphique, n'associe que deux essences, *Pinus sylvestris* et *Betula pendula* (Tableau 13 ; Photo 18). Nous ne connaissons pas d'association végétale correspondant à cette combinaison, alors qu'il existe une association à *Betula pubescens–Pinus sylvestris* (voir par exemple Muller, 1986 : tableau 4 ; ***Betulo pubescentis–Pinetum sylvestris*** *ass. nov. hoc loco*, *typus nominis* : cf. encart) ; on peut donc définir un ***Betulo pendulae–Pinetum sylvestris*** *ass. nov. hoc loco* (*typus nominis* : relevé **78** du tableau 13 *hoc loco*). Elle correspond d'ailleurs aussi à la composante arborescente des pinèdes calcicoles étudiées en Champagne crayeuse par Thévenin & Royer (2001), ainsi que des pinèdes pyrénéennes (Gruber, 1978, tableau 59 : relevés 10 à 17). On en trouve par ailleurs une photographie chez Millarakis (1999 : 3) mais pas de relevé.

La synusie arbustive est parfois fragmentaire ou n'est guère distincte de l'***Osmundo–Salicetum atrocinereae*** à *Juniperus communis* (Photo 19).

Le sous-bois herbacé est souvent représenté par une molinaie du type ***Junco–Molinietum caeruleae***, mais différenciée par *Dryopteris carthusiana* en conditions semi-sciaphiles (Tableau 11, relevé 39, à rapprocher de la végétation à *D. carthusiana–M. caerulea* de la Bézalado, en V ; Photo 20) ; on peut parfois aussi y rencontrer *Blechnum spicant* et *Dryopteris dilatata*.

Photo 16. Moliniaie, lande et pinède sylvestre de la Sagne Grande.

Photo 17. La lande à *Genista anglica* et *Calluna vulgaris* de la Sagne Grande.

Photo 18. Vue de la boulaie-pinède de la Sagne Grande.

Photo 19. Vue de la strate arbustive à *Frangula alnus et Juniperus communis* sous la boulaie-pinède de la Sagne Grande.

Photo 20. La moliniaie sciaphile à *Dryopteris carthusiana*.

Encart nomenclatural

Définition du ***Betulo pubescentis–Pinetum sylvestris*** *nov*. : Tüxen, 1937 : 127, *sub* « ***Betuletum pubescentis ledetosum silvestris*** »), *typus nominis* : composante arborescente du relevé 817 (Philippsbourg, Waldheckerhübel, forêt domaniale de Hanau, sur 100 m², recouvrement de la strate arborescente 40 %, 4 taxons) du tableau 4 *in* Muller (1986) publié ici : *Pinus sylvestris* 2, *Sorbus aucuparia* subsp. *a*. +, *Betula pubescens* +, *Quercus robur* 1.

Ce ***Betulo pub.–Pinetum sylvestris*** et le ***Betulo pend.–Pinetum sylvestris***, ainsi d'ailleurs que le ***Querco petraeae–Betuletum albae*** B. Foucault 1994 cités à propos de la Bézalado, peuvent être rattachés au ***Betulo pendulae–Quercion petraeae*** Gillet *ex* B. Foucault & Gillet *in* B. Foucault *all. nov. hoc loco* [syn. : ***Betulo pendulae–Quercion petraeae*** Gillet 1986 (*Les phytocénoses forestières…* : 453) *nom. ined*. ; ***Betulo pendulae–Quercion petraeae*** Gillet *in* Julve 1993 (*Lejeunia*, NS, **140** : 119) *nom. inval*. (art. 2b, 8), *typus nominis* : ***Betulo pendulae–Pinetum sylvestris*** B. Foucault *nov*.], alliance à inclure dans les ***Betulo pendulae–Quercetalia petraeae*** Gillet *ex* B. Foucault & Gillet *in* B. Foucault *ordo nov. hoc loco* [syn. : ***Betulo pendulae–Quercetalia petraeae*** Gillet 1986 (*Les phytocénoses forestières…* : 453) *nom. ined*. ; ***Betulo pendulae–Quercetalia petraeae*** Gillet *in* Julve 1993 (*Lejeunia*, NS, **140** : 119) *nom. inval*. (art. 2b, 8) ; *typus nominis* : ***Betulo pendulae–Quercion petraeae*** Gillet & B. Foucault *in* B. Foucault *nov.*].

L'aulnaie-boulaie oligotrophile

Sur les marges de la Sagne Grande, on doit souvent traverser des aulnaies-boulaies oligotrophiles à sous-bois muscinal de sphaignes.

La synusie arborescente combine donc *Alnus glutinosa* et *Betula pubescens* (Tableau 14–synusie A, relevés 74, 83, 87) ; à signaler aussi une chênaie à *Betula pendula* (Tableau 14, relevé 94).

La synusie arbustive correspond à un fourré oligotrophile à *Ilex aquifolium*, *Corylus avellana*, *Lonicera periclymenum* subsp. *p*., *Frangula alnus* subsp. *a*. qui ne reflète guère l'hydromorphie attendue compte tenu de la synusie arborescente (Tableau 14–synusie a), en dehors du relevé 84 qui semble se rattacher au ***Lonicero periclymeni–Viburnetum opuli*** déjà cité à la Bézalado. La combinaison *Ilex aquifolium–Frangula alnus* ayant déjà été rencontrée en IV, on peut s'interroger sur le statut phytosociologique d'un tel fourré. Le tableau 15 rapproche les six relevés publiés au long de cet article et ajoute à droite la colonne synthétique des huit relevés du tableau 2 décrivant le ***Frangulo alni–Ilicetum aquifolii*** *prov*. de la New Forest (sud du Royaume Uni) publié par Géhu (1975). On voit clairement la parenté synsystématique entre les deux populations de relevés, répartis selon deux races (l'une de Montagne noire à *Corylus avellana* et *Abies alba* j, l'autre de New Forest à *Taxus baccata* j…), cette parenté autorisant la validation définitive de cette association : ***Frangulo alni–Ilicetum aquifolii*** Géhu & B. Foucault *in* B. Foucault *ass. nov. hoc loco*, *typus nominis* : composante arbustive du relevé 7 du tableau 2 *in* Géhu (1975, *Colloq. Phytosoc*. **III** : 135).

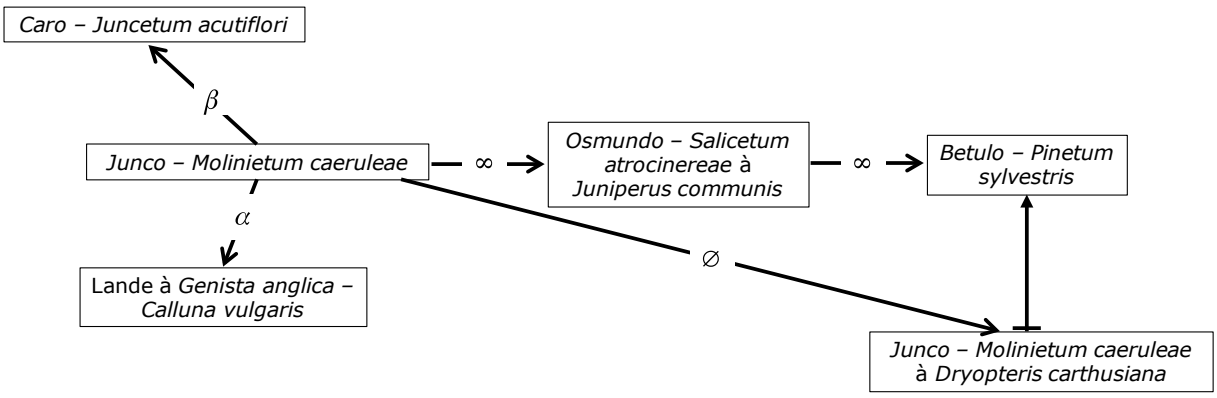
La synusie herbacée (Tableau 14–synusie H) est au contraire loin d'être homogène selon les caractères du sol forestier. En commun aux quatre relevés, on note surtout *Molinia caerulea* et *Lonicera periclymenum*. Alors que le relevé 85 est extrêmement pauvre, les trois autres partagent *Carex pilulifera*, *Pteridium aquilinum*, *Dryopteris carthusiana*. Les relevés 89 et 95 correspondent à un sous-bois herbacé oligotrophile développé sur humus acide type moder à moder/mor, comme l'indique la présence de *Convallaria majalis*, *Luzula sylvatica*, *Avenella flexuosa*, *Vaccinium myrtillus*.

La chute d'arbres y induit l'ouverture de chablis dont les trous plus ou moins inondés se recolonisent par *Wahlenbergia hederacea, Lysimachia nemorum, Ajuga reptans, Oxalis acetosella, Polygonatum multiflorum, Briza media* subsp. *m*., *Teucrium scorodonia* et des sphaignes.

Sur les rives subverticales des petits ruisselets acides traversant ces boisements, on peut enfin observer aussi des « banquettes à fougères », surtout marquées par *Athyrium filix-femina* et *Blechnum spicant*, par exemple avec le relevé 40 (N 43° 26' 14,7'', E 2° 18' 21,4'', 810 m), sur 2 m², 75 %, 6 taxons) : *Blechnum spicant* 3, *Athyrium filix-femina* 3, *Lonicera periclymenum* **p.* 2, *Rubus* sp. 1, *Filipendula ulmaria* +, *Quercus petraea* **p*. j 1 ; il se rattache à l'***Athyrio filicis-feminae–Blechnetum spicant***, déjà cité de la Bézalado (Photo 15).

Essai systémique

À partir de la moliniaie héliophile, une humidification édaphique (b) par surcreusement du substrat peut restaurer le ***Caro–Juncetum acutiflori***, alors que l'assèchement (a) favorise l'envahissement par la lande à callune et que la dynamique progressive (¥) mène au fourré à *Juniperus communis* puis au ***Betulo pendulae–Pinetum sylvestris***, dont l'ombrage (obscurcissement Æ) modifie en retour le ***Junco–Molinietum*** initial en moliniaie à *Dryopteris carthusiana* subordonnée à la pinède.



VII. Synthèse synsystématique et correspondances d'habitats

La présente partie synthétise les principales unités phytosociologiques reconnues sur les deux sagnes, avec leurs autorités (abrégées selon les normes habituelles en phytosociologie). Le tableau qui suit cette liste précise les correspondances avec les référentiels d'habitats classiques : *CORINE-biotopes*, *EUNIS*, ainsi que leur éventuelle inscription à l'annexe I de la directive européenne Habitats-Faune-Flore (habitats génériques, affinés en habitats élémentaires selon les *Cahiers d'habitats Natura 2000* ; Bensettiti, 2002, 2005).

AGROSTIO STOLONIFERAE–ARRHENATHERETEA ELATIORIS B. Foucault *in* B. Foucault & Catteau 2012
- *AGROSTIENEA STOLONIFERAE* B. Foucault *in* B. Foucault & Catteau 2012
  - *Deschampsietalia cespitosae* Horvatić 1958
    - ***Mentho arvensis–Eleocharition palustris*** B. Foucault *in* B. Foucault & Catteau 2012

CALLUNO VULGARIS–ULICETEA MINORIS Braun-Blanq. & Tüxen *ex* Klika *in* Klika & Hadač 1944
- *Ulicetalia minoris* Quantin 1935
  - ***Ulicion minoris*** Malcuit 1929
    - Lande à *Genista anglica–Calluna vulgaris*

CARICETEA NIGRAE den Held & V. Westh. *in* V. Westh. & den Held 1969
- *MOLINIO CAERULEAE–CARICENEA NIGRAE* B. Foucault 1984
  - *Junco acutiflori–Caricetalia nigrae* Julve 1983
    - ***Juncion acutiflori*** Braun-Blanq. 1947
      - *Caro verticillati–Juncetum acutiflori* (Lemée 1937) Korneck 1963
      - *Trocdario verticillati–Narthecietum ossifragi* B. Foucault *nov*.
      - Gr. à *Eleocharis multicaulis*
      - *Carici demissae–Agrostietum caninae* B. Foucault *in* J.-M. Royer *et al*. 2006
      - *Junco acutiflori–Molinietum caeruleae* Tüxen & Preising 1951
  - *Scheuchzerietalia palustris* Nordh. 1936
    - ***Caricion lasiocarpae*** Vanden Berghen *in* Lebrun *et al.* 1949
      - *Junco acutiflori–Caricenion lasiocarpae* (Julve 1993) J.-M. Royer *in* Bardat *et al.* 2004
      - Gr. à *Juncus acutiflorus–Menyanthes trifoliata*

FRANGULETEA ALNI Doing *ex* V. Westh. *in* V. Westh. & Den Held 1969
- *Salicetalia auritae* Doing *ex* Krausch 1968
  - ***Osmundo regalis–Myricion gale*** Julve *ex* B. Foucault & J.-M. Royer 2014
    - *Osmundo regalis–Salicetum atrocinereae* Braun-Blanq. & Tüxen 1952
  - *Rubetalia plicati* H.E. Weber *in* Ri. Pott 1995
    - ***Frangulo alni–Pyrion cordatae*** Herrera *et al*. 1991
      - *Frangulo alni–Ilicetum aquifolii* Géhu & B. Foucault *in* B. Foucault *nov.*

FRAXINO EXCELSIORIS–QUERCETEA ROBORIS Gillet *in* Julve 1993
- *Betulo pendulae–Quercetalia petraeae* Gillet *ex* B. Foucault & Gillet *in* B. Foucault *nov.*
  - ***Betulo pendulae–Quercion petraeae*** Gillet *ex* B. Foucault & Gillet *in* B. Foucault *nov.*
    - *Betulo pendulae–Pinetum sylvestris* B. Foucault *nov*.
    - *Betulo pubescentis–Pinetum sylvestris* B. Foucault *nov.*
    - *Querco petraeae–Betuletum albae* B. Foucault 1994

LITTORELLETEA UNIFLORAE Braun-Blanq. & Tüxen *ex* V. Westh. *et al.* 1946
- *Eleocharitetalia multicaulis* B. Foucault 2010
  - ***Elodo palustris–Sparganion*** Braun-Blanq. & Tüxen *ex* Oberd. 1957
    - *Hyperico elodis–Potametum oblongi* (P. Allorge 1926) Braun-Blanq. & Tüxen 1952

MELAMPYRO PRATENSIS–HOLCETEA MOLLIS H. Passarge 1994
- *Melampyro pratensis–Holcetalia mollis* H. Passarge 1979
  - ***Conopodio majoris–Teucrion scorodoniae*** Julve *ex* Boullet & Rameau *in* Bardat *et al.* 2004
    - *Hyperico pulchri–Melampyretum pratensis* B. Foucault & Frileux 1983

MONTIO FONTANAE–CARDAMINETEA AMARAE Braun-Blanq. & Tüxen *ex* Klika & Hadač 1944
- *Montio fontanae–Cardaminetalia amarae* Pawł. *in* Pawł. *et al*. 1928
  - ***Cardamino amarae–Montion fontanae*** Braun-Blanq. 1925
    - *Stellario alsines–Montietum hallii* B. Foucault 1981

NARDETEA STRICTAE Rivas Goday *in* Rivas Goday & Rivas Mart. 1963
- *Nardetalia strictae* Oberd. *ex* Preising 1950
  - ***Nardo strictae–Juncion squarrosi*** (Oberd. 1957) H. Passarge 1964
    - *Caro verticillati–Juncetum squarrosi* B. Foucault & Philippe *in* J.-M. Royer *et al*. 2006

RHAMNO CATHARTICAE–PRUNETEA SPINOSAE Rivas Goday & Borja *ex* Tüxen 1952
- *Sambucetalia racemosae* Oberd. *ex* H. Passarge *in* Scamoni 1963
  - ***Salici cinereae–Rhamnion catharticae*** (Géhu *et al*. 1983) B. Foucault & J.-M. Royer 2015
    - *Lonicero periclymeni–Viburnenion opuli* B. Foucault & Julve *ex* B. Foucault & J.-M. Royer 2015
    - *Lonicero periclymeni–Viburnetum opuli* B. Foucault & Philippe *ex* B. Foucault & J.-M. Royer 2015

Le tableau des correspondances (Tableau 16) fait apparaître huit habitats élémentaires d'intérêt communautaire sur ces sites (en grisé), quoiqu'aucun prioritaire. Par ailleurs quatre sont déterminants de ZNIEFF pour le Languedoc-Roussillon.

	Corine-biotopes	EUNIS	EUR 28	Dét. ZNIEFF
Caro verticillati-Juncetum acutiflori	37.312	D2.222	6410(-8)	
Trocdario verticillati-Narthecietum ossifragi	37.312	D2.222	6410(-8)	
Carici demissae-Agrostietum caninae	37.312	D2.222	6410(-8)	
Junco acutiflori-Molinietum caeruleae	37.312	D2.222	6410(-8)	
Hyperico elodis-Potametum oblongi	22.313, 24.41	C2.18, C3.413	3110(-1)	v
Gr. à *Juncus acutiflorus-Menyanthes trifoliata*	54.59	D2.39	7140	v
Caro verticillati-Juncetum squarrosi	35.1	E3.52	6230(-2)	
Lande à *Calluna vulgaris*	31.22	F4.226	4030	
Lonicero periclymeni-Viburnetum opuli	31.81 ´ 31.8C	F3.11 ´ F3.17	-	
Hyperico pulchri-Melampyretum pratensis	-	-	-	
Osmundo regalis-Salicetum atrocinereae	44.922	D1.14, F9.22	-	v
Frangulo alni-Ilicetum aquifolii	31.83	F3.132	-	
Gr. à *Mentha arvensis*	37.2	C3.24A	-	
Stellario alsines-Montietum hallii	54.111	D2.2C11	-	v
Athyrio filicis-feminae-Blechnetum spicant	44.5 *p.p.*	G1.412 *p.p.*	-	

Tableau 16. Signification des codes utilisés

VIII. Évaluation de la gestion pastorale et écologique des Sagnes

La Bézalado

La présence de deux taxons protégés au niveau national (*Drosera rotundifolia*, *Spiranthes aestivalis*) et d'habitats élémentaires assez bien identifiés, en bon état de conservation, dont sept d'intérêt communautaire, montre bien que, globalement, la Bézalado est un site de qualité, à laquelle la gestion pastorale actuelle contribue grandement. Nous estimons qu'elle doit être poursuivie sans changement, sans aucune nouvelle contrainte… En revanche, si le gestionnaire souhaite la modifier (drainage, intensification de la pression pastorale, fertilisation), il serait souhaitable que des scientifiques écologues soient consultés.

D'un autre côté, la gestion écologique de petites zones tourbeuses par le SB COT a permis notamment le développement de l'habitat ***Hyperico–Potametum oblongi*** d'intérêt communautaire (Photo 21), propice à l'extension de petits hélophytes supportant peu la concurrence des grandes herbes vivaces.

Photo 21. Résultat de la gestion écologique de petites zones tourbeuses.

Si les hypothèses systémiques développées plus haut (§ V) sont valables, on peut déduire d'une part que la diminution des pressions biotiques (baisse du pâturage) mènerait à un boisement plus accentué, d'autre part que le drainage favoriserait l'assèchement édaphique et donc la régression des bas-marais hygrophiles (***Caro–Juncetum acutiflori***, ***Trocdario–Narthecietum ossifragi***) au profit surtout du ***Caro–Juncetum squarrosi*** ; tant qu'elle reste modérée, cette dérive ne nous paraît pas trop négative, rappelant que cette association est d'intérêt communautaire et qu'elle héberge les rares *Spiranthes aestivalis*, *Rhynchospora alba* et *Gentiana pneumonanthe*.

La Sagne Grande

La Sagne Grande pose de plus nombreux problèmes que la Bézalado, car il n'y a plus de pression biotique depuis des décennies. La restauration de cette sagne passe inévitablement d'abord par la maîtrise foncière.

Il faudra ensuite tenter de relever les niveaux d'eau pour transformer la moliniaie monotone en des habitats plus hygrophiles. Pour cela, on peut chercher à détruire les arbres de la sagne ou alors ceux du bassin versant en vue d'augmenter les arrivées d'eau en contrebas. Pour cela, il faudra aménager des chemins d'exploitation (élargissement de sentiers déjà existants) et une aire de débardage en vue de procéder à l'exportation des bois coupés pour leur vente.

À l'image d'autres tourbières restaurées (par exemple Lecomte *et al*., 1981), on peut envisager ensuite l'utilisation d'un troupeau bovin rustique pour contenir la dynamique progressive et la densité quelque peu agressive de la molinie. Souvent il est préconisé une race telle que les Highland Cattle ; il nous semblerait préférable, si cela est possible, de considérer des races rustiques plus locales : outre la gestion écologique recherchée, ce choix contribuerait au maintien de races régionales en déclin, à la conservation d'un patrimoine génétique animal menacé. Cela exige cependant l'installation de clôtures, le partenariat avec un éleveur motivé…

De toute façon, il faudra procéder par ailleurs à des tests de gestion sur des bandes de moliniaie pour évaluer une éventuelle diversification de la flore et de la végétation.

IX. Conclusions

Cette étude phytosociologiques des deux sagnes des Martys, particulièrement celle de la Bézalado, a permis de mettre en évidence plusieurs habitats élémentaires bien caractérisées, dont huit d'intérêt communautaire et quatre associations végétales nouvelles pour la science phytosociologique. Sur la Bézalado, la gestion pastorale actuelle et écologique doit être maintenue en l'état pour une bonne conservation de cette diversité phytocoenotique. Cet état des lieux pourrait aussi être le point de départ de nouvelles orientations de gestion écologique.

En ce qui concerne la Sagne Grande, il apparaît d'ores et déjà que son intérêt est bien moindre ; une gestion contrôlée permettrait peut-être de la mener vers un état proche de celui de la Bézalado.

En présentant nos résultats de cette étude sur la Bézalado, il apparaît enfin que cet ensemble de sagnes peut être considéré comme un modèle pour d'autres marais de Montagne noire. À plusieurs reprises, nous avons mentionné celle qui fut étudiée sur la même commune par Fallour *et al*. (2013), au niveau de « Saint-Saraille », à cheval sur la frontière Aude–Tarn, au bord de la D 118 ; nous-même en avons parcouru une, sans étude phytosociologique, à Pradelles-Cabardès, au lieu-dit « Riviole-Haut », au bord de la D 112, dans la vallée du ruisseau de la Barthe. D'après des observations très récentes (minisession de la SBCO, juin 2016), cette extension pourrait même atteindre les monts de Lacaune, dans le Tarn.

Bibliographie

Barreau D., Plassart C. & Vizcaïno D., 2016 - Régions biogéographiques. *In* C. Plassart *et al.* (coord.), *Atlas de la flore patrimoniale de l'Aude*, Biotope : 63-80.

Bensettiti F., 2002 - Habitats humides. *Cahiers d'habitats Natura 2000*, La Documentation française, **3** : 1-457.

Bensettiti F., 2005 - Habitats agropastoraux. *Cahiers d'habitats Natura 2000*, La Documentation française, **4** (2) : 1-487.

Bilotte M., Capera J.-C., Debat P., Debroas E.-J., Duranthon F., Marre J., Pulou R., Rey J. & Vizcaïno D., 1989 - Géologie du département de l'Aude. *Mém. Soc. Études Sci. Aude* : 1-80.

Delpont J., 1895 - Contributions à la flore des Martys (Aude). *Bull. Soc. Études Sci. Aude* **VI** : 139-144.

Ecodiv, 2017 - *Complexe tourbeux de la Sagne Grande et prairies tourbeuses associées de la Bézalado (commune des Martys) : inventaire botanique, caractérisation des habitats, inventaire herpétologique, orientations de gestion*. Fendeille, 132 p.

Fallour D., Guitton H., Henry É., Thomassin G. & de Foucault B., 2013 - Minisession phytosociologique synusiale en Montagne noire (Tarn et Aude), 18-20 mai 2013. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, NS, **44** : 905-940.

Foucault B. (de), 1980 - Deux associations de bas-marais méconnues pour la France occidentale : le *Deschampsio setaceae-Agrostietum* et le *Cirsio dissecti-Schoenetum*. *Phytocoenologia* **7** : 356-363.

Foucault B. (de), 1984 - *Systémique, structuralisme et synsystématique des prairies hygrophiles des plaines atlantiques françaises*. Thèse, Rouen, 675 p.

Foucault B. (de), 1988 - Sur les bases épistémologiques du génie écologique, plus spécialement phyto-écologique. *Colloq. Phytosoc*. **XV**, Phytosociologie et conservation de la nature : 77-91.

Foucault B. (de), 1994 - Compte rendu de l'excursion de la SBNF en forêt d'Andigny (Aisne). Contribution à la connaissance phytosociologique des forêts du Nord. *Bull. Soc. Bot. N. France* **47** (2) : 5-20.

Foucault B. (de), 1995 - Contribution à la connaissance phytosociologique des forêts sur sable tertiaire du département du Nord. *Bull. Soc. Bot. N. France* **48** (1) : 13-26.

Foucault B. (de), 1998 - Contribution à une approche systémique des végétations forestières bas-normandes : les bois mésophiles du pays de Cinglais (Calvados). *J. Bot. Soc. Bot. France* **6** : 39-56.

Foucault B. (de), 2010 - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Littorelletea uniflorae* Braun-Blanq. & Tüxen *ex* Westhoff, Dijk, Passchier & Sissingh 1946. *J. Bot. Soc. Bot. France* **52** : 43-78.

Foucault B. (de), 2012 - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Nardetea strictae* Rivas Goday *in* Rivas Goday & Rivas-Mart. 1963. *J. Bot. Soc. Bot. France* **59** : 241-344.

Foucault B. (de), 2018 - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Montio–Cardaminetea amarae* Braun-Blanq. & Tüxen *ex* Klika & Hadač 1944.

Foucault B. (de) & Frileux P.-N., 1983 - Premières données phytosociologiques sur la végétation des ourlets préforestiers du nord-ouest et du nord de la France. *Colloq. Phytosoc.* **VIII**, Les lisières forestières : 305-323.

Foucault B. (de) & Philippe Th., 1989 - Systémique des prairies du Morvan (Massif central, France). *Colloq. Phytosoc*. **XVI**, Phytosociologie et pastoralisme, Paris 1988 : 101-141.

Foucault B. (de) & Royer J.-M., 2014 - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Franguletea alni* Doing *ex* V. Westh. *in* V. Westh. & den Held 1969. *J. Bot. Soc. Bot. France* **66** : 83-106.

Foucault B. (de) & Royer J.-M., 2015 - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Rhamno catharticae–Prunetea spinosae* Tüxen 1962. *Doc. Phytosoc.*, 3e série, **2** : 150-343.

Géhu J.-M., 1975 - Aperçu sur les chênaies-hêtraies acidiphiles du sud de l'Angleterre, l'exemple de la New Forest. *Colloq. Phytosoc*. **III**, La végétation des forêts caducifoliées acidiphiles : 133-139.

Gèze B., 1949 - Étude géologique de la Montagne noire et des Cévennes méridionales. *Mém. Soc. Géol. France* **XXIX**, 62 : 1-125.

Gillet F., 1986 - *Les phytocénoses forestières du Jura nord-occidental. Essai de phytosociologie intégrée.* Thèse, Besançon, 604 p.

Gillet F., de Foucault B. & Julve Ph., 1991 - La phytosociologie synusiale intégrée : objets et concepts. *Candollea* **46** : 315-340.

Gruber M., 1978 - *La végétation des Pyrénées ariégeoises et catalanes occidentales*. Thèse, Marseille, 305 p.

Guitton H., Henry É., Puig S. & de Foucault B., 2016 - Sur quelques communautés végétales originales des monts de Lacaune (Tarn, France) : compte rendu de la minisession phytosociologie synusiale du 10 au 12 juin 2016. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, NS, **48**, sous presse.

Julve Ph., 1993 - Synopsis phytosociologique de la France (communautés de plantes vasculaires). *Lejeunia*, NS, **140** : 1-160.

Julve Ph. & de Foucault B., 1994 - Phytosociologie synusiale dans le Tarn. *Bull. Soc. Bot. N. France* **47** (4) : 23-47.

Lecomte Th., Le Neveu Ch. & Jauneau A., 1981 - Restauration de biocénoses palustres par l'utilisation d'une race bovine ancienne (Highland Cattle) : cas de la réserve naturelle des Mannevilles (Marais Vernier, Eure). *Bull. Ecol.* **12** (2-3) : 225-247.

Millarakis Ph., 1999 - *Étude de la végétation de la forêt domaniale de Verdun (département de la Meuse)*. Document ONF, Verdun, 53 p.

Muller S., 1986 - *La végétation du pays de Bitche (Vosges du Nord). Analyse phytosociologique. Application à l'étude synchronique des successions végétales*. Thèse, Paris-XI-Orsay, 283 p.

Olivier L., Galland J.-P. & Maurin H., 1995 - Livre rouge de la flore menacée de France. I–Espèces prioritaires. *Collection Patrimoines naturels* **20** : 1-486.

Thébaud G., 2011 - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Oxycocco–Sphagnetea* Braun-Blanq. & Tüxen *ex* V. Westh., Dijk, Passchier & Sissingh 1946. *J. Bot. Soc. Bot. France* **56** : 69-97.

Thévenin S. & Royer J.-M., 2001 - Les groupements végétaux de la Champagne crayeuse. *Bull. Soc Études Sci. Nat. Reims*, n° sp. : 1-32.

Tison J.-M. & de Foucault B., 2014 - Flora Gallica, Flore de France. Biotope, Mèze. xx + 1 196 p.

Annexe : données sur les relevés

N° ordre	N° terrain	Latitude	Longitude	Altitude
	1607…	N 43°	E 2°	m
1	0901	26’ 47,6”	18’ 11,2”	810
2	0902	26’ 47,6”	18’ 11,2”	810
3	0903	26’ 47,6”	18’ 11,2”	810
4	0904	26’ 47,6”	18’ 11,2”	810
5	0905	26’ 47,6”	18’ 11,2”	810
6	0906	26’ 47,6”	18’ 11,2”	810
7	0907	26’ 47,6”	18’ 11,2”	810
8	0908	26’ 47,6”	18’ 11,2”	810
9	0909	26’ 45,5”	18’ 14,5”	800
10	0910	26’ 45,5”	18’ 14,5”	800
11	0911	26’ 45,5”	18’ 14,5”	798
12	0912	26’ 45,5”	18’ 14,5”	798
13	0913	26’ 45,5”	18’ 14,5”	803
14	0914	26’ 42,4”	18’ 14,4”	805
15	0915	26’ 37,5”	18’ 16,1”	804
16	0916	26’ 37,5”	18’ 16,1”	815
17	1001	26’ 48,5”	18’ 13”	817
18	1002	26’ 48,5”	18’ 13”	817
19	1003	26’ 48,6”	18’ 11,2”	808
20	1004	26’ 46,1”	18’ 10,7”	806
21	1005	26’v 45,2”	18’ 11”	804
22	1006	26’ 40,4”	18’ 11,9”	802
23	1007	26’ 40,4”	18’ 11,9”	802
24	1008	26’ 38,2”	18’ 12,2”	807
25	1009	26’ 37,9”	18’ 12,6”	804
26	1010	26’ 37,5	18’ 15,4”	800
27	1011	26’ 41,6”	18’ 17,5”	804
28	1012	27’ 42,1”	18’ 17,5”	806
29	1013	26’ 41,6”	18’ 17,5”	817
30	1014			
31	1015			
32	1016	26’ 45,1”	18’ 29,8”	818
33	1017	26’ 45,2”	18’ 29,8”	805
34	1018			
35	1019			
36	1020			

N° ordre	N° terrain	Latitude	Longitude	Altitude
	1607…	N 43°	E 2°	m
37	1021	26’ 14,7’’	18’ 21,4’’	814
38	1022	26’ 14,7’’	18’ 21,4’’	814
39	1023	26’ 14,7’’	18’ 21,4’’	814
40	1024	26’ 14,7’’	18’ 21,4’’	810
41	1025	26’ 11,4’’	18’ 26,6’’	807
42	1026	26’ 11,4’’	18’ 26,6’’	807
43	1027	26’ 11,4’’	18’ 26,6’’	807
44	1101	26’ 46,4’’	18’ 22,3’’	819
45	1102	26’ 42,5’’	18’ 20,8’’	806
46	1103	26’ 41,7	18’ 17,5’’	806
47	1104	26’ 40,1’’	18’ 15,2	805
48	1105	26’ 37,9’’	18’ 14,5’’	800
49	1106	26’ 36,4’’	18’ 15,3’’	803
50	1107	26’ 36,5’’	18’ 15,2	805
51	1108	26’ 36,5’’	18’ 15,3	805
52	1109	26’ 35,5’’	18’ 16,6’’	800
53	1110	26’ 35,5’’	18’ 16,6’’	807
54	1111	26’ 38,2’’	18’ 23,1’’	810
55	1112	26’ 38,2’’	18’ 23,1’’	810
56	1113	26’ 43,5’’	18’ 28,9’’	814
57	1114	26’ 43,6’’	18’ 26,2’’	816
58	1115	26’ 43,4	18’ 26,3’’	813
59	1116			
60	1117	26’ 43,4’’	18’ 26,3’’	813
61	1118	26’ 37,6’’	18’ 20,6’’	813
62	1119	26’ 36,1’’	18’ 19,3’’	811
63	1120	26’ 36’’	18’ 19,3’’	809
64	1121	26’ 37,7’’	18’ 11,1’’	809
65	1122	26’ 42,2’’	18’ 12,1’’	808
66	1123	26’ 44,6’’	18’ 12,2’’	812
67	1124	26’ 45,2’’	18’ 12,8’’	812
68	1125	26’ 45,2’’	18’ 12,8’’	812
69	1126			
70	1127			
71	1128	26’ 45,2’’	18’ 12,8’’	817

N° ordre	N° terrain	Latitude	Longitude	Altitude
	1705…	**N 43°**	**E 2°**	**m**
72	0301	26’ 33,7’’	18’ 13,7’’	812
73	0302	26’ 33,7’’	18’ 13,7’’	812
74	0303	26’ 33,7’’	18’ 13,7’’	812
75	0304			
76	0305			
77	0307	26’ 25,8’’	18’ 13’’	795
78	0308	26’ 25,8’’	18’ 13’’	795
79	0309			
80	0311	26’ 28,2’’	18’ 01,5’’	798
81	0312	26’ 28,2’’	18’ 11,5’’	797
82	0313	26’ 28,2’’	18’ 11,5’’	797
83	0314	26’ 19,1’’	18’ 11,6’’	801
84	0315			
85	0316			
86	0317	26’ 25,7’’	17’ 59,6’’	802
87	0318	26’ 25,7’’	17’ 59,6’’	802
88	0319			
89	0320			
90	0321	26’ 29,4’’	17’ 46,7’’	807
	1707…	**N 43°**	**E 2°**	**m**
91	0301	26’ 46,6’’	18’ 12,8’’	741
92	0302	26’ 46,9’’	18’ 09,8’’	794
93	0303	28’ 43,9’’	18’ 25,8’’	805
94	0304	26’ 28,2’’	17’ 52,3’’	812
95	0305			
96	0306	26’ 28,4’’	17’ 52,3’’	809
97	0307	26’ 28,4’’	17’ 52,3’’	809
98	0308	26’ 28,4’’	17’ 52,3’’	809
99	0309	26’ 24,1’’	18’ 05,1’’	799
100	0310	26’ 24,2’’	18’ 05’’	795

Tableau 1. Synthèse phytosociologique des principaux types de marais.

Code de syntaxon	**C-Ja**	**T-Na a**	**T-Na b**	**H-Po**	**C-Js a**	**C-Js b**
Nombre de relevés	7	4	4	3	4	8
Wahlenbergia hederacea	IV	1	.	.	.	.
Anthoxanthum odoratum	V	1	.	1	3	.
Carex laevigata	III	.	.	.	.	.
*Ranunculus flammula *f.*	III	.	1	1	.	.
Lysimachia tenella	III	1	1	.	.	.
Epilobium palustre	III	.	.	.	.	.
Drosera rotundifolia	.	1	3	.	.	.
Rhynchospora alba	.	.	3	.	.	III
Narthecium ossifragum	II	4	4	.	.	IV
Viola palustris	III	3	4	.	.	I
Scutellaria minor	III	2	2	.	.	.
Carex nigra	II	.	3	.	.	II
Hypericum elodes	I	.	3	3	.	.
Potamogeton polygonifolius	.	.	1	3	.	.
Juncus bulbosus s. l.	.	.	.	2	.	I
Cirsium palustre	III	2	1	2	.	.
Carex demissa	II	.	1	1	.	.
*Agrostis capillaris *c.*	.	.	.	.	3	.
*Euphrasia officinalis *rostkoviana*	.	.	.	.	2	.
Nardus stricta	.	.	.	.	2	.
Gentiana pneumonanthe	.	.	.	.	1	IV
Polygala serpyllifolia	.	2	1	.	1	III
Carex binervis	.	.	.	.	3	V
Juncus squarrosus	.	.	.	.	4	IV
*Pedicularis sylvatica *s.*	.	.	.	.	2	III
*Carex pilulifera *p.*	.	.	.	.	1	II
Spiranthes aestivalis	.	.	.	.	1	I
Autres taxons						
Juncus acutiflorus	V	4	4	3	4	V
Trocdaris verticillatum	V	4	4	1	4	V
Molinia caerulea	V	4	3	1	3	V
Succisa pratensis	V	3	1	.	4	IV
*Agrostis canina *c.*	V	2	1	1	2	II
Carex panicea	III	2	1	.	3	V
Dactylorhiza maculata	III	4	2	.	4	V
*Luzula multiflora *m.*	III	3	1	.	2	V
*Danthonia decumbens *d.*	II	2	.	.	4	IV
Scorzonera humilis	III	3	.	.	4	IV
*Eriophorum angustifolium *a.*	II	4	4	.	1	II
*Carex echinata *e.*	II	4	4	1	1	II
Potentilla erecta	V	4	.	.	4	V
*Holcus lanatus *l.*	IV	4	1	1	1	II
Lotus pedunculatus	V	4	3	1	2	II
Genista anglica	III	4	3	.	.	V
*Briza media *m.*	II	3	1	.	4	.
Ajuga reptans	II	.	.	.	.	.
Myosotis secunda	II	.	.	2	.	.
Juncus conglomeratus	I	.	.	.	1	.
Calluna vulgaris	I	3	2	.	2	V
*Festuca rubra *r.*	I	1	.	.	2	II
etc.						

Tableau 2. Le ***Caro verticillati–Juncetum acutiflori***

N° de relevé	**1**	**22**	**28**	**45**	**56**	**9**	**100**	
Recouvrement (%)	100	90	100	100	100	60	100	
Surface (m^2)	30	30	30	30	80	1	15	
Nombre de taxons/relevé	27	23	21	20	21	14	14	
Nombre total de relevés								7
Combinaison caractéristique								
Juncus acutiflorus	3	4	4	4	4	1	+	V
Trocdaris verticillatum	2	2	3	3	2	1	1	V
Molinia caerulea	3	2	2	2	2	1	5	V
Succisa pratensis	2	2	1	2	2	+	+	V
*Agrostis canina *c.*	3	1	1	2	2	.	1	V
Wahlenbergia hederacea	+	2	.	1	+	+	.	IV
Carex panicea	2	2	.	.	2	+	.	III
Dactylorhiza maculata	1	1	1	+	.	.	.	III
*Luzula multiflora *m.*	2	1	.	2	+	.	.	III
Lysimachia tenella	2	1	.	.	.	3	.	III
Scorzonera humilis	.	1	.	.	1	+	.	III
Carex laevigata	1	.	1	+	.	.	.	III
Scutellaria minor	1	.	.	2	3	.	2	III
Epilobium palustre	.	.	1	+	.	.	+	III
*Ranunculus flammula *f.*	+	.	.	2	2	.	.	III
Viola palustris	.	2	.	2	.	.	2	III
*Eriophorum angustifolium *a.*	.	+	1	.	.	.	.	II
Carex demissa	2	.	.	.	.	3	.	II
*Carex echinata *e.*	2	.	2	.	.	.	.	II
Carex nigra	.	.	+	.	.	.	+	II
*Valeriana dioica *d.*	.	.	.	.	3	.	1	II
Nathecium ossifragum	.	.	.	.	.	+	+	II
Autres taxons								
Potentilla erecta	3	2	1	2	1	1	.	V
Anthoxanthum odoratum	1	1	1	2	2	1	.	V
Lotus pedunculatus	2	1	2	3	3	.	1	V
*Holcus lanatus *l.*	1	1	2	2	2	.	.	IV
Genista anglica	+	1	2	.	.	+	.	III
Cirsium palustre	+	.	2	1	.	.	.	III
*Danthonia decumbens *d.*	2	.	.	.	1	.	.	II
*Briza media *m.*	1	1	.	.	.	.	.	II
Salix atrocinerea j	2	1	.	.	.	.	.	II
Ajuga reptans	+	.	.	.	1	.	.	II
Myosotis secunda	.	.	1	+	.	.	.	II
Nombre de taxons accidentels	2	3	3	1	3	1	2	

rel. 1 : *Juncus conglomeratus* 1, *Pedicularis sylvatica *s.* +* ; rel. 22 : *Calluna vulgaris* 1, *Rhynchospora alba* +, *Carex binervis* + ; rel. 28 : *Festuca rubra *r.* 1, Betula pubescens* j +, *Galium uliginosum* + ; rel. 45 : *Rumex acetosa *a.* +* ; rel. 56 : *Prunella vulgaris* +, *Myosotis martini* 1, *Rhinanthus minor* + ; rel. 9 : *Narthecium ossifragum* +, *Juncus bulbosus s. l.* 2 ; 100 : *Hypericum elodes* 1, *Epilobum* gr. *tetragonum* +.

Tableau 3. Le ***Trocdario verticillati–Narthecietum ossifragi***

N° de relevé	3	26	27	**46**	13	19	**20**	2		
Recouvrement (%)	80	80	100	**100**	90	100	**100**	90		
Surface (m^2)	25	25	10	**10**	20	25	**30**	25		
Nombre de taxons/relevé	15	13	18	**23**	22	19	**19**	25		
Nombre total de relevés									4	4
Combinaison caractéristique										
Narthecium ossifragum	4	1	4	**3**	2	2	**2**	2	4	4
Trocdaris verticillatum	+	+	2	**2**	2	1	**2**	2	4	4
*Eriophorum angustifolium *a.*	3	3	3	**3**	1	2	**2**	1	4	4
*Carex echinata *e.*	3	3	3	**2**	2	2	**2**	2	4	4
Juncus acutiflorus	1	2	2	**2**	3	2	**3**	3	4	4
Viola palustris	2	1	1	**3**	.	2	**1**	2	4	3
Molinia caerulea	2	.	1	**2**	4	4	**4**	3	3	4
Dactylorhiza maculata	1	.	.	**1**	2	+	**+**	2	2	4
*Luzula multiflora *m.*	.	.	+	**1**	.	+	**+**	1	2	3
Succisa pratensis	.	1	.	**1**	1	.	**1**	2	2	3
*Agrostis canina *c.*	.	.	+	**1**	.	1	**.**	3	2	2
Scutellaria minor	.	.	+	**2**	.	1	**.**	1	2	2
Carex panicea	.	3	.	**.**	2	.	**.**	1	1	2
Lysimachia tenella	2							2	1	1
Différentiels de variation										
Rhynchospora alba	+	2	.	**1**	.	.	**.**		3	
Hypericum elodes	.	+	1	**1**	.	.	**.**		3	
Drosera rotundifolia	2	.	1	**1**	1	.	**.**		3	1
Carex nigra	1	.	1	**+**	.	.	**.**		3	
Potentilla erecta	.	.	.	**.**	2	1	**1**	2		4
Betula pubescens j	.	.	.	**.**	1	1	**1**			3
Scorzonera humilis	.	.	.	**.**	+	.	**1**	1		3
Danthonia decumbens *d.					2			2		2
Autres taxons										
Genista anglica	1	.	2	**2**	2	+	**1**	2	3	4
Lotus pedunculatus	1°	.	+	**2**	+	1	**1**	2	3	4
Calluna vulgaris	+	.	+	**.**	2	2	**2**		2	3
*Holcus lanatus *l.*	.	.	1	**.**	1	+	**+**	1	1	4
*Briza media *m.*	.	.	.	**1**	1	.	**+**	2	1	3
Cirsium palustre	.	.	.	**+**	+	1	**.**		1	2
Polygala serpyllifolia	.	.	.	**+**	+	.	**.**	+	1	2
Salix atrocinerea j	.	.	+	**+**	.	.	**.**		2	
Nombre de taxons accidentels	0	3	0	**1**	1	1	**1**	3		

rel. 3 : *Lysimachia tenella* 2 ; rel. 26 : *Potamogeton polygonifolius* 1, *Carex demissa* 2, *Ranunculus flammula *f.* 1 ; rel. 46 : *Juncus effusus* + ; rel. 13 : *Festuca rubra *r.* +, *Danthonia decumbens *d.* 2 ; rel. 19 : *Salix aurita* j + ; rel. 2 : *Anthoxanthum odoratum* 2, *Wahlenbergia hederacea* 1, *Quercus petraea *p.* j + ; rel. 20 : *Alnus glutinosa* j +.

Tableau 4. Groupement à *Juncus acutiflorus–Menyanthes trifoliata*.

N° de relevé	**91**	**5**
Recouvrement (%)	50	90
Surface (m²)	3	1
Nombre de taxons	6	3
Combinaison caractéristique		
Menyanthes trifoliata	4	3
Juncus acutiflorus	3	2
*Carex echinata *e.*	+	.
Viola palustris	1	.
Autres taxons		
Cirsium palustre	1	.
Epilobim gr. *tetragonum*	+	.
Potamogeton polygonifolius	.	5

Tableau 5. L'***Hyperico elodis–Potametum oblongi***.

N° de relevé	**6**	**7**	**10**	
Recouvrement (%)	90	95	80	
Surface (m²)	2	3	6	
Nombre de taxons/relevé	4	8	12	
Nombre total de relevés				3
Combinaison caractéristique				
Potamogeton polygonifolius	4	5	3	3
Hypericum elodes	3	1	3	3
Juncus bulbosus s. l.	.	+	3	2
Autres taxons				
Juncus acutiflorus	3	2	1	3
Cirsium palustre	.	+	+	2
Myosotis secunda	+	1	.	2
*Carex echinata *e.*	.	+	.	1
Molinia caerulea	.	1	.	1
*Agrostis canina *c.*	.	.	2	1
Anthoxanthum odoratum	.	.	1	1
Carex demissa	.	.	2	1
*Holcus lanatus *l.*	.	.	1	1
Lotus pedunculatus	.	.	1	1
*Ranunculus flammula *f.*	.	.	3	1
Trocdaris verticillatum	.	.	1	1

Tableau 6. Le ***Caro verticillati–Juncetum squarrosi***

N° de relevé	**55**	**57**	**61**	**48**	**47**	**64**	**11**	**15**	**21**	**65**	**66**	**25**	**A-a**	**A-b**	**B**	**C-1**	**C-2**
Recouvrement (%)	100	100	90	90		90	90	90	90	90		85					
Surface (m²)	5	40	25	30		10	30	20	10	10		30					
Nombre de taxons/relevé	24	21	25	18	16	22	18	22	17	25	19	17					
Nombre total de relevés													4	8	80	32	53
*Euphrasia officinalis *rostkoviana*	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2				
Rhinanthus minor	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2				
Nardus stricta	2	2	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	4		IV	V	V
*Briza media *m.*	1	2	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	4		.	II	II
*Agrostis capillaris *c.*	2	3	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3		IV	I	III
Anthoxanthum odoratum	2	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3		III	III	IV
Genista anglica	.	.	.	.	2	+	1	1	.	2	2	1		V			
Gentiana pneumonanthe	.	.	.	1	.	1	2	+	+	.	2	2	1	IV	+	.	I
Narthecium ossifragum	.	.	.	.	.	+	1	1	1	+	.	.		IV			
Rhynchospora alba	.	.	.	.	.	+	.	1	.	+	.	1		III			
Polygala serpyllifolia	.	.	+	.	+	1	.	.	.	1	+	.	1	III	II	II	IV
*Carex echinata *e.*	.	.	+	.	.	.	.	1	.	+	+	.	1	II	I	II	II
*Eriophorum angustifolium *a.*	.	.	.	+°	1	.	.	1	.	+	.	.	1	II	.	I	I
Carex binervis	1	.	2	+	2	2	2	1	2	2	2	2	4	V	V		
Erica cinerea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			II	.	.
Ulex gallii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			II	.	.
Arnica montana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			.	II	I
Wahlenbergia hederacea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			r	II	I
Erica tetralix	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			II	III	I
Epikeros pyrenaeus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			.	.	IV
Lathyrus linifolius	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			.	.	II
*Pilosella lactucella *l.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			.	II	III
Galium saxatile	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			II	III	III
Festuca filiformis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			IV	II	IV
Juncus acutiflorus	1	2	2	1	3	2	1	2	2	2	2	2	4	V	II	V	II
Trocdaris verticillatum	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	4	V	I	IV	IV
Carex panicea	3	2	.	3	2	2	2	2	2	2	2	2	4	V	IV	IV	IV
Dactylorhiza maculata	1	1	1	+	.	1	1	1	1	1	1	+	4	V	II	III	II
Molinia caerulea	.	2	4	3	3	4	3	4	4	4	3	3	4	V	V	V	III
Juncus squarrosus	1	1	1	+	.	.	1	1	2	1	1	+	4	IV	IV	V	V
Scorzonera humilis	1	2	2	1	.	1	2	.	2	2	1	2	4	IV	I	IV	IV
*Danthonia decumbens *d.*	2	2	3	2	.	.	2	.	+	+	2	1	4	IV	V	IV	IV
*Luzula multiflora *m.*	.	1	2	.	2	+	2	1	+	1	1	.	4	V	III	IV	IV
Succisa pratensis	2	2	2	2	+	2	+	1	.	2	.	.	4	IV	III	III	III
*Pedicularis sylvatica *s.*	.	1	+	.	.	.	2	2	+	.	1	.	4	III	IV	III	IV
*Agrostis canina *c.*	2	.	.	1	1	1	.	1	.	.	.	.	4	II	IV	IV	II
*Carex pilulifera *p.*	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	1	.	4	II	III	IV	V
Carex nigra	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	4	II	II	II	II
Lotus pedunculatus	1	.	+	.	.	1	.	+	.	+	.	.	4	II			
Spiranthes aestivalis	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	1	4	I			
Autres taxons																	
Potentilla erecta	2	1	2	2	2	2	2	+	1	2	2	1	4	V	V	V	V
Calluna vulgaris	.	.	2	+	2	2	2	2	2	2	2	2	4	V	IV	IV	III
*Quercus petraea *p.* j	.	.	2	.	+	.	+	+	+	+	+	+	4	V			
*Festuca rubra *r.*	2	2	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	4	II	+	III	V
*Holcus lanatus *l.*	.	.	+	.	.	+	.	+	+	.	.	.	4	II			
Hypochaeris radicata	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4		I	r	r
*Luzula campestris *c.*	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4		+	.	I
Veronica officinalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4		.	I	II
Nombre de taxons accidentels	4	2	1	0	0	1	0	0	0	3	0	1					

rel. 55 : *Cynosurus cristatus* +, *Centaurea cf. decipiens* 2, *Achillea millefolium* +, *Prunella hastifolia* + ; rel. 57 : *Narcissus pseudonarcissus *p.* +, *Prunella vulgaris* + ; rel. 61 : *Juncus conglomeratus* + ; rel. 64 : *Juncus bulbosus s. l.* + ; rel. 65 : *Viola palustris* +, *Betula pubescens* j +, *Salix atrocinerea* j + ; rel. 25 : *Frangula alnus *a.* j +.

Tableau 7. Les fourrés hygrophiles.

N° de relevé	**62**	**58**	**8**	**23**	**51**
Recouvrement (%)	90	90	50	70	70
Surface (m²)	15	30	20	25	30
Nombre de taxons	10	5	5	4	4
Viburnum opulus	2	.	.	.	.
Prunus spinosa	3	.	.	.	.
Sambucus nigra	2	.	.	.	.
Convolvulus sepium	+	.	.	.	.
Rosa canina	+	.	.	.	.
Corylus avellana	2	2	.	.	.
*Lonicera periclymenum *p.*	3	1	.	.	.
Ilex aquifolium	+	+	.	.	.
Salix aurita	.	.	1	3	.
Betula pubescens j	.	.	2	3	.
Rubus sp.	.	.	.	.	+
Salix atrocinerea	2	5	1	1	3
*Frangula alnus *a.*	1	2	1	3	3
Alnus glutinosa j	.	.	1	.	2

Tableau 8. Le groupement à *Eleocharis multicaulis.*

N° de relevé	**14**	**24**
Recouvrement (%)	85	90
Surface (m²)	5	50
Nombre de taxons	12	17
Combinaison caractéristique		
Eleocharis mulicaulis	4	2
Rhynchospora alba	2	3
Juncus acutiflorus	2	3
Trocdaris verticillatum	2	2
Molinia caerulea	2	3
Carex panicea	2	2
Dactylorhiza maculata	1	1
Scorzonera humilis	1	1
Narthecium ossifragum	.	1
Succisa pratensis	.	1
*Agrostis canina *c.*	.	1
*Luzula multiflora *m.*	+	.
*Eriophorum angustifolium *a.*	1	.
Autres taxons		
Potentilla erecta	1	2
*Quecus petraea *p.* j	+	+
Carex binervis	.	1
Lotus pedunculatus	.	1
Genista anglica	.	2
Calluna vulgaris	.	2

Tableau 9. Les landes à *Genista anglica–Calluna vulgaris*

N° de relevé	**12**	**52**	**72**	**81**	**90**	**96**	**93**
Recouvrement (%)	90	100	100	500	100	100	90
Surface (m²)	0,5	2	30	90	60	50	2
Nombre de taxons	6	12	4	5	7	7	10
Combinaison caractéristique							
Calluna vulgaris	3	5	5	5	5	5	4
Genista anglica	2	3	.	1	+	+	3
Taxons différentiels de variation							
Molinia caerulea	1	2	3	3	4	2	.
*Eriophorum angustifolium *a.*	.	.	.	+	1	.	.
*Cytisus scoparius *s.* j	.	.	.	.	.	.	1
Autres taxons							
*Danthonia decumbens *d.*	2	1	.	.	.	.	1
Potentilla erecta	.	+	.	.	.	+	2
*Luzula multiflora *m.*	.	1	.	.	.	.	+
*Juniperus communis *c.* j	.	.	.	+	1	.	.
*Frangula alnus *a.* j	+	.	.	.	.	+	.
Pteridium aquilinum	.	.	2	.	.	1	.
Nombre de taxons accidentels	1	6	1	0	2	1	4

rel. 12 : *Scorzonera humilis* + ; rel. 52 : *Juncus acutiflorus* 1, *Pedicularis sylvatica *s.* +, *Gentiana pneumonanthe* +, *Carex panicea* +, *C. binervis* 1, *Quercus petraea *p.* j + ; rel. 72 : *Corylus avellana* j 1 ; rel. 90 : *Carex riparia* 1, *Narthecium ossifragum* 1 ; rel. 96 : *Rubus* sp. + ; rel. 93 : *Centaurea decipiens* +, *Polygala serpyllifolia* 1, *Hypochaeris radicata* +, *Rhinanthus minor* +.

Tableau 10. Le ***Carici demissae–Agrostietum caninae***.

N° de relevé	**18**	**50**
Recouvrement (%)	60	
Surface (m²)	10	
Nombre de taxons	10	8
Combinaison caractéristique		
*Agrostis canina *c.*	2	1
Carex demissa	1	2
Carex panicea	1	1
Juncus bulbosus	3	.
*Ranunculus flammula *f.*	1	.
Juncus acutiflorus	1	.
Trocdaris verticillatum	+	.
Succisa pratensis	+	.
Lysimachia tenella	.	3
Molinia caerulea	.	2
Potentilla erecta	.	2
Autres taxons		
Juncus effusus	1	.
Rhinanthus minor	+	.
Ajuga reptans	.	+
Salix atrocinerea j	.	+

Tableau 11.
Le ***Junco acutiflori–Molinietum caeruleae***.

N° de relevé	**77**	**99**	**39**
Recouvrement (%)			100
Surface (m²)			50
Nombre de taxons	5	10	12
Combinaison caractéristique			
Molinia caerulea	5	5	5
Juncus acutiflorus	1	2	1
Calluna vulgaris	1	+	+
Juncus effusus	.	+	+
*Agrostis canina *c.*	.	.	1
Juncus conglomeratus	.	+	.
Taxon différentiel de variation			
Dryopteris carthusiana	.	.	1
Autres taxons			
Potentilla erecta	.	+	+
Betula pubescens j	.	1	+
*Frangula alnus *a.* j	.	1	+
Pteridium aquilinum	.	.	+
Dactylorhiza maculata	.	.	+
*Carex echinata *e.*	.	.	+
*Eriophorum angustifolium *a.*	1	.	.
Narthecium ossifragum	+	.	.
*Epilobium angustifolium *a.*	.	+	.
Carex binervis	.	+	.

Tableau 12.
L'***Osmundo regalis–Salicetum atrocinereae***
à *Juniperus communis*.

N° de relevé	**73**	**82**	**97**
Nombre de taxons	4	4	5
Combinaison caractéristique			
*Frangula alnus *a.*	v	v	3
Salix atrocinerea	v	v	+
*Juniperus communis *c.*	v	v	1
Malus sylvestris	.	v	.
Jeunes arbres			
Alnus glutinosa j	v	.	.
Betula pendula j	.	.	1
Pinus sylvestris j	.	.	+

Tableau 13.
Le ***Betulo pendulae–Pinetum sylvestris***.

N° de relevé	**78**	98
Recouvrement (%)	**90**	
Surface (m²)	**200**	
Nombre de taxons	**2**	2
Combinaison caractéristique		
Pinus sylvestris	**5**	4
Betula pendula	**2**	2

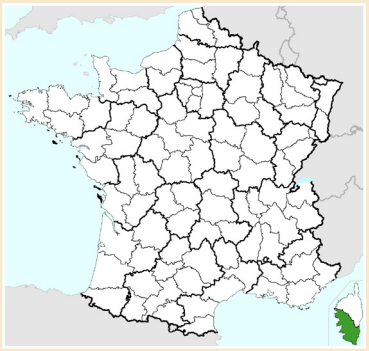
Tableau 14. Les aulnaies-boulaies

N° de relevé	**74**	**83**	**87**	**94**	**75**	**84**	**88**	**85**	**76**	**89**	**95**
Recouvrement (%)	90	100									
Surface (m²)	0,5	2									
Nombre de taxons	3	3	4	3	5	7	8	5	16	20	15
Synusie A											
Betula pubescens	2	4	5	.	.	.	.	.	.	.	.
Alnus glutinosa	5	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ilex aquifolium !	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Fagus sylvatica	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Betula pendula	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.
*Quercus petraea *p.*	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
Malus sylvestris !	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Synusie a											
Salix atrocinerea						3					
Viburnum opulus						1					
Ilex aquifolium	.	.	.	.	2	+	2	.	.	.	.
Corylus avellana	.	.	.	.	2	1	2	.	.	.	.
*Lonicera periclymenum *p.*	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.
*Frangula alnus *a.*	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.
Synusie H											
Juncus effusus	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
*Angelica sylvestris *s.*	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
*Luzula multiflora *m.*	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
*Agrostis canina *c.*	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
Lotus pedunculatus	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Convallaria majalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2
*Luzula sylvatica *s.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3
*Avenella flexuosa *f.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2
Vaccinium myrtillus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2
*Carex pilulifera *p.*	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+
Ilex aquifolium j	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+
*Sorbus aucuparia *a.* j	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+
Pteridium aquilinum	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	2
Dryopteris carthusiana	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1
Molinia caerulea	.	.	.	.	.	.	.	5	1	4	4
*Lonicera periclymenum *p.*	.	.	.	.	.	.	.	1	2	2	2
*Narcissus pseudonarcissus *ps.*	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.
*Agrostis capillaris *c.*	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
Teucrium scorodonia	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Polygonatum multiflorum	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Stellaria holostea	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Luzula forsteri	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
Anemone nemorosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
Succisa pratensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Oxalis acetosella	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Erythronium dens-canis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
Corylys avellana j	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
Hypericum pulchrum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Carex demissa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Nombre de taxons accidentels	0	0	0	0	2	1	5	0	2	3	3

rel. 75 : *Crataegus monogyna* 1, *Sorbus aucuparia *a.* j + ; rel. 84 : *Alnus glutinosa* j + ; rel. 88 : *Malus sylvestris* +, *Juniperus communis *c.* +, *Fagus sylvatica* j °, *Abies alba* j 1, *Populus tremula* j + ; rel. 76 : *Cytisus scoparius *s.* j +, *Abies alba* j + ; rel. 89 : *Abies alba* j 1, *Fagus sylvatica* j 1, *Rubus* sp. 2 ; rel. 95 : *Rubus* sp. 1, *Quercus petraea *p.* j 1, *Frangula alnus *a.* j 1.

Tableau 15. Le ***Frangulo alni–Ilicetum aquifolii***.

Paragraphe source	**IV**	**IV**	**IV**	**V**			**NF**
N° de relevé					75	88	
Nombre de relevés							8
Nombre de taxons	7	4	8	9	5	8	
Ilex aquifolium	3	4	4	2	2	2	8
*Frangula alnus *a.*	2	.	1	2	.	1	7
*Lonicera periclymenum *p.*	1	.	.	+	1	.	5
*Sorbus aucuparia *a.* j	.	.	1	+	+	.	4
Malus sylvestris	.	.	+	.	.	+	3
Sorbus aria j	.	.	+	1	.	.	3
Taxons fifférentiels de race							
Corylus avellana	2	+	2	+	2	2	.
Abies alba j	+	.	.	.	.	1	.
Taxus baccata j	.	.	.	.	.	.	5
Rubus ulmifolius	.	.	.	.	.	.	4
*Ulex europaeus *e.* j	.	.	.	.	.	.	2
Autres taxons							
Fagus sylvatica j	+	2	2	.	.	+	6
Hedera helix	.	1	.	.	.	.	5
Quercus robur j	.	.	.	.	.	.	6
Crataegus monogyna	2	.	.	+	1	.	2
Betula pendula j	.	.	.	.	.	.	5
*Quercus petraea *p.* j	.	.	.	.	.	.	4
Betula pubescens j	.	.	.	1	.	.	2
Rosa canina	.	.	.	.	.	.	3
Salix atrocinerea	.	.	.	.	.	.	2
Populus tremula j	.	.	.	1	.	+	.
Castanea sativa j	.	.	+	.	.	.	.
*Juniperus communis *c.*	.	.	.	.	.	+	.



Végétation en 2017 du site dunaire de Cupabia (Corse), inscrit dans le réseau Natura 2000

Guilhan PARADIS
F-20000 AJACCIO
guilhan.paradis@orange.fr

Carole PIAZZA
Conservatoire botanique national de Corse
Office de l'environnement de la Corse
F-20250 CORTE
piazza@oec.fr

Résumé. La végétation du sable comprend :
- des groupements des dunes embryonnaires, à *Elytrigia juncea* et *Silene succulenta* subsp. *corsica* (***Sileno corsicae-Elymetum farcti***) et à *Elytrigia juncea* et *Limbarda crithmoides* subsp. *longifolia* (***Inulo crithmoidis-Elymetum farcti***),
- des fruticées basses et claires à *Helichrysum italicum* subsp. *italicum* et à *Cistus salviifolius*,
- des groupements thérophytiques printaniers des *Malcolmietalia* (***Sileno sericeae-Vulpietum fasciculatae***) et des *Brometalia* (groupement à *Cladanthus mixtus, Raphanus raphanistrum* et *Anisantha diandra*),
- des maquis bas à moyens à *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* et à *Pistacia lentiscus.*
La végétation du ruisseau de Butturacci comprend, d'amont en aval :
- une ripisylve à *Alnus glutinosa*,
- de petits peuplements d'hydrophytes printaniers (*Lemna minor, Callitriche stagnalis…*),
- un groupement estival à *Xanthium orientale* subsp. *italicum* et *Persicaria maculosa* dans le ruisseau à sec,
- des peuplements de divers hélophytes (*Bolboschoenus maritimus, Paspalum distichum, Spartina patens*),
- un peuplement de *Tamarix africana* avec *Spartina patens.*

D'autres *Tamarix africana* se localisent plus au SE, à l'emplacement d'un tracé exceptionnel du ruisseau de Butturacci. Depuis les années 1980, l'importante fréquentation touristique a provoqué de nombreuses dénudations. Afin d'assurer la conservation de la végétation du site, des ganivelles ont été mises en place en 2016 et 2017.

Mots-clés : Corse - dune - impacts anthropiques - littoral - piétinement - sitologie phytosociologique - ***Inulo crithmoidis-Elymetum farcti*** - ***Sileno sericeae-Vulpietum fasciculatae*** - *Tamarix africana*

Abstract. Vegetation in 2017 of the Cupabia dune site (Corsica), registered in the Natura 2000 network.
The sand vegetation includes:
- embryonic dunes communities, with *Elytrigia juncea* and *Silene succulenta* subsp. *corsica* (***Sileno corsicae-Elymetum farcti***) and with *Elytrigia juncea* and *Limbarda crithmoides* subsp. *longifolia* (***Inulo crithmoidis-Elymetum farcti***),
- *Helichrysum italicum* subsp. *italicum* and *Cistus salviifolius* low and light scrublands,
- ***Malcolmietalia*** (***Sileno sericeae-Vulpietum fasciculatae***) and ***Brometalia*** (community with *Cladanthus mixtus, Raphanus raphanistrum* and *Anisantha diandra*) spring therophytic communities,
- *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* and *Pistacia lentiscus* low to medium maquis.
The vegetation of Butturacci stream comprises, from upstream to downstream:
- an *Alnus glutinosa* riparian gallery,
- small stands of spring hydrophytes (*Lemna minor, Callitriche stagnalis*...),
- a mixed commnity with *Xanthium orientale* subsp. *italicum* and *Persicaria maculosa* in the dry stream,
- stands of various helophytes (*Bolboschoenus maritimus, Paspalum distichum, Spartina patens*),
- a stand of *Tamarix africana* with *Spartina patens*.

Other *Tamarix africana* are located more in the SE, in a former exceptional course of the Butturacci stream. Since the 1980s, the dense tourist activity has caused many denudations. To ensure the littoral vegetation conservation, fences ("ganivelles") were put in place in 2016 and 2017.

Keywords : anthropic impacts - Corsica - dune – littoral – phytosociological sitology - trampling - ***Inulo crithmoidis-Elymetum farcti*** - ***Sileno sericeae-Vulpietum fasciculatae*** - *Tamarix africana*

Introduction

La baie de Cupabla est comprise entre les golfes d'Ajaccio et de Valinco. Une étude assez sommaire de la végétation de la partie sableuse du fond de la baie, réalisée en 1988 (Paradis & Piazza, 1990) ayant montré son intérêt phytosociologique, le site a été inscrit ultérieurement dans le réseau Natura 2000 sous le numéro FR9400616. Mais, malgré cette inscription qui, théoriquement, devrait permettre une protection du milieu, l'absence de gestion et diverses pratiques pour favoriser le tourisme balnéaire estival (terrain de camping, parkings, paillotte sur la plage, promenades à cheval) sont responsables d'une importante dégradation de la végétation du site sableux. Aussi, il nous a paru urgent de réaliser une étude détaillée des groupements végétaux de la partie la plus fréquentée du fond de la baie. Cette étude réalisée en 2017, c'est-à dire 29 ans après notre première approche, permet d'estimer les modifications du site et de proposer des mesures de gestion.

Méthodes d'études de la végétation

La description de la végétation se base sur 95 relevés phytosociologiques détaillés, effectués en 2017 suivant la méthode phytosociologique sigmatiste (Géhu & Rivas-Martínez, 1981). Les coefficients de recouvrement (CR) ont été calculés en suivant la pratique habituelle (Vanden Berghen, 1982 ; Géhu, 2006), légèrement modifiée pour les coefficients 2a et 2b, c'est-à-dire en donnant les valeurs suivantes aux coefficients d'abondance-dominance : 5 : 87,5 % - 4 : 62,5 % - 3 : 37,5 % - 2b : 18,5 % - 2a : 8,5 % - 1 : 2,5 % - + : 0,2 % - r : 0,1 %.

Les 95 relevés, groupés en quinze tableaux, sont localisés sur la figure 2 et leurs coordonnées géographiques sont indiquées dans le tableau 16. On a aussi ajouté les relevés réalisés en 1988, afin de permettre une comparaison avec la végétation actuelle (Tableaux 18 à 21).

Une carte de la végétation actuelle (Figure 4) a été réalisée en 2017, en utilisant comme fond topographique la photo aérienne du site, prise en 2013 (IGN, 2013). Les diverses unités distinguées sont soit numérotées (de 1 à 20), soit indiquées par des abréviations (A, B, Cy, E, H, K, P, Q).

Inventaire floristique (Tableau 22)

Un inventaire floristique du site étudié est présenté en situant chaque taxon dans le tableau de relevés où il a été noté.

Nomenclatures

La nomenclature topographique est celle de la carte au 1/25 000, Propriano, Golfe de Valinco (IGN, 1998 et 2009). La nomenclature taxonomique suit *Flora Gallica* (Tison & de Foucault, 2014) sauf pour *Erodium lebelii* Jord. subsp. *marcuccii* (Parl.) Guitt., déterminé avec la *Flora Corsica* (Jeanmonod & Gamisans, 2013) et dénommé d'après cette flore.

Dans le texte, nous avons simplifié l'écriture de certains taxons, en indiquant uniquement l'adjectif spécifique quand celui-ci est identique à l'adjectif sous-spécifique, avec comme exemple *Elytrigia juncea* (au lieu d'*E. juncea* subsp. *juncea*), *Helichrysum italicum* (au lieu de *H. italicum* subsp. *italicum*).

La nomenclature syntaxonomique est, en général, celle du *Prodrome des végétations de France* (Bardat *et al.*, 2004), abrégée dans les tableaux en PVF 2004. Mais pour quelques groupements, nous avons apporté des précisions en utilisant les publications de de Foucault & Catteau (2012), Géhu & Biondi (1994), Paradis (2016), Paradis *et al.* (2014) et Piazza & Paradis (1997, 1998, 2002).

La nomenclature des habitats suit le manuel CORINE Biotopes (Devillers *et al.,* 1991 ; ENGREF, 1997) et en plus, dans quelques cas, le *Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne* (Anonyme, 1999 ; Anonymous, 2007).

I. Présentation du site de Cupabia

Le site de Cupabia est situé sur les communes de Serra di Ferro et de Coti Chiavari. Le ruisseau de Butturacci délimite ces communes : Serra di Ferro, à l'E du ruisseau et Coti Chiavari, à l'O et à l'O-SO du ruisseau. La majeure partie du sable est donc sur cette commune.

1. Géomorphologie
(Photos 1, 2 ; figures 1, 2, 3)

D'après la carte géologique de Sartène au 1/50 000 (1984), la baie de Cupabia, d'orientation NE-S0, est creusée dans deux types de granite : un granite leucocrate ($^{3}\gamma^{2}$) sur sa façade nord-ouest et une granodiorite ($^{1}\gamma_{a}^{4}$) au fond de la baie et sur sa façade est. Ces granites aboutissent à la mer par des falaises sans plages latérales.

Seul, le fond de la baie présente des plages sableuses :
- deux petites au nord-ouest, n'ayant pas fait l'objet de cette étude,
- une beaucoup plus vaste, d'orientation NNO-SSE, dont la végétation est décrite dans cet article,
- une, très petite, à l'extrémité SE, avec une végétation très peu étendue (Tableau 7).

Photo 1. Extrémité nord-ouest du site sableux étudié (15 mai 2017). Hi : *Helichrysum italicum* subsp. *italicum* ; Jt : *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* ; Pl : *Pistacia lentiscus*. © G. PARADIS

Cordon sableux et dunes

Au cours de la régression contemporaine de la dernière glaciation würmienne, qui a fait baisser le niveau de la mer jusqu'à environ - 110 m, les fleuves ont apporté de grandes quantités d'éléments détritiques sur la côte. Lors de la fonte ultérieure des glaciers, la remontée du niveau marin (transgression holocène), sans doute à une altitude un petit peu plus élevée que celle du niveau actuel, a remobilisé ces sédiments détritiques. Les vagues, les courants côtiers et le vent ont réparti le sable, ce qui a abouti à la mise en place de cordons et de dunes. Plus récemment, les minimes fluctuations marines, depuis le Moyen Âge jusqu'au milieu du XIX^{e} siècle (« Petit Âge glaciaire »), ont retouché ces formations sableuses. La carte géologique de Sartène au 1/50 000 (1984) nomme M^{2} le « cordon littoral subactuel ».

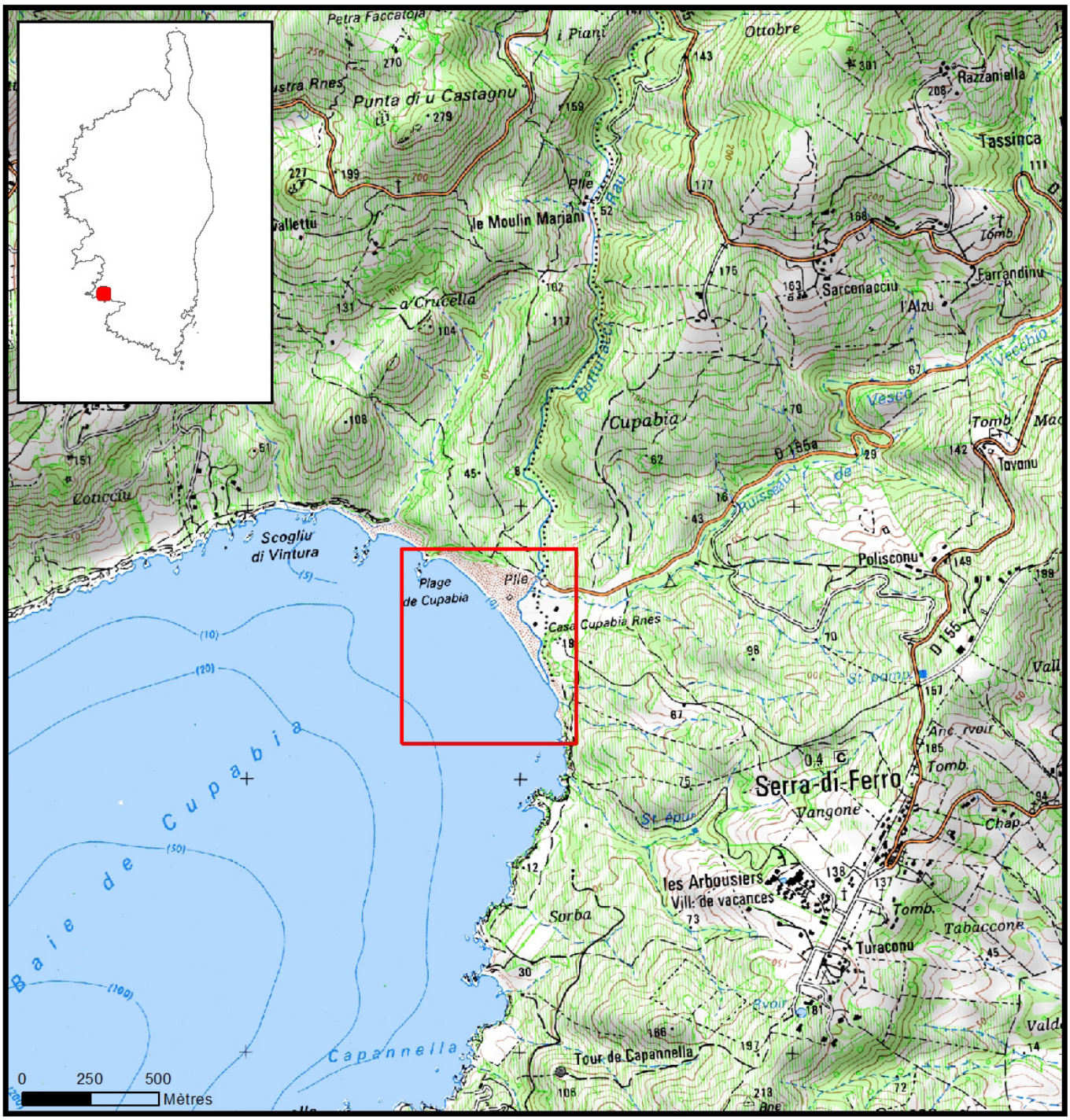


Figure 1. Localisation du site étudié sur la carte IGN (2009)

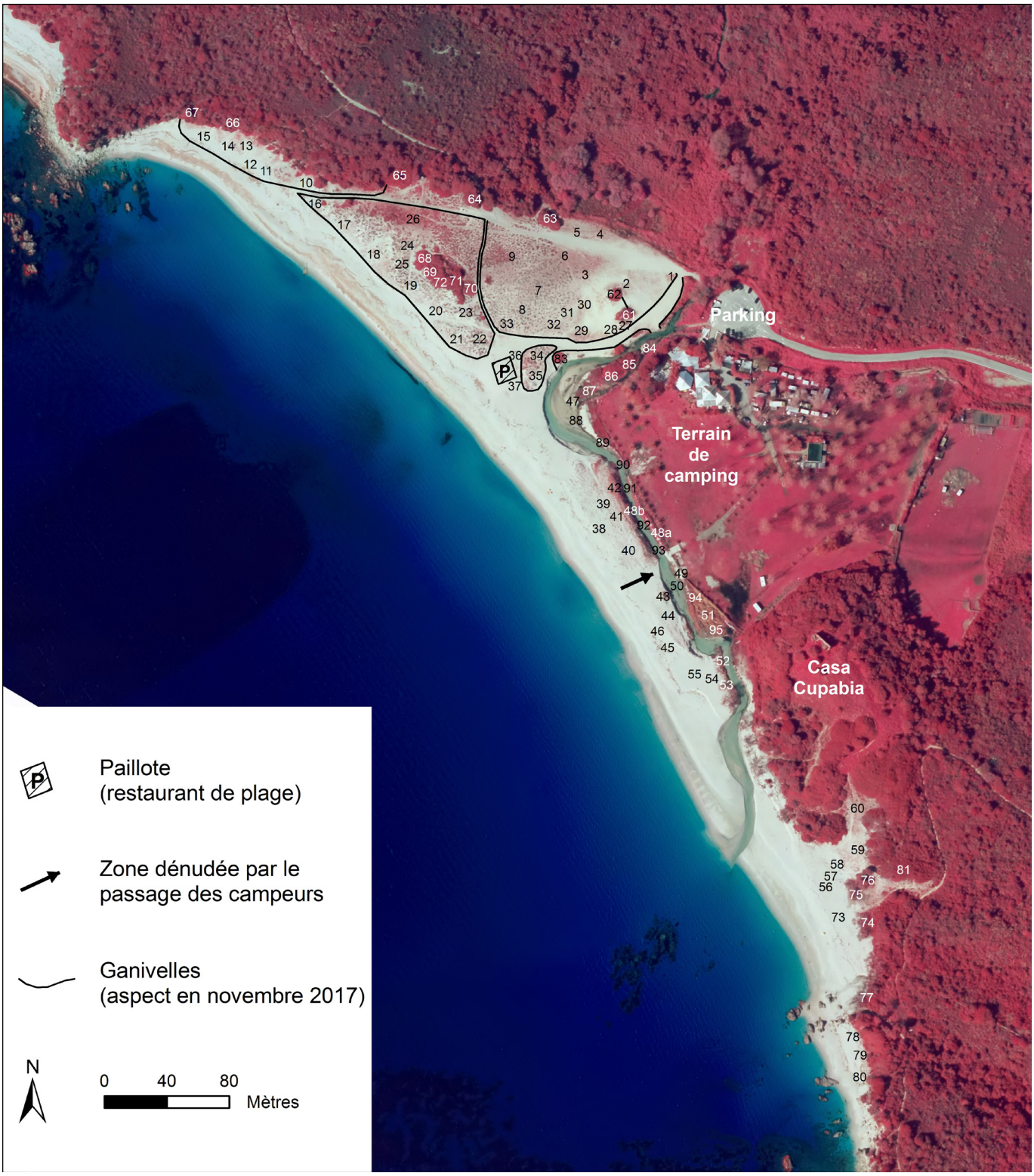


Figure 2. Localisation des relevés phytosociologiques effectués en 2017 sur une photographie aérienne infra-rouge (IGN, 2013)

Figure 3. Photographie aérienne en couleurs naturelles (IGN, 2011) montrant la position de la paillotte (bar-restaurant de plage)

Dunes fixées

Dans le fond de la baie de Cupabia, il n'y a pas actuellement, en arrière des plages, d'importantes dunes actives, c'est-à-dire à sable très mobilisé par le vent. Mais la morphologie et l'altitude assez élevée de plusieurs corps sableux paraissent témoigner d'une influence éolienne passée :

(i) à l'ouest du ruisseau de Butturacci, il s'agit de dunes fixées, avec comme espèces dominantes, *Helichrysum italicum* et *Cistus salviifolius*,

(ii) dans la partie SE, le sable éolien est plaqué sur la pente des collines face à l'ouest, ce qui a ensablé un mur (Photo 21), visible 180 m au sud d'une maison en ruine, nommée *Casa Cupabia*.

Ces dunes sont nommées D (Sables) sur la carte géologique de Sartène au 1/50 000 (1984).

Dunes embryonnaires

Des dunes embryonnaires, principalement colonisées par des groupements à *Elytrigia juncea*, s'étendent sur les cordons sableux (Figure 4 : items 3 et 4) :
- à l'ouest du ruisseau de Butturacci, entre la plage aérienne et les dunes fixées,
- devant le cours terminal de ce ruisseau, entre celui-ci et la plage aérienne,
- dans la partie SE, entre la plage aérienne et le sable plaqué contre les collines.

Photo 2. Nord-ouest du site étudié (15 mai 2017). Em : *Eryngium maritimum* ; Hi : *Helichrysum italicum* subsp. *italicum* ; Jt : *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*. © G. PARADIS

Ruisseaux (Figures 1, 2 et 3)

Des ruisseaux aboutissent au fond de la baie et, par l'humidité qu'ils apportent et entretiennent, ils jouent un certain rôle sur la répartition de la végétation. La deuxième plage du nord-ouest reçoit un ruisseau long de 1 km, qui ne coule qu'après les pluies d'hiver et de début du printemps.

La grande plage, objet de cette étude, reçoit le ruisseau de Butturacci, long de plus de 10 km et drainant la vallée située entre les collines de l'E et du SE de Coti Chiavari et celles de l'O de Tassinca, depuis la Bocca d'Arghjellaju. À son arrivée

à la grande plage, il reçoit, en rive gauche, le ruisseau de Vesco Vecchio, long de 3 km, à sec une grande partie de l'année. Quand l'hiver est très pluvieux, le cours terminal du ruisseau de Butturacci traverse directement le cordon sableux sans aucune déviation. Dès que le débit du ruisseau diminue, son cours terminal devient plus ou moins parallèle au cordon sableux et l'eau s'écoule vers le SE, ceci se produisant généralement dès le mois de mars. Les années pluvieuses, le cours terminal, parallèle au cordon, reste en eau jusqu'en juin et, rarement, début juillet. C'est cette morphologie qui apparaît sur les cartes anciennes (Plan Terrier, 1795 ; cadastre de 1881) et sur certaines photographies aériennes (Figure 2). Les années très peu pluvieuses en hiver et au printemps, telles 2011, 2014, 2015 et 2017, le cours terminal est à sec dès le mois d'avril (Figure 3), mais l'imbibition du sable favorise des espèces hélophytiques et hygrophytiques (*Bolboschoenus maritimus, Juncus acutus, Paspalum distichum, Spartina patens, Xanthium italicum*).

Photo 3. Végétation du tiers nord-ouest du site étudié (12 avril 2017). Cs : *Cistus salviifolius* ; Hi : *Helichrysum italicum* subsp. *italicum* ; Jt : *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* ; Pl : *Pistacia lentiscus*. © G. PARADIS

Basse terrasse argilo-limoneuse

Une basse terrasse, composée surtout de limons (LV, c'est-à-dire « limons de fond de vallée » de la carte géologique), s'étend entre la route au nord, le cours terminal du ruisseau de Butturacci à l'ouest, au sud-ouest et au sud et les collines rocheuses au sud-est et à l'est. Son altitude est bien plus basse que celle du cordon sableux et son substrat est argilo-limoneux. Les deux ruisseaux l'imbibent et, même lors de crues, la submergent partiellement ou totalement. Aussi, sa végétation, très différente de celle du sable, est à dominance hygrophytique. Cette basse terrasse était anciennement utilisée comme pâturage. C'est sur elle qu'a été implanté un vaste terrain de camping.

Courant côtier et influence marine

L'orientation vers le SE du cours terminal du ruisseau de Butturacci paraît due à un courant côtier dirigé vers l'E-SE. Le fond de la baie de Cupabia, éloigné de 6,5 km de la pointe de Capu Neru (à l'O), est assez bien protégé des tempêtes. Ainsi, on n'a pas observé de microfalaise importante entaillant le sable dunaire en arrière-plage, comme cela est fréquent dans le golfe de Valinco, en particulier sur le sable du NO de l'embouchure du Taravo, au NE de Porto-Pollo. On peut penser qu'ici l'érosion marine est réduite et le recul du corps sableux côtier très faible.

2. Impacts anthropiques et essais de préservation du site

2.1. Impacts liés à l'agriculture et à l'élevage

Activités agricoles anciennes

Sur la colline rocheuse dominant la basse terrasse et la partie sud de la plage, les ruines d'une grande maison (*Casa Cupabia*), avec un four et une aire à blé, illustrent l'activité agricole passée. Cette maison, signalée sur le Plan Terrier (1795), est déjà indiquée en ruine sur le cadastre de 1881 (qui note « sol de maison » et « sol de four ruiné »). Un moulin en ruine (*Moulin de Copabio*) sur le ruisseau de Butturacci, à 500 m au nord de la plage, est noté sur le cadastre de 1846, ce qui traduit une certaine intensité de l'activité agricole au XIX^{e} siècle.

Élevage

Les prés en arrière du cordon littoral ont servi, jusqu'en juin 1988 (date de l'ouverture du grand camping sur leur emplacement), de pâturages d'automne, d'hiver et de printemps pour les bovins. Ceux-ci venaient aussi brouter les végétaux du sable littoral et influençaient la dynamique de la végétation.

2.2. Camping sauvage

Entre 1970 et le début des années 1990, il se produisait, chaque été, du camping sauvage, avec des campeurs installés sous les arbres et arbustes du fourré littoral des deux petites plages du nord-ouest, non étudiées ici. L'impact de ce camping sauvage sur le milieu était très visible en 1988 (Paradis & Piazza, 1990) : coupes de branches de *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* pour faire du feu, érosion des pentes, introduction de végétaux exotiques (*Agave americana* var. *americana, Aloe arborescens, Nerium oleander, Pelargonium graveolens, Senecio angulatus*).

2.3. Impacts liés au développement touristique

Route et parkings

En 1986, une large route goudronnée a été ouverte sur la rive droite du ruisseau de Vesco Vecchio, à partir de la RD 155. Elle aboutit à un parking goudronné, pouvant accueillir une soixantaine de véhicules. En face de ce parking, un petit pont, construit dans la décennie 1990, enjambe le ruisseau de Butturacci et permet d'aller, à pied, au site sableux.

Au cours des années 2000, la municipalité de Serra di Ferro a créé, plus en amont, dans une ancienne prairie, en rive droite de la route, un autre parking, non goudronné où près de cent véhicules peuvent se garer.

L'accès facile au site sableux de Cupabia a provoqué et continue de provoquer en 2017 un important afflux touristique, facteur de piétinement. Celui-ci est destructeur de la végétation et entraîne des dénudations sur de vastes surfaces (Photos 7, 8, 29, 31 à 36).

Photo 4. Végétation de la partie sud-est du site étudié (12 avril 2017). Cs : *Cistus salviifolius* ; Hi : *Helichrysum italicum* subsp. *italicum* ; Jt : *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* ; Pl : *Pistacia lentiscus* ; Ta : *Tamarix africana*. © G. PARADIS

Photo 5. Restaurant de plage (paillotte) démontable (15 mai 2017). Cs : *Cistus salviifolius* ; Hi : *Helichrysum italicum* subsp. *italicum* ; Jt : *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* ; Ma : pelouse des *Malcolmietalia*. © G. PARADIS

Terrain de camping (Figures 2, 3, 4)

En 1988, le propriétaire du terrain occupant la basse terrasse a créé un camping, qui est aujourd'hui très confortable. Des plantations de diverses espèces d'arbres (*Populus nigra, Morus* sp., *Phoenix dactylifera*…) procurent de l'ombre. La partie sud-ouest du terrain de camping a été protégée contre les crues, rares mais violentes, du ruisseau de Butturacci, en renforçant la rive gauche de ce ruisseau avec une digue, constituée de blocs granitiques (Photo 23). De juin à octobre, ce camping attire un très grand nombre de campeurs. Ceux-ci, au cours des années, par leurs passages, ont dénudé, sur une grande largeur, le haut de la plage et la dune (Photo 32).

Paillotte démontable (Photos 5, 33, 34)

En rive droite du ruisseau de Butturacci, c'est-à-dire sur la commune de Coti-Chiavari, une paillotte en bois a été construite à la fin des années 1980. Cet établissement est un bar-restaurant de plage amovible : il est démonté chaque année en octobre, puis « reconstruit » au mois de mai. Les véhicules servant au transport du matériel pour son démontage et son « remontage » ont agrandi les voies de passage et en été cette paillotte, facilitant l'accès au public, a provoqué une très vaste dénudation du sable.

2.4. Inclusion dans le réseau Natura 2000 et tentatives de mises en défens

Lors de notre étude de 1988 (Paradis & Piazza, 1990), il n'y avait pas de pont sur le ruisseau de Butturacci. Des véhicules tout terrain traversaient celui-ci et roulaient sur le sable de la plage et des dunes fixées, abîmant la végétation. Plus tard, dans la décennie 2000, le site a été inclus dans le réseau Natura 2000, ce qui a favorisé une certaine protection, grâce à l'interdiction du camping sauvage et des passages de véhicules sur le sable. Mais l'absence de surveillance ne semble pas avoir totalement empêché les passages de véhicules tout terrain. De plus, des promenades à cheval ont été autorisées, ce qui contribue à détruire la végétation et à augmenter la superficie des portions dénudées (cf. *infra*).

Essais très tardifs (en 2016 et 2017) **et encore très modestes de mises en défens de quelques portions du site**

La mise en place de ganivelles, prévue depuis longtemps, a été très tardive, puisque le Conseil départemental de la Corse du Sud (CD2A) n'a commencé à les faire placer qu'en 2016 et en novembre 2017 (Photos 1, 2, 4 à 8, 10 ; figures 2 et 4). D'après un responsable de la gestion du site, les portions dunaires situées au sud du ruisseau de Butturacci, et donc face au terrain de camping, n'ont pu bénéficier de cette protection, faute de crédits suffisants (comm. orale, juin 2017).

2.5. Impacts malgré l'inclusion du site dans le réseau Natura 2000

Forte fréquentation estivale (Photos 31, 33)

La fréquentation du site par les estivants, qu'ils soient campeurs pendant une à plusieurs semaines ou visiteurs d'une demi-journée, est devenue de plus en plus intense depuis trente ans, c'est-à-dire depuis la création de la route en 1986, l'ouverture du camping et l'implantation de la paillotte en 1988. Par rapport à notre étude réalisée en 1988 (Paradis & Piazza, 1990), diverses modifications du site et de sa flore peuvent être attribuées à cette fréquentation : (i) création de larges passages dénudés, (ii) éradication presque totale du groupement des ***Cakiletea maritimae*** (des hauts de plage), (iii) éclaircissement des groupements dominés par les espèces pérennes des ***Euphorbio-Ammophiletea***, ce qui a favorisé les groupements à espèces annuelles des ***Malcolmietalia*** et ***Brometalia***. Il est aussi probable que la fréquentation du camping a facilité l'introduction de plusieurs espèces exotiques, épizoochores, certaines envahissantes, comme *Cotula coronopifolia, Spartina patens* et *Xanthium italicum*, non présentes en 1988.

Promenades à cheval

Depuis 2015, un centre équestre a été créé 1 km en amont de la plage de Cupabia. Il organise des promenades et les chevaux passent à peu près chaque jour, en juillet et août, sur le site sableux de Cupabia. En 2017, les promenades comprennent cinq ou six chevaux et ont lieu le matin d'assez bonne heure, avant 8 heures. En partant du centre équestre, les chevaux suivent la route jusqu'au parking ; ensuite ils traversent le ruisseau de Butturacci au niveau du petit pont ; puis ils bifurquent à gauche face à la mer et cheminent sur le sable, en longeant le ruisseau. Arrivés au niveau de la paillotte, ils se dirigent au SE, soit sur

la dune basse étendue entre la rive droite du cours terminal du ruisseau et la plage, c'est-à-dire devant le terrain de camping (Photos 9, 36), soit sur la plage aérienne qui, de bon matin, n'est pas encore « occupée » par les estivants, soit dans la mer, tout près du rivage. Ensuite, les chevaux vont dans la partie sud-est (Photo 37). De là, ils passent sur la dune plaquée, à l'est de la Casa Cupabia (Photo 38), puis ils quittent le sable. La promenade se poursuit sur le petit sentier qui atteint le grand sentier nommé "*Mare e Monti Sud*", conduisant au village de Serra di Ferro. Au retour, les chevaux ne passent pas sur le sable de Cupabia.

Les chevaux piétinent et dénudent la végétation, aucune espèce psammophile n'étant capable de se maintenir après avoir été écrasée plusieurs fois par leurs sabots. Leurs déjections (crottin) ne sont nocives ni pour les végétaux ni pour le milieu, mais elles incommodent les estivants. En effet, les guides des promenades ramassent le crottin et le jettent dans la mer. Les baigneurs sont évidemment gênés par les boules du crottin dans l'eau et les gens prenant leur bain de soleil sur la plage sont eux aussi incommodés par ces excréments.

Bilan en 2017 de l'inclusion dans le réseau Natura 2000

Les absences de surveillance et d'un minimum de sévérité par les nombreuses administrations ayant en charge la protection du patrimoine naturel (administrations départementale, régionale et nationale) ont laissé se dégrader le site dunaire, comme la description des groupements végétaux va l'illustrer. Aussi, jusqu'en 2017, on peut dire que l'inclusion dans le réseau Natura 2000 n'a en rien protégé le site, à l'exception de la portion mise en défens par des ganivelles en 2016.

II. Description de la végétation

1. Végétation du haut de plage

Groupement à *Cakile maritima* (Tableau 1 ; figure 4 : K, E)

Ce groupement, quand il est présent, s'étend au haut de la plage aérienne, là où la mer, lors des épisodes de gros temps, dépose divers débris (« laisses de mer »), dont les rhizomes et feuilles mortes des posidonies. Trois espèces caractérisent ce groupement : *Cakile maritima*, *Kali australis* (= *Salsola kali* subsp. *tragus*) et *Euphorbia peplis*. Fréquemment, il s'y ajoute *Atriplex prostrata* et la pérenne *Polygonum maritimum* s'y observe parfois. En 1988, les trois espèces caractéristiques étaient présentes en quantité non négligeable (Tableau 18). Depuis 1990 environ, par suite de la surfréquentation de la plage dès le mois de juin, les piétinements ont quasiment éliminé ces espèces, à l'exception de *Cakile maritima*. Mais le 12 septembre 2017, sur une portion dénudée en arrière des ganivelles (Photo 6), on a observé plus de deux cents individus d'*Euphorbia peplis* et huit pieds de *Kali australis*. Cette observation montre d'une part l'utilité des ganivelles qui empêchent le piétinement et d'autre part la forte probabilité d'une réapparition sur le site de ce groupement thérophytique, à espèces thalassochores.

Photo 6. Ganivelles entre la plage aérienne et le *Sileno corsicae-Elymetum farcti* (S-E) (12 avril 2017). © G. PARADIS

Inclusion syntaxonomique : ***Cakiletea maritimae, Euphorbietalia peplidis, Euphorbion peplidis*** (PVF 2004 : 12.0.2.0.1).
Code CORINE : 16.12 (Groupements annuels des plages de sable).
Code Natura 2000 : 1210.3 (Laisses de mer des côtes méditerranéennes).

2. Végétation des dunes embryonnaires (Tableaux 2, 3, 3bis, 4)

Groupement à *Sporobolus pungens* et *Elytrigia juncea* (Tableau 2)

Sporobolus pungens (= *S. arenarius*), graminée géophytique à rhizome traçant, est assez bien réparti dans la partie ouest du site, même loin de la plage aérienne. Cependant, la densité de ses individus n'est pas élevée, à l'exception d'une petite surface à l'ouest du coude du ruisseau, où *S. pungens* forme un groupement avec *Elytrigia juncea* et d'autres espèces des ***Euphorbio-Ammophiletea***.

Sur plusieurs sites littoraux corses, un tel groupement forme une transition entre l'association à *Sporobolus pungens* fortement dominant (***Sporoboletum arenarii*** Géhu 1988) et diverses associations à *Elytrigia juncea*. Nous avons considéré (Piazza & Paradis, 1997) que ce groupement de transition peut, lui aussi, être interprété comme une association (***Sporobolo pungentis-Elymetum farcti*** Piazza & Paradis 1997).

Inclusion syntaxonomique : ***Euphorbio-Ammophiletea, Ammophiletalia australis, Ammophilion australis, Sporobolenion arenarii*** (PVF 2004: 25.0.1.0.2.1).
Code CORINE : 16.2112 (Dunes embryonnaires méditerranéennes).
Code Natura 2000 : 2110 (Dunes mobiles embryonnaires).

Groupement à *Elytrigia juncea* et *Silene succulenta* subsp. *corsica* (*Sileno corsicae-Elymetum farcti*) (Tableau 3 ; figure 4 : item 3 ; photos 6, 9, 10)

Ici, le cordon sableux et les dunes présentent un grand nombre d'individus de l'endémique cyrno-sarde *Silene corsica,* belle espèce à feuilles charnues et à fleurs blanches. Associée à *Elytrigia juncea, Medicago marina, Eryngium maritimum* et *Sonchus bulbosus*, cette endémique forme un groupement assez étendu sur les dunes en arrière de la plage aérienne.

Photo 7. Partie arrière de la dune fixée près de l'entrée du site (12 avril 2017). Cs : *Cistus salviifolius* ; Hi : *Helichrysum italicum* subsp. *italicum* ; Jt : *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* ; Ma : pelouse des *Malcolmietalia*. © G. PARADIS

Photo 8. Partie du site près de l'entrée (12 avril 2017). Au loin : parking. Ag : *Alnus glutinosa* ; Hi : *Helichrysum italicum* subsp. *italicum* ; Pl : *Pistacia lentiscus* ; S-E : *Sileno corsicae-Elymetum farcti*. © G. PARADIS

Photo 9. Aspect du *Sileno corsicae-Elymetum farcti* devant le terrain de camping (situé à droite). Les promenades à cheval commencent à provoquer un sentier dénudé (26 avril 2017). © G. PARADIS

Ce groupement, synendémique d'une partie des dunes embryonnaire de la côte occidentale corse et de la Sardaigne, correspond au ***Sileno corsicae-Elymetum farcti*** (Malcuit 1926) Bartolo *et al.* 1992 (Géhu & Biondi, 1994 ; Piazza & Paradis, 1997).

D'après nos prospections du littoral corse, c'est sur le site de Cupabia que cette association est, à ce jour, la moins abîmée. Cependant le tableau 3 montre la présence et même l'abondance de trois thérophytes des ***Malcolmietalia*** (*Silene sericea, Malcolmia ramosissima* et *Medicago littoralis*) en mosaïque avec les pérennes. L'implantation de ces thérophytes est due à l'éclaircissement des pérennes des ***Euphorbio-Ammophiletea*** par suite des impacts (piétinements par les estivants et, depuis peu, par les chevaux). Une comparaison avec le tableau 19 montre qu'en 1988 les thérophytes en mosaïque avec les pérennes étaient bien moins nombreuses qu'en 2017.

Inclusion syntaxonomique : ***Euphorbio-Ammophiletea, Ammophiletalia australis, Ammophilion australis, Elymenion farcti*** (PVF 2004: 25.0.1.0.2.2).
Code CORINE : 16.2112 (Dunes embryonnaires méditerranéennes).
Code Natura 2000 : 2110 (Dunes mobiles embryonnaires).

On peut remarquer qu'en 1988 ce groupement avait à peu près la même composition phytosociologique qu'en 2017 (Tableau annexe 17).

Photo 10. *Sileno corsicae-Elymetum farcti* riche en *Eryngium maritimum*, entre les ganivelles du NO du site (15 mai 2017), © G. PARADIS

Groupement à *Elytrigia juncea et Medicago marina* (Tableau 3 bis)

Ce groupement sans *Silene succulenta* subsp. *corsica* n'est présent que sur la très petite plage au SE du site, au bas de la pente rocheuse.

Inclusion syntaxonomique : ***Euphorbio-Ammophiletea, Ammophiletalia australis, Ammophilion australis, Elymenion farcti*** (PVF 2004: 25.0.1.0.2.2).
Code CORINE : 16.2112 (Dunes embryonnaires méditerranéennes).
Code Natura 2000 : 21.10 (Dunes mobiles embryonnaires).

Photo 11. *Inulo crithmoidis-Elymetum farcti* dans la partie sud-est du site (26 avril 2017). Lc : *Limbarda crithmoides* subsp. *longifolia* (= *Inula crithmoides* subsp. *longifolia*), © G. PARADIS

Groupement à *Elytrigia juncea et Limbarda crithmoides* subsp. *longifolia* (*Inulo crithmoidis-Elymetum farcti*) (Tableau 4 ; figure 4 : item 4 ; photo 11)

Ce groupement est caractérisé par la coexistence de l'astéracée à feuilles charnues *Limbarda crithmoides* subsp. *longifolia* (= *Inula crithmoides* subsp. *longifolia* Arcang. = subsp. *mediterranea* Kerguélen) avec les espèces des ***Euphorbio-Ammophiletea***. Ici, il se localise dans la moitié sud-est du site, à proximité du cours terminal du ruisseau de Butturacci, soit en haut de plage, soit en avant du groupement à *Elytrigia juncea* et *Silene succulenta* subsp. *corsica* (***Sileno corsicae-Elymetum farcti***).

Nous avons interprété ce groupement comme une association, l'***Inulo crithmoidis-Elymetum farcti*** Piazza & Paradis 1994. Son déterminisme édaphique est fort : il lui faut des imbibitions du sable par de l'eau douce, ce qui se produit soit à proximité d'un étang, soit à proximité du débouché d'un ruisseau (Piazza & Paradis, 1997).

Inclusion syntaxonomique : ***Euphorbio-Ammophiletea, Ammophiletalia australis, Ammophilion australis, Elymenion farcti*** (PVF 2004: 25.0.1.0.2.2).
Code CORINE : 16.2112 (Dunes embryonnaires méditerranéennes).
Code Natura 2000 : 2110 (Dunes mobiles embryonnaires).

3. Oyats (*Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*) relictuels (Tableau 5 ; figure 4 : A ; photos 12, 36)

Les oyats (*Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*) sont extrêmement rares sur le site, où leur localisation est ponctuelle. Les deux relevés du tableau 5 ont été effectués aux deux seuls endroits en présentant :
- en bordure d'un îlot de maquis bas à *Pistacia lentiscus*, au nord du ruisseau de Butturacci,
- à l'ouest de ce ruisseau, face au terrain de camping, à proximité de la vaste portion dénudée par les passages des campeurs se rendant à la plage.

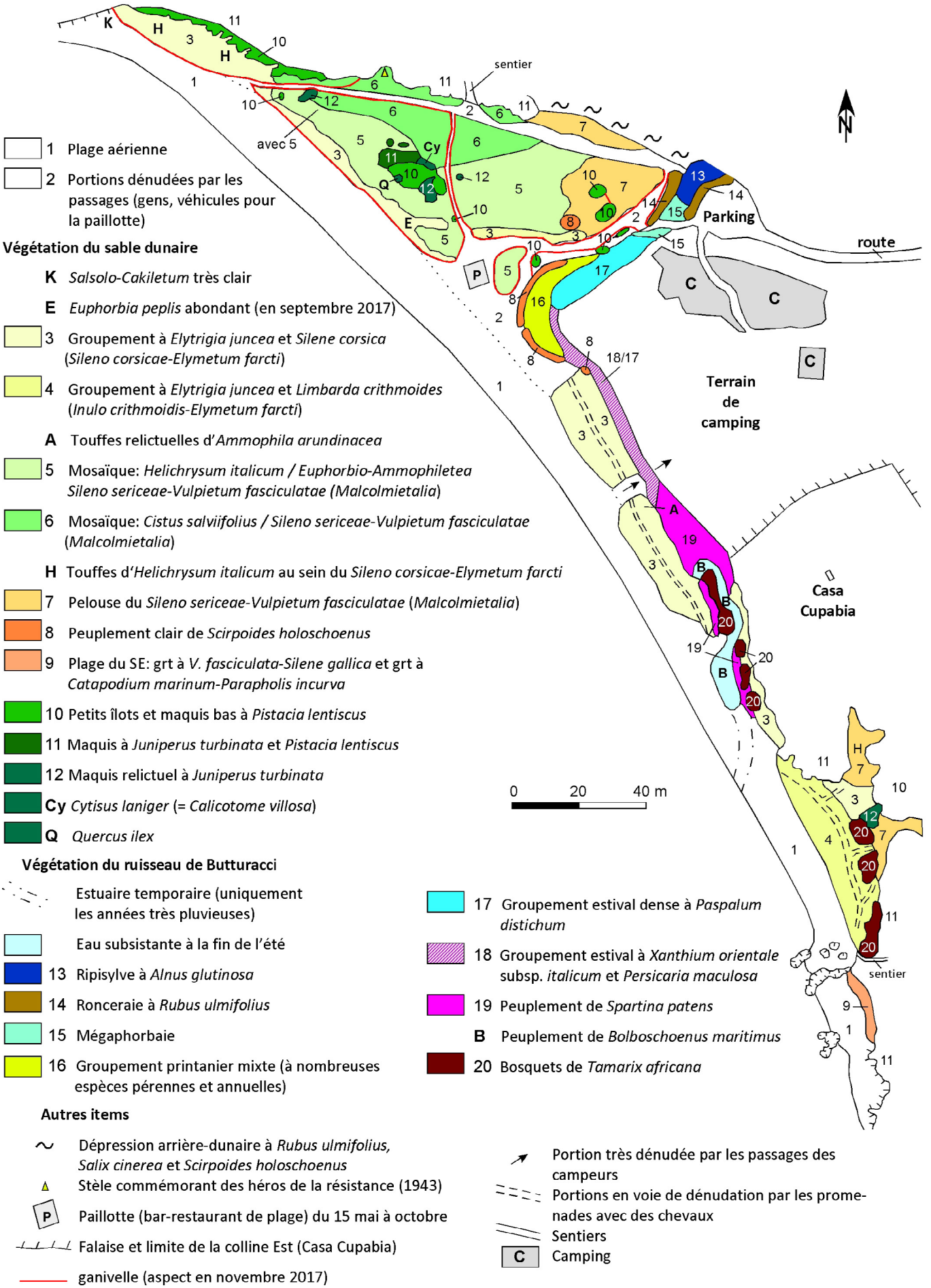


Figure 4. Carte de la végétation du site sableux de Cupabia (carte réalisée en 2017)

Le tableau 5 montre :
- le faible recouvrement des oyats,
- le grand nombre d'espèces classées dans les ***Euphorbio-Ammophiletea***,
- la présence d'*Helichrysum italicum* (rel. 1) et de *Pistacia lentiscus* (rel. 2),
- la présence de quelques thérophytes.

Il est probable que ces touffes d'oyats sont en sursis, car :
- dans le cas du relevé 1, la principale voie d'accès à la plage se situe juste au bas des touffes d'oyats, ce qui provoque une érosion du sable et un déchaussement de ces touffes,
- dans le cas du relevé 2, les crues du ruisseau érodent le sable et les passages des campeurs, par leurs piétinements, tassent celui-ci et gênent l'alimentation hydrique des touffes.

Inclusion syntaxonomique : ***Euphorbio-Ammophiletea, Ammophiletalia australis, Ammophilion australis, Ammophilenion australis*** (PVF 2004: 25.0.1.0.2.3).
Code CORINE : 16.2112 (Dunes blanches de Méditerranée).
Code Natura 2000 : 2110 (Dunes mobiles à *Ammophila arenaria*).

Photo 12. Touffes relictuelles d'*Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*, en bordure du ruisseau de Butturacci, davant le camping (15 mai 2017), © G. PARADIS

4. Fruticées basses et claires

Garrigue basse et claire à *Helichrysum italicum* subsp. *italicum*

(Figure 4 : item 5, H ; photos 5, 7, 13, 14)

Helichrysum italicum, espèce pérenne chaméphytique, forme un peuplement assez étendu au nord-ouest du ruisseau. Les mesures de la hauteur de 31 touffes ont donné 35,06 cm comme valeur moyenne (valeurs extrêmes : 21 et 48 cm). La densité des touffes varie suivant les points, en fonction des anciens passages de véhicules et des piétinements par les estivants. On peut nommer ce peuplement bas et clair soit « fruticée basse et claire à Immortelle d'Italie », soit « garrigue basse et claire à Immortelle d'Italie ». Le plus simple serait de le nommer « hélichrysaie ». Par rapport à notre étude de 1988 (Paradis & Piazza, 1990), cette hélichrysaie paraît s'être éclaircie à l'ouest de l'îlot central de maquis à *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* et *Pistacia lentiscus*. L'absence d'une autre espèce chaméphytique ne permet pas d'inclure cette hélichrysaie dans une association déjà connue à *Helichrysum italicum*. Entre les pieds d'*H. italicum*, s'étend soit un groupement des ***Euphorbio-Ammophiletea*** (Tableau 3, relevés 1, 2, 4, 13 et 14), soit une pelouse thérophytique printanière des ***Malcolmietalia*** (Tableau 6, relevés 7, 8, 9, 10 et 18).

Photo 13. Garrigue basse et claire à *Helichrysum italicum* subsp. *italicum*. Les touffes d'*H. italicum* sont en mosaïque avec le *Sileno sericae-Vulpietum fasciculatae* (pelouse des *Malcolmietalia*) (15 mai 2017). © G. PARADIS

Cistaie basse et plus ou moins dense à *Cistus salviifolius* (Figure 4 : item 6 ; photos 3, 4, 7, 14, 15)

Dans la partie haute des dunes fixées, sur les pentes face au sud et au sud-ouest, *Cistus salviifolius*, espèce pérenne chaméphytique, forme une cistaie basse. Les mesures de la hauteur de 31 touffes ont donné 38,35 cm comme valeur moyenne (valeurs extrêmes : 24 et 57 cm). Le recouvrement est très variable suivant les points, présentant des valeurs de 10 % à 90 %. Là où les pieds du ciste sont espacés, il s'étend entre eux une pelouse thérophytique printanière des ***Malcolmietalia*** (Tableau 6, relevés 11 et 12). Cette cistaie à *Cistus salviifolius* peut être nommée « fruticée basse et plus ou moins dense

Photo 14. Garrigue basse et claire à *Helichrysum italicum* et cistaie basse et claire à *Cistus salviifolius* (15 mai 2017), © G. PARADIS

Photo 15. Cistaie basse et claire à *Cistus salviifolius* en arrière de l'îlot de maquis du centre de la dune fixée (Jt : *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* ; Pl : *Pistacia lentiscus*) (15 mai 2017), © G. PARADIS

à Ciste à feuilles de sauge » ou « garrigue basse et plus ou moins dense à Ciste à feuilles de sauge ». Par rapport à notre étude de 1988 (Paradis & Piazza, 1990), cette cistaie paraît s'être un peu étendue au nord-est de l'îlot central de maquis à *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* et *Pistacia lentiscus*.

Inclusion syntaxonomique de ces deux fruticées

Pour ces deux formations, nous proposons l'inclusion suivante : ***Helichryso–Crucianelletea maritimae, Helichryso–Crucianelletalia maritimae, Helichrysion italici.*** Aucune unité du PVF 2004 (Bardat *et al.,* 2004) ne semble convenir pour classer ces deux types de formations végétales.

Inclusion dans la classification CORINE Biotopes

On peut attribuer à ces deux communautés le code CORINE 16.223 (« Dunes fixées du littoral méditerranéen »). Il ne semble pas possible de les nommer « Dunes fixées du littoral du *Crucianellion maritimae* » car, en Corse, *Crucianella maritima* est absente des dunes de toute la côte occidentale. Comme l'indiquent trois cartes de Piazza & Paradis (1998 : p. 162 et 163), *C. maritima* s'étend ponctuellement à l'extrémité nord de la côte E du Cap Corse, sur les dunes subsistantes de la côte orientale, depuis le sud de Bastia jusqu'à la pointe d'Acciaju (sud de Palombaggia) et sur les dunes du sud de la commune de Bonifacio (île Piana, dunes de Petit Sperone et de Grand Sperone).

5. Groupements à thérophytes printaniers

Groupement à *Silene sericea, Malcolmia ramosissima* et *Vulpia fasciculata*

(*Sileno sericeae-Vulpietum fasciculatae*) (Tableau 6 ; figure 4 : item 7 ; photos 13, 16, 20)

Ce groupement, dominé par *Silene sericea* et avec une abondance non négligeable de *Vulpia fasciculata,* est à inclure dans le ***Sileno sericeae-Vulpietum fasciculatae*** Paradis & Piazza 1992, sous-association ***typicum*** Paradis & Piazza 1992 (Piazza & Paradis, 2002). Par rapport à d'autres sites sableux, on constate la quasi-constance de *Malcolmia ramosissima* (présente dans 20 des 21 relevés) et la bonne représentation d'*Ornithopus compressus* et d'*O. pinnatus*. En 1988, ce groupement avait une structure phytosociologique plus ou moins semblable à celle de 2017 (Tableau 20).

Photo 16. Deux petits îlots de maquis bas à *Pistacia lentiscus* à l'entrée du site. En avant : grande extension du *Sileno sericae-Vulpietum fasciculatae* (pelouse des *Malcolmietalia*) (15 mai 2017). © G. PARADIS

Localisation. Ce groupement occupe une superficie importante au nord-ouest du ruisseau, de part et d'autre des voies d'accès à la plage (relevés 1 à 6, 13 à 16, 19 à 21) et sur des portions anciennement piétinées (relevé 17). Il s'étend aussi, en mosaïque, entre les individus d'*Helichrysum italicum* (rel. 7, 8, 9, 10, 18) et de *Cistus salviifolius* (rel. 11, 12).

Présence d'une espèce protégée. Dans quatre relevés, tous situés à l'ouest du ruisseau de Butturacci, on a observé quelques individus du thérophyte printanier *Pseudorlaya pumila*, espèce protégée au niveau national. Les akènes de cette Apiacée présentent un tégument à multiples petits crochets, ce qui peut faciliter leur dispersion par des mammifères ou par les chaussures de promeneurs. Jusqu'à cette étude, ce taxon n'avait pas été noté à Cupabia. Il est probable que sa présence y soit récente. La station la plus proche, connue depuis longtemps, est la « plage » de Mare Sole (commune de Coti-Chiavari), dans le golfe d'Ajaccio. Cette « plage » est, sans doute, la source des akènes ayant permis l'introduction de *Pseudorlaya pumila* à Cupabia.

Inclusion syntaxonomique : ***Helianthemetea guttati, Malcolmietalia ramosissimae, Maresio nanae-Malcolmion ramosissimae, Sileno sericeae-Vulpietum fasciculatae*** (PVF 2004 : 32.0.2.0.1).
Code CORINE : 16.228 (Groupements dunaires à *Malcolmia* (*Malcolmietalia*).
Code Natura 2000 : 2230 (Dunes avec pelouses des *Malcolmietalia*).

Groupements thérophytiques sur la petite plage de l'extrémité SE (Tableau 7 ; figure 4 : item 9)

Deux groupements thérophytiques, n'occupant qu'une surface minuscule, ont été notés sur la petite plage de l'extrémité sud-est. Le relevé 1 est un groupement dominé par *Vulpia fasciculata* et *Silene gallica*. Il semble classable dans les ***Malcolmietalia***. Le relevé 2 est un groupement à *Catapodium marinum* et *Parapholis incurva.* Il paraît correspondre à l'association ***Catapodio marini-Parapholidetum incurvae*** Géhu & de Foucault 1978 race méditerranéenne (Géhu & Biondi, 1994). Comme cela a été

précisé par Paradis *et al.* (2014), cette association est fréquente sur le littoral rocheux de la Corse et peut être classée dans les unités syntaxonomiques suivantes : ***Saginetea maritimae, Saginetalia maritimae, Catapodion marini*** (PVF 2004: 60.0.1; code CORINE: 15.1). D'autres annuelles, de faible abondance, accompagnent les thérophytes dominants. Parmi elles, on remarque la présence de *Lolium rigidum* subsp. *lepturoides*, taxon peu fréquent en Corse.

Groupement à *Cladanthus mixtus, Raphanus raphanistrum* subsp. *landra* et *Anisantha diandra* (Tableau 8)

Localisation des relevés : le relevé 1 a été effectué sur un monticule dû à des nettoyages de la plage, en arrière du groupement à *Elytrigia juncea* et *Silene succulenta* subsp. *corsica*. Le relevé 2 a été effectué sur la forte pente de la rive droite du ruisseau, en face du mur-digue de protection contre les crues, longeant le terrain de camping.

Caractères du groupement : ce groupement, un peu plus nitrophile que les précédents, est un groupement mixte comprenant des thérophytes et des pérennes. Les espèces dominantes sont :

- les thérophytes *Cladanthus mixtus, Raphanus raphanistrum* subsp. *landra* et *Anisantha diandra*,
- quelques pérennes des ***Euphorbio-Ammophiletea*** (*Elytrigia juncea, Medicago marina* et *Sonchus bulbosus*).

Différences entre les deux relevés : le relevé 2 présente un grand nombre d'autres thérophytes, classables dans les ***Brometalia rubenti-tectorum*** et deux pérennes inféodées à des milieux plus ou moins humides (*Convolvulus sepium* et *Scirpoides holoschoenus*).

Inclusion syntaxonomique : ce groupement mixte est difficilement classable. Par suite de son caractère subnitrophile, nous l'incluons, à titre provisoire, dans les unités suivantes : ***Sisymbrietea officinalis, Brometalia rubenti-tectorum, Laguro ovati-Bromion rigidi*** (PVF 2004: 66.0.1.0.3).

Photo 17. Ilot de maquis à *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* (Jt) et *Pistacia lentiscus* (Pl) au centre le la dune fixée, en arrière de la garrigue basse et claire à *Helichrysum italicum* (12 avril 2017), © G. PARADIS

Photo 18. Autre aspect de l'îlot de maquis à *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* (Jt) et *Pistacia lentiscus* (Pl) au centre de la dune fixée (12 avril 2017), © G. PARADIS

Groupement ponctuel nitrophile à *Chenopodiastrum murale*

Près de l'extrémité nord-ouest, au bas de la pente, juste en avant du maquis mixte à *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* et *Pistacia lentiscus*, s'étend un groupement dominé par des thérophytes nitrophiles. Ainsi un relevé (n° 66, effectué le 15 mai 2007), sur une surface de 8 m², avec un recouvrement de 75 % environ, montre la dominance de *Chenopodiastrum murale* (4.5), accompagné de *Cakile maritima* (1) et *Hordeum murinum* subsp. *glaucum* (1). Les autres espèces, de très faible recouvrement, sont *Sporobolus pungens* (+), *Smilax aspera* (r), *Ruscus aculeatus* (r) et *Rubia peregrina* subsp. *longifolia* (r). Il est vraisemblable que ce groupement occupe une portion anciennement fréquentée pour des pique-niques.

6. Maquis à *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* et à *Pistacia lentiscus* (Tableau 9 ; figure 4 : item 10, 11, 12, Cy, Q ; photos 15 à 22)

Le tableau 9 montre trois types de maquis :
A : un maquis bas à moyen (« fourré »), de 0,8 à 2,5 m de hauteur, dominé par *Pistacia lentiscus*, occupant une superficie assez vaste, au sud-est, au centre de la dune et près de l'entrée sur le site sableux, juste au nord du ruisseau de Butturacci ;
B : un maquis mixte, à *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* et *Pistacia lentiscus*, assez étendu, présent au centre et sur le revers de la dune ainsi qu'au bas de la colline au nord-ouest. Sa hauteur varie de 2,5 à 5 m ;
C: un maquis à *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*, peu étendu (sud-est du site et centre de la dune) et paraissant être la formation originelle, devenue relictuelle par suite des impacts plus ou moins anciens. Sa hauteur varie de 3,5 à 6 m. Les autres espèces ligneuses n'ont pas un biovolume important.

Dynamique de la végétation : ces trois types de maquis peuvent être interprétés comme les stades d'une succession au sein d'une série (ou *sigmetum*). Il paraît vraisemblable que le maquis A (de hauteur peu élevée et à *P. lentiscus* fortement dominant) est le premier stade arbustif dense, de substitution à une formation ligneuse basse et claire à *Helichrysum italicum*. Le maquis B (de hauteur plus haute et à *P. lentiscus* et *J. phoenicea* subsp. *turbinata* co-dominants) correspond peut-être au stade suivant, qui pourra aboutir à une formation climacique nettement dominée par *J. phoenicea* subsp. *turbinata.* Cette formation climacique ressemblera sans doute au maquis C (maquis assez haut, à *J. phoenicea* subsp. *turbinata* quasiment seul).

Photo 19. Maquis à *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* (Jt) et *Pistacia lentiscus* (Pl) au sommet de la dune fixée (partie nord du site, 5 mai 2017). © G. PARADIS

Photo 20. Maquis à *Pistacia lentiscus* (Pl) dominant, sur la dune plaquée au sud-est du site (15 mai 2017). Hi : *Helichrysum italicum* subsp. *italicum* ; Jt : *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* ; Ma : pelouse des *Malcolmietalia*. © G. PARADIS

Photo 21. Autre aspect du maquis à *Pistacia lentiscus* (Pl) dominant sur la dune plaquée au sud-est du site, avec un mur ensablé (15 mai 2017). (Jt : *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*). © G. PARADIS

Inclusion syntaxonomique : ces trois stades paraissent devoir être inclus dans les unités suivantes : ***Quercetea ilicis, Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni, Juniperion turbinatae*** (PVF 2004 : 56.0.2.0.4).

Le deuxième stade (maquis B) correspond à l'association ***Pistacio lentisci-Juniperetum phoeniceae*** Arrigoni**,** Nardi & Raffaeli 1985.
Codes CORINE: 16.27 (Dunes à genévrier); 16.28 (Fourrés dunaires à sclérophylles).
Code Natura 2000: 2250 (Dunes littorales à *Juniperus* spp.).

7. Végétation du ruisseau de Butturacci et de ses bordures

Terminaison de la ripisylve à *Alnus glutinosa* (Figure 4 : item 13)

Quelques pieds d'*Alnus glutinosa*, de 8 à 10 m de hauteur, se localisent de part et d'autre du pont. Les autres espèces présentes sont les lianoïdes *Smilax aspera, Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* et *Rubus ulmifolius*. Latéralement, de part et d'autre des *A. glutinosa*, du côté du parking et du côté de la dune, se localise une ronceraie formant un manteau de 2 m de hauteur, à *Rubus ulmifolius* et avec quelques individus de *Pistacia lentiscus* et de *Clematis flammula* (item 14). Entre le parking et la ronceraie, s'étend un ourlet linéaire à *Cenchrus clandestinus* (= *Kikuyuochloa clandestina*), espèce invasive, vraisemblablement échappée du terrain de camping.

Mégaphorbaie (Figure 4 : item 15)

En aval de la ripisylve à *Alnus glutinosa*, de part et d'autre de la portion dénudée du ruisseau, fréquemment empruntée comme voie d'accès à la dune en été, se localise, sur 60 m^2 environ, une formation herbeuse haute. Sa composition floristique est dominée par *Epilobium hirsutum* et *Mentha aquatica*, ce qui permet d'assimiler cette formation à une mégaphorbaie. Les autres espèces sont *Paspalum distichum, Sparganium neglectum* et *Typha latifolia.*

Végétation aquatique et hélophytique

En avril 2017, on a observé (i) dans l'eau du ruisseau, *Alisma plantago-aquatica, Callitriche stagnalis, Helosciadium nodiflorum, Lemna minor, Mentha aquatica* et *Ranunculus ophioglossifolius,* (ii) sur les bords, plusieurs pieds d'*Oenanthe crocata*. En 1988, en plus de ces espèces, avaient été observées, dans l'eau, les renoncules *Ranunculus peltatus* et *R. trichophyllus*.

Sur les bords du ruisseau, au nord-ouest du terrain de camping, la végétation hélophytique comprenait en 1988 un bien plus grand nombre d'espèces qu'en 2017 (Tableau 21, rel. 7). Il est probable que la succession d'années peu pluvieuses depuis 2000 a provoqué l'extinction locale de quelques espèces hélophytiques.

Peuplement de *Scirpoides holoschoenus* (Figure 4 : item 8)

Scirpoides holoschoenus forme un peuplement sur le sable très rarement inondé, au niveau du coude du ruisseau, sur la bordure de sa rive droite. Ce peuplement est clair et monospécifique.

Au NE de la paillotte, quelques tiges aériennes de *S. holoschoenus* émergent du sable dunaire. Il est probable que, là, les individus du scirpe sont relictuels et correspondent à la bordure d'un très ancien méandre du ruisseau.

Groupement à *Agrostis stolonifera* et *Scirpoides holoschoenus* en mosaïque avec un groupement printanier à *Cladanthus mixtus, Xanthium orientale* subsp. *italicum* et nombreux autres thérophytes dans le ruisseau à sec (Tableau 10 ; figure 4 : item 16)

En 2017, le ruisseau était à sec dès le début du mois d'avril. Le relevé du tableau 10 montre un ensemble mixte, comprenant des espèces pérennes, la plupart hygrophiles (*Scirpoides holoschoenus, Agrostis stolonifera, Cyperus eragrostis, Lotus rectus, Veronica anagallis-aquatica, Plantago major* et *Rumex crispus*), en mosaïque avec de nombreux thérophytes. Parmi ces derniers, les plus abondants sont *Xanthium italicum*, *Cladanthus mixtus* et *Ornithopus pinnatus*. À l'exception de *Ranunculus ophioglossifolius*, aucun des 19 autres thérophytes n'est hydrophytique ou hélophytique.

Inclusion syntaxonomique des pérennes : ***Agrostietea stoloniferae, Holoschoenetalia vulgaris, Agrostio stoloniferae-Scirpoidion holoschoeni*** (PVF 2004: 42.0.2.0.1).
Code CORINE : 37.4 (Prairies humides méditerranéennes à grandes herbes).

Groupement estival à *Xanthium orientale* subsp. *italicum* et *Persicaria maculosa* dans le ruisseau à sec (Tableau 11 ; figure 4 : item 18 ; photo 24)

À la fin de l'été, le cours de direction NO-SE du ruisseau est occupé par un groupement dominé par deux thérophytes : *Xanthium italicum,* qui n'avait pas été observé en 1988, et *Persicaria maculosa*. Les autres thérophytes assez bien représentés sont *Digitaria sanguinalis* et *Dysphania ambrosioides*. Parmi les pérennes, *Paspalum distichum*, déjà noté en 1988, est abondant et forme une strate rampante sous les deux thérophytes dominants.

Inclusion syntaxonomique. *Xanthium orientale* subsp. *italicum* est un taxon d'origine nord-américaine, très invasif (Fried, 2012) et à développement estival. En Corse, il est abondant, dans deux types de stations.

Le premier type correspond aux hauts des plages de la côte orientale. Là, il s'agit du ***Salsolo kali-Cakiletum maritimae xanthietosum italici*** Géhu *et al.* 1984 (***Cakiletea maritimae*** ; Géhu & Biondi, 1994).

Le deuxième type est une localisation estivale sur les alluvions de plusieurs cours d'eau, ainsi que sur le substrat asséché de divers barrages hydrauliques de la côte orientale, comme ceux de Teppe Rosse (près d'Aleria) et d'Alzitone (près de Ghisonaccia), dont l'eau est prélevée pour l'irrigation des cultures et des vergers. À Cupabia, la situation de *X. italicum* dans le cours à sec du ruisseau de Butturaci correspond à cette deuxième situation.

Photo 22. Grand *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* à mi pente de la dune plaquée du sud-est du site (15 mai 2017), © G. PARADIS

Photo 23. Ruisseau de Butturaci à sec (26 avril 2017). Le mur a été construit pour protéger le terrain de camping lors des crues. © G. PARADIS

Photo 24. Groupement à *Xanthium orientale* subsp. *italicum* et *Persicaria maculosa* dans le ruisseau de Butturaci (12 septembre 2017), © G. PARADIS

Photo 25. Peuplement de *Spartina patens* (= *S. versicolor*) occupant presque toute la partie aval du ruisseau de Butturacci (5 juillet 2017), © G. PARADIS

Photo 26. Autre aspect du peuplement de *Spartina patens* du ruisseau de Butturacci (12 septembre 2017), © G. PARADIS

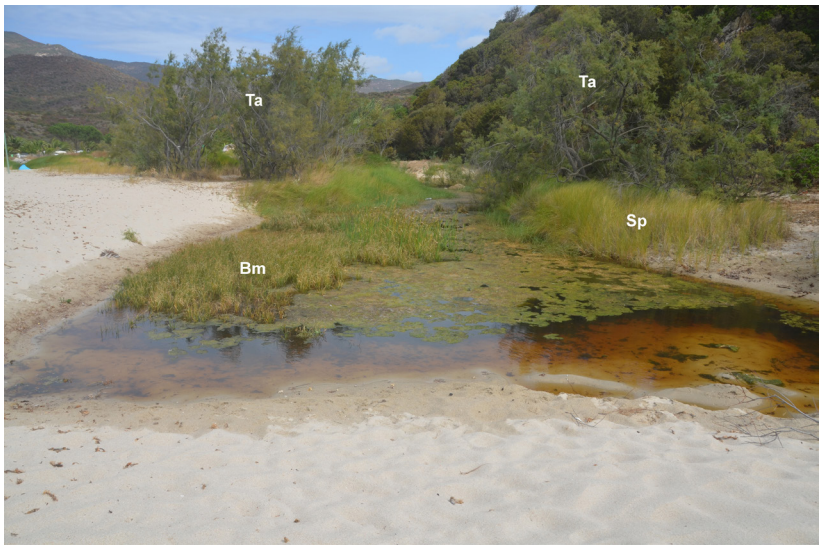


Photo 27. Extrémité du ruisseau de Butturacci : *Tamarix africana* (Ta) et *Spartina patens* (Sp) sur les bords, *Bolboschoenus maritimus* (Bm) dans l'eau (12 septembre 2017), © G. PARADIS

Inclusion syntaxonomique : ***Agrostietea stoloniferae, Holoschoenetalia vulgaris, Paspalo distichi-Agrostion semiverticillatae*** (PVF 2004: 3.0.3.0.1).
Code CORINE : 24.53 (Groupements méditerranéens des limons riverains).

Groupement à *Paspalum distichum* (Tableau 12 ; figure 4 : item 17)

Paspalum distichum, espèce originaire d'Amérique du Sud, est une espèce envahissante (Fried, 2012). Les relevés ont été effectués dans le ruisseau à sec, face au terrain de camping, au sud-ouest de la voie de passage permettant de se rendre à la plage. Au printemps, *P. distichum* forme un groupement avec les jeunes individus de *Xanthium italicum*. Les deux espèces ont alors des recouvrements nettement inférieurs à 50 % (Tableau 12 A). En été, *P. distichum* domine très largement, avec un recouvrement de 80 % à 100 %.

Inclusion syntaxonomique : ***Agrostietea stoloniferae, Holoschoenetalia vulgaris, Paspalo distichi-Agrostion semiverticillatae*** (PVF 2004: 3.0.3.0.1) (Tableau 12 B).
Code CORINE : 24.53 (Groupements méditerranéens des limons riverains).

Peuplement du scirpe *Bolboschoenus maritimus* (*Bolboschoenetum maritimi* Eggler 1933) (Tableau 13 ; figure 4 : B)

Près de la terminaison du ruisseau, *Bolboschoenus maritimus* constitue dans l'eau un peuplement d'une trentaine de mètres carrés, où se mêlent quelques *Typha angustifolia* (Photo 27). Un peu plus en amont, il forme un petit liseré en bordure de l'eau. C'est là qu'a été effectué le relevé du tableau 13, qui indique, en plus du scirpe, trois taxons exotiques envahissants : *Paspalum distichum*, *Xanthium orientale* subsp. *italicum* et *Cotula coronopifolia*. Ces deux derniers taxons, très faciles à reconnaître, n'avaient pas été observés en 1988 : on peut supposer qu'à cette date ils ne se trouvaient pas encore sur le site de Cupabia.

Inclusion syntaxonomique : ***Phragmiti australis-Magnocaricetea elatae, Scirpetalia maritimi, Scirpion maritimi*** (PVF 2004: 51.0.3.0.2).
Code CORINE : 53.17 (Végétation à Scirpes halophiles).

Groupement à *Spartina patens* (Tableau 14 ; figure 4 : item 19 ; photos 25, 26)

Spartina patens (nommé *S. versicolor* jusqu'en 2014) est une espèce invasive (Tison & de Foucault, 2014 : p. 282 ; Paradis & Pozzo di Borgo, 2015), qui n'avait pas été observée en 1988. Ici, cette graminée forme un peuplement très dense devant le terrain de camping, assez près de l'extrémité du ruisseau. Le tableau 13 montre son recouvrement très important, quasiment égal à 100 %, ce qui gêne l'implantation et la croissance des autres espèces. Il semble que la plante la moins gênée soit *Elytrigia acuta* (= *E. atherica*), mais qui est rare à Cupabia.

Inclusion syntaxonomique : ***Agrostietea stoloniferae, Holoschoenetalia vulgaris, Agrostio stoloniferae-Scirpoidion holoschoeni*** (PVF 2004: 42.0.2.0.1).
Code CORINE : 37.4 (Prairies humides méditerranéennes à grandes herbes).

Peuplements de *Tamarix africana*

(Tableau 15 ; figure 4 : item 20 ; photos 27 à 31)

Ici, *Tamarix africana* forme trois types de groupements :

A : une tamariçaie à *Tamarix africana* et *Spartina patens*, en ripisylve en bordure de l'embouchure temporaire la plus fréquente,
B : une tamariçaie à *Tamarix africana* et *Limbarda crithmoides* subsp. *longifolia* (***Inulo crithmoidis-Tamaricetum africanae*** Gamisans 1992), dans l'ancienne embouchure temporaire la plus éloignée, située au SE du site,
C : des îlots (boqueteaux) à *Tamarix africana* et *Elytrigia juncea* (***Elytrigio junceae-Tamaricetum africanae*** Paradis & Reymann 2016), situés sur le tracé très ensablé du cours exceptionnel du ruisseau, juste en amont de l'embouchure temporaire peuplée par la tamaricaie B.

Les tamariçaies B et C ont été décrites en d'autres endroits de la Corse par Paradis (2016). Par contre la tamariçaie A n'avait pas encore été observée. Il est probable qu'avec l'expansion de *Spartina patens* ce type de tamariçaie s'observera sur d'autres sites du littoral corse.

Inclusion syntaxonomique : ***Nerio oleandri-Tamaricetea africanae, Tamaricetalia africanae, Tamaricion africanae*** (PVF 2004: 46.0.1.0.1).
Code CORINE : 44.8131 (Fourrés de tamaris ouest-méditerranéens).
Code Natura 2000 : 92D0 (Galeries et fourrés riverains méridionaux).

Photo 28. *Tamarix africana* et *Spartina patens* en rive droite de la partie aval du ruisseau de Butturacci (12 septembre 2017), © G. PARADIS

Photo 29. *Tamarix africana* et *Spartina patens* en rive gauche de la partie aval du ruisseau de Butturacci (15 mai 2017), © G. PARADIS

Photo 30. *Tamarix africana* sur le sable, près de l'extrémité sud-est du site (15 mai 2017), © G. PARADIS

Photo 31. Dense fréquentation de la plage devant le *Sileno corsicae-Elymetum farcti* riche en *Eryngium maritimum*, en face du terrain de camping (5 juillet 2017), © G. PARADIS

Photo 32. Dénudation devant le terrain de camping par suite des passages des campeurs allant à la plage et en revenant (5 juillet 2017), © G. PARADIS

Photo 33. Dense fréquentation de la plage et large dénudation près de la paillote (5 juillet 2017), © G. PARADIS

Photo 34. Importante dénudation liée à la surfréquentation (5 juillet 2017), © G. PARADIS

Photo 35. Aspect à la fin de l'été de l'importante dénudation due aux passages des gens près de la paillotte (12 septembre 2017), © G. PARADIS

Photo 36. Aspect fini-estival de la large dénudation créée par les passages des gens et les promenades à cheval devant le terrain de camping (12 septembre 2017) (Aa : touffe relictuelle d'*Ammophila arundinacea*), © G. PARADIS

Photo 37. Aspect à la fin de l'été du sentier créé par les promenades à cheval dans la partie SE (12 septembre 2017) (Lc : touffe de *Limbarda crithmoides*), © G. PARADIS

Photo 38. Aspect à la fin de l'été du sentier créé par les promenades à cheval sur la dune plaquée du sud-est du site (12 septembre 2017), © G. PARADIS

Photo 39. Sentier en voie de création par les promenades à cheval sur le *Sileno corsicae-Elymetum farcti* (5 juillet 2017), © G. PARADIS

Agrostietea stoloniferae Oberd. 1983
Holoschoenetalia vulgaris Braun-Blanq. *ex* Tchou 1948
Agrostio stoloniferae-Scirpoidion holoschoeni B. Foucault 2012 (PVF 2004 : 42.0.2.0.1)
Groupement à *Agrostis stolonifera* et *Scirpoides holoschoenus* en mosaïque avec des thérophytes printaniers (Tableau 10)
Groupement à *Scirpoides holoschoenus*
Groupement à *Spartina patens* (Tableau 14)
Paspalo distichi-Agrostion semiverticillatae Braun-Blanq. *in* Braun-Blanq., Roussine & Nègre 1952 (PVF 2004: 3.0.3.0.1)
Groupement estival à *Xanthium orientale* subsp. *italicum* et *Persicaria maculosa* (Tableau 11)
Groupement à *Paspalum distichum* (Tableau 12)

Cakiletea maritimae Tüxen & Preising *ex* Braun-Blanq. & Tüxen 1952
Euphorbietalia peplidis Tüxen 1950
Euphorbion peplidis Tüxen 1950 (PVF 2004 : 12.0.2.0.1)
Groupement à *Cakile maritima* (Tableau 1)

Euphorbio paraliae-Ammophiletea australis Géhu & Géhu-Franck 1988 *corr*. Géhu 2004
Ammophiletalia australis Braun-Blanq. 1933
Ammophilion australis Braun-Blanq. 1921 *corr.* Rivas Mart., M.C. Costa & Izco *in* Rivas Mart., Lousã, T.E. Diáz, Fern.-Gonz. & J.C. Costa 1990
Sporobolenion arenarii Géhu 1988 (PVF 2004: 25.0.1.0.2.1)
Groupement à *Sporobolus pungens* et *Elytrigia juncea* (***Sporobolo pungentis-Elymetum farcti*** Piazza & Paradis 1999) (Tableau 2)
Elymenion farcti Piazza & Paradis 1987 (PVF 2004: 25.0.1.0.2.2)
Sileno corsicae-Elymetum farcti (Malcuit 1926) Bartolo *et al.* 1992 (Tableau 3)
Groupement à *Elytrigia juncea et Medicago marina* (Tableau 3 bis)
Inulo crithmoidis-Elymetum farcti Piazza & Paradis 1994 (Tableau 4)
Ammophilenion australis Rivas Mart. & Géhu *in* Rivas Mart., M.C. Costa, Castrov. & E. Valdés 1980 *corr.* Rivas Mart., Lousã, T.E. Diáz, Fern.-Gonz. & J.C. Costa 1990 (PVF 2004: 25.0.1.0.2.3)
Oyats (*Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*) relictuels (Tableau 5)

Helianthemetea guttati (Braun-Blanq. *ex* Rivas Goday 1958) Rivas Goday & Rivas Mart. 1963
Malcolmietalia ramosissimae Rivas Goday 1958
Maresio nanae-Malcolmion ramosissimae (Rivas Mart. 1978) Rivas Mart., M.C. Costa & Loidi 1992 (PVF 2004 : 32.0.2.0.1).
Sileno sericeae-Vulpietum fasciculatae Paradis & Piazza 1992 (Tableau 6)

Helichryso–Crucianelletea maritimae (Géhu, Rivas Mart. & Tüxen 1973 *in* Bon & Géhu 1973) G. Sissingh 1974 *em.* Biondi & Géhu 1994
Helichryso–Crucianelletalia maritimae Géhu, Rivas Mart. & Tüxen *in* Géhu 1975
Helichrysion italici Paradis & Piazza 1995
Garrigue basse et claire à *Helichrysum italicum* subsp. *italicum*
Cistaie basse et plus ou moins dense à *Cistus salviifolius*

Nerio oleandri-Tamaricetea africanae Braun-Blanq. & O. Bolòs 1958 (PVF 2004: 46.0.1.0.1)
Tamaricetalia africanae Braun-Blanq. & O. Bolòs 1958
Tamaricion africanae Braun-Blanq. & O. Bolòs 1958
Tamariçaie à *Tamarix africana* et *Spartina patens* (Tableau 15A)
Inulo crithmoidis-Tamaricetum africanae Gamisans 1992 (Tableau 15B)
Elytrigio junceae-Tamaricetum africanae Paradis & Reymann 2016 (Tableau 15C)

Phragmiti australis-Magnocaricetea elatae Klika *in* Klika & V. Novák 1941
Scirpetalia maritimi Hejný *in* Holub, Hejný, Moravec & Neuhäusl 1967 (PVF 2004: 51.0.3)
Scirpion maritimi Dahl & Hadač 1941
Peuplement de *Bolboschoenus maritimus* (***Bolboschoenetum maritimi*** Eggler 1933) (Tableau 13)

Quercetea ilicis Braun-Blanq. *in* Braun-Blanq., Roussine & Nègre 1952
Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni Rivas Mart. 1975
Juniperion turbinatae Rivas Mart. 1975 *corr.* 1987 (PVF 2004 : 56.0.2.0.4)
Fourré bas à moyen à *Pistacia lentiscus* (Tableau 9A)
Maquis mixte à *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* et *Pistacia lentiscus* (***Pistacio lentisci-Juniperetum phoeniceae*** Arrigoni, Nardi & Raffaeli 1985) (Tableau 9B)
Maquis relictuel à *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* (Tableau 9C)

Saginetea maritimae V. Westh., van Leeuwen & Adriani 1962
Saginetalia maritimae V. Westh., van Leeuwen & Adriani 1962
Catapodion marini Paradis *et al.* 1999 (PVF 2004:60.0.1)
Groupements thérophytiques sur la petite plage au SE (Tableau 7)

Sisymbrietea officinalis Gutte & Hilbig 1975
Brometalia rubenti-tectorum Rivas Mart. & Izco 1977
Laguro ovati-Bromion rigidi (PVF 2004: 66.0.1.0.3)
Groupement à *Cladanthus mixtus, Raphanus raphanistrum* et *Anisantha diandra* (Tableau 8)

Conclusion

1. Schéma syntaxonomique de la végétation

(Les classes phytosociologiques sont ordonnées par ordre alphabétique)

2. Carte de la végétation (Figure 4)

La carte est un peu polythématique car, en plus des unités de végétation, elle présente : (i) la paillotte (bar-restaurant de plage), régulièrement enlevée d'octobre à avril et à nouveau installée de mai à septembre, (ii) les sentiers et chemins en voie d'agrandissement par suite des nombreux piétinements par les gens et des promenades avec les chevaux, (iii) les ganivelles installées à la fin de l'année 2017.

3. Propositions de gestion

Nécessité de mettre en place des ganivelles autour de toutes les zones présentant une végétation caractéristique des dunes

Il est désolant qu'un site littoral Natura 2000 présente autant de surfaces dénudées (Figure 4 : item 2). Aussi, afin que ni les gens ni les chevaux ne puissent piétiner les portions dunaires ayant encore un peu de végétation, il est urgent que les responsables de la protection de ce site Natura 2000 mettent rapidement en place toutes les ganivelles qui avaient été prévues par le Comité de pilotage du site. En particulier il est urgent de réduire fortement la largeur de la voie de passage entre le terrain de camping et la plage.

Il faudrait aussi installer un petit pont en bois sur le cours du ruisseau face au terrain de camping (Figure 4 : flèche), afin que les gens évitent de piétiner les bords du ruisseau et ainsi ne démantèlent plus les dernières touffes subsistantes des *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*.

Suppression des promenades à cheval

Les passages des chevaux sur le site sont une nuisance, qui risque de s'exagérer à l'avenir. La biodiversité du site, déjà bien mal en point, va continuer à en souffrir et la présence du crottin sera une source continuelle de conflits avec les touristes. Aussi, il paraît normal de supprimer ces promenades sur un site dunaire inscrit dans le réseau Natura 2000.

Si, pour des raisons économiques, les promenades équestres devaient être maintenues, il sera nécessaire de limiter leur fréquence et contrôler leur impact. À titre provisoire, nous proposons le même trajet que celui suivi par les gens se rendant à la plage, quand toutes les ganivelles nécessaires à la protection du site auront été mises en place. Les chevaux devront cependant traverser la dune à *Elytrigia juncea* et autres espèces, en suivant un sentier perpendiculaire à la mer et aboutissant à la dune plaquée du sud-est. Ce sentier sera délimité par deux rangées de ganivelles et devra être très étroit pour ne permettre le passage des chevaux qu'en file indienne. Ce sentier sur le sable devrait être la seule portion du site où la dénudation par les chevaux sera temporairement autorisée. Afin que la végétation puisse se reconstituer, il faudra déplacer chaque année ce sentier et ses ganivelles.

Espèces invasives

Quatre espèces envahissant le ruisseau ont été signalées précédemment : (i) les thérophytes *Cotula coronopifolia* et *Xanthium orientale* subsp. *italicum*, (ii) les pérennes *Paspalum distichum* et *Spartina patens.* Il paraît très difficile de débarrasser le site des deux thérophytes. Par contre, en ce qui concerne les deux pérennes, des campagnes d'arrachage pourraient être effectuées afin de limiter leur expansion.

Sur le sable se localisent : (i) quelques rares tapis, de faible surface, de *Carpobrotus acinaciformis* sur la dune plaquée, près du mur ensablé, (ii) un plus grand nombre de tapis de *Carpobrotus edulis* en plusieurs points, face au terrain de camping et sur la dune plaquée. Comme actuellement ces divers tapis des deux espèces de *Carpobrotus* ne sont pas très nombreux, on pourrait facilement les éradiquer du site. Le tableau 17 précise leurs coordonnées.

Remerciements

Une partie des prospections de terrain de l'un des auteurs (GP) a été financée par un contrat entre la DDTM (Direction départementale des territoires et de la mer) de la Corse du Sud et l'ASTERE (Association scientifique de travaux et recherches sur l'environnement). Nous remercions vivement Camille Féral (DDTM de la Corse du Sud) qui est à l'origine de cette étude.

Nous remercions également Laurent Sorba (Office de l'environnement de la Corse) qui a aimablement localisé les relevés de végétation et les lignes de ganivelles sur une photographie aérienne du site (Figure 2).

Bibliographie

Anonyme, 1999. Natura 2000 - *Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne*. EUR 15/2. Commission européenne. DG Environnement. Protection de la nature, zones côtières et tourisme, 127 p.

Anonymous, 2007 - *Interpretation Manual of European Union Habitats* - EUR 27. European Commission DG Environment - Nature and Biodiversity, 142 p.

Bardat J., Bioret F., Botineau M., Boullet V., Delpech R., Géhu J.-M., Haury J., Lacoste A., Rameau J.-C., Royer J.-M., Roux G. & Touffet J., 2004 - Prodrome des végétations de France. *Patrimoines naturels* **61** (Publications scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris) : 1-171 p.

Cadastre, 1846 - Commune de Coti Chiavari, section C, dite de la Calustre.

Cadastre, 1881 - Commune de Serra di Ferro, section D, dite de Cupabia.

Carte géologique de la France à 1/50 000, 1123, Sartène, 1984 - (Explorations de terrain par O. Conchon, A. Gauthier, J. Marre. Notice par J. Marre, O. Conchon, R. Dominici, A. Dambier). Editions du BRGM, Service géologique national, Orléans.

Devillers P., Devillers-Terschuren J., Ledant J.-P. (& collab.), 1991 - *CORINE biotopes manual. Habitats of the European Community. Data specifications - Part 2*. EUR 12587/3 EN. European Commission, Luxembourg, 300 p.

ENGREF, 1997 - *Nomenclature CORINE Biotopes. Types d'habitats francais*. (Travail réalisé par M. Bissardon et L. Guibal, sous la direction de J.-C. Rameau). Muséum national d'Histoire Naturelle, Paris, 217 p.

Foucault B. (de) & Catteau E., 2012 - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Agrostietea stoloniferae* Oberd. 1983. *J. Bot. Soc. Bot. France* **59** : 5-131.

Fried G., 2012 - *Guide des plantes invasives*. « Les guides des Fous de Nature », Belin, Paris, 272 p.

Géhu J.-M., 2006 - *Dictionnaire de sociologie et synécologie végétales*. J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 899 p.

Géhu J.-M. & Biondi E., 1994 - Végétation du littoral de la Corse. Essai de synthèse phytosociologique. *Braun-Blanquetia* **13** : 1-154.

Géhu J.-M. & Rivas-Martínez S., 1981 - Notions fondamentales de phytosociologie. *Berichte der Internat. Symposium d. Internat. Vereinigung f. Vegetationskunde* : 5-33.

IGN, 1998 - Carte au 1/25 000, Propriano, Golfe de Valinco. 4154 OT, TOP 25. Institut géographique national, Paris.

IGN, 2009 - Carte au 1/25 000, Propriano, Golfe de Valinco. 4154 OT, TOP 25. Institut géographique national, Paris.

IGN, 2011 - Mission photographique aérienne, Corse. Institut géographique national, Paris.

IGN, 2013 - Mission photographique aérienne, Corse. Institut géographique national, Paris.

Jeanmonod D. & Gamisans J., 2013 - *Flora Corsica*, 2e éd. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, NS, n° sp. **39** : 1-1074.

Paradis G., 2016 - Contribution à une synthèse phytosociologique des tamariçaies à *Tamarix africana* de la Corse. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, NS, **47** : 272-316.

Paradis G., Panaïotis Ch. & Piazza C., 2014 - Contribution à la connaissance de la végétation thérophytique du littoral rocheux de la Corse (*Saginetea maritimae, Tuberarietea guttatae, Sisymbrietea officinalis*). *Doc. Phytosoc.,* Série 3, **1** : 352-391.

Paradis G. & Piazza C., 1990 - Étude en 1988 d'une végétation menacée, celle des plages du fond de la baie de Cupabia (nord du golfe de Valinco, Corse). *Bull. Soc. Sci. Hist. Nat. de la Corse* **657** : 23-43.

Paradis G. & Pozzo di Borgo, 2015 - Phytosociologie et symphytosociologie de l'île Lavezzu (Réserve naturelle des Bouches-de-Bonifacio, Corse). Contribution à l'étude de la dynamique de la végétation depuis la suppression du pacage. *Evaxiana* (Soc. Bot. Centre-Ouest) **1** : 113-230.

Piazza C. & Paradis G., 1997 - Essai de présentation synthétique des groupements végétaux de la classe des *Euphorbio-Ammophiletea* du littoral de la Corse. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, NS, **28** : 119-158.

Piazza C. & Paradis G., 1998 - Essai de présentation synthétique des végétations chaméphytique et phanérophytique du littoral sableux et sablo-graveleux de la Corse (classes des *Helichryso-Crucianelletea, Cisto-Lavanduletea* et *Quercetea ilicis*). *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, NS, **29** : 109-168.

Piazza C. & Paradis G., 2002 - Essai de présentation synthétique des groupements thérophytiques printaniers des sites littoraux sableux et graveleux de la Corse (classes des *Ononido variegatae-Cutandietea maritimae, Tuberarietea guttatae, Stellarietea mediae* et *Saginetea maritimae*). *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, NS, **33** : 47-126.

Plan Terrier, 1795 - Feuille 34. Archives de la Corse, Ajaccio.

Tison J.-M. & de Foucault B. (coords), 2014 - *Flora Gallica. Flore de France*. Biotope, Mèze, xx + 1196 p.

Vanden Berghen C., 1982 - *Initiation à l'étude de la végétation.* Jardin botanique national de Belgique, Meise, 263 p.

Tableau 1. Groupement à *Cakile maritima*

Cakiletea maritimae, Euphorbietalia peplidis, Euphorbion peplidis (PVF 2004 : 12.0.2.0.1)

Codes CORINE : 16.12 (Groupements annuels des plages de sable)

Code Natura 2000 : 1210.3 (Laisses de mer des côtes méditerranéennes)

N° de relevé (tableau)	**1**	**2**	**3**
N° de relevé (registre Cupabia, 12 avril 2017)	20	35	36
Surface (m^2)	20	20	100
Recouvrement (%)	15	< 5	30
Pente (°)	.	70	.
Exposition	.	S	.
Colonisation récente d'un ancien chemin	+	.	.
Entaille de la dune par des passages	.	+	.
Arrière du haut de plage	.	.	+
Nombre d'espèces	11	3	12
Nombre de thérophytes	5	2	9
Thérophytes des *Cakiletea maritimae*			
Cakile maritima	+	1	2b
Kali australis (= *Salsola kali* subsp. *tragus*)	+	.	.
Pérennes des *Euphorbio-Ammophiletea*			
Elytrigia juncea (= *Elymus farctus*)	r	.	+
Polygonum maritimum	2b	.	.
Medicago marina	+	.	.
Eryngium maritimum	+	.	.
Silene succulenta subsp. *corsica*	+	.	.
Sporobolus pungens	.	.	+
Sonchus bulbosus	.	.	+
Matthiola sinuata	.	r	.
Autres pérennes			
Limbarda crithmoides subsp. *longifolia*	r	.	.
Scirpoides holoschoenus	r	.	.
Thérophytes des *Malcolmietalia*			
Silene sericea	+	+	+
Malcolmia ramosissima	+	.	+
Cutandia maritima	.	.	1
Hypecoum procumbens	.	.	+
Erodium lebelii subsp. *marcuccii*	r	.	.
Vulpia fasciculata	.	.	r
Medicago littoralis	.	.	r
Autres thérophytes			
Anisantha diandra (= *Bromus diandrus*)	.	.	r
Raphanus raphanistrum subsp. *landra*	.	.	r

Tableau 2. Groupement à *Sporobolus pungens* et *Elytrigia juncea* (*Sporobolo pungentis-Elymetum farcti*)

Euphorbio-Ammophiletea, Ammophiletalia australis, Ammophilion australis, Sporobolenion arenarii (PVF 2004: 25.0.1.0.2.1)

Code CORINE : 16.2112 (Dunes embryonnaires méditerranéennes)

Code Natura 2000 : 2110 (Dunes mobiles embryonnaires)

N° de relevé (tableau)	**1**
N° de relevé (registre Cupabia, 12 avril 2017)	37
Surface (m²)	10
Recouvrement (%)	60
Partie du site sableux à l'ouest du ruisseau	+
Arrière du haut de plage	+
Nombre d'espèces	10
Nombre de thérophytes	4
Pérennes des *Euphorbio-Ammophiletea*	
caractéristiques d'association	
Sporobolus pungens	2b
Elytrigia juncea (= *Elymus farctus*)	2b
compagnes	
Silene succulenta subsp. *corsica*	2a
Medicago marina	+
Eryngium maritimum	+
Polygonum maritimum	+
Thérophytes des *Malcolmietalia*	
Cutandia maritima	2a
Silene sericea	2a
Medicago littoralis	+
Thérophytes des *Cakiletea*	
Cakile maritima	+

Tableau 3 bis.Groupement à *Elytrigia juncea* et *Medicago marina*

Euphorbio-Ammophiletea, Ammophiletalia australis, Ammophilion australis, Sporobolo arenarii-Elymenion farcti (PVF 2004: 25.0.1.0.2.2)

Code CORINE : 16.2112 (Dunes embryonnaires méditerranéennes)

Code Natura 2000 : 2110 (Dunes mobiles embryonnaires)

N° de relevé (tableau)	**1**
N° de relevé (registre Cupabia, 15 mai 2017)	78
Surface (m²)	50
Recouvrement (%)	60
Pente (°)	5
Exposition	NO
Partie du site sableux à l'ouest du ruisseau	+
Première plage au SE	+
Nombre d'espèces	13
Nombre de thérophytes	7
Pérennes des *Euphorbio-Ammophiletea*	
Elytrigia juncea (= *Elymus farctus*)	3
Medicago marina	1
Eryngium maritimum	1
Convolvulus (= *Calystegia*) *soldanella*	+
Euphorbia paralias	+
Sporobolus pungens	+
Thérophyte des *Malcolmietalia*	
Vulpia fasciculata	+
Autres thérophytes	
Anisantha madritensis (= *Bromus madritensis*)	+
Echium plantagineum	+
Hordeum murinum subsp. *glaucum*	+
Melilotus elegans	+
Silene gallica	+
Sonchus oleraceus	+

Tableau 3. Groupement à *Elytrigia juncea* et *Silene succulenta* subsp. *corsica* (*Sileno corsicae-Elymetum farcti*)

Euphorbio-Ammophiletea, Ammophiletalia australis, Ammophilion australis, Elymenion farcti (PVF 2004: 25.0.1.0.2.2)

Code CORINE : 16.2112 (Dunes embryonnaires méditerranéennes); Code Natura 2000 : 2110 (Dunes mobiles embryonnaires)

N° de relevé (tableau)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**		
N° de relevé (registre Cupabia, 12 et 27 avril 2017)	22	25	12	13	14	15	16	17	18	19	21	33	34b1	34b2	38	39	40	41	44	46	54	55	58		
Surface (m²)	20	20	40L	20	80	70	80	60	80	60	100	40	30	20	150	100	100	100	60	80	100	40	100		
Recouvrement (%)	60	60	70	60	70	70	85	80	60	70	75	60	90	70	70	75	70	70	40	70	80	20	70		
Pente (°)	.	5	5	5	5	5	.	5	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
Exposition	.	S	S	S	S	S	.	S	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
Partie du site sableux à l'ouest du ruisseau	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
Devant le camping	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.		
Face au rentrant du ruisseau	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.		
Partie SE du site	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+		
Arrière du haut de plage	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.		
En mosaïque avec *Helichrysum italicum*	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
Entre des pieds d'*Helichrysum* et de *Juniperus turbinata*	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
Colonisation du sable dénudé en arrière des ganivelles	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
Grande butte d'origine éoliennne : mosaïque à *Helichrysum, Elytrigia juncea* et thérophytes	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
Zone anciennement piétinée	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.		
Nombre d'espèces	14	13	8	13	14	11	12	14	13	10	10	15	11	16	12	10	11	16	7	9	16	10	11		
Nombre de thérophytes	7	6	2	8	9	6	6	6	5	3	5	8	3	8	4	3	3	7	1	2	5	3	3	**P**	**CR**
Pérennes des *Euphorbio-Ammophiletea*																									
caractéristiques d'association																									
Elytrigia juncea (= *Elymus farctus*)	2b	3	2b	1	2b	2b	3	2b	2b	2b	3	2a	3	2b	3	2b	2b	2b	2b	2b	1	+	2a	23	1957
Silene succulenta subsp. *corsica*	+	1	2a	2b	2b	2b	2a	2a	2a	2b	2a	1	+	+	2a	2b	3	2a	2b	2b	3	1	2a	23	1220
compagnes des *Euphorbio-Ammophiletea*																									
Medicago marina	1	2b	3	2b	2a	2b	2a	2b	2a	2b	2b	1	2b	2a	1	2a	2b	2a	1	2b	1	1	2a	23	1210
Eryngium maritimum	+	+	2a	.	.	+	2b	2a	1	1	2a	r	+	+	3	+	+	.	.	+	1	+	2a	19	432
Sonchus bulbosus	2a	1	.	1	+	+	.	2a	1	2a	+	1	2b	2a	.	1	r	2a	1	1	1	.	2a	19	392
Polygonum maritimum	.	r	1	.	1	.	1	1	+	+	.	.	+	r	2a	.	+	.	r	.	2b	1	.	14	176
Euphorbia paralias	.	+	.	.	.	.	.	1	r	1	.	.	.	.	1	+	1	1	.	r	r	.	+	11	58
Sporobolus pungens	+	.	1	+	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	1	.	+	.	1	.	.	.	.	8	37
Matthiola sinuata	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	1	+	.	.	.	.	.	.	+	.	1	6	35
Convolvulus soldanella (= *Calystegia s.*)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	+	.	2a	2a	5	86
Glaucium flavum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	0,8
Autres pérennes																									
Spartina patens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2b	1	.	2	91
Helichrysum italicum subsp. *italicum*	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1,6
Cynodon dactylon	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	2	1,6
Carpobrotus edulis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	11
Crithmum maritimum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	0,8
Orobanche minor	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0,4
Romulea rollii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0,4
Limbarda crithmoides subsp. *longifolia*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	1	0,4
Thérophytes des *Malcolmietalia*																									
Silene sericea	2a	2b	1	1	2a	2b	+	+	1	1	2a	1	2a	2a	+	3	1	2a	.	+	1	.	2a	21	662
Malcolmia ramosissima	1	1	.	+	+	.	1	1	+	+	+	2a	.	+	r	+	1	+	+	.	.	+	1	18	111
Medicago littoralis	2a	2a	+	1	1	1	2a	1	1	.	1	1	3	2b	.	.	.	+	.	+	.	+	.	16	434
Hypecoum procumbens	1	1	.	+	+	+	.	+	.	.	.	1	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	9	48
Cutandia maritima	.	.	.	+	1	1	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	7	36
Pseudorlaya pumila	1	.	.	.	+	.	1	.	+	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	25
Vulpia fasciculata	.	.	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	r	.	.	.	.	.	.	.	5	13
Cladanthus mixtus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	2	1,6
Thérophyte des *Cakiletea*																									
Cakile maritima	1	1	.	2a	+	+	.	+	1	1	+	+	.	+	.	.	.	+	.	.	r	.	.	13	87
Autres thérophytes et bisannuelles																									
Anisantha diandra (Bromus diandrus)	.	.	.	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	4	13
Chondrilla juncea (rosette)	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	.	.	.	+	.	.	.	.	.	4	3
Lagurus ovatus	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	r	.	r	.	.	.	.	.	.	3	1
Raphanus raphanistrum subsp. *landra*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	r	.	.	2	1
Plantago bellardii	.	+	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1
Sonchus oleraceus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	10
Hypochaeris achyrophorus	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0,4
Silene gallica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	1	0,4

Tableau 4. Groupement à *Elytrigia juncea* et *Limbarda crithmoides* subsp. *longifolia* (*Inulo crithmoidis-Elymetum farcti*)
Euphorbio-Ammophiletea, Ammophiletalia australis, Ammophilion australis, Elymenion farcti (PVF 2004: 25.0.1.0.2.2)

Code CORINE : 16.2112 (Dunes embryonnaires méditerranéennes)
Code Natura 2000 : 2110 (Dunes mobiles embryonnaires)

N° de relevé (tableau)	**1**	**2**	**3**	**4**	
N° de relevé (registre Cupabia, 26 avril 2017)	45	56	57	.	
N° de relevé (registre Cupabia, 15 mai 2017)	.	.	.	73	
Surface (m²)	150	100	100	200	
Recouvrement (%)	70	70	65	65	
Devant le camping	+	.	.	.	
Partie SE du site	.	+	+	+	
Arrière du haut de plage	+	+	.	+	
Petites buttes éoliennes	.	.	.	+	
Nombre d'espèces	9	7	10	10	
Nombre de thérophytes	1	0	3	2	**CR**
Pérennes des *Euphorbio-Ammophiletea*					
caractéristiques d'association					
Elytrigia juncea (= *Elymus farctus*)	2b	2b	2b	2b	1850
Limbarda crithmoides subsp. *longifolia* (= *Inula crithmoides* subsp. *mediterranea*)	2a	2a	2a	2a	850
compagnes des *Euphorbio-Ammophiletea*					
Medicago marina	1	1	3	2a	1275
Eryngium maritimum	2b	2b	1	2a	1200
Euphorbia paralias	+	1	+	+	77
Polygonum maritimum	2b	2b	.	1	987
Silene succulenta subsp. *corsica*	1	.	+	.	67
Sporobolus pungens	1	.	.	+	67
Sonchus bulbosus	.	+	.	.	5
Matthiola sinuata	.	.	r	.	2
Autre pérenne					
Crithmum maritimum	.	.	.	+	5
Thérophytes des *Malcolmietalia*					
Silene sericea	+	.	+	.	10
Medicago littoralis	.	.	r	+	7
Vulpia fasciculata	.	.	.	+	5

Photo 40. Pied fleuri se *Silene succulenta* subsp. *corsica*, © G. PARADIS

Photo 41. Rameau fleuri de *Limbarda crithmoides* subsp. *longifolia*, © G. PARADIS

Tableau 5. Groupement à *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*

Euphorbio-Ammophiletea, Ammophiletalia australis, Ammophilion australis, Ammophilenion australis (PVF 2004: 25.0.1.0.2.3)

Code CORINE : 16.2122 (Dunes blanches de la Méditerranée)

Code Natura 2000 : 2120 (Dunes mobiles à *Ammophila arenaria*)

N° de relevé (tableau)	**1**	**2**
N° de relevé (registre Cupabia, 12 et 26 avril 2017)	27	43
Surface (m²)	50	15
Recouvrement (%)	65	60
Partie du site sableux au nord du ruisseau de Butturacci	+	.
Juste à l'ouest du ruisseau, face au terrain de camping	.	+
Butte à oyat	+	+
Nombre d'espèces	15	11
Nombre de thérophytes	7	3
Caractéristique		
Ammophila arenaria subsp. *arundinacea*	2b	3
Pérennes des *Euphorbio-Ammophiletea*		
Elytrigia juncea (= *Elymus farctus*)	2b	2a
Sonchus bulbosus	1	2a
Silene succulenta subsp. *corsica*	1	+
Sporobolus pungens	+	1
Polygonum maritimum	.	+
Matthiola sinuata	r	.
Euphorbia paralias	.	r
Autres pérennes		
Helichrysum italicum subsp. *italicum*	2a	.
Pistacia lentiscus	.	1
Corrigiola telephiifolia	r	.
Thérophytes des *Malcolmietalia*		
Malcolmia ramosissima	1	1
Silene sericea	2a	.
Ornithopus pinnatus	1	.
Vulpia fasciculata	+	.
Ornithopus compressus	+	.
Cladanthus mixtus	+	.
Autres thérophytes		
Sonchus oleraceus	.	2a
Lupinus angustifolius	1	.

Tableau 6. Groupements à *Silene sericea, Malcolmia ramosissima* et *Vulpia fasciculata* (*Sileno sericeae-Vulpietum fasciculatae*)

Helianthemetea guttati, Malcolmietalia ramosissimae, Maresio nanae-Malcolmion ramosissimae (PVF 2004 : 32.0.2.0.1)

Code CORINE : 16.228 (Groupements dunaires à *Malcolmia* (*Malcolmietalia*)

Code Natura 2000 : 2230 (Dunes avec pelouses des *Malcolmietalia*)

N° de relevé (tableau)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**		
N° de relevé (Cupabia, 12 et 26 avril 2017)	1	2	3	4	5	6	7	8	24	23	9	26	10	11	28	29	30	31	32	59	60		
Surface (m²)	25	25	25	30	20	10	25	30	40	10	10	10	80	100	40	100	40	60	40	100	100		
Recouvrement (%)	90	70	80	80	70	60	70	60	75	70	40	90	60	80	80	85	50	70	80	70	80		
Pente (°)	0	10	< 5	10	.	.	5	< 5	< 5	.	5	5	5	5	20	.	.	.	.	.	.		
Exposition	.	N	N	N	.	.	N	S	N	.	S	S	S	S	O	.	.	.	.	.	.		
En mosaïque avec *Helichrysum italicum*	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.		
Pelouse avec quelques touffes d'*Helichrysum*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
En mosaïque avec *Cistus salviifolius*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
Zone anciennement piétinée	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.		
Nombre d'espèces	11	10	11	10	7	9	10	15	19	13	12	17	12	16	11	20	5	11	13	15	21	m=8,5	
Nombre de thérophytes	10	7	8	8	7	7	7	10	10	6	12	14	6	10	7	9	4	7	8	8	15	**P**	**CR**
Thérophytes des *Malcolmietalia* caractéristiques d'association																							
Silene sericea	1	2b	2b	2b	4.5	3	2b	2b	2b	2b	2b	2a	2b	2b	2b	2b	2a	2a	2a	2b	2a	21	1795
Malcolmia ramosissima	+	1	1	+	1	2a	2b	2a	2a	2a	3	r	2a	1	r	2a	.	2a	1	+	1	20	625
Vulpia fasciculata	3	2b	2b	3.5	1	1	1	+	.	1	+	.	.	+	2a	2b	2b	2b	.	1	3	17	1079
compagnes																							
Ornithopus compressus	+	+	1	1	+	1	+	+	1	.	1	+	.	.	1	.	1	+	r	.	1	16	102
Ornithopus pinnatus	2b	3	2b	2a	+	2a	2a	1	.	.	2b	1	.	.	3	1	2b	+	.	.	2a	15	873
Cladanthus mixtus	2a	.	1	1	2a	1	1	+	+	.	.	2a	.	.	.	1	.	+	.	+	2b	13	272
Hypochaeris glabra	1	1	1	1	+	.	2a	+	.	.	+	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	10	92
Medicago littoralis	.	.	.	.	.	.	.	1	1	2b	.	.	1	2a	.	1	.	.	2b	2a	1	9	316
Hypecoum procumbens	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	+	.	.	1	2a	.	1	.	.	1	1	+	8	130
Pseudorlaya pumila (espèce protégée)	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	1	1	.	.	.	.	1	.	.	4	36
Erodium lebelii subsp. *marcuccii*	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	11
Thérophyte des *Cakiletea*																							
Cakile maritima	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	+	+	5	26
Autres thérophytes et bisannuelles																							
Chondrilla juncea (rosette)	1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	+	+	.	6	27
Anisantha diandra (= *Bromus diandrus*)	1.1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	1	.	.	.	.	.	.	+	6	26
Plantago bellardii	.	.	.	.	.	.	.	+	2b	.	1	1	.	.	.	.	.	.	r	.	.	5	113
Lupinus angustifolius	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	2a	3	42
Raphanus raphanistrum subsp. *landra*	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	3	23
Senecio lividus	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	2
Misopates orontium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	13
Trifolium cherleri	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	178
Erodium botrys	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	40
Silene gallica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	40
Anthemis arvensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1		.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	12
Corynephorus articulatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
Avena barbata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	1
Hordeum murinum subsp. *glaucum*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	1
Bunias erucago	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1
Echium plantagineum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1
Spergula arvensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1
Hedypnois rhagadioloides (subsp. *cretica*)	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0,5
Tuberaria guttata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0,5
Pérennes des *Euphorbio-Ammophiletea*																							
Sporobolus pungens	.	+	1	+	.	1	1	+	+	+	.	1	+	.	+	r	.	.	+	.	+	14	56
Elytrigia juncea (= *Elymus farctus*)	.	+	.	.	.	.	+	1	2a	2a	.	.	1	1	.	2a	.	2a	2b	2b	.	11	340
Medicago marina	.	.	.	.	.	.	.	2a	2a	1	.	.	2a	2a	.	2a	.	.	2a	1	+	9	267
Silene succulenta subsp. *corsica*	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	2a	2a	r	r	.	.	+	1	.	8	118
Eryngium maritimum	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	1	r	r	.	.	.	+	+	8	17
Sonchus bulbosus	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2b	.	.	1	+	2a	1	.	.	2a	.	.	7	205
Matthiola sinuata	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	r	.	.	.	+	1	5	15
Polygonum maritimum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	.	.	.	.	.	2	1,5
Autres pérennes																							
Corrigiola telephiifolia	.	.	2b	2a.3	.	.	2b	2a	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	6	338
Rumex acetosella	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	2b	.	.	.	5	124
Romulea rollii	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	.	.	.	1	.	+	.	+	.	5	26
Cynodon dactylon	3.5	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	202
Helichrysum italicum subsp. *italicum*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	+	+	3	14
Orobanche minor	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2
Scirpoides holoschoenus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	1	40

Tableau 7. Groupements thérophytiques sur la petite plage du SE
rel. 1: groupement à *Vulpia fasciculata* et *Silene gallica*

rel. 2: *Catapodio marini-Parapholiso incurvae*

rel. 1: *Helianthemetea guttati, Malcolmietalia ramosissimae, Maresio nanae-Malcolmion ramosissimae* (PVF 2004 : 32.0.2.0.1)
rel. 2: *Saginetea maritimae, Saginetalia maritimae, Catapodion marini* (PVF 2004:60.0.1; code CORINE: 15.1)

N° de relevé (tableau)	**1**	**2**
N° de relevé (registre Cupabia,15 mai 2017)	79	80
Première plage au SE	+	+
Bas de la falaise, sur sable	+	+
Face à un sentier sur la falaise	.	+
Surface (m²)	3	8
Recouvrement (%)	80	60
Pente (°)	5	5
Nombre d'espèces	15	17
Nombre de thérophytes	10	12
Thérophytes dominants		
Vulpia fasciculata	4	2a
Silene gallica	1	+
Catapodium marinum	.	3
Parapholis incurva	.	1
Autres thérophytes		
Lolium rigidum subsp. *lepturoides*	+	+
Raphanus raphanistrum	+	+
Hordeum murinum subsp. *glaucum*	1	.
Briza maxima	+	.
Senecio transiens	+	.
Hedypnois rhagadioloides (subsp. *cretica*)	r	.
Melilotus elegans	r	.
Anisantha (*Bromus*) *madritensis*	.	+
Medicago littoralis	.	+
Lagurus ovatus	.	+
Atriplex patula	.	r
Espèces des *Cakiletea*		
Cakile maritima	+	+
Kalli australis (= *Salsola kali*)	.	r (très jeunes)
Espèce des *Crithmo-Limonietea*		
Crithmum maritimum	1	+
Espèces des *Euphorbio-Ammophiletea*		
Elytrigia juncea (= *Elymus farctus*)	1	+
Sporobolus pungens	+	r
Eryngium maritimum	+	.
Polygonum maritimum	.	+
Euphorbia paralias	.	r
Bisannuelle rudérale		
Daucus carota s.l.	+	.

Photo 42. Peuplement de *Silene sericea*, © G. PARADIS

Tableau 8. Groupement à *Cladanthus mixtus, Raphanus raphanistrum* subsp. *landra* et *Anisantha diandra*

Sisymbrietea officinalis, Brometalia rubenti-tectorum, Laguro avati-Bromion rigidi (PVF 2004: 66.0.1.0.3)

N° de relevé (tableau)	**1**	**2**
N° de relevé (registre Cupabia, 26 avril 2017)	42	48 B
Tas de sable mêlé à de la matière organique, résultant du nettoyage de la plage	+	.
Bord ouest du ruisseau à sec	.	+
Surface (m²)	20	30 L
Recouvrement (%)	70	100
Pente (°)	.	70
Nombre d'espèces	15	29
Nombre de thérophytes	6	17
Thérophytes dominants		
Cladanthus mixtus	3	1
Raphanus raphanistrum subsp. *landra*	2a	3
Anisantha diandra (*Bromus diandrus*)	2a	2b
Autres thérophytes		
des *Cakiletea maritimae*		
Cakile maritima	1	1
Xanthium orientale subsp. *italicum*	.	1
des *Malcolmietalia*		
Silene sericea	+	+
Vulpia fasciculata	+	+
Medicago littoralis	.	+
des *Brometalia*		
Silene gallica	.	2a
Papaver rhoeas	.	+
Stellaria media	.	+
Vicia villosa	.	+
Geranium purpureum	.	+
Avena barbata	.	+
Galium aparine	.	+
Lagurus ovatus	.	+
Plantago coronopus	.	r
Pérennes psammophiles (*Euphorbio-Ammophiletea*)		
Elytrigia juncea	2a	2a
Medicago marina	2a	+
Sonchus bulbosus	+	2a
Glaucium flavum	1	.
Convolvulus soldanella (= *Calystegia s.*)	1	.
Silene succulenta subsp. *corsica*	+	.
Sporobolus pungens	+	.
Euphorbia paralias	.	1
Pérennes des milieux plus ou moins humides		
Convolvulus sepium (= *Calystegia s.*)	.	2a
Scirpoides holoschoenus	.	2a
Autres pérennes		
Carpobrotus edulis	**+**	.
Corrigiola telephiifolia	**+**	.
Dittrichia viscosa	.	2a
Plantago lanceolata	.	1
Pistacia lentiscus	.	+
Cistus creticus	.	+
Cistus salviifolius	.	+
Cistus monspeliensis	.	+

Tableau 9. Maquis à *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* et *Pistacia lentiscus*

A: Fourré bas à moyen à *Pistacia lentiscus* dominant

B: Maquis mixte à *Juniperus turbinata* et *Pistacia lentiscus* (*Pistacio lentisci-Juniperetum phoeniceae* Arrigoni, Nardi & Raffaeli 1985)

C: Maquis relictuel à *Juniperus turbinata*

Quercetea ilicis, Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni, Juniperion turbinatae (PVF 2004 : 56.0.2.0.4)

Codes CORINE: 16.27 (Dunes à genévrier); 16.28 (Fourrés dunaires à sclérophylles)

Code Natura 2000: 2250 (Dunes littorales à *Juniperus* spp.)

	A								B					C				
N° de relevé (tableau)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**CR A**	**CR B**	**CR C**
N° de relevé (Cupabia, 15 mai 2017)	70	69	62	61	83	81	82	72	65	67	68	63	64	76	71			
Centre de la dune	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	+			
SE du site, près du mur ensablé	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.			
Bas de la colline du côté NO	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.			
Revers de la dune	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.			
Près de l'entrée	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
Près de la paillotte	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
Surface (m²)	80	50	100	100	30	400	80	75	150	60L	200	200	300	150	150			
Recouvrement total	95	100	100	100	100	100	95	100	100	100	100	100	100	95	100			
Hauteur maximale (en m)	2	1,5	1,5	2	1,5	2	0,8	2,5	4	4	2,5	4	5	6	3,5			
Nombre d'espèces ligneuses	4	7	6	5	2	9	7	6	5	3	8	8	10	6	4			
Nombre d'espèces herbacées	1	2	4	3	1	0	2	3	1	2	0	3	1	8	0			
Espèces ligneuses																		
phanérophytes caractéristiques																		
Pistacia lentiscus	5.5	4	5.5	5.5	5.5	5.5	4	4.4	3	3	3	4	4	.	1	7812	4750	125
Juniperus phoenicea subsp. *turbinata*	2a.2	2a	1	.	.	+	+	.	4	4	3	3	3	5.5	5.5	248	4750	8750
lianoïdes																		
Clematis flammula	.	.	.	.	.	+	2a	.	.	.	.	1	2a	1	+	108	220	135
Smilax aspera	+	r	.	1	.	1	2a	+	r	1	+	.	+	.	1	175	60	125
Rubia peregrina subsp. *longifolia*	.	.	.	r	.	+	.	+	1	.	1	.	.	1	.	6	100	125
Lonicera implexa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	4	.
autres phanérophytes et chaméphytes																		
Helichrysum italicum subsp. *i.*	1	1	1	+	2a	+	+	1	.	.	1	1	+	1	.	238	104	125
Cytisus laniger	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	2a	.	.	1.3	.	2	170	125
Quercus ilex	.	2a	.	.	.	+	.	3.3	.	.	.	.	.	r	.	577	.	5
Asparagus acutifolius	.	.	1	1	.	r	1	.	r	.	.	1	+	.	.	95	56	.
Ruscus aculeatus	.	.	2a	.	.	.	2b	.	.	.	.	2a	2b	.	.	337	540	.
Olea europaea	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	2	8	.
Cistus monspeliensis	.	r	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	32	50	.
Cistus creticus	.	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	231	4	.
Cistus salviifolius	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	6	.
Espèces herbacées																		
herbacées pérennes des bords de mer																		
Matthiola sinuata	r	.	+	r	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	8	.	10
Elytrigia juncea	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	2	8	.
Sporobolus pungens	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.
Euphorbia paralias	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	10
Carpobrotus edulis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	10
herbacées pérennes ou bisannuelles rudérales																		
Oloptum miliaceum	.	r	+	r	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	4	54	.
Melica minuta	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	2	4	.
Brachypodium retusum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.3	.	.	.	.	750	.
Carex sp.	.	r	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
Symphyotrichum squamatum	.	.	.	.	r	.	.		.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
thérophytes																		
Chenopodiastrum murale	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	2b.3	.	.	4	925
Anisantha rigida	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a.3	.	.	.	925
Lagurus ovatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	125
Cakile maritima	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	125
Chondrilla juncea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	10
Geranium purpureum	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.

Tableau 10. Groupement à *Agrostis stolonifera* et *Scirpoides holoschoenus* en mosaïque avec un groupement printanier à *Cladanthus mixtus, Xanthium orientale* subsp. *italicum* et nombreuse autres thérophytes

Agrostietea stoloniferae, Holoschoenetalia vulgaris, Agrostio stoloniferae-Scirpoidion holoschoeni (PVF 2004: 42.0.2.0.1)
Code CORINE: 37.4 (Prairies humides méditerranéennes à grandes herbes)

N° de relevé (tableau)	**1**
N° de relevé (registre Cupabia, 26 avril 2017)	47
Lit à sec du ruisseau dans le coude, au printemps	+
Surface (m^2)	150
Recouvrement (%)	80
Mosaïque entre pérennes et thérophytes	+
Nombre d'espèces	30
Nombre de thérophytes	20
Pérennes hygrophiles dominants	
Agrostis stolonifera	2b
Scirpoides holoschoenus	2b
Autres pérennes hygrophiles	
Dittrichia viscosa	1
Cyperus eragrostis	+
Rumex crispus (rosette)	+
Plantago major	+
Lotus rectus (= *Dorycnium rectum*)	+
Veronica anagallis-aquatica	r
Autres pérennes	
Plantago lanceolata	2a
Cynodon dactylon	2a
Thérophytes dominants	
Cladanthus mixtus	2a
Xanthium orientale subsp. *italicum* (jeunes)	3
Autres thérophytes (et bisannuelles)	
Ornithopus pinnatus	1
Beta vulgaris subsp. *maritima*	+
Geranium dissectum	+
Medicago polymorpha	+
Ornithopus compressus	+
Plantago coronopus subsp. *coronopus*	+
Raphanus raphanistrum subsp. *landra*	+
Silene gallica	+
Silene sericea	+
Spergula rubra	+
Trifolium campestre	+
Vicia villosa	+
Bunias erucago	r
Coleostephus myconis	r
Echium plantagineum	r
Galactites tomentosuss	r
Medicago littoralis	r
Ranunculus ophioglossifolius	r

Tableau 11. Groupement estival à *Xanthium orientale* subsp. *italicum* et *Persicaria maculosa*

Agrostietea stoloniferae, Holoschoenetalia vulgaris, Paspalo distichi-Agrostion semiverticillatae (PVF 2004: 3.0.3.0.1)
Code CORINE: 24.53 (Groupements méditerranéens des limons riverains)

N° de relevé (tableau)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
N° de relevé (registre Cupabia, 12 septembre 2017)	93	92	91	90	89	88
Juste en aval du passage des campeurs	+	.	.	.	.	.
Cours NO-SE, centre du ruisseau, à sec	.	+	.	.	.	.
Cours NO-SE, centre du ruisseau, présence d'un peu d'eau	.	.	+	.	.	.
Cours NO-SE, côté du sable	.	.	.	+	.	.
Cours NO-SE, côté de la digue de blocs	.	.	.	.	+	.
Lit à sec du ruisseau dans le coude, à la fin de l'été	.	.	.	.	.	+
Surface (m²)	10	10	12	10L	20L	30
Recouvrement (%)	80	100	100	100	100	90
Nombre d'espèces	11	7	8	9	8	15
Nombre de thérophytes	6	6	3	4	4	7
Thérophytes dominants						
Xanthium orientale subsp. *italicum*	3	3	3	4	4	3
Persicaria maculosa	2b	3	3	3	3	2a
Pérennes hygrophiles						
Paspalum distichum	2b	3	3	2b	1	2a
Cyperus eragrostis	r	.	r	+	+	+
Dittrichia viscosa	+	.	.	+	+	1
Agrostis stolonifera	.	.	1	+	.	1
Scirpoides holoschoenus	+	.	.	.	.	+
Tamarix africana (jeune)	+	.	.	.	.	.
Rumex crispus (rosette)	.	.	.	.	.	+
Plantago major s.l.	.	.	.	.	.	r
Autre pérenne						
Carpobrotus edulis	.	.	.	.	1	.
Autres thérophytes (et bisannuelles)						
Digitaria sanguinalis	+	1	+	+	1	1
Dysphania ambrosioides (= *Chenopodium a.*)	.	+	+	+	2a	.
Atriplex prostrata	r	1	r	.	.	.
Symphyotrichum squamatum	.	+	.	.	.	+
Persicaria lapathifolia	1	.	.	.	.	.
Dittrichia graveolens	.	.	.	.	.	1
Polypogon monspeliensis	+	.	.	.	.	.
Plantago coronopus	.	.	.	.	.	+
Setaria pumila	.	.	.	.	.	+
Cladanthus mixtus	.	.	.	.	.	r

Photo 43. Jeune pieds de *Xanthium orientale* subsp. *italicum*, © G. PARADIS

Photo 44. Pieds de *Xanthium orientale* subsp. *italicum* avec de jeunes fruits, © G. PARADIS

Tableau 12. Groupement à *Paspalum distichum*
A: au printemps; B: en été

Agrostietea stoloniferae, Paspalo distichi-Polypogonetalia semiverticillatae, Paspalo distichi-Agrostion semiverticillatae (PVF 2004: 3.0.3.0.1)
Code CORINE: 24.53 (Groupements méditerranéens des limons riverains)

	A		B			
N° de relevé (tableau)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
N° de relevé (registre Cupabia, 26 avril 2017)	48A	50	.	.	.	.
N° de relevé (registre Cupabia, 12 septembre 2017)	.	.	87	86	85	84
Surface (m^2)	45 L	20	75 L	125 L	100	20
Recouvrement (%)	75	60	100	100	100	100
Bord du ruisseau à sec, parallèle à la digue	+	.	.	.	.	.
Centre du ruisseau à sec, parallèle à la digue	.	+	.	.	.	.
Partie du ruisseau de direction NNE-SSO	.	.	+	+	+	+
Nombre d'espèces	7	5	9	11	19	7
Nombre de thérophytes	2	1	2	3	5	0
Pérenne caractéristique						
Paspalum distichum	3.3	3.3	5.5	5.5	5.5	5.5
Autres pérennes hygrophytiques						
Bolboschoenus maritimus subsp. *maritimus*	+	+	.	.	.	.
Spartina patens (= *S. versicolor*) (jeune)	.	+	.	.	.	.
Scirpoides holoschoenus	+	.	+	.	1	.
Convolvulus (= *Calystegia*) *sepium*	+	.	+	.	.	+
Rumex crispus	+	.	+	+	r	.
Dittrichia viscosa	.	+	1	2b	+	.
Daucus carota	.	.	+	1	.	.
Lotus rectus (= *Dorycnium rectum*)	.	.	1	2b	1	.
Epilobium hirsutum	.	.	.	+	1	1
Lycopus europaeus	.	.	.	+	+	.
Juncus effusus	.	.	.	+	.	.
Typha latifolia	.	.	.	.	1	1
Mentha aquatica	.	.	.	.	+	1
Rubus ulmifolius	.	.	.	.	+	+
Salix cinerea	.	.	.	.	1	.
Agrostis stolonifera	.	.	.	.	1	.
Cyperus eragrostis	.	.	.	.	+	.
Alnus glutinosa	.	.	.	.	r	.
Cenchrus clandestinus (contact)	.	.	.	.	.	1
Thérophytes hygrophytiques						
Xanthium orientale subsp. *italicum* (très jeunes)	3.3	3.3	1	+	.	.
Spergula rubra	+	.	.	.	.	.
Atriplex prostrata	.	.	+	.	1	.
Persicaria maculosa	.	.	.	r	+	.
Raphanus raphanistrum subsp. *landra*	.	.	.	r	.	.
Cladanthus mixtus	.	.	.	.	+	.
Solanum nigrum	.	.	.	.	+	.
Erigeron canadensis	.	.	.	.	+	.

Photo 45. Inflorescence de *Paspalum distichum*, © G. PARADIS

Photo 46. Inflorescence de *Spartina patens*, © G. PARADIS

Tableau 13. Peuplement de *Bolboschoenus maritimus* (*Bolboschoenetum maritimi* Eggler 1933)

Phragmiti australis-Magnocaricetea elatae, Scirpetalia maritimi, Scirpion maritimi (PVF 2004: 51.0.3.0.2)
Code CORINE: 53.17 (Végétation à Scirpes halophiles)

N° de relevé (registre Cupabia, 26 avril 2017)	**52**
Surface (m²)	30
Recouvrement (%)	90
Liseré en bordure de l'eau du ruisseau	+
Nombre d'espèces	5
Nombre de thérophytes	2
Pérenne caractéristique	
Bolboschoenus maritimus	5.5
Autres pérennes hygrophytiques	
Paspalum distichum	1
Tamarix africana (j)	+
Thérophtes hygrophytiques	
Xanthium orientale subsp. *italicum*	+
Cotula coronopifolia	+

Tableau 14. Peuplement de *Spartina patens* (cours terminal du ruisseau de Butturacci)
Agrostietea stoloniferae, Holoschoenetalia vulgaris, Agrostio stoloniferae-Scirpoidion holoschoeni (PVF 2004: 42.0.2.0.1)
Code CORINE: 37.4 (Prairies humides méditerranéennes à grandes herbes)

N° de relevé (tableau)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
N° de relevé (registre Cupabia, 26 avril 2017)	49	51	53	.	.
N° de relevé (registre Cupabia, 12 septembre 2017)	.	.	.	94	95
Surface (m²)	30 L	150 L	45 L	50 L	100
Recouvrement (%)	95	100	100	100	100
Pente (°)	0	0	0	0	0
Bord du ruisseau à sec	+	+	.	.	.
Sur le sable à côté des *Tamarix africana*	.	.	+	.	.
Entre les rochers (digue) et le filet d'eau	.	.	.	+	+
Nombre d'espèces	7	11	9	9	5
Nombre de thérophytes	2	3	7	4	0
Pérenne caractéristique					
Spartina patens (= *Spartina versicolor*)	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
Autres pérennes hygrophytiques					
Rumex crispus	+	+	.	.	r
Paspalum distichum	1	.	.	1	.
Convolvulus sepium (= *Calystegia s.*)	.	1	.	.	r
Juncus acutus	.	+	.	.	r
Bolboschoenus maritimus	+	.	.	r	.
Typha angustifolia	+	.	.	r	.
Elytrigia acuta (= *E. atherica*)	.	2a.3	.	.	.
Agrostis stolonifera	.	.	.	r	.
Scirpoides holoschoenus					r
Autres pérennes					
Dittrichia viscosa	.	r	1	.	.
Carpobrotus edulis	.	+	.	.	.
Thérophytes hygrophytiques					
Xanthium orientale subsp. *italicum*	1	.	.	2b	.
Symphyotrichum squamatum	.	r	.	r	.
Persicaria maculosa	.	.	.	1	.
Cotula coronopifolia	+	.	.	.	.
Polypogon monspeliensis	.	.	.	+	.
Autres thérophytes et bisannuelles					
Raphanus raphanistrum subsp. *landra*	.	r	1	.	.
Papaver rhoeas	.	r	.	.	.
Glebionis segetum	.	r	.	.	.
Galium aparine	.	.	r	.	.
Sonchus oleraceus	.	.	r	.	.
Senecio lividus	.	.	r	.	.
Cladanthus mixtus	.	.	r	.	.
Anisantha diandra (= *Bromus diandrus*)	.	.	r	.	.
Silene gallica	.	.	r	.	.

Tableau 15. Groupements à *Tamarix africana* de Cupabia

A. Groupement à *Tamarix africana* et *Spartina patens*

B. *Inulo crithmoidis-Tamaricetum africanae* Gamisans 1992

C. *Elytrigio junceae-Tamaricetum africanae* Paradis & Reymann 2016

Nerio oleandri-Tamaricetea africanae, Tamaricetalia africanae, Tamaricion africanae (PVF 2004: 46.0.1.0.1)

Code CORINE : 44.8131 (Fourrés de tamaris ouest-méditerranéens)

Code Natura 2000 : 92D0 (Galeries et fourrés riverains méridionaux)

	A	B		C					
N° de relevé (tableau)	1	2	3	4	5	6	7	8	
N° de relevé (Cupabia, 15 mai 2016)	5	1	.	2	.	3	.	4	
N° de relevé (Cupabia, 15 mai 2017)	.	.	77	.	74	.	75	.	
Tamaris sur les bords de l'embouchure fréquente	+	.	.	.	.	.	.	.	
Tamaris dans une ancienne embouchure (extrémité SE)	.	+	+	.	.	.	.	.	
Ilots de tamaris très ensablés, entre A et B	.	.	.	+	+	+	+	+	
Surface (m²)	50L	80 L	100	100	120	200	120	150	
Recouvrement total	100	80	90	95	95	90	85	90	
Recouvrement strate des ligneux (%)	70	60	40	60	60	70	70	80	
Recouvrement strate basse (%)	95	70	70	80	90	80	80	70	
Hauteur maxima (en m)	5	4	4	3,5	3,5	3,5	4	3	
Nombre d'espèces	9	9	11	14	18	21	19	21	
Nombre de pérennes (plus les bisannuelles)	6	7	9	9	8	10	10	15	
Nombre de thérophytes	3	2	2	5	10	11	9	6	**CR C**
Strate haute et ligneux									
caractéristique									
Tamarix africana	4.5	4.5	3.5	4.5	4.5	4.5	4.5	5.5	6750
autres espèces ligneuses									
Smilax aspera	.	+	.	1	.	.	.	.	50
Helichrysum italicum subsp. *italicum*	.	.	.	.	.	.	1	1	100
Asparagus acutifolius		.	.	.	+	.	r	.	6
Juniperus phoenicea subsp. *turbinata*	.	.	.	+	.	.	.	.	4
Dittrichia viscosa	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Strate basse herbacée									
herbacées pérennes des zones humides									
Spartina patens (= *S. versicolor*)	5.5	.	1	.	.	.	.	.	.
Limbarda crithmoides subsp. *longifolia*	.	3.4	3.4	2a	2a	2a	1	1	610
Juncus acutus	+	.	.	.	.	.	.	.	.
herbacées pérennes des bords de mer									
Elytrigia juncea	.	2a	1	3	2a	3	3	3	3170
Crithmum maritimum	.	+	2a.3	1	+	1	+	1	158
Matthiola sinuata	.	+	1	2a	1	2a	+	1	444
Eryngium maritimum	r	.	+	1	+	1	1	+	158
Polygonum maritimum	.	.	+	1	.	1	.	1	150
Euphorbia paralias	.	.	.	.	2a	1	+	+	228
Sonchus bulbosus	.	.	1	.	.	.	+	1	54
Silene succulenta subsp. *corsica*	.	.	.	.	.	+	.	.	4
Convolvulus soldanella	.	.	.	.	.	.	.	+	4
Medicago marina	.	.	.	.	.	.	.	r	2
herbacées pérennes ou bisannuelles rudérales									
Daucus carota subsp. *carota*	.	+	.	.	.	.	.	.	
Allium subhirsutum	.	.	.	.	.	.	.	+	4
Allium commutatum	.	.	.	.	.	.	.	r	2
thérophytes des *Cakiletea* et des *Malcolmietalia*									
Cakile maritima	+	.	.	1	1	+	1	1	255
Vulpia fasciculata	.	.	.	2b	.	2a	.	2a	710
Cladanthus mixtus	.	.	.	.	+	+	.	+	12
thérophytes rudéraux									
Raphanus raphanistrum subsp. *landra*	1	1.3	2a.3	1	1	1	+	+	158
Anisantha rigida	.	.	+	.	2b	1	2a	.	590
Lagurus ovatus	.	.	.	.	2a	2b	1	2a	760
Briza maxima	.	.	.	.	2b	2a	+	1	594
Senecio lividus	.	.	.	r	.	r	+	1	58
Hordeum murinum subsp. *glaucum*	.	.	.	2a	.	1	.	.	220
Avena barbata	.	.	.	.	1	+	.	.	54
Silene gallica	.	+	.	.	+	.	+	.	8
Urospermum picroides	.	.	.	.	+	.	+	.	8
Sonchus oleraceus	+	.	.	.	.	.	+	.	4
Lolium multiflorum	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Andryala integrifolia	.	.	.	.	+	.	.	.	4
Hedypnois rhagadioloides (subsp. *cretica*)	.	.	.	.	.	+	.	.	4
Geranium purpureum	.	.	.	.	.	+	.	.	4

Tableau 16. Coordonnées des relevés phytosociologiques - Cupabia (12 et 26/04/2017; 15/05/2017; 12/09/2017)

N° de relevé	Latitude	Longitude	N° de relevé	Latitude	Longitude
1	41°44’19’’ N	8°47’02’’E	**48B**	41°44’13’’ N	8°47’01’’E
2	41°44’19’’ N	8°47’01’’E	**49**	41°44’13’’ N	8°47’01’’E
3	41°44’19’’ N	8°46’59’’E	**50**	41°44’13’’ N	8°47’01’’E
4	41°44’20’’ N	8°46’59’’E	**51**	41°44’12’’ N	8°47’02’’E
5	41°44’20’’ N	8°46’59’’E	**52**	41°44’11’’ N	8°47’03’’E
6	41°44’20’’ N	8°46’59’’E	**53**	41°44’11’’ N	8°47’03’’E
7	41°44’19’’ N	8°46’58’’E	**54**	41°44’11’’ N	8°47’02’’E
8	41°44’19’’ N	8°46’57’’E	**55**	41°44’11’’ N	8°47’02’’E
9	41°44’20’’ N	8°46’57’’E	**56**	41°44’06’’ N	8°47’04’’E
10	41°44’22’’ N	8°46’52’’E	**57**	41°44’07’’ N	8°47’05’’E
11	41°44’22’’ N	8°46’51’’E	**58**	41°44’07’’ N	8°47’05’’E
12	41°44’23’’ N	8°46’50’’E	**59**	41°44’07’’ N	8°47’06’’E
13	41°44’23’’ N	8°46’50’’E	**60**	41°44’08’’ N	8°47’06’’E
14	41°44’23’’ N	8°46’49’’E	**61**	41°44’18’’ N	8°47’00’’E
15	41°44’23’’ N	8°46’49’’E	**62**	41°44’19’’ N	8°47’00’’E
16	41°44’22’’ N	8°46’51’’E	**63**	41°44’20’’ N	8°46’58’’E
17	41°44’21’’ N	8°46’52’’E	**64**	41°44’21’’ N	8°46’56’’E
18	41°44’20’’ N	8°46’53’’E	**65**	41°44’22’’ N	8°46’52’’E
19	41°44’19’’ N	8°46’54’’E	**66**	41°44’23’’ N	8°46’50’’E
20	41°44’19’’ N	8°46’55’’E	**67**	41°44’23’’ N	8°46’49’’E
21	41°44’18’’ N	8°46’56’’E	**68**	41°44’19’’ N	8°46’55’’E
22	41°44’18’’ N	8°46’56’’E	**69**	41°44’19’’ N	8°46’55’’E
23	41°44’19’’ N	8°46’56’’E	**70**	41°44’19’’ N	8°46’56’’E
24	41°44’20’’ N	8°46’54’’E	**71**	41°44’19’’ N	8°46’56’’E
25	41°44’20’’ N	8°46’54’’E	**72**	41°44’19’’ N	8°46’55’’E
26	41°44’20’’ N	8°46’55’’E	**73**	41°44’06’’- 05’’N	8°47’04’’- 05’’E
27	41°44’18’’ N	8°47’00’’E	**74**	41°44’05’’N	8°47’06’’E
28	41°44’18’’ N	8°47’00’’E	**75**	41°44’06’’N	8°47’05’’E
29	41°44’18’’ N	8°46’59’’E	**76**	41°44’06’’N	8°47’06’’E
30	41°44’19’’ N	8°46’59’’E	**77**	41°44’04’’N	8°47’06’’E
31	41°44’18’’ N	8°46’59’’E	**78**	41°44’03’’N	8°47’05’’E
32	41°44’18’’ N	8°46’58’’E	**79**	41°44’03’’N	8°47’05’’E
33	41°44’18’’ N	8°46’57’’E	**80**	41°44’02’’N	8°47’05’’E
34	41°44’17’’ N	8°46’57’’E	**81**	41°44’06’’N	8°47’07’’E
35	41°44’17’’ N	8°46’58’’E	**82**	41°44’07’’N	8°47’06’’E
36	41°44’17’’ N	8°46’57’’E	**83**	41°44’18’’ N	8°46’58’’E
37	41°44’17’’ N	8°46’57’’E	**pont**	41°44’19’’ N	8°47’03’’E
38	41°44’15’’ N	8°46’58’’E	**84**	41°44’18’’ N	8°47’01’’E
38	41°44’13’’ N	8°47’00’’E	**85**	41°44’18’’ N	8°47’00’’E
39	41°44’15’’ N	8°46’59’’E	**86**	41°44’17’’ N	8°47’00’’E
40	41°44’13’’ N	8°47’00’’E	**87**	41°44’17’’ N	8°46’59’’E
41	41°44’15’’ N	8°46’59’’E	**88**	41°44’16’’ N	8°46’59’’E
42	41°44’15’’ N	8°47’00’’E	**89**	41°44’16’’ N	8°47’00’’E
43	41°44’12’’ N	8°47’01’’E	**90**	41°44’15’’ N	8°47’00’’E
44	41°44’12’’ N	8°47’01’’E	**91**	41°44’14’’ N	8°47’01’’E
45	41°44’11’’ N	8°47’01’’E	**92**	41°44’14’’ N	8°47’01’’E
46	41°44’16’’ N	8°46’59’’E	**93**	41°44’13’’ N	8°47’01’’E
47	41°44’14’’ N	8°47’01’’E	**94**	41°44’12’’ N	8°47’02’’E
48A	41°44’13’’ N	8°47’01’’E	**95**	41°44’11’’ N	8°47’02’’E

Tableau 17. Coordonnées des tapis de *Carpobrotus* - Cupabia (19/11/2017)

Espèce	Localisation	Latitude	Longitude
Carpobrotus acinaciformis	Dune plaquée	41°44'07'' N	8°47'06''E
Carpobrotus edulis	Dune plaquée	41°44'06'' N	8°47'06''E
Carpobrotus edulis	Dune plaquée	41°44'07'' N	8°47'06''E
Carpobrotus edulis	Sur sable face au camping	41°44'15'' N	8°46'59''E
Carpobrotus edulis	Sur sable face au camping	41°44'15'' N	8°47'00''E
Carpobrotus edulis	Près du ruisseau	41°44'17'' N	8°46'58''E
Carpobrotus edulis	Contre la digue	41°44'16'' N	8°46'59''E
Carpobrotus edulis	Contre la digue	41°44'15'' N	8°47'00''E

Tableau 18. Comptage en 1988 des pieds des espèces caractéristiques des *Cakiletea maritimae*, le long de la grande plage et de la petite plage du sud-est (*in* Paradis & Piazza, 1990)

N° de relevé (tableau)	**1**	**2**	**3**
N° de relevé (registre Cupabia, 8 août 1988)	c	d	e
NO du terrain de camping	+	.	.
Partie SE	.	+	.
Première petite plage au SE	.	.	+
Cakile maritima	8	> 60	6
Kali australis (= *Salsola kali* subsp. *tragus*)	24	> 100	21
Euphorbia peplis	3	30	0
Atriplex prostrata	2	2	1

Tableau 19. Groupement à *Elytrigia juncea* et *Silene succulenta* subsp. *corsica* (*Sileno corsicae-Elymetum farcti*) (1988) (*in* Paradis & Piazza, 1990)

N° de relevé (registre Cupabia, 28 mai 1988)	**1**	**2**	**3**	**4**
Surface (m²)	16	16	20	25
Recouvrement (%)	50	60	50	80
Nombre d'espèces	6	8	12	10
Nombre de thérophytes	1	2	2	4
Pérennes des *Euphorbio-Ammophiletea*				
caractéristiques d'association				
Elytrigia juncea (= *Elymus farctus*)	+	3	+	+
Silene succulenta subsp. *corsica*	2	2	2	3
compagnes				
Eryngium maritimum	3	1	2	3
Medicago marina	1	1	1	2b
Convolvulus soldanella (= *Calystegia s.*)	.	.	3	2
Sporobolus pungens	1	1	.	.
Euphorbia paralias	.	+	+	.
Glaucium flavum	.	.	+	+
Polygonum maritimum	.	.	+	.
Autres pérennes				
Cynodon dactylon	.	.	1	.
Crithmum maritimum	.	.	+	.
Thérophytes des *Cakiletea*				
Kali australis (= *Salsola kali* subsp. *tragus*)	.	.	+	+
Cakile maritima	+	.	.	.
Thérophytes des *Malcolmietalia*				
Cutandia maritima	.	.	1	1
Malcolmia ramosissima	.	+	.	+
Medicago littoralis	.	+	.	.
Vulpia fasciculata	.	.	.	+

Tableau 20. Groupement à *Silene sericea et Vulpia fasciculata* (*Sileno sericeae-Vulpietum fasciculatae*) (1988) (*in* Paradis & Piazza, 1990)

N° de relevé (registre Cupabia, 28 mai 1988)	**6**
Surface (m²)	15
Recouvrement (%)	70
Nombre d'espèces	15
Nombre de thérophytes	11
Thérophytes des *Malcolmietalia*	
caractéristiques d'association	
Silene sericea	2
Vulpia fasciculata	3
compagnes	
Malcolmia ramosissima	1
Hypecoum procumbens	+
Rumex bucephalophorus	+
Ornithopus compressus	1
Ornithopus pinnatus	+
Cladanthus mixtus	1
Autres thérophytes et bisannuelles	
Avena barbata	+
Chondrilla juncea	+
Crepis bellidifolia	+
Pérennes des *Euphorbio-Ammophiletea*	
Sporobolus pungens	1
Sonchus bulbosus	+
Autres pérennes	
Corrigiola telephiifolia	+
Jasione montana	+

Tableau 21. Groupements le long du ruisseau de Butturacci (1988)

N° de relevé (registre Cupabia, 8 août 1988)	**7**	**8**
Partie du ruisseau au NO du terrain de camping	+	.
Partie du ruisseau face au SE du terrain de camping	.	+
Surface (m² linéaires)	30	40
Recouvrement (%)	100	80
Glyceria fluitans	3	.
Sparganium erectum	3	.
Lycopus europaeus	1	.
Mentha aquatica	1	.
Mentha pulegium	1	.
Galium elongatum	+	.
Persicaria lapathifolia	+	.
Pulicaria dysenterica	+	.
Veronica anagallis-aquatica	+	.
Paspalum distichum	3	2
Typha angustifolia	1	3
Juncus effusus	1	1
Iris pseudacorus	1	+
Agrostis stolonifera	1	+
Convolvulus sepium	+	+
Scirpoides holoschoenus	+	+
Dittrichia viscosa	+	+
Cyperus longus	.	1
Eleocharis palustris	.	1
Juncus acutus	.	1
Schoenoplectus tabernaemontani	.	1
Bolboschoenus maritimus	.	+
Phragmites australis	.	+
Rumex crispus	.	+

Tableau 22. Liste floristique de Cupabia

Type biologique	Espèces classées par famille	Tableaux comprenant le taxon ou observation
	GYMNOSPERMES	
	Cupressaceae	
P	*Juniperus phoenicea* L. subsp. *turbinata* (Guss.) Nyman	Tab. 9, 15
	ANGIOSPERMES MONOCOTYLEDONES	
	Alismataceae	
Hydr Hc	*Alisma plantago-aquatica* L.	Observation dans le ruisseau en avril 2017
	Amaryllidaceae	
Gb	*Allium commutatum* Guss.	Tab. 15
Gb	*Allium subhirsutum* L.	Tb. 15
	Araceae	
Hydr T	*Lemna minor* L.	Observation dans l'eau du ruisseau en avril 2017
	Asparagaceae	
Gr/Ch	*Asparagus acutifolius* L.	Tab. 9, 15
Gr/Ch	*Ruscus aculeatus* L.	Tab. 9
	Cyperaceae	
Gt	*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla subsp. *maritimus*	Tab. 12, 13, 14
Hc	*Cyperus eragrostis* Lam.	Tab. 10, 11, 12
Gr	*Cyperus longus* L.	Observation en bordure du ruisseau en 2017
Gr	*Eleocharis palustris* (L.) Roem. & Schult.	Observé en 1988 mais non en 2017 (cf. tabl. 21)
Gr	*Schoenoplectus tabernaemontani* (G.G. Gmel.) Palla	Observé en 1988 mais non en 2017 (cf. tabl. 21)
Gr	*Scirpoides holoschoenus* subsp. *australis* (Murray) Soják	Tab. 1, 6, 8, 10, 11, 12, 14
	Iridaceae	
Gr	*Iris pseudacorus* L.	Observé en 1988 mais non en 2017 (cf. tabl. 21)
Gc	*Romulea rollii* Parl.	Tab. 3, 6
	Juncaceae	
Gr/Hc	*Juncus acutus* L. subsp. *acutus*	Tab. 14, 15
Hc	*Juncus effusus* L.	Tab.12
	Poaceae	
Hc	*Agrostis stolonifera* L.	Tab. 10,11, 12, 14
Gr	*Ammophila arenaria* (L.) Link subsp. *arundinacea* H. Lindb.	Tab. 5
T	*Anisantha diandra* (Toth) Tzvelev (= *Bromus diandrus* Roth)	Tab 1, 3, 6, 8, 14
T	*Anisantha madritensis* (L.) Nevski (= *Bromus madritensis* L.)	Tab. 3bis, 7
T	*Anisantha rigida* (Roth) Hyl. (= *Bromus diandrus* subsp. *maximus* (Desf.) Soó)	Tab. 9, 15
T	*Avena barbata* Link	Tab 6, 8, 15
Hc/Ch	*Brachypodium retusum* (Pers.) P. Beauv.	Tab. 9
T	*Briza maxima* L.	Tab. 7, 15
T	*Catapodium marinum* (L.) C.E. Hubb.	Tab. 7
Hc	*Cenchrus clandestinus* (Chiov.) Morrone	Tab. 12
T	*Coryephorus articulatus* (Desf.) P. Beauv.	Tab. 6
T	*Cutandia maritima* (L.) Benth.	Tab. 1, 2, 3
Hc/Gr	*Cynodon dactylon* (L.) Pers.	Tab 3, 6, 10
T	*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.	Tab. 11
Gr	*Elytrigia acuta* (DC) Tzvelev	Tab. 14
Gr	*Elytrigia juncea* (L.) Nevski subsp. *juncea*	Tab 1, 2, 3, 3bis, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 15
Hydr. Hc	*Glyceria fluitans* (L.) R. Br.	Observé en 1988 mais non en 2017 (cf. tabl. 21)
T	*Hordeum murinum* L. subsp. *glaucum* (Steud.) Tzvelev	Tab. 3 bis, 6, 7, 15
T	*Lagurus ovatus* L.	Tab 3, 7, 8, 9, 15
T	*Lolium multiflorum* Lam.	Tab. 15
T	*Lolium rigidum* Gaudin subsp. *lepturoides* Sennen & Mauricio	Tab. 7
Hc	*Melica minuta* L.	Tab. 9
Hc	*Oloptum miliaceum* (L.) M. Röser & H.M. Hamasha (*Piptatherum miliaceum* (L.) Coss.)	Tab. 9
T	*Parapholis incurva* (L.) C.E. Hubb.	Tab. 7
Hc	*Paspalum distichum* L.	Tab. 11, 12, 13, 14
Gr	*Phragmites australis* (Cav.) Steud.	Observé en 1988 mais non en 2017 (cf. tabl. 21)
T	*Polypogon monspeliensis* (L.) Desf.	Tab. 11, 14
T	*Setaria pumila* (Poir.) Roem. & Schult	Tab. 11
Gr	*Spartina patens* (Aiton) Muhl.	Tab. 3, 12, 14, 15
Gr	*Sporobolus pungens* (Schreb.) Kunth	Tab 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
T	*Vulpia fasciculata* (Forssk.) Fritsch	Tab 1, 3, 3bis, 4, 5, 6, 7, 8, 15
	Smilacaceae	
PL	*Smilax aspera* L.	Tab. 9, 15
	Typhaceae	

Hydr Hc	*Sparganium neglectum* Beeby	Observation dans le ruisseau en avril 2017
Hc	*Typha angustifolia* L.	Tab. 14
Hc	*Typha latifolia* L.	Tab. 12
	ANGIOSPERMES DICOTYLEDONES	
	Aizoaceae	
Ch	*Carpobrotus acinaciformis* (L.) L. Bolus	Observation en 2017 sur la dune plaquée, près du mur ensablé
Ch	*Carpobrotus edulis* (L.) N.E. Br.	Tab. 3, 8, 9, 11, 14
	Amaranthaceae	
T	*Atriplex patula* L.	Tab. 7
T	*Atriplex prostrata* DC.	Tab. 11, 12
Hc	*Beta vulgaris* L. subsp. *maritima* (L.) Arcang.	Tab. 10
T	*Chenopodiastrum murale* (L.) S. Fuentes *et al.*	Tab. 9
T	*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants (= *Chenopodium ambrosioides* L.)	Tab. 11
T	*Kali australis* (R. Br.) Akhani & E.H. Roalson (*Salsola kali* L. subsp. *tragus* (L.) čelak.)	Tab. 1, 7
	Anacardiaceae	
P	*Pistacia lenticus* L.	Tab. 5, 8, 9
	Apiaceae	
Hc/Ch	*Crithmum maritimum* L.	Tab. 3, 4, 7, 15
Hc	*Daucus carota* L.	Tab. 7, 12, 15
G, Hc	*Eryngium maritimum* L.	Tab. 1, 2, 3, 3bis, 4, 6, 7, 15
Hydr Hc	*Helosciadium nodiflorum* (L.) W.D.J. Koch	Observation dans le ruisseau en avril 2017
Hc/Gt	*Oenanthe crocata* L.	Observation en bordure du ruisseau en mai 2017
T	*Pseudorlaya pumila* (L.) Grande (espèce protégée)	Tab. 3, 6
	Asteraceae	
T	*Andryala integrifolia* L.	Tab. 15
T	*Anthemis arvensis* L.	Tab. 6
Hc	*Chondrilla juncea* L.	Tab. 3, 6, 9
T	*Cladanthus mixtus* (L.) Chevall.	Tab. 3, 5, 6, 8, 10, 11, 13, 14, 15
T	*Coleostephus myconis* (L.) Rchb. f.	Tab. 10
T	*Cotula coronopifolia* L.	Tab. 13, 14
Hc	*Crepis bellidifolia* Loisel.	Observé en 1988 mais non en 2017
T	*Dittrichia graveolens* (L.) Greuter	Tab. 11
Ch	*Dittrichia viscosa* (L.) Greuter	Tab. 8, 10, 11, 12, 14, 15
T	*Erigeron canadensis* L.	Tab. 12
T	*Galactites tomentosus* Moench (= *G. elegans* (All.) Soldano)	Tab. 10
T	*Glebionis segetum* (L.) Fourre	Tab. 14
T	*Hedypnois rhagadioloides* (L.) F.W. Schmidt	Tab. 6, 7, 15
Ch	*Helichrysum italicum* (Roth) G. Don subsp. *italicum*	Tab. 3, 5, 6, 9, 15
T	*Hypochaeris achyrophorus* L.	Tab. 3
T	*Hypochaeris glabra* L.	Tab. 6
Ch	*Limbarda crithmoides* (L.) Dumort. subsp. *longifolia* (Arcang.) Greuter	Tab. 1, 3, 4, 15
Hc	*Pulicaria dysenterica* (L.) Bernh.	Observé en 1988 mais non en 2017 (cf. tabl. 21)
T	*Senecio lividus* L.	Tab. 6, 14, 15
T	*Senecio transiens* (Rouy) Jeanmonod	Tab. 7
Gr	*Sonchus bulbosus* (L.) N. Kilian & Greuter subsp. *bulbosus*	Tab 1, 3, 4, 5, 6, 8, 15
T	*Sonchus oleraceus* L.	Tab. 3, 3bis, 5, 14, 15
Hc/T	*Symphyotrichum squamatum* (Spreng.) G.L. Nesom	Tab. 9, 11, 14
T	*Urospermum picroides* (L.) F.W. Schmidt	Tab. 15
T	*Xanthium orientale* L. subsp. *italicum* (Moretti) Greuter	Tab. 8, 10, 11, 12, 13, 14
	Betulaceae	
P	*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.	Tab. 12
	Brassicaceae	
T	*Bunias erucago* L.	Tab. 6, 10
T	*Cakile maritima* Scop. subsp. *maritima*	Tab. 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 15
T	*Malcolmia ramosissima* (Desf.) Gennari	Tab. 1, 3, 5, 6
Hc	*Matthiola sinuata* (L.) R. Br.	Tab. 1, 3, 4, 5, 6, 9, 15
T	*Raphanus raphanistrum* L. subsp. *landra* (DC.) Bonnier & Layens	Tab. 1, 3, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 15
	Boraginaceae	
Hc/T	*Echium plantagineum* L.	Tab. 3bis, 6, 10
	Campanulaceae	
Hc	*Jasione montana* L.	Observé en 1988 mais non en 2017 (cf. tabl. 20)
	Caprifoliaceae	
npL	*Lonicera implexa* Aiton	Tab. 9

	Caryophyllaceae (11)	
Hc	*Corrigiola telephiifolia* Pourr.	Tab. 5, 6, 8
T	*Silene gallica* L.	Tab. 3, 3bis, 6, 7, 8, 10, 14, 15
T	*Silene sericea* All.	Tab. 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10
G	*Silene succulenta* Forssk. subsp. *corsica* (DC.) Nyman	Tab. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 15
T	*Spergula arvensis* L.	Tab. 6
T	*Spergula rubra* (L.) Bartl.	Tab. 10, 12
T	*Stellaria media* (L.) Vill.	Tab. 8
	Cistaceae	
np	*Cistus creticus* L.	Tab. 8, Tab. 9
np	*Cistus monspeliensis* L.	Tab. 8, Tab. 9
np	*Cistus salviifolius* L.	Tab. 8, Tab. 9
T	*Tuberaria guttata* (L.) Fourr.	Tab. 6
	Convolvulaceae	
Hc/L	*Convolvulus sepium* L. (= *Calystegia sepium* (L.) R. Br.)	Tab. 8, 12, 14
Gr	*Convolvulus soldanella* L. (= *Calystegia soldanella* (L.) Roem. & Schult.)	Tab. 3, 3bis, 8, 15
	Euphorbiaceae	
G/Ch	*Euphorbia paralias* L.	Tab. 3, 3bis, 4, 5, 7, 8, 9, 15
T	*Euphorbia peplis* L.	Observation en septembre 2017
	Fabaceae	
np	*Cytisus laniger* DC. (= *Calicotome villosa* (Poir.) Link)	Tab. 9,
Hc	*Lotus rectus* L.	Tab. 10, 12
T	*Lupinus angustifolius* L.	Tab. 5, 6
T	*Medicago littoralis* Loisel.	Tab. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10
Hc	*Medicago marina* L.	Tab. 1, 2, 3, 3bis, 4, 6, 8, 15
T	*Medicago polymorpha* L.	Tab. 10
T	*Melilotus elegans* L.	Tab. 3bis, 7
T	*Ornithopus compressus* L.	Tab. 5, 6, 10
T	*Ornithopus pinnatus* (Mil.) Druce	Tab. 5, 6, 10
T	*Trifolium campestre* Schreb.	Tab. 10
T	*Trifolium cherleri* L.	Tab. 6
T	*Vicia villosa* Roth	Tab. 8, 10
	Fagaceae	
P	*Quercus ilex* L.	Tab. 9
	Geraniaceae	
T	*Erodium botrys* (Cav.) Bertol.	Tab. 6
T	*Erodium lebelii* (Jord.) L'Hér. subsp. *maruccii* (Parl.) Guitt.	Tab. 1, 6
T	*Geranium dissectum* L.	Tab. 10
T	*Geranium purpureum* Vill. (= *G. robertianum* L. subsp. *purpureum* (Vill.) Nyman)	Tab. 8, 9, 15
	Lamiaceae	
Hc	*Lycopus europaeus* L.	Tab. 12
Hc	*Mentha aquatica* L.	Tab. 12
Hc	*Mentha pulegium* L.	Observé en 1988 mais non en 2017 (cf. tabl. 21)
	Oleaceae	
P	*Olea europaea* L.	Tab. 9
	Onagraceae	
Hc	*Epilobium hirsutum* L.	Tab. 12
	Orobanchaceae	
G Par	*Orobanche minor* Sm.	Tab. 3, 6
	Papaveraceae	
Hc	*Glaucium flavum* Crantz	Tab. 3, 8
T	*Hypecoum procumbens* L.	Tab. 1, 3, 6
T	*Papaver rhoeas* L.	Tab. 8, 14
	Plantaginaceae	
Hydr T	*Callitriche stagnalis* Scop.	Observation dans l'eau du ruisseau en avril 2017
T	*Misopates orontium* (L.) Dumort.	Tab. 6
T/Hc	*Plantago coronopus* L. subsp. *coronopus*	Tab. 8, 10, 11
T	*Plantago bellardii* All.	Tab. 3, 6
Hc	*Plantago lanceolata* L.	Tab. 8, 10
Hc	*Plantago major* L.	Tab. 10, 11
T	*Veronica anagalls-aquatica* L.	Tab. 10,
	Polygonaceae (4)	
T	*Persicaria maculosa* Gray	Tab. 11, 12, 14
T	*Persicaria lapathifolia* (L.) Delarbre	Tab. 11
Ch	*Polygonum maritimum* L.	Tab. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 15

Gr	*Rumex acetosella* L.	Tab. 6
T	*Rumex bucephalophorus* L.	observé en 1988 mais non en 2017 (cf. Tabl. 20)
Hc	*Rumex crispus* L.	Tab. 10, 11, 12, 14
	Ranunculaceae	
PL	*Clematis flammula* L.	Tab. 9
PL	*Clematis vitalba* L.	Observé avec les *Alnus glutinosa* du ruisseau de Butturacci
T	*Ranunculus ophioglossifolius* vill. (espèce protégée)	Tab. 10
	Rosaceae	
npL	*Rubus ulmifolius* Schott	Tab. 12
	Rubiaceae	
T	*Galium aparine* L.	Tab. 8, 14
Hc	*Galium elongatum* C. Presl	Observé en 1988 mais non en 2017 (cf. Tabl. 20)
T	*Galium parisiense* L.	
npL	*Rubia peregrina* L. subsp. *longifolia* (Poir.) O. Bolòs	Tab. 9
	Salicaceae	
P	*Salix cinerea* L.	Tab. 12
	Solanaceae	
T	*Solanum nigrum* L.	Tab. 12
	Tamaricaceae	
P	*Tamarix africana* L.	Tab. 11, 13, 15
	Vitaceae	
L	*Vitis vinifera* L. subsp. *sylvestris* (C.C. Gmel.) Hegi	Observation au niveau du petit pont, en 2017

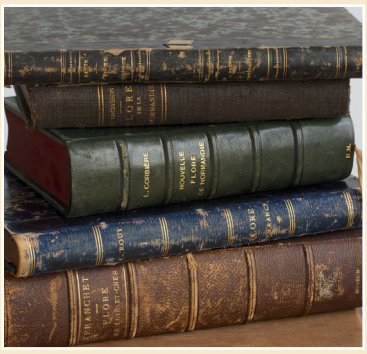
Les **types biologiques** sont donnés d'après Jeanmonod & Gamisans (2013) et Tison & de Foucault (2014). Ch: chaméphyte. G: géophyte. Gb: géophyte à bulbe. Gc: géophyte à cormus. Gr: géophyte à rhizome. Gt: géophyte à tubercule. Hc: hémicryptophyte. Hydr: hydrophyte. L: liane (ou lianoïde). np: nanophanérophyte. P: phanérophyte autre que nanophanérophyte. Par: parasite. T: thérophyte.

Photo 47. *Pseudorlaya pumila* : individu fleuri, © G. PARADIS

Photo 48. *Pseudorlaya pumila* : individu avec de jeunes fruits, © G. PARADIS

Photo 49. *Erodium lebelii* subsp. *marcuccii*, © G. PARADIS

Photo 50. *Romulea rollii*, © G. PARADIS



Inflation ? Vous avez dit inflation ?

Henri MATHÉ
F-68840 PULVERSHEIM
henri.mathe@orange.fr

Résumé : Depuis quelques années, le nombre de publications de nouveaux taxons d'orchidées européennes augmente à un rythme que certains jugent déraisonnable. Une étude statistique comparative entre le nombre d'Angiospermes, d'Orchidaceae et d'orchidées européennes connus à différentes époques depuis Linné (1753) tend à relativiser ce point de vue et inscrire naturellement l'augmentation du catalogue des orchidées d'Europe dans les progrès des connaissances en matière de biodiversité végétale. Les notions complexes d'espèce et de processus de spéciation, aux approches très diverses, sont évoquées en fin d'article.

Mots-clés : Angiospermes, biodiversité, espèce, hybridation, Orchidaceae, orchidées d'Europe, spéciation.

Abstract : For many years, the number of new descriptions in the European orchids group is so increasing that some people consider it as unreasonable. A statistical analysis based on the numbers of Angiosperms, Orchidaceae and European orchids described throughout the history of modern botany (since 1753) aims to relativise this opinion because the increasing number of European orchids could be the natural consequence of a better knowledge about biodiversity in the vegetal kingdom. The difficult concepts of species and speciation, so variously interpreted, are also approached in the last part.

Key-words : Angiosperms, biodiversity, European orchids, hybridization, Orchidaceae, speciation, species.

I. Introduction

En 2004, dans le bulletin du groupement Lorraine-Alsace de la Société française d'orchidophilie, F. Guérold signait un article intitulé « Vers une inflation de nouvelles espèces ? ». Face à la pléthore de descriptions d'espèces d'orchidées européennes qui commençaient à envahir les ouvrages spécialisés, il s'interrogeait sur le bien-fondé d'une telle démarche. Les arguments qu'il avançait pour étayer son propos faisaient écho aux problématiques suivantes :

• parmi les nombreux concepts d'espèce, lequel adopter ? Pour chacun d'eux, comment se situer entre diviseurs et rassembleurs (*splitters* et *lumpers* des Anglo-Saxons ; ces termes ont été introduits par Charles Darwin en 1857 : « *Those who make many species are the 'splitters,' and those who make few are the 'lumpers*.' ») ?

• la variabilité intraspécifique et la diversité génétique ne sont-elles pas trop souvent ignorées ?

• quel niveau de pertinence accorder aux travaux basés essentiellement sur la morphologie ou l'étude des pollinisateurs alors que le contexte écologique et l'hybridisme sont souvent négligés ?

Enfin, en utilisant un langage très diplomatique, il évoquait les motivations des auteurs dont le nom est associé à ces nouveaux taxons.

En résumé, le nombre de taxons d'orchidées d'Europe décrits de nos jours est-il exagéré ou bien reflète-t-il une complexité biologique encore mal appréhendée ? Pour ma part, il me semble naturel que les connaissances en matière d'orchidées d'Europe (ou de plantes en général), relayées par des moyens de communication et de diffusion de l'information de plus en plus puissants, aient fortement augmenté depuis l'époque de Linné comme cela a été le cas, et de manière bien plus spectaculaire, dans nombre d'autres domaines scientifiques (biologie, chimie, physique, astronomie, médecine…).

Par ailleurs, entre les professionnels et les amateurs de la botanique, il n'est pas surprenant que le fossé se creuse de plus en plus et que l'orchidophile « de base » se sente peu à peu dépassé. En effet, les techniques utilisées actuellement (caryotype, séquençage d'ADN, étude des pollinisateurs, arbre phylogénétique, méthodes statistiques multifactorielles…) ne sont pas à la portée de tout un chacun, ce que F. Guérold disait d'ailleurs. N'ayant pas la possibilité, ou l'envie, d'appréhender des notions aussi difficiles, les amateurs s'en remettent alors aux spécialistes, sans pouvoir les contredire.

Ces amateurs sont généralement peu informés, voire perdus, face aux concepts d'espèces et de sous-espèces qui existent actuellement et ont tendance à négliger la variabilité au sein des espèces. Comme quelques fanatiques diraient : un taxon inédit, c'est finalement une nouvelle « coche » en perspective !

Il est aussi important de bien faire le distinguo entre réelles nouveautés et modifications du rang nomenclatural des taxons. La plupart des espèces ou sous-espèces qui s'accumulent dans les ouvrages récents ne sont que la conséquence d'une certaine vision de la nomenclature de la part de leurs auteurs (et donc du concept d'espèce/sous-espèce qu'ils adoptent). La nomenclature s'en voit constamment révisée, à quelque rang taxonomique que ce soit, depuis le genre jusqu'à la variété (voir annexe 1).

Les « nouveaux » taxons qui embarrassent tant l'amateur sont souvent le résultat de recombinaisons au sein de la classification et sont alors suivis de l'abréviation *comb. nov.* ou *stat. nov*. ou encore les deux, pour indiquer un changement de rang nomenclatural d'un taxon préexistant, ce que l'amateur ignore généralement s'il ne prend pas connaissance des publications spécialisées ! Tous les taxons replacés différemment par tel ou tel auteur dans l'arbre hiérarchisé des Orchidaceae d'Europe

avaient été signalés auparavant, en général depuis fort longtemps, et ces reclassements n'affectent pas le nombre total de taxons.

Cependant, même si des espèces réellement nouvelles sont parfois découvertes, on peut quand même légitimement s'étonner de l'éclosion récente d'une foule de taxons « micro-endémiques » dans de rares genres d'orchidées européennes et s'interroger sur leur validité au niveau spécifique ou subspécifique.

Par « Orchidées d'Europe », j'entends les espèces qui croissent dans le Paléarctique occidental (Carte 1), partie d'une des écozones (régions biogéographiques) terrestres où l'on retrouve un ensemble cohérent d'espèces animales et végétales.

Le Paléarctique occidental, dont la limite avec le Paléarctique oriental est définie par les voies de migration aviaires dont les destinations sont différentes de part et d'autre de l'Oural, englobe l'Europe jusqu'à l'Oural et la mer Caspienne, l'Islande et la Nouvelle-Zemble, les îles de la Macaronésie (Açores, Canaries, Madère, Cap-Vert), tout le pourtour méditerranéen, l'Afrique du Nord jusqu'aux limites du Sahel, une partie du Moyen-Orient jusqu'au Sinaï et à l'Iraq. Ses limites géographiques approximatives sont 30° ouest/50° est et 70° nord/30° nord, soit environ 15 millions de km² de terres émergées.

Le climat y est majoritairement océanique tempéré, avec quelques régions au climat continental froid aux marges nord et est, mais devenant méditerranéen au sud, puis aride aux marges sud et sud-est. La dition englobe deux points chauds de biodiversité (*biodiversity hotspots*) tels que définis en 2004 : le bassin méditerranéen (Macaronésie incluse) et le Caucase (https://fr.wikipedia.org).

Carte 1. Limites du Paléarctique occidental (http://www.ecosociosystemes.fr)

L'objet du présent article est de comparer, d'un point de vue statistique, les courbes d'évolution du nombre d'espèces communément admises, chez les plantes à fleurs, les Orchidaceae et les orchidées d'Europe, à différentes dates entre 1750 et aujourd'hui, afin de savoir si elles révèlent une inflation excessive ou ne sont que le reflet normal de l'accroissement du savoir dans le domaine botanique. Il emprunte autant aux mathématiques qu'à la botanique, ce qui explique le choix des images qui l'illustrent.

Dans un premier temps, je comparerai l'évolution des connaissances sur les plantes à fleurs et les orchidées au travers des travaux, intégrant tout ou partie du règne végétal, publiés entre 1750 et la première décennie du XXIe siècle. Dans un deuxième temps, je m'intéresserai spécifiquement aux orchidées d'Europe. Là aussi, les nombreux ouvrages publiés sur le sujet serviront de base à des comparaisons statistiques et permettront de proposer un modèle prospectif. Pour finir, je reviendrai sur les questions de fond posées dans l'article de 2004 en consacrant un paragraphe aux notions complexes d'espèces, sous-espèces, hybrides, spéciation… afin de soumettre au lecteur ce que j'ai pu en comprendre moi-même !

How many species are there? (Combien d'espèces ici ?) Difficile question, posée par plusieurs articles scientifiques, qui est loin d'avoir obtenu sa réponse !

II. Les orchidées au sein du règne végétal

Depuis la naissance de la botanique moderne, fixée à 1753, le nombre de plantes connues n'a cessé d'augmenter, ce qui est bien naturel avec l'accroissement constant des recherches, voyages d'exploration, techniques d'investigation, progrès des connaissances dans le domaine du vivant, mais aussi avec l'augmentation du nombre d'observateurs. Simultanément, le nombre d'orchidées à l'échelle mondiale, et par conséquent sur notre continent, s'est lui aussi accru. Il m'a semblé intéressant de mettre en parallèle les connaissances dans trois domaines de la botanique (Angiospermes, Orchidaceae, orchidées d'Europe) telles qu'elles apparaissent dans divers ouvrages de référence.

Matériel et méthode

Depuis le XVIIIe siècle, de nombreux systèmes de classification concernant le règne végétal ont été proposés et chacun d'eux ne pouvait évidemment intégrer que les espèces connues à leur époque. Ce paragraphe est basé sur la somme des connaissances disponibles, à plusieurs instants de l'histoire de la botanique moderne, sur les plantes à fleurs et les Orchidaceae, incluant les orchidées d'Europe. Les nombres d'éléments de ces trois ensembles permettent d'en déduire des courbes de tendance qui représentent les modèles mathématiques décrits ci-dessous.

Évidemment, les données issues du *Species Plantarum* de 1753 ne sont que très fragmentaires et font la part belle aux plantes européennes. Elles « faussent » donc quelque peu l'aspect de ces courbes, mais je ne pouvais ignorer cet ouvrage fondateur de la botanique.

Année	Linné 1753	Swartz 1800	Willdenow 1805	de Candolle 1839	Lindley 1846	Bentham 1883	Engler 1889
Angiospermes (x1000)	5,4		18	58	70	97	
Orchidaceae (x100)	1,2	3	4		3 0	50	8 0
Orchidées européennes (x10)	5,4	5,9	10			16	
Année	**Camus 1929**	**Keller 1940**	**Dressler 1981**	**Delforge 1994**	**Raynal-Roques 2001**	**Takhtajan 2009**	**Martin 2014**
Angiospermes (x1000)			215	170	240	255	276
Orchidaceae (x100)			150	300		260	
Orchidées européennes (x10)	20	19	24	35			39 (WCSP)

Tableau 1. Les nombres d'Angiospermes, d'Orchidaceae et d'orchidées européennes connues à différentes époques, servant de base à mes divagations mathématico-botaniques. (WCSP = Kew World Checklist of Selected Plants Families).

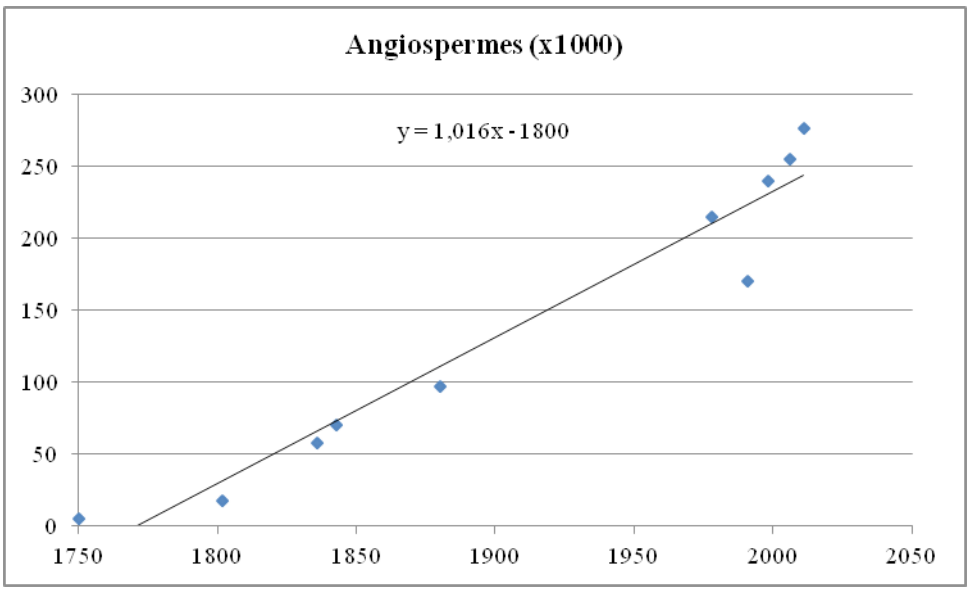
Traitement statistique des données

En représentant graphiquement les trois séries statistiques qui en sont issues, on remarque que les nuages de points obtenus se prêtent assez bien à un ajustement de type linéaire (Graphiques 1 à 3), particulièrement à partir de l'année 1800. La pente de la droite de régression, dont l'équation figure en haut de chaque graphique, mesure l'augmentation moyenne annuelle du nombre d'espèces d'après ces modèles mathématiques.

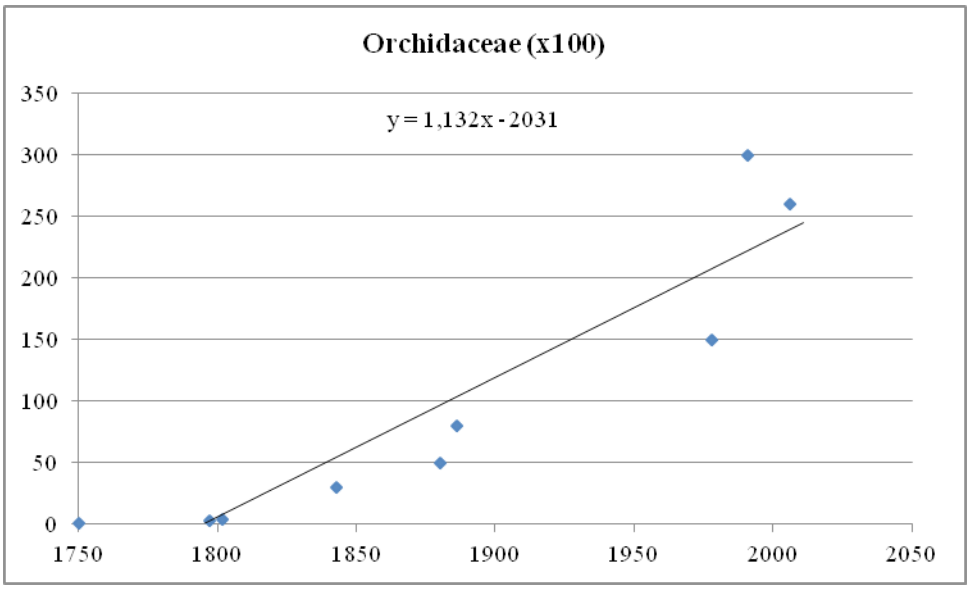
On constate ainsi, depuis 250 ans, des augmentations annuelles du nombre d'espèces dont les ordres de grandeur sont respectivement de 1 000, 100 et 1 pour les trois groupes de plantes.

Ces quotas font deviner que la part des Orchidaceae parmi les espèces d'Angiospermes décrites est, du moins depuis un siècle, proche de 10 % et que parmi les Orchidaceae la proportion d'orchidées d'Europe se situe entre 1 et 2 %. Mais les vitesses déduites des modèles montrent surtout que l'augmentation a été considérablement moins forte pour les orchidées d'Europe que pour les deux autres groupes.

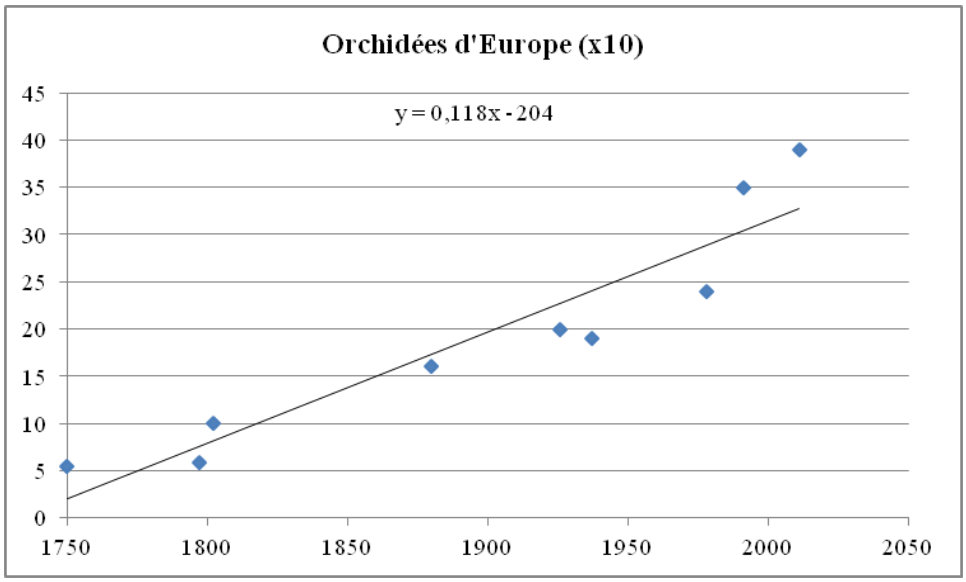
Naturellement, de tels modèles linéaires, qui supposent une progression constante des connaissances, ne sont pas assez fins pour tenir compte des méthodes d'investigation de plus en plus performantes dans le domaine scientifique, lesquelles n'ont pu mener qu'à une accélération dans cette progression. C'est pourquoi un deuxième traitement des données, avec un ajustement de type exponentiel, a été fait (Graphiques 4 à 6), mais ce modèle sera lui aussi discuté dans ce qui suit.



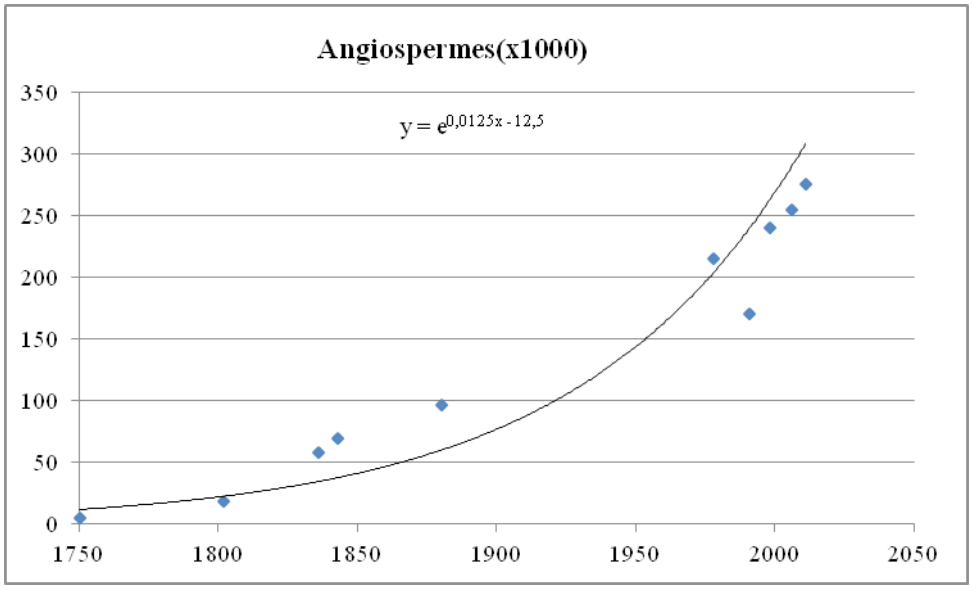
Graphique 1. Nombre d'Angiospermes décrits en fonction du temps avec ajustement linéaire



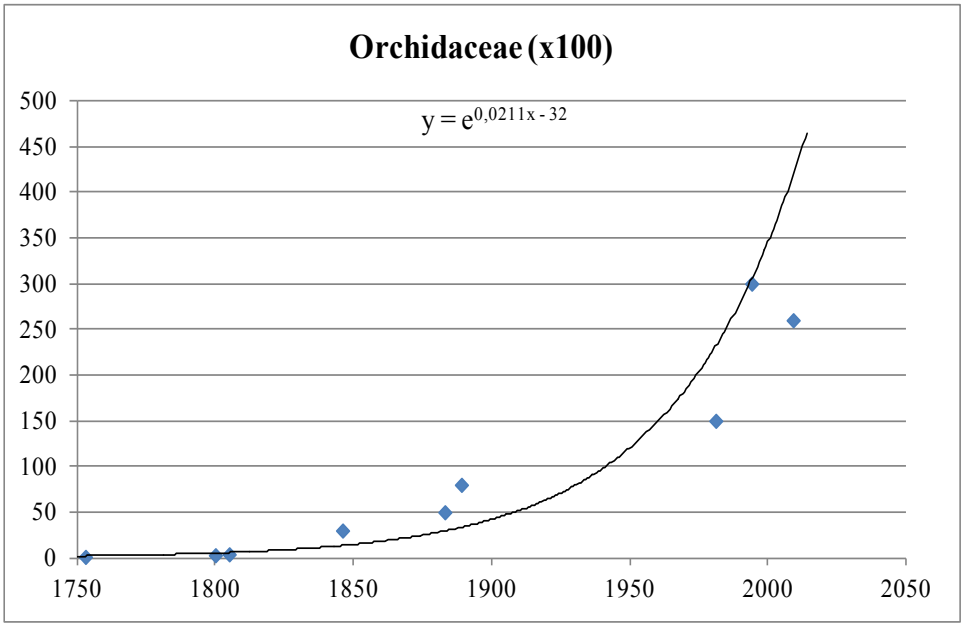
Graphique 2. Nombre d'Orchidaceae décrits en fonction du temps avec ajustement linéaire



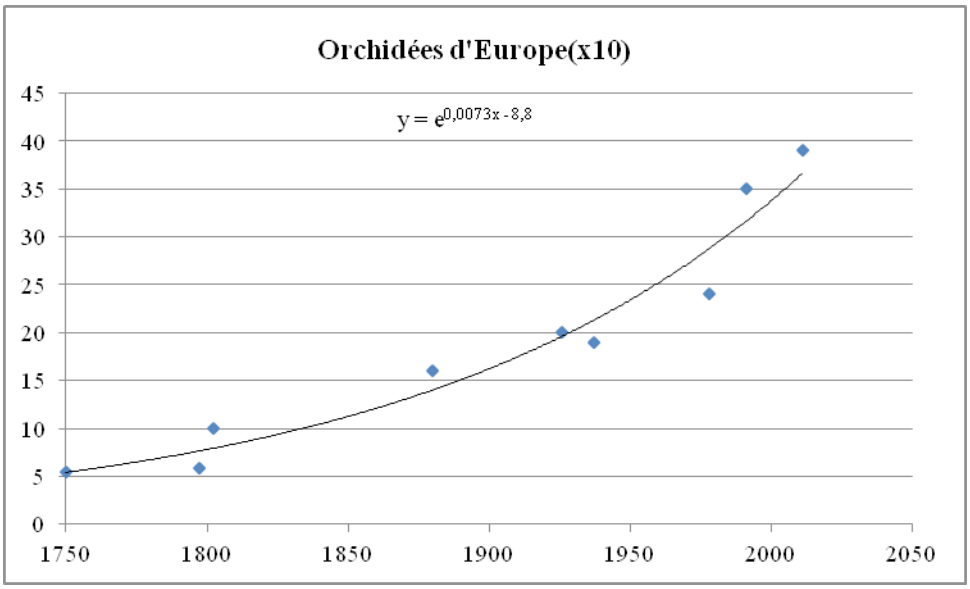
Graphique 3. Nombre d'orchidées d'Europe décrits en fonction du temps avec ajustement linéaire



Graphique 4. Nombre d'Angiospermes décrits en fonction du temps avec ajustement exponentiel



Graphique 5. Nombre d'Orchidaceae décrits en fonction du temps avec ajustement exponentiel



Graphique 6. Nombre d'orchidées d'Europe décrits en fonction du temps avec ajustement exponentiel

En utilisant le modèle exponentiel, j'ai calculé, à l'instant x, le nombre d'espèces $y(x)$ « prévu » ainsi que la vitesse d'augmentation du nombre d'espèces, laquelle est donnée par la fonction dérivée $y'(x)$. La tangente à la courbe au point d'abscisse x visualise, par son coefficient directeur, cette vitesse. On obtient, pour l'année 2000, les valeurs suivantes :

	Angiospermes	Orchidaceae	Orchidées d'Europe
$y(x)$	242 801	26 903	330
$y'(x)$	3 035	567	2,4

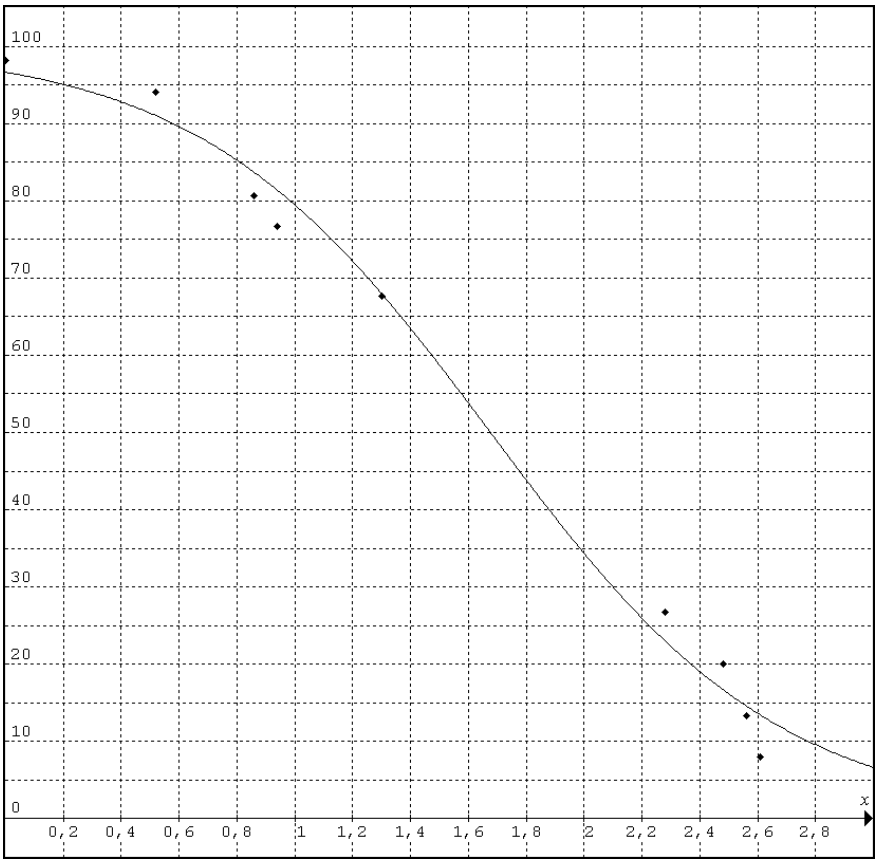
Tableau 2. Augmentation annuelle estimée du nombre d'espèces connues

Ces valeurs sont en assez bon accord avec les nombres de plantes décrites à ce jour, ainsi qu'avec les données fournies par l'International Institute for Species Exploration (State University of New York) selon lequel le nombre de descriptions nouvelles entre 2000 et 2009 s'est élevé à 2 360 en moyenne chaque année pour l'ensemble des plantes à fleurs et 456 pour les Orchidaceae. Cependant, le modèle exponentiel surévalue les vitesses d'augmentation et ne semble plus adapté à la réalité pour la période récente.

Limites de la méthode

Les données utilisées pour ce traitement statistique ne reflètent que les connaissances humaines sur la biodiversité végétale au cours des deux ou trois siècles passés et, à chacun des instants sélectionnés dans le tableau 1, elles peuvent provenir de sources différentes reflétant des conceptions variées en matière de taxonomie. J'ai considéré que les nombres retenus dans ce tableau traduisaient une bonne connaissance de la situation, dans les trois groupes de plantes étudiés, au moment de la parution des ouvrages cités en référence et qu'ils pouvaient donc être comparés.

D'autre part, sur une échelle de temps si courte (250 ans) par rapport à l'histoire des êtres vivants sur Terre, il est évident que ces données ne sont rien d'autre qu'une image de notre méconnaissance du règne végétal resté fondamentalement inchangé pendant cette période. Ce qu'il faut dire, c'est que le nombre de plantes à fleurs n'a sans doute pas beaucoup varié depuis 250 ans, car les phénomènes d'évolution n'ont pas eu le temps de créer d'espèces nouvelles dans un laps de temps aussi court. En effet, les processus de spéciation nécessitent généralement des milliers d'années pour créer de nouvelles espèces même si quelques apparitions peuvent avoir lieu à l'échelle humaine (voir Henry, 2014). La biodiversité était donc globalement la même du temps de Linné que de nos jours. Les modèles mathématiques proposés ci-dessus montrent tous une croissance illimitée du nombre d'espèces dans les différents domaines étudiés. C'est évidemment un leurre par rapport à la réalité des choses qui implique que les fonctions $y(x)$ évoquées précédemment soient pratiquement constantes. Par contre, s'il est scientifiquement déraisonnable d'envisager, sous nos contrées, un grand nombre d'apparitions d'espèces depuis cette époque, il est certain que le



Graphique 7. Estimation du pourcentage d'Angiospermes inconnues en fonction des siècles depuis 1750

nombre de disparitions d'origine anthropique est bien plus important au cours du dernier siècle, réduisant ainsi légèrement, mais à un rythme de plus en plus grand, la biodiversité générale (selon les spécialistes, le taux actuel d'extinction des espèces est 100 à 1 000 fois supérieur au taux naturel déduit de l'examen des fossiles antérieurs à l'apparition de l'Homme).

Les dernières conjectures sur le nombre d'espèces vivant actuellement sur Terre fixent toutes des limites supérieures dans chaque domaine du vivant. Ainsi, les spécialistes s'accordent plus ou moins pour un total de 400 000 espèces de plantes, dont 90 % d'Angiospermes. Le nombre d'espèces végétales connues parmi celles réellement présentes sur notre planète ne peut alors que tendre asymptotiquement vers cette valeur et les fonctions $y(x)$ que j'ai utilisées pour interpoler les données brutes surévaluent de plus en plus, de par leur mode de croissance, la situation réelle.

Il est plus judicieux d'essayer de quantifier notre ignorance des Angiospermes et de ses subdivisions au cours du temps en représentant, par exemple, le pourcentage d'espèces inconnues de l'Homme à différents instants de l'histoire botanique moderne. On obtient alors la courbe du graphique 7 où ce pourcentage ne peut que tendre vers zéro (cas des Angiospermes, sur la base du tableau 1 et d'un total supposé de 350 000).

En effet, la limitation du nombre d'Angiospermes, quel qu'il soit, implique que l'Homme finira, à terme, par les identifier tous ou presque.

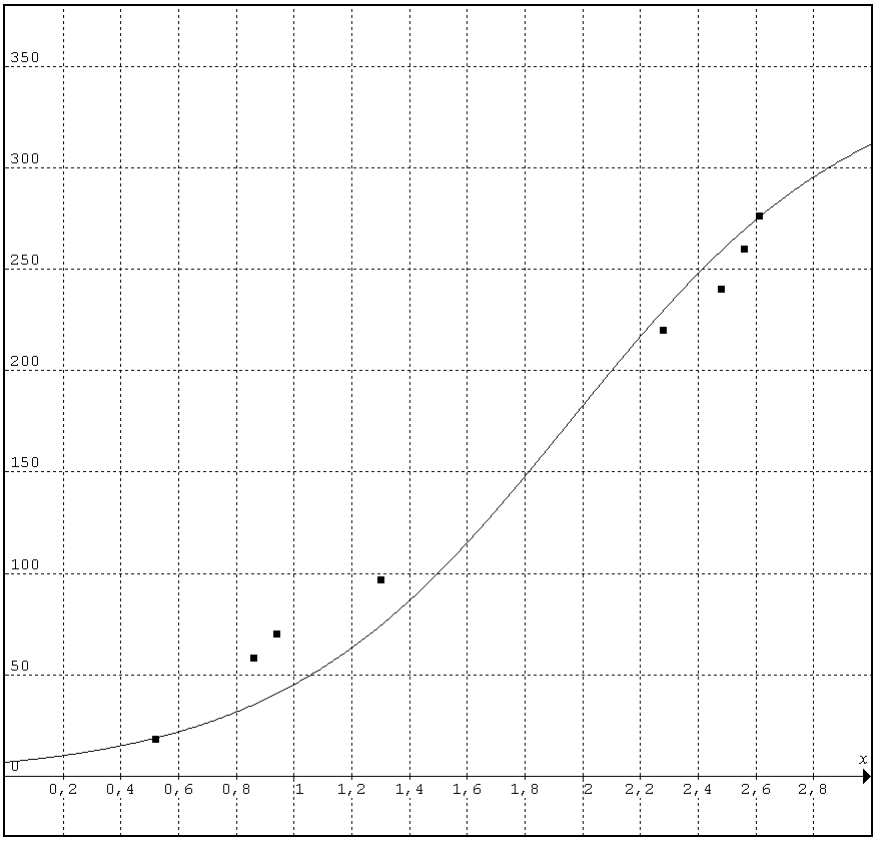
Une étude récente (Mora *et al.*, 2011) indique environ onze millions d'espèces vivantes probables, dont 300 000 plantes terrestres (Embryophytes). D'autres estimations varient entre 5 et 80 millions, mais l'estimation basse de l'étude citée est jugée plus raisonnable. Cependant, les systématiciens ne s'accordent pas sur le nombre total d'Angiospermes, dont les estimations varient de 250 000-300 000 à 350 000-400 000, même si celles-ci sont plutôt à la baisse actuellement. En voici quelques-unes : 276 000 (Martin, 2014), 295 383 (Christenhusz & Byng, 2016), 352 000 (Paton *et al.*, 2008), 369 000 (State of the World's Plants-Royal Botanic Gardens Kew, 2016).

Dans une étude sur la biodiversité terrestre effectuée parallèlement, les auteurs estiment que les espèces végétales encore inconnues ne représentent que 10 à 20 % des espèces déjà décrites (Joppa *et al.*, 2010). On peut donc situer le total prévisible aux alentours de 350 000 plantes à fleurs, limite qui semble presque atteinte de nos jours, car les plantes, à l'instar des vertébrés, sont les groupes les mieux connus actuellement (à 90 %). Rien à voir avec les invertébrés ou les champignons dont on ignore encore à peu près tout (à 90 %) !

Modèle alternatif

Les modèles linéaire et exponentiel, dont la croissance n'est pas bornée supérieurement, ne sont manifestement pas adaptés à la réalité de la diversité des plantes à fleurs et de leur connaissance. Un modèle plus satisfaisant pour le nombre d'Angiospermes connus en fonction du temps pourrait être la fonction *f* représentée sur le graphique 8 où l'origine des abscisses correspond à 1750. Son taux de croissance, d'abord en augmentation, diminue au cours du temps à partir d'un certain moment, ce qui traduit les faits triviaux qui suivent.

Dans un premier temps, la grande majorité des espèces était encore inconnue et les nouvelles découvertes se sont effectuées à un rythme accéléré. À partir d'un certain moment, qui se situe au point d'inflexion de la courbe, cette accélération est devenue négative, car, le nombre total d'Angiospermes étant limité, plus on connaissait d'espèces moins on avait de chance d'en trouver de nouvelles ! Dès lors, la vitesse d'augmentation du nombre d'espèces nouvelles décroît de plus en plus et tend vers zéro, traduisant ainsi le fait que le nombre d'Angiospermes existants (et donc le nombre d'Angiospermes identifiés) est limité supérieurement. Une justification du choix de la fonction *f* du graphique 8 est détaillée en annexe 2.



Graphique 8. Estimation du nombre d'Angiospermes connues (en milliers) en fonction des siècles depuis 1750

Peut-être ne sommes-nous plus très loin de « l'achèvement de la botanique », pour parodier Lord Kelvin qui, en 1900, annonçait bien imprudemment l'achèvement de la physique en affirmant : « Il n'y a plus rien à découvrir en physique aujourd'hui, tout ce qui reste est d'améliorer la précision des mesures » !

III. Les orchidées d'Europe

Ainsi qu'il a été dit en introduction, cette appellation s'applique aux plantes de la famille des Orchidaceae qui croissent dans le Paléarctique occidental.

Dans les ouvrages sur les orchidées d'Europe au sens large, on trouve parfois *Galearis rotundifolia* du Groenland et quelques orchidées du nord de l'Iran (*Epipactis rechingeri*, *Ophrys turcomanica, O. zagrica*…). Ces régions ne font pas partie du Paléarctique occidental. *A contrario*, les îles du Cap-Vert, qui en font partie, ne sont jamais prises en compte. Les trois espèces qui y poussent (*Habenaria pedromedusae, Nervillia bollei, Eulophia guineensis)* seront donc également exclues de cet article, mais pas *Spiranthes sinensis* qui atteint tout juste la dition au niveau du bassin de la Volga et de l'Iraq. Intégrer ou non ces quelques taxons marginaux à la flore européenne n'a qu'un effet négligeable pour ce qui suit.

La Nature impose forcément une limite numérique à nos orchidées européennes pour lesquelles il ne faut pas craindre dans le futur une explosion démographique de nouvelles espèces. Par contre, il est probable que les divergences de vue des spécialistes sur le statut nomenclatural des taxons passés, présents ou à venir mettront du temps à disparaître avant d'arriver à un consensus général. Vu sous cet angle, on peut sans doute s'attendre à quelques bouffées inflationnistes dans le catalogue des orchidées européennes pour les années futures !

La question est finalement de savoir quelles sont les parts respectives des Orchidaceae et, en leur sein, des orchidées d'Europe dans l'ensemble des plantes à fleurs. Je me base ici sur l'évaluation de 350 000 Angiospermes que j'ai déjà évoquée. Parmi les Angiospermes, on admet généralement que 8 à 10 % sont des Orchidaceae (Dressler, 1981), proportion confirmée par la base de données *The Plant List* qui accepte 27 950 noms d'espèces d'orchidées sur 298 536 Angiospermes, soit 9,4 %. La liste de Kew (SOTWP, 2017) reconnaît 28 237 Orchidaceae sur 369 000 Angiospermes, soit 7,6 %. D'où la fourchette de 28 000 à 35 000 espèces pour la famille des Orchidaceae.

Plusieurs approches sont possibles pour tenter d'évaluer le nombre d'espèces d'orchidées d'Europe.

• Selon Dressler, il y a 664 espèces, réparties en 49 genres, en Eurasie, territoire correspondant à l'ensemble du Paléarctique. Parmi ces 49 genres, 35 existent dans la partie occidentale, dont 25 comportent peu d'espèces chacun et ne regroupent que 36 espèces. Pour les dix genres restants, le détail des espèces présentes uniquement dans le Paléarctique occidental n'est pas donné, mais cela ne représente assurément pas plus de 250 espèces, d'où un total évalué à 300 espèces au maximum, sur 20 000 orchidées pour tout l'ouvrage. Le Paléarctique occidental abriterait donc quelque 1,5 % de l'ensemble des Orchidaceae. Le nombre réel des Orchidaceae étant plus probablement voisin de 30 000, cela entraîne une réévaluation à 450 pour les orchidées d'Europe.

• Une autre approche consiste à évaluer la part des orchidées dans la flore européenne. Dans *Flora Europaea* (Tutin, 1980), elle est de 1,6 % des Angiospermes (185/11 400) pour la zone étudiée (Europe au sens strict, plus restreinte que le Paléarctique occidental). Cette synthèse de la flore européenne, déjà ancienne, me semble minimiser le nombre de taxons acceptés (en adoptant plutôt une position de rassembleur) et ne reflète sans doute pas la situation actuelle en matière de taxonomie. Elle ne suit pas le système APG (Angiosperm Phylogeny Group), ce que font dorénavant la plupart des ouvrages régionaux dont l'examen fournit les pourcentages consignés dans le tableau 3 (Orchidées parmi les Angiospermes).

L'ensemble de ces régions représente plus des trois-quarts du Paléarctique occidental, mais il est clair que l'immense territoire de la Russie, assez pauvre en orchidées, n'est pas représentatif de la situation dans le reste de la dition. La moyenne des pourcentages, pondérée en fonction de la superficie relative de chaque région, est de 1,8 % hors Russie et de 1,5 % Russie comprise. Considérant que la Russie tire exagérément cette moyenne vers le bas, j'estime que le pourcentage des orchidées parmi les Angiospermes d'Europe est plutôt voisin de 1,7 %.

On remarquera que les pourcentages les plus élevés ne se trouvent pas systématiquement dans les pays méditerranéens, mais le même traitement pour les grandes îles de la Méditerranée (tableau 3) donne un pourcentage de 2,9 %. Cela corrobore la grande richesse floristique de ces îles, liée à un fort taux d'endémisme insulaire (11 %), qui se retrouve donc aussi chez les Orchidaceae.

Région (x 10^6 km²)	Angiospermes	Orchidées	%
Afrique du Nord (1,4)	8 500 (*African Plant Database*, 2012)	92 (*African Plant Database*, 2012)	1,1
Turquie (0,78)	8 500 (Kreutz, 1998)	150 (Kreutz, 1998)	1,8
Italie (0,3)	7 400 (Conti *et al.*, 2007)	200 (G.I.R.O.S., 2015)	2,7
Grèce (0,13)	7 200 (*Vascular Plants of Greece*, 2013)	227 (site Greekorchids, 2016)	3,2
Pays nordiques (1,26)	7 200 (*Flora nordica*, 2000-2016)	59 (Delforge, 2005)	0,8
Péninsule Ibérique (0,6)	7 100 (*Flora iberica*, 2010)	95 (*Flora iberica*, 2010)	1,3
Russie d'Europe* (5,57)	5 100 (*Flora of Russia*, 1999)	86 (Delforge, 2005)	1,2 ?
France (0,55)	4 850 (*Flora Gallica*, 2014)	150 (*Flora Gallica*, 2014)	3,1
Allemagne (0,35)	3 900 (*Die Orchideen Deutschlands*, 2005)	85 (Kreutz, 2002)	2,2
Balkans** (0,40)	3 000 ? (*Flowers of Greece and the Balkans*, 1997)	110 (Delforge, 2005)	3,7
Suisse (0,04)	2 900 (*Flora Helvetica* 2000)	67 (*Flora Helvetica,* 2000)	2,3
Iles Britanniques (0,32)	1 500 (*Atlas of the British and Irish Flora*, 2002)	56 (Harrap, 2005)	3,7

* pays de l'ex-URSS situés à l'ouest de l'Oural et de la Caspienne. ** Grèce exclue.

Région (x 10^3 km²)	Angiospermes	Orchidées	%
Sicile (25,7)	3 170 (*Checklist of the vascular flora of Sicily*, 2010)	82 (Idem)	2,6
Sardaigne (24,1)	2 400 (Conti *et al.*, 2005)	56 (Scrugli, 1990)	2,3
Corse (8,7)	2 300 (*Flora Corsica*, 2007)	80 (*Flora Corsica*, 2007)	3,5
Crète (8,3)	1 900 (Sfikas, 1993)	80 (Alibertis, 1998)	4,2
Rhodes (1,4)	1 560 (Michael Hassler & Bernd Schmitt, 2001-2016)	69 (Kreutz, 2002)	4,4
Chypre (9,3)	1 550 (*Flora of Cyprus* - a dynamic checklist, 2011)	52 (Kreutz, 2004)	3,4
îles Baléares (5)	1 450 (Conti *et al.*, 2005)	47 (Delforge, 2005)	3,2

Tableau 3. Nombre d'espèces d'Angiospermes et d'orchidées connues par zone géographique

- Le site http://www.conservation-nature.fr/article1.php?id=93 estime à 22 500 le nombre de plantes à fleurs présentes en zone méditerranéenne, rajoutant qu'il représente plus de quatre fois le nombre de plantes dans tout le reste de l'Europe. Autrement dit, la zone méditerranéenne regroupe au moins 80 % de la flore européenne. De plus, 52 % de cette flore méditerranéenne est endémique, soit 11 700 espèces. Dans l'ouvrage de Delforge (2005) comme dans celui de Baumann (2006), 70 % des espèces d'orchidées européennes sont strictement méditerranéennes. Cela représente environ 350 espèces.

On déduit de ces informations que la part des orchidées parmi les Angiospermes d'Europe peut être évaluée à 1,8 %.

Démonstration

Soit *A* le nombre d'Angiospermes en Europe parmi lesquels *AS* sont strictement méditerranéens. Soit *O* le nombre d'orchidées d'Europe parmi lesquelles *OS* sont strictement méditerranéennes. Selon les données précédentes,

$$AS = 0{,}8 \times 0{,}52\ A = 0{,}416\ A\ ;\ OS = 0{,}7\ O \text{ et } \frac{OS}{AS} = \frac{350}{11\,700} = 0{,}03.$$

Alors, $\frac{OS}{AS} = \frac{0{,}7}{0{,}416} \times \frac{O}{A} = 0{,}03$, d'où $\frac{O}{A} = \frac{0{,}03 \times 0{,}416}{0{,}7} \approx 1{,}8\ \%$.

Ces différentes estimations convergent vers une proportion semblable des orchidées d'Europe, comprise entre 1,5 % et 2 %, tant dans l'ensemble des Orchidaceae que dans l'ensemble des Angiospermes d'Europe, ensembles qui contiennent l'un et l'autre environ 28 000 espèces.

Conjecturer alors l'existence de 450 à 500 espèces (ou sous-espèces) d'orchidées en Europe ne semble vraiment pas choquant.

Avec les hypothèses faites précédemment, le nombre d'orchidées européennes recensées aurait augmenté dans un rapport de 1 à 9-10 depuis l'époque de Linné, alors qu'on obtient un rapport de 1 à 200-250 pour les Orchidaceae et un rapport de 1 à 50-55 pour les plantes à fleurs. Du fait que Linné n'avait qu'une connaissance très fragmentaire des plantes non européennes, il est normal que ces deux derniers ratios soient si élevés, car l'essentiel de la biodiversité terrestre se trouve dans des zones peu explorées à son époque. Malgré tout, le taux d'inflation chez nos orchidées d'Europe paraît bien modeste et logiquement corrélé aux progrès des connaissances en matière de biodiversité mondiale. En fait, à la fin du XX^e^ siècle il y avait un relatif consensus pour fixer à 250-300 le nombre de taxons d'orchidées européennes aux niveaux spécifique ou subspécifique. L'ouvrage de référence *Les orchidées sauvages de Suisse et d'Europe* de J. Landwehr (1982, deux tomes) répertorie 258 taxons, « car l'espèce est prise par l'auteur dans son sens le plus étroit, de sorte que de nombreux taxons considérés par les flores comme des sous-espèces ou des variétés sont décrits et illustrés, ce qui, à notre connaissance, n'a jamais encore été fait, du moins sur une pareille échelle. » (C. Favarger, Préface).

Les publications récentes de quelques orchidologues, plus perçus comme diviseurs que rassembleurs, ont élevé ce nombre à 400-500 et induit cette idée d'inflation jugée déraisonnable, au cours du XXI^e^ siècle, dans la nomenclature des orchidées d'Europe. Est-ce bien le cas ? Trois ouvrages récents sur les orchidées d'Europe, ainsi que la *World Checklist of Selected Plant Families* du Kew Botanic Gardens, fournissent des nombres très variables mais tous au-delà de 390 taxons :

• le livre *Kompendium der Europäischen Orchideen* (Kreutz, 2004), le plus prolifique, recense 583 taxons dont 233 sous-espèces. On y trouve 83 *Dactylorhiza*, 67 *Epipactis*, 17 *Gymnadenia/Nigritella*, 250 *Ophrys*, 67 *Orchis* et 31 *Serapias* ;

• le livre *Die Orchideen Europas* (Baumann *et al.,* 2006), qui lui est contemporain, ne considère que 454 taxons dont 220 sous-espèces, répartis en 57 *Dactylorhiza*, 37 *Epipactis*, 16 *Gymnadenia/Nigritella*, 176 *Ophrys*, 65 *Orchis* et 27 *Serapias* ;

• au même moment, le *Guide des Orchidées d'Europe, d'Afrique du Nord et du Proche-Orient* (Delforge, 2005), fait état de 527 espèces. Parmi elles, 60 *Dactylorhiza*, 59 *Epipactis*, 19 *Gymnadenia*, 249 *Ophrys*, 60 *Orchis* et 27 *Serapias* ;

• quant à la *World Checklist of Selected Plant Families* (Kew Botanic Gardens), qui fait référence en matière de taxonomie, elle retient 390 taxons européens (incl. 159 sous-espèces) dont 72 *Dactylorhiza*, 64 *Epipactis*, 21 *Gymnadenia*, 90 *Ophrys*, 31 *Orchis* et 23 *Serapias*.

Au sein des « petits » genres (1 à 10 taxons), la situation n'a pratiquement pas changé en un siècle, si ce n'est quelques réorganisations nomenclaturales. Ce sont là 70 espèces environ qui sont reconnues de tous et ne font pas polémique. Les divergences sont minimes également dans les genres *Gymnadenia* et *Serapias* où chacun admet plus ou moins 18 et 27 espèces respectivement.

C'est loin d'être le cas pour les quatre derniers genres majeurs (*Dactylorhiza, Epipactis, Ophrys, Orchis*) dont la situation est étudiée plus en détail dans ce qui suit.

Le *Kompendium der Europäischen Orchideen* (Kreutz, 2004) et la liste du Kew Botanic Gardens présentent l'avantage de dater précisément les basionymes de chaque taxon qu'ils retiennent, ce qui permet d'effectuer une étude statistique sur « l'âge » de ces taxons. Il apparaît que la grande majorité d'entre eux résultent de modifications de nomenclature impliquant un changement de statut. Parmi les 390 taxons de la liste WCSP, 237 d'entre eux (61 %) ont fait l'objet d'un changement de statut après la date de publication du basionyme et le délai moyen de ce changement est de 72 ans ! Dans l'ouvrage de Kreutz, ce sont 381

***Kompendium der Europäischen Orchideen* (Kreutz, 2004)**								**Variation**	
Genre	Taxons	< 1955	%	1955-1980	%	1980-2005	%	1955-1980	1980-2005
Dactylorhiza	84	57	67,9	8	9,5	19	22,6	+ 14 %	+ 29 %
Epipactis	67	16	23,9	6	9,0	45	67,2	+ 37,5 %	+ 205 %
Gymn./Nigritella	16	8	50	0	0,0	8	50	0 %	+ 100 %
Ophrys	249	92	36,9	27	10,8	130	52,2	+ 29 %	+ 109 %
Orchis	67	56	83,6	5	7,5	6	9,0	+ 9 %	+ 10 %
Serapias	31	13	41,9	3	9,7	15	48,4	+ 23 %	+ 94 %

Tableau 4. Nombre de taxons (rangs spécifique et subspécifique) décrits avant 1955, puis nombre de taxons qui ont été créés au cours des deux périodes de 25 ans qui ont suivi

taxons sur 583, soit 65 %, dont le basionyme est signalé, ce qui prouve que leur statut a été modifié à un moment ou un autre (après 50 ans en moyenne). J'ai tiré de ces données un tableau (tableau 4) et six graphiques (Graphiques 9, 10, 10a à 10d) commentés ci-après.

Le taux d'augmentation est faible chez les *Orchis* et même chez les *Dactylorhiza*, genre pour lequel de nombreuses sous-espèces sont par ailleurs cataloguées (52 sur 84). Pour un « *lumper* » pur et dur, il pourrait d'ailleurs n'y avoir que 30 à 40 espèces de *Dactylorhiza* en Europe ! De fait, les études phylogénétiques effectuées ces dernières années dans ce genre tendent vers une réduction du nombre d'espèces (Hedrén, 2001).

Les taux importants constatés chez les *Nigritella* et *Serapias* doivent être relativisés du fait du nombre assez faible de taxons présents dans ces deux genres dont une grande partie est aussi traitée au rang subspécifique. La prise en compte de mécanismes reproductifs autrefois mal connus, dont l'apomixie, a fragmenté le genre *Nigritella* (par ailleurs reclassé dans le genre *Gymnadenia*) et contribué à une surenchère de taxons. Les phénomènes d'autogamie et surtout d'hybridation interviennent souvent dans le genre *Serapias* chez qui plusieurs taxons sont controversés, les différents auteurs hésitant entre les rangs spécifique, subspécifique ou variétal.

Chez les *Epipactis*, où les effectifs ont triplé depuis 1980, les processus de spéciation, alliés à une autogamie importante, semblent particulièrement actifs. Une meilleure attention accordée à ces phénomènes peut expliquer l'explosion de la nomenclature dans la période récente. Cependant, de nombreux taxons ont des aires de répartition très limitées et disjointes les unes des autres, avec parfois des effectifs très réduits, ce qui constitue un obstacle pour vérifier réellement la conspécificité de toutes ces populations allopatriques. L'éclatement du genre *Epipactis* en espèces micro-endémiques restreintes à quelques massifs montagneux ou forêts relictuelles d'Europe centrale et méridionale ne peut que susciter des interrogations, tout comme les descriptions d'*Ophrys* présents uniquement sur telle ou telle île méditerranéenne, même si l'on sait que l'isolement géographique est source de spéciation.

Restent les *Ophrys*, justement !

Des 50 à 70 taxons reconnus au cours du XX^e^ siècle (Camus, 1929 ; Nelson, 1962 ; Landwehr, 1980 ; Buttler, 1991), on est vite passé à 100 (Baumann, 1988), 133 (Delforge, 1994), 176 (Baumann, 2006), 249 (Kreutz, 2004 ; Delforge, 2005) ! Ces quantités font débat et on peut à la rigueur évoquer ici un phénomène d'inflation, car le rapport de 1 à 4 constaté en un siècle environ est sensiblement supérieur à celui que l'on obtient pour les Orchidaceae sur cette période (où les nombres sont passés du simple au double), d'autant plus que la biodiversité orchidologique du Paléarctique occidental est bien moindre que celle de l'ensemble de la planète. Cependant, cela rassurera peut-être les orchidophiles de savoir que, sur la base de travaux phylogénétiques, seules six à dix sections pourraient être objectivement reconnues (Soliva *et al.*, 2001 ; Devey *et al.*, 2008) et le nombre de taxons d'*Ophrys* pourrait être limité à une centaine.

En complément de cette remarque, je me permets de reproduire un extrait d'une communication personnelle de Daniel Prat à François Guérold (4/01/2004) répondant à cette problématique :

« Pour ma part, je pense que les *Ophrys* ont une évolution assez récente favorisée par l'ouverture des milieux (pâturage de la zone méditerranéenne, déboisement...) au cours des deux derniers millénaires, que les taxons acceptent relativement l'autofécondation en raison d'un manque de pollinisation. De ce fait, les mutations qui affectent la morphologie apparaissent çà et là dans les stations conduisant à un nouveau type fixe pour ce caractère qu'il est facile de décrire en nouvelle espèce reconnaissable morphologiquement. De plus les faibles tailles de populations conduisent à l'invasion de la population par un morphotype et donc à une population apparemment assez homogène que l'on élève facilement au rang d'espèce. Je pense que les barrières reproductives sont très peu marquées au sein des *Ophrys* et que ce genre pourrait se limiter à un nombre réduit d'espèces présentant chacune une diversité importante due aux multiples variétés ou sous-espèces qui biologiquement ne méritent pas le rang d'espèce. »

L'orchidophile de base se pose alors la question : combien d'*Ophrys* différents peut-on objectivement reconnaître en Europe ? Force est de constater que personne ne peut actuellement répondre à cette question. Pas plus les « amateurs », dont les descriptions de taxons nouveaux se focalisent sur des variations plus ou moins discriminantes aux niveaux morphologique, phénologique ou écologique, que les « professionnels » qui ne possèdent pas encore les outils nécessaires, aux niveaux génétique ou phylogénétique, pour une compréhension fine du genre.

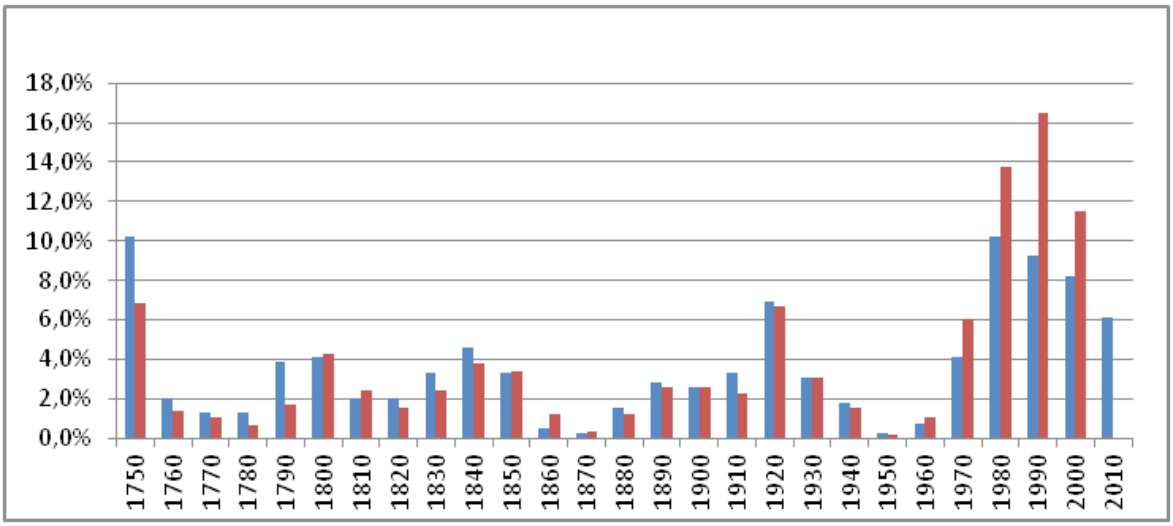
Les extraits suivants le montrent sans équivoque :

« Donner un nouveau nom, oui lorsque les données morphologiques séparent un taxon des autres, mais affirmer qu'il s'agit d'une espèce ou d'une sous-espèce sur la base de caractères dont l'hérédité est inconnue, non. Tant que nous ne disposerons pas de critères objectifs pour définir ce qui caractérise une espèce, je me permettrais de penser que deux *Ophrys* dont la séquence est identique n'ont aucune chance de correspondre à de véritables espèces. » (Henry, 2015).

« …nous sommes bien loin d'avoir compris quels liens existaient, dans le genre *Ophrys*, entre une variabilité génétique limitée et une variabilité morphologique considérable. D'autres questions demeurent sans réponse claire : 10 macroespèces (*lumpers*) dans ce genre *Ophrys* si attachant, ou bien près de 300 espèces (*splitters*) ? » (Henry, 2017).

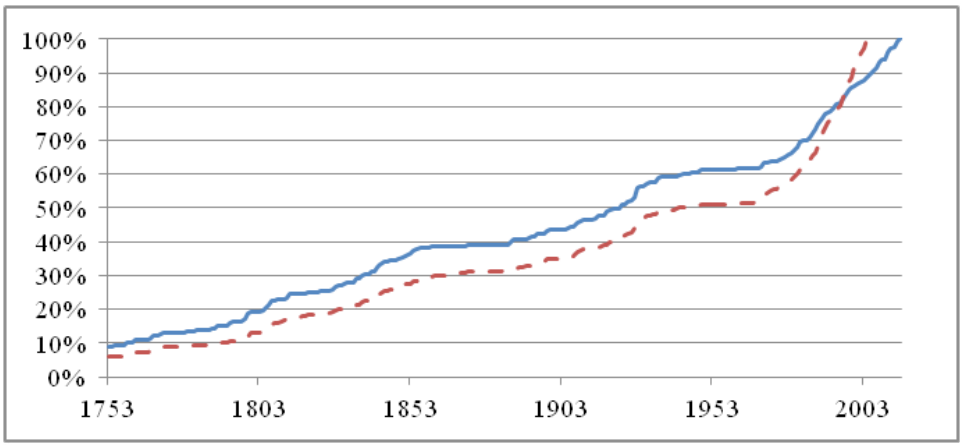
La réponse « finale » dépendra probablement des futures recherches en biologie végétale et d'un éclaircissement du concept d'espèce (voir IV) mais, là encore, une limite s'imposera inévitablement.

Pour les 390 taxons d'orchidées européennes de la liste WCSP et les 583 de la liste de Kreutz, j'ai comptabilisé les dates de publication du basionyme sur chaque période de dix années à partir de 1750, d'où l'histogramme suivant (Graphique 9) où l'axe des ordonnées est gradué en pourcentage. Si les quarante dernières années ont effectivement fourni une grosse part du contingent (surtout dans le genre *Ophrys* selon les données de Kreutz), le graphique ne reflète aucune inflation flagrante et montre même une tendance à la diminution de nouvelles descriptions depuis 1980. L'histogramme montre, avant cette date, des décennies plus fécondes que d'autres en terme de descriptions d'espèces - par exemple les périodes 1830-1850 ou 1910-1930, cette dernière marquée par d'importantes avancées dans la connaissance des orchidées européennes suite aux travaux de R. Schlechter -, mais elles sont bien distribuées sur l'ensemble de la période.

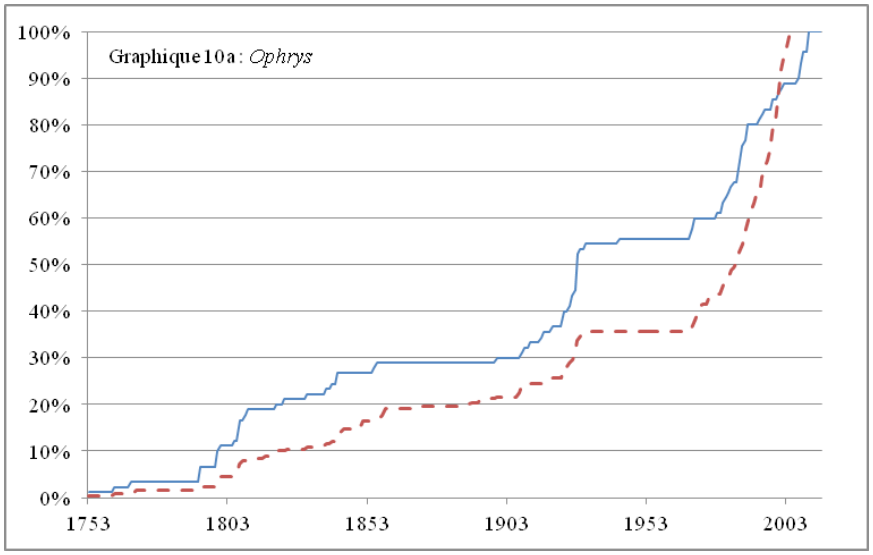


Graphique 9. Basionymes des orchidées d'Europe par décennie. En bleu : liste WCSP ; en rouge : liste Kreutz

Un autre type de représentation, la courbe d'évolution du pourcentage d'espèces décrites par rapport à l'année présente (Graphique 10), confirme cette absence d'inflation. La progression est remarquablement linéaire jusqu'en 1970, date à partir de laquelle une accélération apparaît (à un rythme quatre à six fois plus élevé) mais celle-ci, qui reste linéaire sur les quarante dernières années, n'est-elle pas due en grande partie à l'engouement des botanistes européens pour les orchidées et aux facilités d'investigation à leur disposition ?

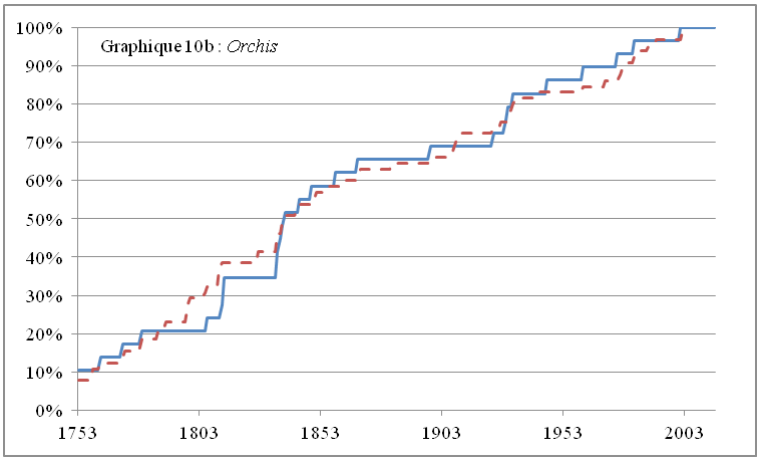


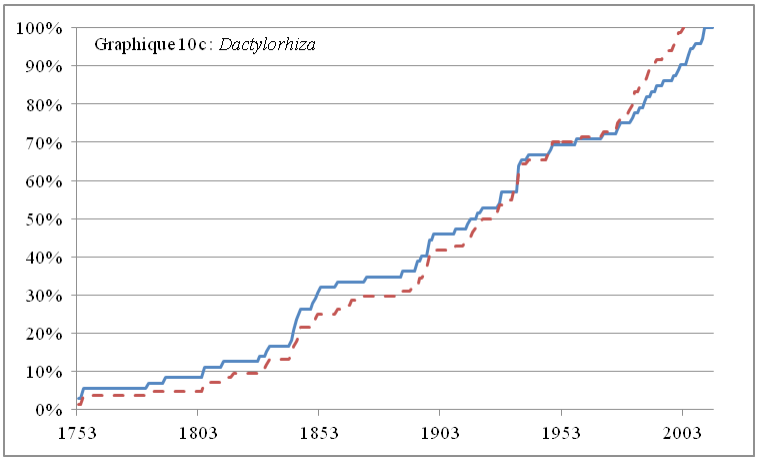
Graphique 10. Pourcentage de basionymes d'orchidées d'Europe publiés en fonction du temps. En bleu : liste WCSP ; en rouge : liste Kreutz

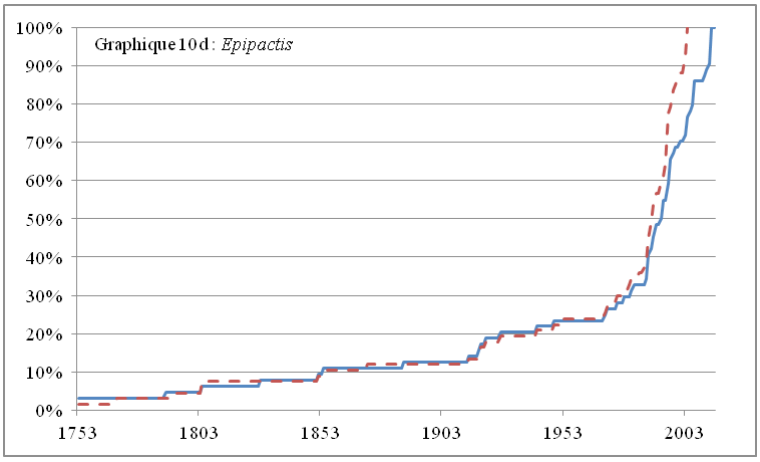


À tous égards, la décennie 1980-1990 marque bien un pic dans l'ensemble des descriptions récentes, mais il est bien clair, au vu de ces graphiques, qu'aucune inflation ne peut être évoquée chez les *Orchis* ni chez les *Dactylorhiza.*

Selon les deux sources, le pourcentage de taxons décrits depuis 1980 est de 8 % chez les *Orchis* et 24 % chez les *Dactylorhiza*. Il présente aussi un niveau identique de 69 % chez les *Epipactis* et 48 % chez les *Serapias* (non représentés), mais varie de 39 % (WCSP) à 56 % (Kreutz) chez les *Ophrys.* Chez les *Ophrys*, Kreutz retient en effet beaucoup plus de taxons que WCSP, dont plus de la moitié ont été décrits après 1980. D'où la forte pente de la courbe à partir de cette date qui influence d'ailleurs les statistiques de l'ensemble des orchidées (Graphique 10).
Le même traitement appliqué aux genres les plus riches en taxons fournit quatre autres graphiques (Graphiques 10a à 10d – En bleu : liste WCSP ; en rouge : liste Kreutz). Si inflation il y a eu, ce ne peut être que dans les genres *Epipactis, Ophrys,* voire *Serapias,* dont la situation vient d'être examinée.





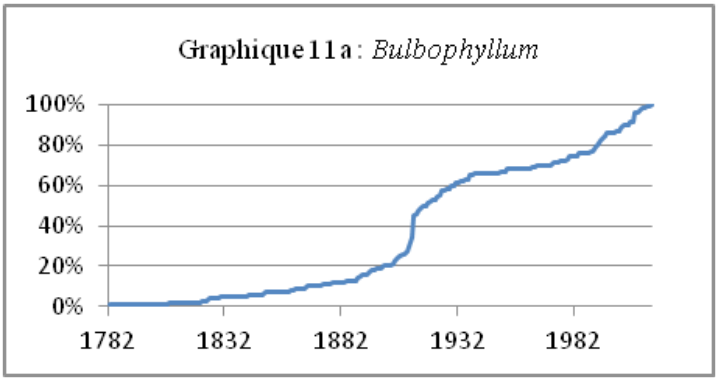


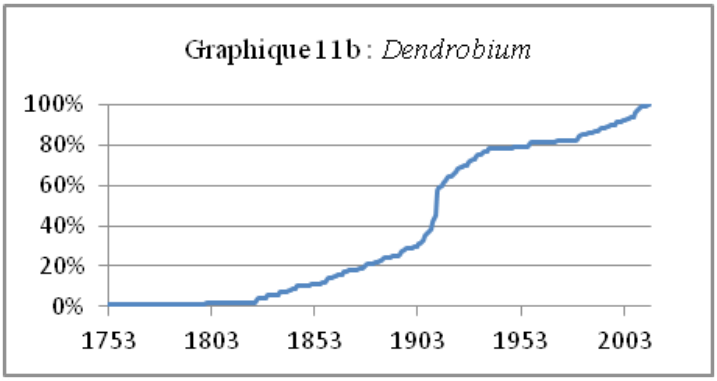
Graphiques 10a à 10d. Pourcentage de basionymes publiés en fonction du temps

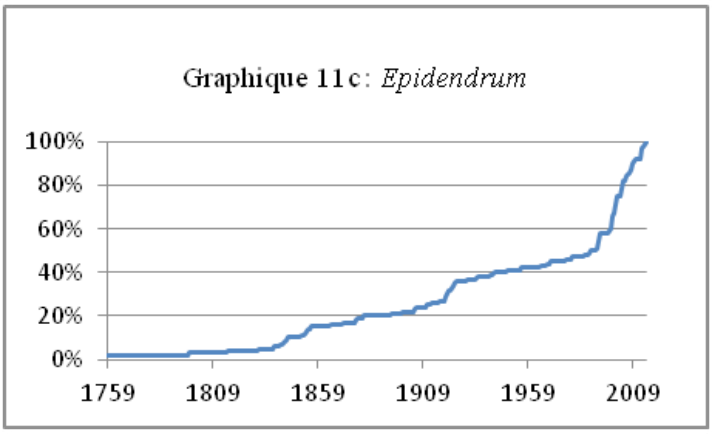
Ceux qui s'intéressent préférentiellement aux orchidées d'Europe et contestent l'augmentation grandissante du nombre de taxons décrits ne savent pas toujours ce qu'il en est pour les genres d'orchidées dites « exotiques ». Les orchidées d'Europe ne constituent qu'une infime part des Orchidaceae et les problèmes de taxonomie (devrais-je dire les polémiques ?) ne leur sont pas propres.

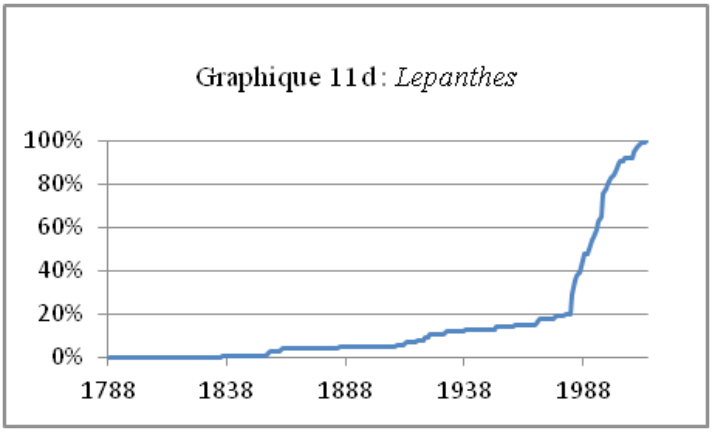
Dans ces genres étrangers à notre flore, la nomenclature évolue aussi et dans des proportions sans commune mesure avec nos genres européens les plus fournis. Quatre genres dominent dans la liste des Orchidées au niveau mondial : *Bulbophyllum, Epidendrum, Dendrobium, Lepanthes* qui totalisent plus de 20 % de l'ensemble des orchidées. Grâce aux données fournies par J.-M. Hervouet pour ces quatre genres, dont les effectifs sont respectivement de 1904, 1473, 1218, 1092 espèces

(J.-M. Hervouet, comm. pers.), j'ai construit des courbes (Graphiques 11a à 11d) qu'il convient de comparer aux précédentes. Elles traduisent la découverte d'espèces réellement nouvelles pour la science. La pente très forte de la courbe, à un moment ou un autre de leur « histoire », montre une augmentation forte et rapide au sein de chacun de ces genres mais cela ne semble pas alarmer les spécialistes pour qui il reste encore beaucoup d'espèces à découvrir. Ce phénomène n'apparaît vraiment, chez les orchidées d'Europe, que pour les *Epipactis* et, de façon moins nette, pour les *Ophrys*.









Graphiques 11a à 11d. Pourcentage de basionymes publiés en fonction du temps

Indépendamment des changements nomenclaturaux, des espèces nouvelles pour la science ont cependant été régulièrement découvertes en Europe depuis l'époque de Linné. J'ai donc étudié la répartition dans le temps des 153 taxons retenus par Kew qui étaient réellement nouveaux au moment de leur publication. Les résultats, cumulés sur des périodes de trente ans, montrent à l'évidence (tableau 5) l'intérêt particulier porté aux orchidées d'Europe depuis le milieu du XXe siècle. Compte-tenu des immenses possibilités de recherche fournies par notre monde moderne, faut-il en déduire pour autant une inflation illégitime ?

Périodes	1750-79	1780-1809	1810-39	1840-69	1870-99	1900-29	1930-59	1960-89	1990-2015
Nombre de taxons	10	12	13	9	5	15	4	28	57
Cumul	10	22	35	44	49	64	68	96	153
Taux annuel moyen d'espèces nouvelles depuis 1750	0,33	0,37	0,39	0,37	0,33	0,36	0,32	0,40	0,57

Tableau 5. Nombre d'Orchidées d'Europe nouvelles

Le taux annuel moyen d'espèces nouvelles est remarquablement constant pendant plus de deux siècles et ce n'est que dans les trente dernières années qu'il croît significativement (de 50 %), mais dans les mêmes proportions que pour l'ensemble des orchidées mondiales pendant cette dernière période (1981 : 20 000 ; 2016 : ≈ 30 000).

Hormis les genres particulièrement riches en espèces, il est tout à fait improbable que beaucoup d'orchidées européennes aient échappé à la sagacité des botanistes, encore qu'une nouvelle platanthère ait été décrite des Açores en 2013 (*Platanthera pollostantha* R.M. Bateman *et al.*). Cependant, même s'il ne faut pas prendre pour argent comptant toutes les publications qui fleurissent ici ou là, les orchidophiles peuvent quand même s'attendre à devoir encore mémoriser quelques noms de taxons à l'avenir ! Le nombre d'espèces d'orchidées européennes n'est ni figé ni exagérément grand et sa connaissance, toute comme celle des Orchidaceae en général, suivra sans doute une courbe évolutive analogue à celle du graphique 8 (voir annexe 2).

IV. Réflexions sur quelques questions posées par François Guérold

1. Le concept d'espèce

Alors que l'espèce est le taxon de base de la systématique, les naturalistes ont toujours eu du mal à en donner une définition réaliste et efficace. Il est vrai que cette notion peut paraître comme une vue de l'esprit destinée à rendre la classification pratique, car aucune définition ne saurait prétendre cerner une réalité biologique encore indéterminée, à tel point que son statut de « particule élémentaire » de la nomenclature est aujourd'hui contesté. Le genre, niveau taxonomique supérieur, n'échappe pas non plus à ces vicissitudes (voir annexe 3). Au gré des progrès scientifiques, l'espèce a été abordée sous différents angles menant à des concepts qui présentent tous des failles et que chacun interprète à sa guise. Chacun d'eux contient sans doute une part de vérité et tous devraient être pris partiellement en compte pour approcher la complexité du vivant.

1.1. Le concept morphologique

Pendant longtemps, les botanistes ont différencié les espèces de plantes à l'aide des seuls caractères morphologiques extérieurs qu'ils étaient en mesure d'observer. Chaque plante était donc associée à une espèce définie par un exemplaire type dont les clés de détermination des flores usuelles définissaient les caractères propres. Cette conception, d'essence fixiste, est à la base du système de Linné et de la botanique du XIXe siècle. Il s'agit d'un concept artificiel qui dépend des critères immuables retenus pour définir l'espèce et ne tient pas compte des variations individuelles, ce qui l'a vite rendu obsolète. Des critiques radicales lui ont été faites :

« *In fact, this binominal system is one of the worst possible imaginable, given an ultimate aim of stability* » (Pleijel & Rouse, 2000 ; « En fait, ce système binominal est le pire que l'on puisse imaginer, étant donné son but ultime de stabilité »).

1-2. Le concept phénétique

Cette approche est toujours basée essentiellement sur des caractères morphologiques, mais prend en compte leur variabilité et définit l'espèce comme « l'ensemble des individus qui se ressemblent plus entre eux qu'ils ne ressemblent à ceux d'autres espèces » (Wikipédia – Morphologie végétale). Le concept souffre de l'arbitraire qui réside dans la quantification des différences permettant de distinguer les espèces. Certaines qualités, faiblement discriminantes *a priori* (pilosité des labelles d'*Ophrys*, indentation des bractées de *Nigritella*, indice labellaire des *Dactylorhiza*…) mais utilisées pour la description de taxons nouveaux, ne peuvent qu'interpeller le botaniste de terrain. Le concept phénétique sous-tend les nombreux travaux, basés sur des analyses statistiques complexes, qui ont fourni un large contingent de nouvelles espèces jusqu'à la fin du XXe siècle.

1.3. Le concept biologique

Le concept met l'accent sur le patrimoine génétique des individus et les mécanismes d'isolement qui pourraient limiter ou empêcher les échanges de gènes (Devillers & Devillers-Terschuren, 2013). Cette transmission des caractères par voie reproductive est à la base de la vision classique de l'espèce telle qu'elle a été définie depuis plus d'un demi-siècle :

« Une espèce est une population ou un ensemble de populations dont les individus peuvent effectivement ou potentiellement se reproduire entre eux et engendrer une descendance viable et féconde, dans des conditions naturelles » (Mayr, 1942). Notons qu'en 1813 déjà de Candolle proposait une vision à la fois phénétique et biologique de l'espèce : « On désigne sous le nom d'ESPÈCE, la collection de tous les individus qui se ressemblent plus entre eux qu'ils ne ressemblent à d'autres ; qui peuvent, par une fécondation réciproque, produire des individus fertiles ; et qui se reproduisent par la génération, de telle sorte qu'on peut par analogie les supposer tous sortis originairement d'un seul individu » (*Théorie élémentaire de la Botanique*, p. 157). Selon cette acception, les espèces se distinguent entre elles par des systèmes de reconnaissance sexuelle exclusifs, impliquant l'existence de barrières pré ou postzygotiques (avant ou après fécondation).

Le concept pose des problèmes d'application aux végétaux chez qui les phénomènes d'hybridation et d'introgression sont courants. Les études sur les pollinisateurs des orchidées s'inscrivent dans ce cadre. À l'échelle européenne, elles ont pu préciser les relations qui existent entre les orchidées et les insectes mais sans pour autant en faire un critère définitif de spéciation (Voir IV-4).

1.4. Le concept évolutif

Malgré la connaissance des phénomènes d'évolution chez les êtres vivants depuis le début du XIXe siècle (Lamarck, 1809 ; Darwin, 1859), cet aspect n'a été pris en compte que tardivement par les botanistes et il faut attendre le XXe siècle pour voir apparaître des systèmes de classification des plantes qui intègrent cette évolution. Ainsi, le système de Wettstein (1924) s'inscrivait déjà dans une perspective évolutive voire phylogénétique.

Selon la définition classique, « L'espèce est un lignage de populations (populations ancestrales et descendantes) évoluant séparément des autres et ayant son propre rôle unitaire et ses propres tendances évolutives » (Simpson, 1961). Outre la difficulté à bien cerner le sens des termes utilisés dans cette définition, cette vision suppose une connaissance des phénomènes évolutifs passés et futurs, lesquels sont difficiles à établir.

1.5. Le concept phylogénétique

Il s'agit d'une interprétation plus stricte du concept évolutif qui vise à établir une sorte d'arbre généalogique du vivant en recherchant les points de divergence où certains caractères dérivés sont apparus. Il repose sur la construction de groupes monophylétiques dits *clades* qui incluent un ancêtre commun (le plus souvent inconnu !) et l'ensemble de sa descendance (source : Wikipédia). Il est sujet à une certaine subjectivité quant au choix des caractères utilisés et des algorithmes de construction des arbres, mais les études moléculaires actuelles semblent valider cette démarche qui est à la base du système APG actuel. Ce concept n'admet pas de taxons infraspécifiques !

Qu'est-ce donc qu'une espèce ? Une « bonne » définition de l'espèce devrait sûrement intégrer des critères aussi bien morphologiques que biologiques, évolutifs, phylogénétiques ou écologiques. Une remarque faite au sujet de l'épineux problème des définitions de l'espèce, dans l'ouvrage *La botanique redécouverte*, me semble bien résumer la situation : « On peut plutôt considérer que chaque espèce a une définition qui lui est propre ; une définition qui n'est rigoureuse et absolue qu'à un moment donné de l'histoire de la vie ; et qui ne s'applique exactement à aucune autre espèce » (Raynal-Roques, 1994).

À moins que le concept d'espèce ne soit tout bonnement abandonné au profit d'une nouvelle unité taxonomique (LITU = unité taxonomique minimale) comme le suggère certains chercheurs (voir www.researchgate.net/publication/12530526_Least_Inclusive_Taxonomic_Unit_a_new_taxonomic_concept_for_biology ou http://www7.inra.fr/dpenv/leguyc46.htm). Ce changement de mode de pensée, qui s'inscrit dans le concept phylogénétique, va très loin comme l'indique cet extrait de l'article fondateur du concept de LITU :

« Species are currently designated as such by taxonomists who are forced by the existing codes of nomenclature to describe organisms as species when in fact they generaly have no idea of what is going on in nature. Given that the avowed aim of taxonomy is to promote stable and unambiguous names, the application of species as a special type of taxon is both unnecessary and confusing and so this practice should be eliminated… In other words, making taxonomists decide that a few dead specimens represent a species is an extravagant extrapolation that as no place in science » (Pleijel & Rouse, 2000 ; « Les espèces sont couramment décrites en tant que telles par les taxonomistes qui sont contraints de le faire par les règles des codes de nomenclature en vigueur alors qu'ils n'ont en général aucune idée de ce qui régit la nature. Etant donné que le but avoué de la taxonomie est de privilégier des noms stables et fiables, le concept d'espèce comme type particulier de taxon est à la fois inutile et source de confusions. Il devrait donc être supprimé… En d'autres termes, laisser les taxonomistes décider que quelques spécimens morts représentent une espèce est une extrapolation extravagante qui n'a pas sa place dans la science. »).

Chaque concept possède une cohérence interne et il importe de savoir dans quel cadre se place l'auteur d'un ouvrage botanique, ce que fait Delforge, par exemple, en optant clairement pour le concept évolutif (2001) puis phylogénétique (2005) ou bien APG IV (2016) dont la philosophie est évidemment le concept phylogénétique.

Au niveau infraspécifique, ce n'est pas plus simple ! La World Checklist of selected Plants Families précise la manière dont sont attribués les rangs infraspécifiques (sous-espèce, variété, forme), selon une approche biologique (traduit de l'anglais) : « S'il y a désaccord sur le rang infraspécifique auquel un nom devrait être accepté, la clé suivante, selon Brummitt (1990), est utilisée.

1 Aires de répartition disjointes (aucune zone de chevauchement ne peut être tracée sur une carte) ou presque, flux de gènes absent ou très limité entre les populations infraspécifiques et caractères significativement différents pour permettre une distinction taxonomique au sein du genre ..... **sous-espèce**

1 Aires de répartition se chevauchant, flux de gènes possible et absence de caractères significativement différents pour permettre une distinction taxonomique au sein du genre 2

2 Populations disjointes ..... **variété**

2 Présence de populations mélangées ..... **forme** »

Quoi qu'il en soit, seul le concept morphologique, voire phénétique, est d'utilisation pratique sur le terrain, surtout pour les amateurs que nous sommes !

2. Les processus de spéciation

Il existe essentiellement trois types de spéciation (création d'espèces nouvelles), qualifiés d'allopatrique, parapatrique et sympatrique (source : Wikipédia).

« La spéciation allopatrique survient lorsque des populations initialement interfécondes évoluent en espèces distinctes car elles sont isolées géographiquement. »

« La spéciation parapatrique survient lorsque des populations ne sont pas totalement isolées géographiquement, c'est-à-dire possèdent une étroite zone de contact, mais qu'elles évoluent de manière autonome. La sélection naturelle a donc un rôle important dans ce mode de spéciation. »

« La spéciation sympatrique est un processus de spéciation par lequel de nouvelles espèces très proches (par exemple faisant partie d'un groupe frère) émergent d'un ancêtre commun alors qu'elles habitent la même région géographique. » C'est le cas le plus fréquent chez les végétaux où les processus de polyploïdisation créent une barrière de reproduction infranchissable entre des individus occupant une aire commune.

L'apparition d'espèces nouvelles est conditionnée par l'existence de barrières qui peuvent apparaître avant ou après fécondation. Les mécanismes d'isolement reproductifs sont de deux types :

- isolement prézygotique : géographique, écologique, temporel, éthologique, mécanique, gamétique,
- isolement postzygotique : non-viabilité des hybrides, stérilité des hybrides, déchéance des hybrides.

Les orchidées étant fortement liées aux insectes pollinisateurs, particulièrement dans le genre *Ophrys*, l'isolement prézygotique, qu'il soit de nature géographique, temporel ou mécanique, est souvent évoqué pour justifier la création de nouveaux taxons : « Cette adaptation hautement spécialisée aux espèces de quelques genres d'Hyménoptères a provoqué une sélection intense et une exceptionnelle radiation adaptatrice, accentuée probablement par le petit nombre de pollinisations, rareté due à la complexité du mode d'attraction des insectes. En effet, les quelques individus pollinisés voient, à la génération suivante, leur génome surreprésenté, ce qui peut induire un événement de spéciation par effet fondateur au sein même d'une population, une situation tout à fait exceptionnelle chez les végétaux. Les insectes pollinisateurs constituent sans conteste le principal facteur de spéciation dans le genre [*Ophrys*]. » (Delforge, 2001)

Pour des populations sympatriques, l'individualisation en tant qu'espèce se justifierait par la modification du génome d'individus d'origine hybridogène, créant des barrières postzygotiques qui permettent à des sous-populations d'évoluer séparément par isolement reproductif vis-à-vis des populations parentales. Il est aussi possible que les espèces apparaissent chez les plantes à la suite de mutations génétiques qui favorisent à la longue, par évolution naturelle, les individus les mieux adaptés à leur environnement.

Cette dernière hypothèse renvoie à un concept biologique qui tend à se développer actuellement. Il s'agit de l'épigénétique dont les travaux portent sur les relations entre le génotype (patrimoine génétique) et le phénotype (expression des caractères) d'un individu. L'épigénétique remet en lumière la transmission des caractères acquis que l'on a longtemps pensé être impossible. Ainsi, les modifications épigénétiques induites par l'environnement « peuvent jouer un rôle dans l'évolution des espèces » (Henry, 2014) et ne sont sans doute pas étrangères aux processus de spéciation.
Les processus de spéciation sont bien sûr liés au concept d'espèce que l'on adopte !

3. La variabilité des populations

Selon qu'il soit rassembleur ou diviseur, tel ou tel taxonomiste acceptera des intervalles de variabilité intraspécifique plus ou moins larges pour chacun des caractères étudiés. Deux botanistes du XIXe siècle illustrent bien ces courants de pensée : J. D. Hooker (1817-1911) reconnaissait 60 000 espèces de plantes vasculaires quand A. Jordan (1814-1897) en acceptait 300 000 !

La prise en compte plus ou moins importante des variations phénotypiques dans une population est conditionnée par un certain arbitraire dans les limites posées *a priori* pour l'étude. Cette variabilité des caractères et l'adaptabilité des orchidées aux conditions écologiques locales incitent un certain nombre de botanistes à récuser une trop grande multiplication des espèces :

« La systématique des Orchidaceae, notamment européennes, est rendue particulièrement complexe non seulement par la présence de nombreux hybrides interspécifiques et même intergénériques, mais aussi par une fréquente instabilité génétique qui rend les caractères morphologiques floraux très variables. Dans de nombreux cas, il est préférable de parler d'agrégats d'espèces affines plutôt que de véritables espèces génétiquement isolées et s'inscrivant dans un binôme linnéen classique » (Martin, 2014).

Une grande diversité morphologique au niveau du phénotype est souvent observée chez les *Dactylorhiza* ou les *Ophrys* alors que les différences au niveau du génotype sont minimes ou inexistantes. Argument de poids pour les rassembleurs ou minimisation de l'influence environnementale pour les diviseurs ? Il est clair que tout orchidophile s'est un jour ou l'autre trouvé surpris, pour ne pas dire piégé, par une variabilité des caractères qu'il ne soupçonnait pas chez bon nombre d'espèces et a eu la tentation de reconnaître « quelque chose d'autre » chez une espèce qui lui était familière.

La grande plasticité écologique et phénotypique de nos *Dactylorhiza*, les multiples variations de forme et de couleur du labelle chez *O. fuciflora* ou *O. apifera*, les 33 formes et variétés d'*Orchis militaris* citées par Camus au début du XXe siècle ou l'importante diversité intraspécifique chez *Anacamptis morio* illustrent bien l'amplitude de l'intervalle de variabilité pour de nombreuses espèces.

4. L'hybridation et les pollinisateurs

Un des mécanismes de spéciation chez les végétaux est le doublement des chromosomes chez des hybrides normalement stériles issus de populations sympatriques (cohabitant sur le même territoire). « Cet hybride peut alors lui-même se perpétuer tout en étant incapable de se reproduire avec des individus appartenant aux espèces de ses parents. C'est donc le premier représentant d'une nouvelle espèce, sans faire intervenir un isolement géographique » (Wikipédia - Spéciation).

Cette spéciation par polyploïdie ne semble cependant pas parvenir systématiquement à son terme et créer de nouvelles espèces. L'importance de ce phénomène est diversement quantifiée (« Estimates of the frequency of polyploid angiosperm species range from ≈ 30–35 % to as high as 80 % ; most estimates are near 50 %. » ; Soltis & Soltis, 2000), mais certains estiment que tous les Angiospermes ont connu dans leur histoire au moins un tel événement (Henry, 2014). Il est peut-être en cours dans le genre *Dactylorhiza* où les nombreuses populations critiques que l'on trouve ici et là en Europe ont tendance à être traitées par les spécialistes du genre en essaims d'hybrides ou en écotypes locaux.

On a vu précédemment que l'isolement prézygotique dû à diverses barrières rencontrées par les pollinisateurs des orchidées est une autre source de spéciation. Si les travaux sur les pollinisateurs des orchidées menés au cours du XXe siècle ont effectivement permis de distinguer certains taxons par leurs pollinisateurs (*O. insectifera*/*aymoninii* ; *O. fuciflora*/*elatior* par exemple) et que le phénomène de spéciation dans le genre *Ophrys* semble essentiellement dû à des mécanismes prézygotiques liés à l'adaptation étroite des plantes à leur pollinisateur, il n'en reste pas moins que ces pollinisateurs restent inconnus pour de nombreux *Ophrys* et que, sinon, il est rare qu'ils soient strictement spécifiques.

Les nombreux taxons décrits ces vingt dernières années dans le genre *Ophrys* sont pour une grande part isolés géographiquement et souvent décrits comme des espèces micro-endémiques dont le caractère conspécifique est difficile à vérifier. N'oublions pas que presque tous les *Ophrys* possèdent le même nombre de chromosomes ($2n = 36$) sauf quelques exceptions, en particulier des plantes du groupe d'*O. fusca*) et sont de ce fait potentiellement interféconds. L'allopatrie de ces populations est un des arguments pour en faire des espèces nouvelles ou des sous-espèces de taxons préexistants, dans la droite ligne du concept

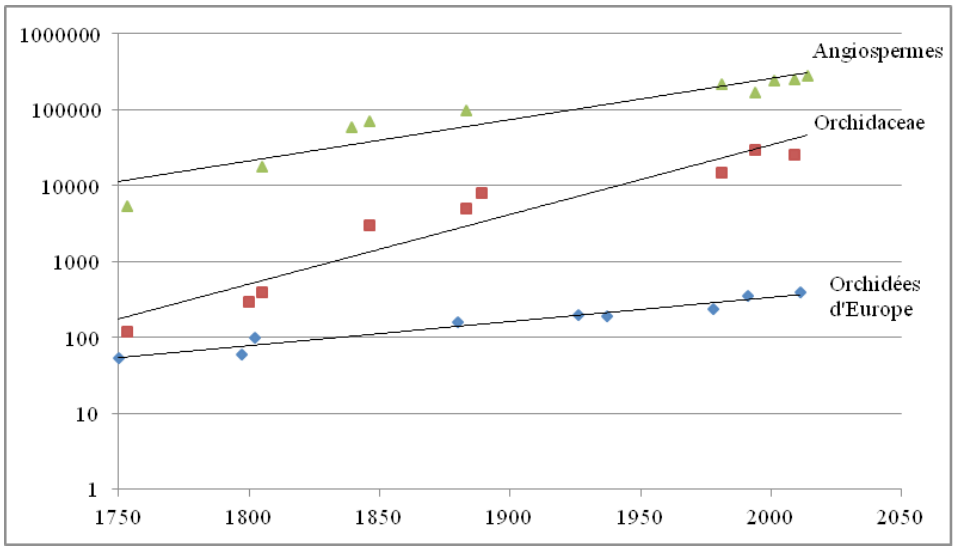
biologique de l'espèce, mais ces différences ne sont pas étayées par les analyses génétiques.

Plusieurs exemples d'espèces supposées d'origine hybridogène peuvent être citées parmi nos orchidées d'Europe : *Orchis ligustica, Himantoglossum samariense, Serapias olbia, Ophrys delphinensis, Ophrys tardans, Ophrys normanii, Ophrys flavicans*…

Henry va même plus loin en affirmant que de « très nombreux *Ophrys* pourraient être d'origine hybride » ainsi que la plupart des *Dactylorhiza*. Je remarque que, sans se prononcer clairement sur la validité du rang taxonomique de nombreux *Ophrys* ou *Dactylorhiza*, il utilise souvent à leur sujet le mot « espèce » entre guillemets et privilégie les termes « macroespèces » et « microespèces » (Henry, 2014). Dans les genres où les problèmes de détermination sont les plus aigus (*Dactylorhiza*, *Ophrys*, *Platanthera*), les processus évolutifs paraissent assez récents et la spéciation semble actuellement en cours, avec probablement une accélération dans l'avenir. Le titre de son article (« Radiation évolutive chez les Angiospermes ») tend d'ailleurs à indiquer que ce groupe taxonomique (incluant les Orchidaceae) est en phase d'évolution rapide menant à une forte diversification des espèces sur une période relativement courte. Cela nous renvoie encore une fois aux concepts d'espèce et aux processus de spéciation dont on ignore encore beaucoup !

V. Conclusion

Si le nombre de taxons d'orchidées européennes paraît augmenter de façon déraisonnable ces dernières années, il faut garder à l'esprit qu'ils ne correspondent pas tous à des espèces nettement différenciées et qu'ils traduisent seulement les conceptions des botanistes qui les ont mis au-devant de la scène. Parmi eux, près de la moitié sont aujourd'hui traités au rang de sous-espèce, concept taxonomique encore plus délicat que celui d'espèce. Rappelons que « le concept phylogénétique de l'espèce n'accepte par définition aucune entité infraspécifique » (Devillers & Devillers-Terschuren, 2013), ce qui ferait diminuer le nombre de taxons s'il était suivi à la lettre !



Graphique 12. Évolution des nombres d'Angiospermes, Orchidaceae et orchidées d'Europe en repère semi-logarithmique

Nous avons vu qu'il existe nécessairement des limites pour les nombres d'Angiospermes, d'Orchidaceae et d'orchidées d'Europe, limites imposées par la Nature. Si les modèles mathématiques déduits de l'évolution des connaissances de ces trois groupes au cours du temps ne sauraient traduire la réalité biologique à notre époque, ils n'en montrent pas moins une « accélération » bien moins forte pour les orchidées d'Europe que pour l'ensemble des orchidées.

Ceci apparaît nettement sur le graphique 12 où les courbes d'augmentation de ces trois groupes ont été représentées (échelle logarithmique en ordonnées). Il montre bien qu'en dépit de l'augmentation forte de la proportion des Orchidaceae, qui peut s'expliquer par l'histoire de la botanique et la part initialement sous-estimée que la famille représente, l'importance relative des Angiospermes et des orchidées d'Europe dans l'ensemble du règne végétal ont clairement suivi une évolution parallèle.

Afin de ne pas se focaliser sur les orchidées, il me semble aussi instructif de comparer l'évolution du nombre d'espèces décrites dans quelques grandes familles de plantes en un peu plus d'un siècle et demi (tableau 6). Bien sûr, les conceptions et les contenus de ces familles ont changé durant cette période et leurs répartitions spatiales ne sont pas toujours comparables. Ce dernier point est particulièrement vrai pour les Orchidaceae dont plus de 96 % des espèces sont limitées aux zones intertropicales. Au temps de Linné, la botanique était majoritairement européenne et ces contrées intertropicales largement inexplorées. C'est pourtant dans ces dernières que ce concentre la majorité de la biodiversité végétale du globe, dont l'étude approfondie est assez récente.

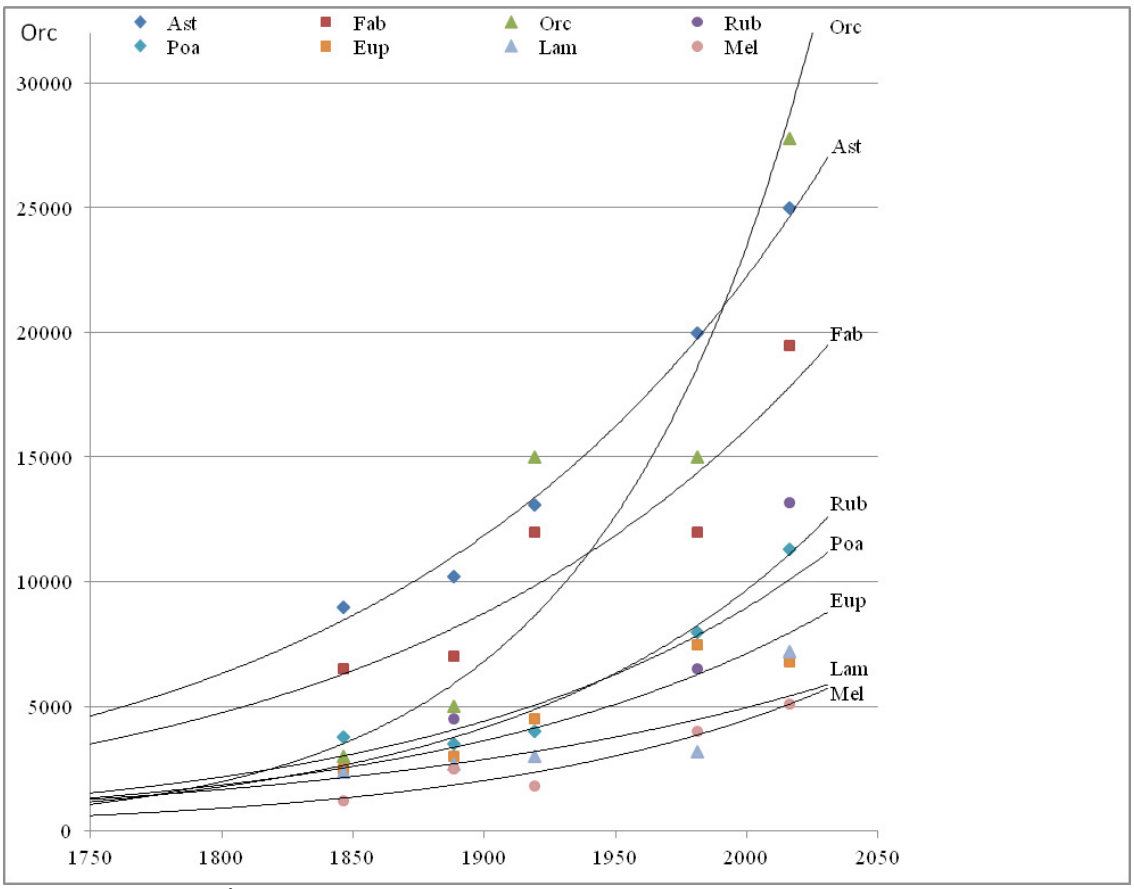
Le graphique 13 montre les courbes de tendance déduites des données du tableau 7. Certes, la courbe correspondant aux Orchidaceae (Orc) montre une pente plus forte que pour les autres familles, mais la part des orchidées dans la flore mondiale a longtemps été sous-estimée et ce n'est que dans la seconde moitié du XIXe siècle que les orchidées ont été particulièrement « courtisées » et étudiées par les botanistes. Donc, les statistiques les concernant sont probablement biaisées par ce défaut de connaissance durant 150 ans. Le bond que l'on constate, au tournant du XXe siècle, dans la connaissance des Orchidaceae montre à l'évidence les carences passées et on a peine à voir, sous l'hypothèse de statistiques corrigées, une inflation particulière touchant cette famille, surtout dans le cadre du domaine européen. Il est aussi normal que les rapports que l'on constate (de 1846 à 2016) chez les familles essentiellement tropicales (Melastomataceae, Orchidaceae, Rubiaceae…) soient sensiblement plus élevés que chez les autres familles (x 6,3 contre x 2,9 en moyenne) et suggèrent ainsi une impression d'inflation.

D'ailleurs, les Asteracae, Fabaceae ou Lamiaceae, familles surtout présentes dans les zones tempérées, ont connu des taux d'augmentation analogues (x 3) à celui des orchidées d'Europe sur la même période.

Lindley, 1846	Bentham & Hooker, 1888	Engler, 1919	Cronquist, 1981	APG IV, 2016
Asteraceae 9 000	Compositae 10 200	Compositae 13 100	Asteraceae 20 000	Asteraceae 25 000
Fabaceae 6 500	Leguminosae 7 000	Leguminosae 12 000	Fabaceae 12 000	Fabaceae 19 500
Orchidaceae 3 000	Orchideae 5 000	Orchidaceae 15 000	Orchidaceae 15 000	Orchidaceae 27 800
Cinchonaceae 2 500	Rubiaceae 4 500	Rubiaceae 4 500	Rubiaceae 6 500	Rubiaceae 13 200
Graminaceae 3 800	Gramineae 3 500	Gramineae 4 000	Poaceae 8 000	Poaceae 11 300
Euphorbiaceae 2 500	Euphorbiaceae 3 000	Euphorbiaceae 4 500	Euphorbiaceae 7 500	Euphorbiaceae 6 800
Lamiaceae 2 350	Labiatae 2 700	Labiatae 3 000	Lamiaceae 3 200	Lamiaceae 7 200
Melastomaceae 1 200	Melastomaceae 2 500	Melastomataceae 1 800	Melastomataceae 4 000	Melastomataceae 5 100

Tableau 6. Nombre d'espèces par famille de plantes

Les idées développées dans cet article tendent à montrer que l'augmentation du nombre de taxons d'orchidées européennes, bien que fortement liée à la vision de l'espèce ainsi qu'aux positions taxonomiques adoptées par les auteurs des descriptions, ne traduit que les progrès scientifiques en botanique, lesquels tendent, comme dans bien d'autres domaines, vers une complexité croissante. Il est toutefois rappelé que le nombre d'espèces « réelles » ne saurait excéder celui des entités biologiques différentes que l'évolution a engendrées, qui admet nécessairement une limite supérieure. Reste à définir des critères fiables et acceptés de tous pour caractériser et différencier ces entités !



Graphique 13. Évolution du nombre d'espèces des huit familles du tableau 7 au cours du temps

Les appréciations de la diversité biologique sont diverses et parfois contradictoires, d'où ces positions plus ou moins inflationnistes selon les auteurs ! Rappelons que les estimations du nombre d'Angiospermes varient de 250 000 à 350 000, celles du nombre d'Orchidaceae allant de 25 000 à 30 000. Pourquoi n'accepterait-on pas la même incertitude pour le nombre d'orchidées européennes tant que s'affronteront plusieurs conceptions de l'espèce et des traitements différents de la systématique ?

Si le terme « inflation » est utilisé dans son sens premier, il n'est finalement que synonyme d'accroissement continu du savoir et c'est une réalité objective et acceptable comme le montre le tableau 7. S'il est utilisé au sens figuré, comme le suggèrent François Guérold et d'autres, son caractère excessif ne me paraît pas avéré, au regard de l'accroissement continu des connaissances que les botanistes ont du règne végétal depuis plus de deux siècles. Concernant les seuls Angiospermes, dont les Orchidaceae constituent une bonne part, le passage de 5 500 à 300 000 en 260 ans ne représente finalement qu'une augmentation annuelle constante de 1,5 %.

[1] Nombres tirés de Index generum phanerogamorum de T. Durand.

Les conceptions phylogénétiques, qui sont les bases de la botanique moderne, vont peut-être limiter le nombre de taxons au sein des familles et des genres en suivant une démarche de rassembleurs plutôt que de diviseurs, à moins qu'*a contrario* l'approche épigénétique ne valide des phénomènes de spéciation plus rapides qu'on ne le pensait. Quoi qu'il en soit, j'imagine qu'il restera toujours un ensemble irréductible de quelque 400 à 500 éléments pour décrire la diversité des orchidées d'Europe.

Ce qu'il faudrait démontrer !

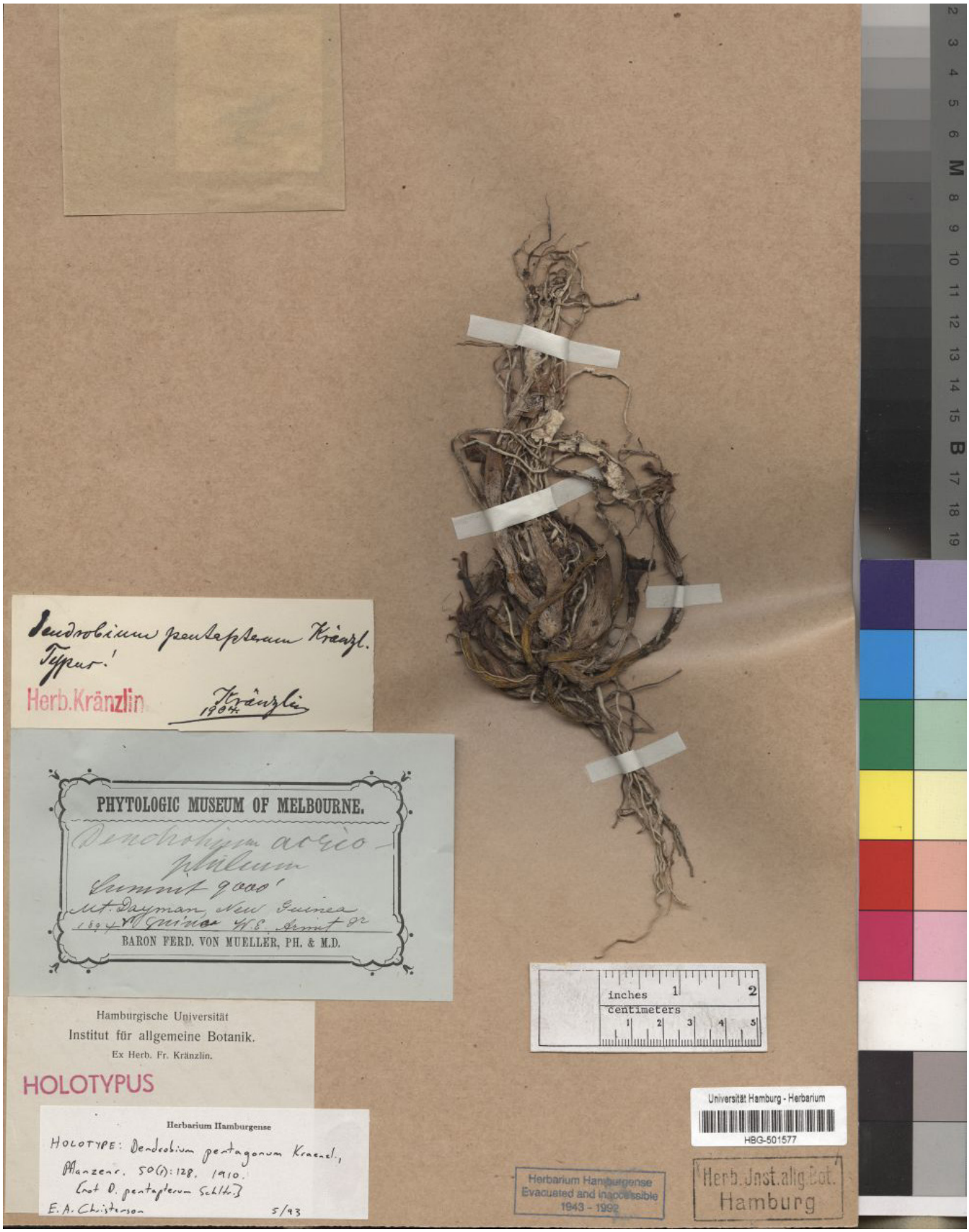
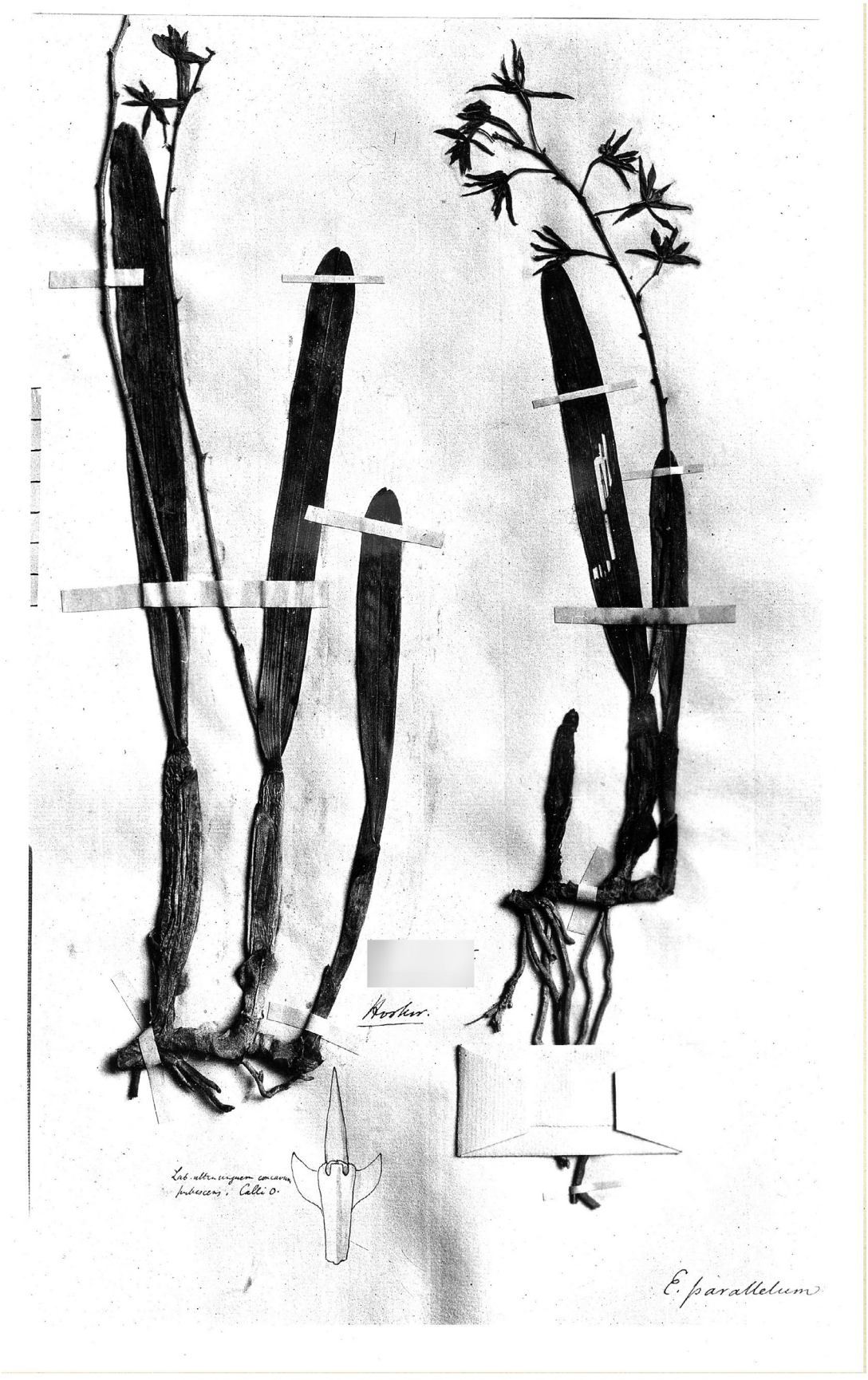


Photo 1. *Dendrobium pentagonum,* Papouasie Nouvelle-Guinée
Holotype - Herbarium Hamburgense - HBG501577 -
http://herbariumhamburgense.de/herbarsheets/disk_batch01/medium/HBG-501577



COPYRIGHT © 2006 BY THE PRESIDENT AND FELLOWS OF HARVARD COLLEGE.

Photo 2. *Encyclia parallela,* Colombie
Holotype - The Harvard University Herbaria - HUH00070681 -
http://ids.lib.harvard.edu/ids/view/5652940

Annexe 1. La nomenclature botanique : une question de point de vue

- En 1753, Linné mentionnait l'*Orchis cucullata*, orchidée dont l'aire de répartition eurasiatique atteint la Pologne à l'ouest. Plus connue depuis 1919 sous le nom de *Neottianthe cucullata,* la plante a été renommée *Ponerorchis cucullata* en 2014*, soit 261 ans après sa description originale, ce qui est un record pour nos orchidées européennes !

* *Ponerorchis cucullata* (L.) X.H.Jin, Schuit. & W.T.Jin, Molec. Phylogen. Evol. 77: 51 (2014). Espèce classée par P. Delforge dans le genre *Hemipilia* (*Guide des Orchidées d'Europe*, 2016).

- La plante que les orchidophiles connaissent sous le nom de *Pseudorchis albida* a été placée au fil des ans dans pas moins de treize genres différents entre 1753 et 1969 ! Un record là aussi, devant *Dactylorhiza viridis* qui a connu douze genres.

- Le groupe d'*Ophrys fusca* est emblématique de la variabilité des traitements nomenclaturaux que les botanistes peuvent appliquer aux plantes. La *World Checklist of Selected Plant Families* recense 177 taxons publiés aux rangs d'espèce, sous-espèce, variété ou forme relatifs à ce groupe ou faisant référence à *O. fusca*. Encore un record, sans doute ! Pourtant, ils sont classés en synonymie dans seulement douze taxons que la liste reconnaît au rang spécifique ou subspécifique ! Plus radical de la part des botanistes de Kew : seuls *O. bertolonii* et l'hybride *O.* ×*flavicans* ont grâce à leurs yeux dans le complexe d'*O. bertolonii* où d'autres distinguent dix espèces ou sous-espèces ! La réalité se situe sans doute entre ces deux extrêmes.

- Suite à des recherches d'antériorité, il n'est pas rare que des taxons anciens et oubliés soient réhabilités après de nombreuses années. Citons *Ophrys aranifera* Hudson 1778, *Ophrys incubacea* Bianca 1842, *Ophrys passionis* Sennen 1931, *Ophrys philippei* Grenier 1859…

- Certaines plantes n'ont cessé de faire des allers et retours dans la hiérarchie nomenclaturale, entre genre, espèce, sous-espèce et variété (source WCSP) :

Orchis sesquipedalis Willd., Sp. Pl. 4: 30 (1805)
Orchis incarnata var. *sesquipedalis* (Willd.) Rchb.f. *in* H.G.L.Reichenbach, Icon. Fl. Germ. Helv. 13-14: 53 (1851)
Orchis incarnata subsp. *sesquipedalis* (Willd.) E.G.Camus, J. Bot. (Morot) 6: 156 (1892)
Orchis elata var. *sesquipedalis* (Willd.) Schltr., MonoGraphique IconoGraphique Orchid. Eur. 1(4-5): 180 (1927)
Orchis elata subsp. *sesquipedalis* (Willd.) Soó, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 24: 31 (1928)
Orchis latifolia subsp. *sesquipedalis* (Willd.) Maire *in* É.Jahandiez *et al*., Cat. Pl. Maroc: 151 (1931)
Dactylorchis sesquipedalis (Willd.) Verm., Stud. Dactylorch.: 68 (1947)
Dactylorhiza elata subsp. *sesquipedalis* (Willd.) Soó, Nom. Nov. Gen. Dactylorhiza: 7 (1962).
Dactylorhiza sesquipedalis (Willd.) M.Laínz, Aport. Conoc. Fl. Gallega 7: 31 (1971)
Dactylorhiza elata var. *sesquipedalis* (Willd.) Landwehr, Wilde Orchid. Eur. 1: 204 (1977)
Dactylorhiza majalis subsp. *sesquipedalis* (Willd.) H.A.Pedersen & Hedrén, Bot. J. Linn. Soc. 168: 191 (2012).

- *A contrario*, quelques binômes n'ont jamais été remis en cause comme *:*

Cypripedium calceolus L., Sp. Pl. 2: 951 (1753).
Ophrys insectifera L., Sp. Pl. 2 : 948 (1753)
Orchis militaris L., Sp. Pl. 2 : 941 (1753)
Orchis morio L., Sp. Pl. 2 : 940 (1753)
Serapias lingua L., Sp. Pl. 2 : 950 (1753)
Orchis sancta L., Syst. nat. ed. 10, 2 : 1242 (1759)
Orchis purpurea Hudson, Fl. Angl. Ed. 1 : 334 & 335 (1762)
Serapias cordigera L., Sp. Pl. ed. 2, 2 : 1345 (1763)
Orchis pallens L., Mantissa Pl. 2 (alt.) : 292 & 293 (1771)
Orchis simia Lam., Fl. Franc. (ed. 1), 3 : 507 (1779)
Orchis palustris Jacq., Collectanea 1 : 75 & 76, no. CX (1786)
Orchis italica Poir. *in* J.B.A.M.de Lamarck, Encycl. 4 (2) : 600 (1798), nom. cons. prop.
Orchis patens Desf., Fl. Atlant. 2 (8) : 318 (1799)

Il ne faut pas oublier que, parmi les 81 000 taxons d'Orchidaceae répertorié par The Plant List, 60 % d'entre eux sont des synonymes et 35 % seulement sont acceptés, les 5 % restant n'ayant pu être évalués selon les critères de cette base de données. La nomenclature botanique est donc très largement redondante.

Annexe 2. Justification du choix de la fonction f du graphique 8

Pour représenter correctement la réalité, la fonction f donnant le nombre d'espèces de plantes à fleurs connues en fonction du temps doit satisfaire aux conditions suivantes, selon les hypothèses posées dans cet article (x exprimé en siècles en abscisses et f(x) exprimé en milliers en ordonnées) :

1. ses valeurs sont positives,
2. sa limite en - ∞ est nulle et sa limite en + ∞ est 350,
3. ses valeurs en 0 et 2,5 valent respectivement 5,5 et 250,
4. elle présente un point d'inflexion.

Une fonction de la forme $f(x) = \frac{a}{1 + be^{-kx}}$ se prête bien aux conditions 1 et 2.

Cette même condition 2 en + ∞ impose a = 350.

D'après la condition 3, $f(0) = 5,5$ impose $\frac{350}{1 + b} = 5,5$, soit b ≈ 63. Le nombre de plantes connues de Linné étant très limité et dominé par des espèces européennes, cette valeur me semble surévaluée. En tronquant la série statistique de son premier point pour privilégier les points (0,5 ; 18) et (2,5 ; 250), on obtient :

$f(0,5) = 18$ soit $\frac{350}{1 + be^{-0,5k}} = 18$ et $f(2,5) = 250$ soit $\frac{350}{1 + be^{-2,5k}} = 250$. D'où $be^{-0,5k} = \frac{332}{18}$ et $be^{-2,5k} = \frac{100}{250}$.

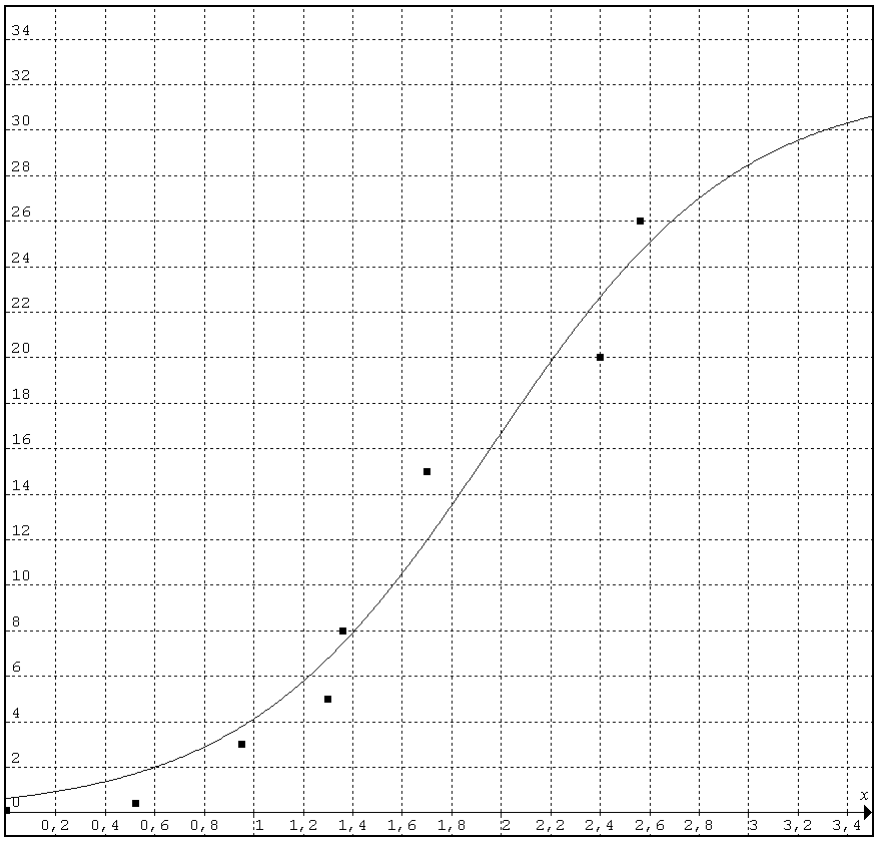
Donc $e^{2k} = \frac{332}{18} \times \frac{250}{100} \approx 47$ puis $k \approx \ln(47)/2 \approx 2$. Alors $f(0,5) = 18$ entraîne $\frac{350}{1 + be^{-1}} = 18$ soit $be^{-1} \approx 18,5$ puis b ≈ 50.

La fonction $f(x) = \frac{350}{1 + 50e^{-2x}}$ présente un point d'inflexion au point d'abscisse 1,95 qui correspond à l'année 1945.

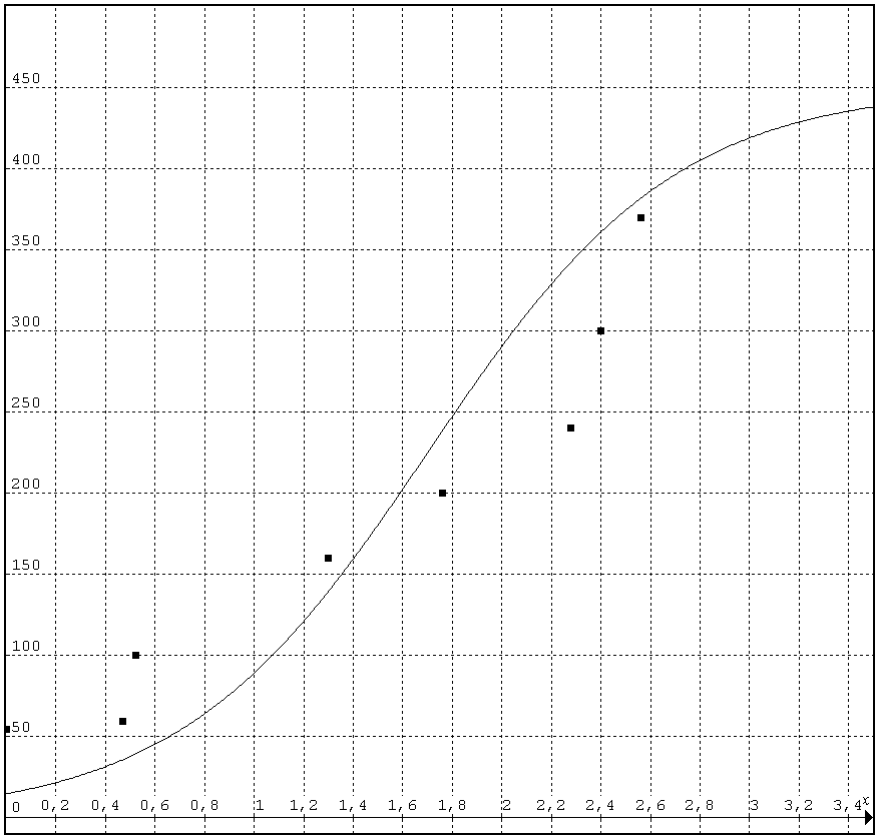
De plus, son nombre dérivé au point d'abscisse 2,5 vaut 132 ce qui, compte tenu des unités choisies, représente une augmentation de 1 320 espèces par an à l'horizon 2000. Cette valeur est en bon accord avec les données du récent rapport « State of the World's Plants » par le Royal Botanic Gardens de Kew qui fait état de 2 000 plantes nouvelles pour la science en 2016.

Par ailleurs, l'erreur relative entre les valeurs réelles et les valeurs calculées à l'aide de la fonction f vaut en moyenne 10 % avec une correspondance encore meilleure au cours des 50 dernières années. Le modèle mathématique décrit ici paraît assez réaliste.

On obtient des courbes ayant la même allure en traitant pareillement les Orchidaceae (Graphique 14, $f(x) = \frac{32}{1 + 50e^{-2x}}$) et les orchidées d'Europe (Graphique 15, $f(x) = \frac{450}{1 + 30e^{-2x}}$).



Graphique 14. Nombre d'Orchidaceae connues (en milliers en fonction des siècles depuis 1750)



Graphique 15. Nombre d'orchidées d'Europe connues (en fonction des siècles depuis 1750)

Annexe 3. Petite histoire des genres d'orchidées européennes

La grande majorité des noms de genre d'orchidées européennes utilisés aujourd'hui ont déjà plus d'un siècle d'existence, voire deux (Les genres d'orchidées d'Europe communément conservés sont soulignés dans le texte).

Linné a cité, en 1753, les genres *Orchis*, *Satyrium*, *Ophrys*, *Serapias*, *Limodorum*, *Arethusa*, *Cypripedium*, *Epidendrum* (seulement six d'entre eux étant présents en Europe). Il avait auparavant (1737) mentionné les genres *Neottia* et *Herminium*, qu'il a réunis à *Ophrys* en 1753. Ils furent l'un et l'autre réhabilités par la suite, le premier par J.-E. Guettard en 1754 et le second par R. Brown en 1813. Au XVIIIe siècle apparaissent également *Pseudorchis* (Séguier 1754), *Corallorhiza* (Gagnebin 1755), *Epipactis* (Zinn 1757), *Malaxis* (Solander 1788), *Epipogium* (Gmelin 1792).

Les premières années du XIXe siècle voient un bouleversement de la nomenclature chez les orchidées européennes avec de nombreux genres nouveaux : *Habenaria* (Willdenow 1805), *Calypso* (Salisbury 1807), *Aceras*, *Goodyera*, *Gymnadenia*, *Listera* (R. Brown 1813), *Anacamptis*, *Cephalanthera*, *Chamorchis*, *Liparis*, *Nigritella*, *Platanthera*, *Spiranthes* (L. C. M. Richard 1817), *Coeloglossum* (Hartman 1820), *Himantoglossum* (Sprengel 1826).

Jusqu'à la fin du XIXe siècle, presque tous les autres genres, maintenant familiers aux orchidophiles, sont créés. Ils sont tous monospécifiques lors de leur création. L'Italien Parlatore décrit les genres *Barlia* et *Gennaria* (1860). L'Allemand H. G. Reichenbach (Rchb. f.) décrit *Traunsteinera* (1842) et *Neotinea* (1852). Plusieurs de ses compatriotes introduisent les genres suivants : *Comperia* (K. Koch 1849), *Hammarbya* (O. Kuntze 1891), *Steveniella* (Schlechter 1918), *Neottianthe* (Schlechter 1919). Le dernier genre à avoir été décrit est *Dactylorhiza*, par le Russe Nevski en 1937, mais le terme lui-même avait été créé en 1790 par Necker !

Les récents travaux sur la phylogénie des orchidées européennes ont mené à certains remaniements, différents d'ailleurs selon les auteurs et la manière dont ils ont construit leurs arbres phylogénétiques. On pourrait presque parler ici de « théorie des genres » ! Ainsi, la Kew World Checklist of Selected Plants Families (WCSP) reconnaît trente genres seulement, alors que l'APG III en conserve 37. D'autres classifications phylogénétiques ont proposé plus ou moins récemment de créer quelques nouveaux genres : *Androrchis* (D. Tyteca & E. Klein, 2008), *Anteriorchis* (E. Klein & Strack, 1989), *Herorchis* (D. Tyteca & E. Klein, 2008), *Odontorchis* (D. Tyteca & E. Klein, 2008), *Paludorchis* (P. Delforge, 2009), *Vermeulenia* (A. Löve & D. Löve, 1972). Ceux-ci sont tous traités en synonymes par WCSP et APG.

La tendance actuelle est la suppression de quelques genres, intégrés à d'autres, et le transfert de certaines espèces d'un genre à un autre. Ainsi, *Listera* a été intégré au genre *Neottia*, *Barlia* et *Comperia* au genre *Himantoglossum*, et *Aceras* a retrouvé sa place dans le genre *Orchis.* D'autres regroupements ne font pas encore l'unanimité comme l'intégration de *Nigritella* au genre *Gymnadenia* ou celle de *Coeloglossum* au genre *Dactylorhiza*. Par ailleurs, le genre *Orchis* a perdu de nombreux représentants, redistribués aujourd'hui dans les genres *Anacamptis* ou *Neotinea*. Le genre *Hammarbya* pourrait être superflu et replacé dans *Malaxis*. Pour finir, le genre *Neottianthe*, représenté par une unique espèce européenne, est maintenant considéré comme synonyme de *Ponerorchis* (Rchb. f., 1852) et le genre *Lysiella* (Rydberg, 1900), qui ne concerne également qu'une espèce scandinave, est classé majoritairement dans le genre *Platanthera*.

En suivant l'approche la plus minimaliste (WCSP), on arrive donc à trente genres seulement en Europe, presque tous présents exclusivement dans la zone holarctique qui regroupe le Paléarctique et le Néarctique (Amérique du Nord, Groenland, nord du Mexique)

et souvent endémiques du Paléarctique. Les *Epipactis*, essentiellement européens, débordent un peu dans les zones tropicales. Parmi les quelques genres plus largement distribués (*Goodyera, Habenaria, Liparis, Malaxis, Platanthera, Spiranthes*), leurs représentants européens se limitent à quelques unités. Le gros des troupes chez les orchidées d'Europe est donc constitué d'espèces qui ne poussent nulle part ailleurs à l'état naturel.

On peut considérer que Linné a utilisé huit genres pour classer les orchidées d'Europe et deux seulement pour toutes les autres. Les données actuelles font état d'une trentaine de genres d'orchidées en Europe et de 850 à l'échelle de la planète, d'où un rapport de 1 à 4 pour l'Europe alors qu'il est de 1 à 85 pour toute la famille des Orchidaceae, en 250 ans. Cette statistique simpliste, qui ne tient pas compte du nombre extrêmement variable des éléments au sein de chaque genre, n'en montre pas moins une relative stabilité au rang générique pour les orchidées européennes.

La question de l'inflation du nombre d'espèces ne se pose en fait que pour quelques genres réputés difficiles (du fait d'un fort hybridisme ou d'une autogamie importante) : les *Ophrys*, les *Epipactis*, les *Dactylorhiza*, voire les *Serapias* ou les *Gymnadenia/Nigritella*, mais dans une bien moins grande proportion. Les trois premiers genres, qui représentent 10 % des genres européens, regroupent à eux seuls les deux tiers des taxons et dans chacun d'eux les taxons infraspécifiques représentent généralement une bonne part. L'importance numérique de ces trois genres, leur grande variabilité phénotypique et le difficile concept de sous-espèce me semblent être les raisons de l'incompréhension des orchidophiles amateurs devant ce qu'ils ressentent comme une inflation.

Annexe 4. Pour celles et ceux qui ne comprennent rien aux mathématiques ou « Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur les statistiques (sans jamais oser le demander) »

Les notions mathématiques utilisées dans cet article intrigueront certainement pas mal de lecteurs ! Je pourrais leur conseiller la lecture de l'ouvrage *Les maths pour les nuls* (Jean-Louis Boursin, 2005, First Editions), mais je doute qu'ils y trouvent des réponses à leurs questions. L'article de Wikipédia « Série statistique à deux variables » résume les notions que j'ai utilisées mais, là encore, la formulation risque d'en rebuter plus d'un.

Revenons-en donc aux notions de base que sont les sommes, les moyennes et les pourcentages. Il est bien connu que l'on peut faire dire aux statistiques ce que l'on veut, à condition de bien s'y prendre ! Avec l'exemple du tableau 7, deux conclusions complètement contradictoires peuvent être tirées des mêmes données de base (taxons de la liste WCSP et année de publication de leurs basionymes).

Décennie	**1750**	**1760**	**1770**	**1780**	**1790**	**1800**	**1810**	**1820**	**1830**
Nombre de descriptions	**40**	**8**	**5**	**5**	**15**	16	8	8	13
Cumul	40	48	53	58	73	89	97	105	118
% d'augmentation par rapport à la décennie précédente		**20**	**10**	**9**	**26**	**22**	9	8	12
Décennie	1840	1850	1860	1870	1880	1890	1900	1910	1920
Nombre de descriptions	18	13	2	1	6	11	10	13	27
Cumul	136	149	151	152	158	169	179	192	219
% d'augmentation par rapport à la décennie précédente	15	10	1	1	4	7	6	7	14
Décennie	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Nombre de descriptions	12	7	1	3	**16**	**40**	**36**	**32**	**24**
Cumul	231	238	239	242	258	298	334	366	390
% d'augmentation par rapport à la décennie précédente	5	3	0	1	**7**	**16**	**12**	**10**	**7**

Tableau 7. Nombre d'Orchidées d'Europe nouvellement décrites par décennie

Les nombres élevés de descriptions à partir de 1970 suggèrent une inflation importante avec une moyenne de 30 par décennie (sur 50 ans) alors qu'elle n'était que de 15 entre 1750 et 1800, soit deux fois moins. Cela pourrait vouloir dire que les botanistes de notre époque ont une forte propension à décrire sans cesse de nouveaux taxons alors qu'aux tous débuts de la botanique moderne ce « travers » n'existait pas. Cependant, l'examen des pourcentages d'augmentation du nombre de descriptions d'une décennie à la suivante montre qu'il a été en moyenne de 10 % depuis 1970 alors qu'il était de 18 % entre 1750 et 1800, soit presque deux fois plus. J'ai dit bizarre *?* Comme c'est bizarre ! Les botanistes du XVIIIe siècle auraient-ils finalement été plus inflationnistes que nous ? Je laisse au lecteur, que je viens d'abreuver de notions mathématiques plus ou moins complexes, sa liberté d'opinion sur l'exploitation que j'ai faite des données dont je disposais et sur les conclusions que j'en ai tirées.

Remerciements

Aux photographes qui m'ont autorisé à reproduire gracieusement leurs clichés.

Photo 3. *Trichosalpinx rotundata,* Costa Rica – Panama, © Seattle Orchid.com

Photo 4. *Coelogyne ovalis,* Asie du Sud-Est, © H. MATHÉ

Photo 5. *Apostasia elliptica,* Malaisie, Bornéo, Sumatra, © P. O'BYRNE - The Swiss Orchid Foundation at Herbarium Jany Renz

Photo 6. *Aerides cylindrica* (*Papilionanthe vandarum*)
Inde, Sri Lanka, © E. HUNT - Orchidspecies.com

Photo 7. *Neotinea conica,* Saint-Louis et Parahou (F)
12/04/2017, © H. PARMENTELAT

Photo 8. *Anacamptis pyramidalis,* Jezainville (F)
5/06/2010, © H. PARMENTELAT

Photo 9.
Masdevallia triangularis,
Colombie, Equateur, Pérou, Venezuela,
© J. PFAHL – Orchidspecies.com

Photo 10. *Dactylorhiza pythagorae,* Samos (Gr) 26/06/2011, © S. TSIFTSIS

Photo 11. *Spiranthes spiralis,* Lironcourt (F) 30/08/2012, © H. PARMENTELAT

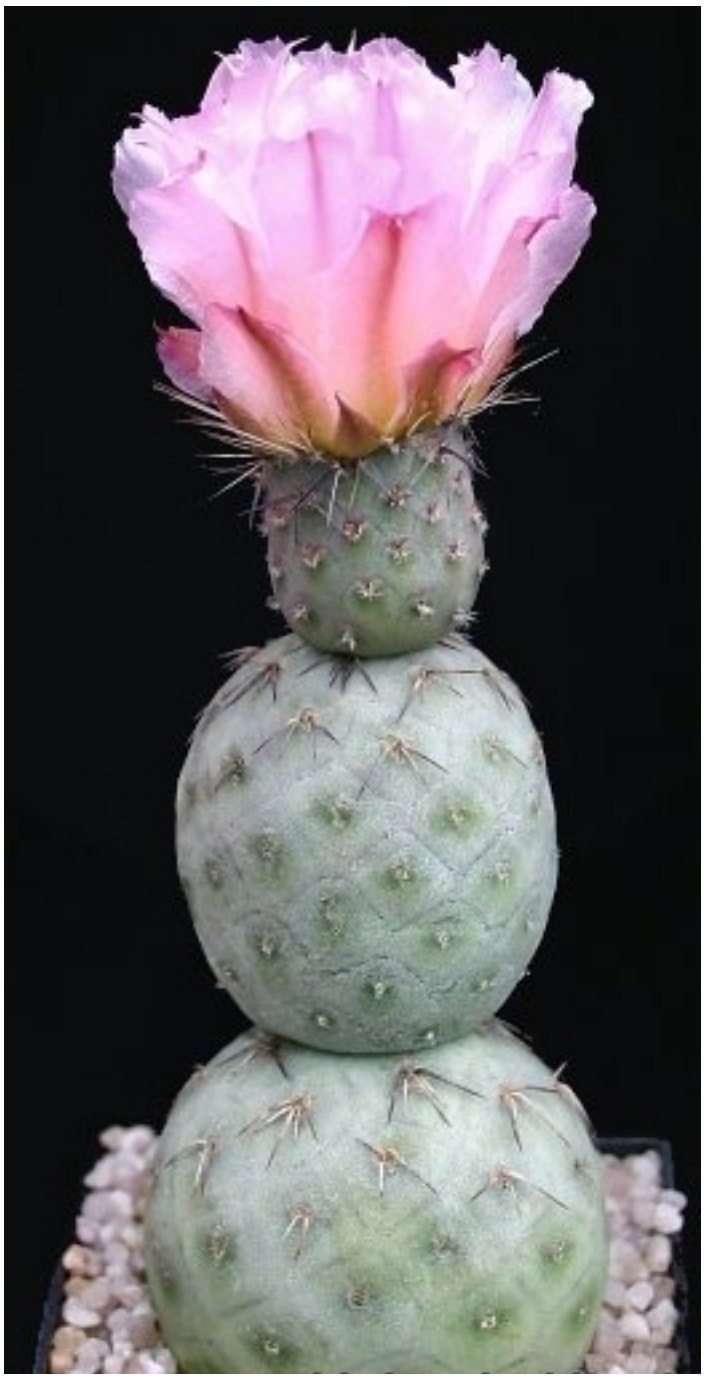


Photo 12. *Tephrocactus geometricus,* Cactaceae - Argentine, Bolivie, © V. VALLICELLI – Public domain, http://www.llifle.com

Photo 13. *Pseudolithos sphaericus,* Apocynaceae- Somalie, © V. VALLICELLI – Public domain http://www.llifle.com

Photo 14. *Pseudolithos cubiformis,* Apocynaceae- Somalie, © V. VALLICELLI – Public domain http://www.llifle.com

Bibliographie

Alibertis A., 1998 - *Les Orchidées de Crète et de Karpathos*. Alibertis Antoine, Heraklion, 159 p.

Arbeitskreise Heimische Orchideen (Hrsg.), 2005 - *Die Orchideen Deutschlands*. Ulhstädt-Kircchhasel, 800 p.

Baumann H. & Künkele S., 1988 - *Die Orchideen Europas*. Kosmos Naturfürher, Stuttgart, 191 p.

Baumann H., Künkele S. & Lorenz R., 2006 - *Die Orchideen Europas*. Eugen Ulmer, Stuttgart, 333 p.

Bentham G. & Hoocker J. D., 1883 - *Genera plantarum ad exemplaria imprimis in herbariis kewensibus servata* definita vol. 3 pars II. Londini, 1 258 p.

Boursin J.-L., 2005 - *Les maths pour les nuls*. First Editions, 399 p.

Buttler K. P., 1986 - *Orchideen*. Mosaik Verlag, München, 287 p.

Buttler K. P., 1991 - *Field guide to orchids of Britain and Europe*. The Crowood Press, Swindon, 288 p.

Camus E.G. & Camus A., 1921-1929 - *Iconographie des orchidées d'Europe et du Bassin méditerranéen* 2 vol. P. Lechevalier, Paris, 559 p.

Candolle A. P. (de), 1824-1874 - *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis.* Parisiis, 17 vol. http://www.biodiversitylibrary.org/item/7150#page/5/mode/1up

Christenhusz M. J. M. & Byng J. W., *2016 - The number of known plants species in the world and its annual increase. Phytotaxa* **261** *(3) : 201-217.*

Conti F. *et al.*, 2007 - *An annotated checklist of the Italian vascular flora: first data. Bocconea* **21** : 147-153.

Cronquist A., 1981 - *An Integrated System of Classification of Flowering Plants.* Columbia University Press, New York, 1262 p.

Darwin C., 1859 - *L'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle ou la lutte pour l'existence dans la nature*. Reinwald, Paris (1873), 612 p.

Delforge P., 1994 - *Guide des orchidées d'Europe, d'Afrique du Nord et du Proche-Orient*. Delachaux & Niestlé, Paris, 480 p.

Delforge P., 2001 - *Guide des orchidées d'Europe, d'Afrique du Nord et du Proche-Orient*. Delachaux & Niestlé, Paris, 592 p.

Delforge P., 2005 - *Guide des orchidées d'Europe, d'Afrique du Nord et du Proche-Orient*. Delachaux & Niestlé, Paris, 640 p.

Devey D.S., Bateman R.M., Fay M.F. & Hawkins J.A., 2008 - Friends or Relatives? Phylogenetics and Species Delimitation in the Controversial European Orchid Genus *Ophrys*. *Ann. Bot.* **101** : 385-402.

Dimopoulos P. *et al.*, 2013 - Vascular Plants of Greece. An annotated checklist. *Englera* **31** : 1-370 p.

Dressler R., 1981 - *The orchids, natural history and classification*. Harvard University Press, Cambridge, 332 p.

Ducreux G., 2002 - *Introduction à la botanique*. Belin, Paris, 256 p.

Durand T., 1888 - *Index generum phanerogamorum*. Bruxellis, 722 p.

Engler A., 1919 - *Syllabus der Pflanzenfamilien* 8e éd. Gebrüder Borntraeger, Berlin, 395 p.

Engler A. & Prantl K., 1889 - *Die Natürlichen Pflanzenfamilien* Teil II, Abt. 1-6. Leipzig, 224 p.

Fedorov An. A., 1999 - *Flora of Russia. The European part and bordering regions* 1. A.A. Balkema/Roterdam/Brookfield, 546 p.

Guérold F., 2004 - Vers une inflation de nouvelles espèces ? *Bull. SFOLA* 2004 *: 11-14.*

Hand R., Hadjikyriakou G. N. & Christodoulou C. S. (ed.) 2011- (continuously updated) : *Flora of Cyprus, a dynamic checklist*. Published at http://www.flora-of-cyprus.eu/ accessed 9/03/2017.

Harrap A. & S., 2005 - *Orchids of Britain and Ireland. A Field and Site Guide*. A. & C. Black, London, 480 p.

Hedrén M., Fay M.F. & Chase M.W., 2001 - Amplified fragment length polymorphisms (AFLP) reveal details of polyploid evolution in *Dactylorhiza* (Orchidaceae). *Amer. J. Bot.* **88** (10) : 1868-1880.

Henry Y., 2014 - Radiation évolutive chez les Angiospermes (notamment chez les Orchidaceae) Evolutionary radiation in Angiosperms (with particular attention to Orchidaceae). *J. Eur. Orch* **46** (2) : 501-576.

Henry Y., 2015 - Autour de l'ADN chloroplastique du genre *Ophrys* L. *L'Orchidophile* **206** : 299-317.

Henry Y., 2017 - Orchidées et génétique. *Bull. SFO-PCV* : 10-20.

Jeanmonod D. & Gamisans J., 2007 - *Flora Corsica*. Edisud, Aix-en-Provence, 921 p. + CXXXIV.

Joppa L. N., Roberts D. L. & Pimm S. L., 2010 - How many species of flowering plants are there? *Proc. Roy. Soc. London* **278** (1705) : 554-559.

Keller G. & Schlechter R., 1940 - *Monographie und Iconographie der Orchideen Europas und des Mittelmeergebietes* 1-5 Dahlem bei Berlin, Verlag des Repertoriums.

Kreutz C. A. J., 1998 - *Die Orchideen der Türkei*. C. A. J. Kreutz, Landgraaf, 766 p.

Kreutz C. A. J., 2002 - *Feldführer Deutsche orchideen*. C. A. J. Kreutz, Landgraaf, 216 p.

Kreutz C. A. J., 2004 - *Kompendium der Europaïschen Orchideen*. Kreutz Publishers, Landgraaf, 239 p.

Lamarck J.-B., 1809. *Philosophie zoologique ou Exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux*... Dentu, Paris, 422 + 450 p.

Landwehr J., 1982-1983 - *Les orchidées sauvages de Suisse et d'Europe*, 2 vol. Ed. Piantanida, Lausanne, 600 p.

Lauber K. & Wagner G., 1998 – *Flora Helvetica. Flore illustrée de Suisse*. Belin, Paris, 1 616 p.

Lecointre G. & Le Guyader H., 2001 - *Classification phylogénétique du vivant.* Belin, Paris, 543 p.

Le Guyader H., 2002 - Doit-on abandonner le concept d'espèce ? *Le Courrier de l'environnement de l'INRA* **46** (juin 2002) : 51-64.

Lindley J., 1846 - *The vegetable Kingdom*. London, 908 p.

Linné C. (von), 1753 - *Species Plantarum* Ed. 1. Holmiae. Impenses Laurentii Salvii, 2 vol., 1 200 + 31 p. http://www.botanicus.org/title/b12069590

Martin P., 2014 - *Les familles des plantes à fleurs d'Europe. Botanique systématique et utilitaire*, 2e éd. Presses universitaires de Namur, 289 p.

Mora C. *et al.*, 2011 - How Many Species Are There on Earth and in the Ocean ? *PLoS Biol* **9** (8) : e1001127.

Paton A. *et al.*, 2008 - Towards Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation: a working list of all known plant specie, progress and prospects. *Taxon* **57** : 602-611.

Pleijel F. & Rouse G. W., 2000 - Least-inclusive taxonomic unit: a new taxonomic concept for biology. *Proc. Roy. Soc. London,* B, **267** : 627-630.

Polunin O., 1997 - *Flowers of Greece and the Balkans, a field guide*. Oxford University Press, Oxford, New York, Tokyo, 592 p. + 64 pl.

Raimondo F. M., Domina G. & Spadaro V., 2010 - Checklist of the vascular flora of Sicily. *Quad. Bot. Amb. Appl*. **21** : 189-252.

Raynal-Roques A., 2001 - *La botanique redécouverte.* Belin, INRA Editions, Paris, 512 p.

Richard L. C. M., 1817 - *De Orchideis Europaeis Annotationes.* Parisiis, ex typographia A. Belin, 41 p. + 1 pl.

Schlechter R., 1926 - Das System der Orchidaceen. *Notizblatt des Königl. botanischen Gartens und Museums zu Berlin* Bd. 9, **88** (Jul. 22, 1926) : 563-591.

Scrugli A., 1990 - *Orchidee spontanee della Sardegna*. Edizioni Della Torre, Cagliari, 207 p.

Sfikas G., 1993 - *Fleurs sauvages de Crète.* Efstathiadis Group, Athènes, 310 p.

Soliva M., Kocyan A. & Widmer A., 2001 - Molecular phylogenetics of the sexually deceptive orchid genus *Ophrys* (Orchidaceae) based on nuclear and chloroplast DNA sequences. *Molec. Phylogen. Evol*. **20** : 78-88.

Soltis P. S. & Soltis D. E., 2000 - The role of genetic and genomic attributes in the success of polyploids. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* **97** (13) : 7051-7057.

Swartz O., 1800 - Orchidernes flaegter och arter upstaellde. *Kongl. Vetenskaps academiens nya handlingar* ser. 2 **XXI** : 202-254. J. P. Lindh, Stockholm.

Takhtajan A., 2009 - *Flowering plants,* 2e éd. Springer, New York 871 p.

Tison J.-M. & de Foucault B. (coords), 2014 - *Flora Gallica. Flore de France.* Biotope, Mèze, xx + 1 196 p.

Tutin T. G. *et al.*, 1980 - *Flora Europaea*, **5** (Alismataceae to Orchidaceae). Cambridge, Cambridge University Press, 476 p.

Wettstein R., 1924 - *Handbuch der Systematischen Botanik*. Liepzig und Wien, 1 018 p.

Willdenow C. L., 1797-1805 - *Species Plantarum*, Ed. 4. Berolini. Impensis G. C. Nauk, 6 vol., 1568, 1340, 2409, 1157, p.

Webographie (liens actifs le 02/06/2017)

African Plant Database http://www.ville-ge.ch

Castroviejo, S. (coord. gen.), 1986-2012 - *Flora iberica* 1-8, 10-15, 17-18, 21. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid. http://www.floraiberica.es

Flora nordica http://www.floranordica.org

GIROS http://www.giros.it

Govaerts R. *et al.*, 2016 - World Checklist of Orchidaceae. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet. http://apps.kew.org

Greek orchids http://www.greekorchids.gr

International Institute for Species Exploration http://www.esf.edu

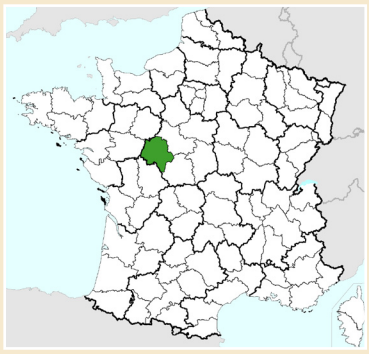
Online Atlas of the British and Irish Flora http://www.brc.ac.uk

Stevens P. F., 2012 (2001 onwards) - Angiosperm Phylogeny Website. Version 12, July 2012 [and more or less continuously updated since]. http://www.mobot.org

The Plant List http://www.theplantlist.org

Wikipédia « Série statistique à deux variables »

Wikipédia « Spéciation »



La réalisation du catalogue floristique d'Indre-et-Loire (1908) d'Ernest-Henry Tourlet analysée au travers d'échanges épistolaires scientifiques :

2e partie - Les correspondants nationaux

Guillaume DELAUNAY
F-49730 MONTSOREAU
g.delaunay@parc-loire-anjou-touraine.fr

Marc RIDEAU
F-37000 TOURS
marc.rideau@univ-tours.fr

Résumé - Cet article présente une série de lettres envoyées au botaniste tourangeau Ernest-Henry Tourlet par divers correspondants nationaux dans le cadre du projet d'édition du *Catalogue raisonné des plantes vasculaires du département d'Indre-et-Loire* (1908). Ces correspondances sont assorties de notes et divers commentaires sur le contexte de l'époque, les problèmes à élucider et les correspondants.

Mots clefs - Tourlet, lettres, botanique, histoire des sciences, Indre-et-Loire, France.

Summary - This feature article presents epistolary correspondences series sent by E.H. Tourlet, a French botanist from the Tours area, to diverse well-known French scientists in the context of its edition project of his *Catalogue raisonné des plantes vasculaires du département d'Indre-et-Loire* (1908). These correspondences are filled with infra text notes and diverse specific commentaries, raising scientific, historical or biographic aspects.

Key words - Tourlet, letters, botany, science history, Indre-et-Loire, France.

Introduction

Dans les années 1900, le botaniste chinonais Ernest-Henry Tourlet commence à rédiger son œuvre majeure, le *Catalogue raisonné des plantes vasculaires du département d'Indre-et-Loire* (abrégé en *Catalogue* dans la présente note) qui paraîtra à titre posthume en 1908. Nous avons précédemment analysé vingt-quatre lettres que lui avaient envoyées onze correspondants tourangeaux et montré leurs apports dans l'élaboration de ce *Catalogue* (Delaunay & Rideau, 2015), cette aide concernant essentiellement l'envoi d'espèces rares et des informations sur la flore des localités où le botaniste ne pouvait aller facilement. (Pour la vie et l'œuvre d'Ernest-Henry Tourlet, voir Actes de la Journée d'étude E.-H. Tourlet, *Bull. Amis Vieux Chinon*, 2008, **11** (2) : 157-204).

Mais Tourlet voulait que les espèces signalées soient rigoureusement identifiées, y compris au niveau infraspécifique. Il s'interrogeait aussi sur la nomenclature à adopter, l'orthographe des noms d'espèces, le classement le plus adéquat pour certains genres tels *Rosa* et *Rubus*… Aussi est-il entré en relation avec plusieurs botanistes français renommés. Dans la présente note, nous analysons dix-sept réponses apportées par sept correspondants nationaux, essentiellement au cours de la période 1906-1907. Comme pour les correspondants locaux, le courrier reçu par Tourlet a été légué par deux de ses descendants (André et Michel Jozeau, arrière-petits-fils du botaniste. Les lettres ont été déposées à la bibliothèque sciences-pharmacie de l'Université de Tours). Les photographies des échantillons auxquels il sera fait référence peuvent (à l'exception de ceux des genres *Rosa* et *Rubus*) être consultées sur le site internet de l'herbier Tourlet qui donne aussi en ligne le texte du *Catalogue.* La nomenclature des espèces est celle adoptée par Tourlet et ses correspondants, mais nous signalons dans nos commentaires celle actuellement admise dans *Flora Gallica* (Tison & de Foucault, 2014).

Lettres des correspondants

1. Lettres de Georges Bouvet

Alexandre Boreau (1803-1875) a dirigé le jardin botanique d'Angers. Adepte du botaniste lyonnais Alexis Jordan, il a dans sa *Flore du Centre de la France* (Boreau, 1857) démembré un grand nombre d'espèces linnéennes en « espèces élémentaires » dont seules quelques-unes sont de nos jours retenues comme sous-espèces ou variétés d'espèces linnéennes bien établies.

Le pharmacien Georges Bouvet (1850-1929) est, comme Tourlet, un élève d'Alexandre Boreau, mais, avantage sur le botaniste chinonais, il habite Angers, ville à forte tradition botanique. En 1871, il est l'un des créateurs de la Société d'études scientifiques de la ville (actuellement Société d'études scientifiques de l'Anjou : SESA). Conjointement à la gestion d'une officine rue Lepneveu, il dirige le jardin botanique de la ville depuis 1895 et il est conservateur de l'herbier Lloyd depuis 1905. En 1906, Tourlet (qui l'a déjà questionné pour des échantillons de *Minuartia hybrida* récoltés en 1883) l'interroge à nouveau à propos d'une orobanche cueillie le 5 juin 1883 au sud de la Touraine, à Abilly, et qu'il a dénommée *Orobanche minor* Sutt. var. *lutea* Tourlet, à la fois dans son herbier (échantillon n° 934.29, Figure 1) et dans une note à la Société botanique de France (Tourlet, 1903b, p. 421-422). L'abbé Hy [l'étude de l'herbier d'Indre-et-Loire d'E.-H. Tourlet montre que ce dernier a consulté une quinzaine de fois l'abbé Félix Charles Hy (1853-1918), professeur à la faculté libre d'Angers, auteur des *Tableaux analytiques de la flore d'Anjou* (Hy, 1884)], également consulté, croit plutôt à *Orobanche unicolor* Boreau (1857, espèce n° 1901, p. 501-502) (et note en synonymie *O. concolor* Duby, ce qui est erroné (Évrard, 1950). *O. concolor* Duby, entièrement jaune uniforme, trouvée surtout dans le Midi, serait une variante hypochrome sans valeur taxonomique (*Flora Gallica*, p. 862 ; Tison *et al*., 2014, p. 1446)). Tourlet est sceptique : « ce n'est pas mon avis » ajoute-t-il sur l'étiquette ; aussi demande-t-il à Bouvet de comparer son échantillon à ceux d'*Orobanche unicolor* présents dans l'herbier Boreau (acheté en 1876 par la ville d'Angers. Il est actuellement conservé au Muséum des sciences naturelles d'Angers). Par ailleurs, Tourlet demande l'avis de Bouvet pour un tableau synoptique des *Rubus* d'Indre-et-Loire qu'il souhaite intégrer dans son *Catalogue*. Les ronces sont en effet une des spécialités du botaniste angevin, lequel rédige sur ce groupe, à la même époque, des opuscules dans lesquels il remercie Tourlet pour les échantillons que ce dernier lui a envoyés (Bouvet, 1903 ; 1907).

Figure 1. *Orobanche minor* Sutt. var. *lutea* Tourlet. Planche de l'herbier d'Indre-et-Loire n° 934.29.

Herbier Lloyd, Angers, le 6 décembre 1906

Cher Monsieur. J'ai reçu en parfait état les plantes que vous avez bien voulu m'adresser. Je vais les étudier de mon mieux et vous dirai dans quelques jours ce que j'en pense. En même temps, je répondrai aux diverses questions que vous me posez. Toutefois, je dois vous avertir que je ne suis pas aussi fort que vous semblez croire ; aussi ne saurais-je trop vous engager à vous en rapporter à M. Sudre[1] qui connaît admirablement les Rubus *et se place incontestablement au 1er rang des rubologues depuis la mort de M. l'abbé Boulay[2].*

Je vous remercie de ce bel envoi auquel je ferai tout mon possible pour répondre de mon côté. Merci aussi des ouvrages que vous avez eu l'amabilité de m'envoyer pour l'Herbier Lloyd et pour moi[3]. J'ai remis à la bibliothèque de la Ville ceux que vous lui destinez.

Veuillez agréer, Cher Monsieur, l'expression de mes sentiments respectueux et bien dévoués.

Angers, le 20 janvier 1907

Cher Monsieur. Depuis un mois, je remets chaque jour à répondre à vos aimables lettres des 26 nov. et 3 déc. 06, occupé que je suis en ce moment de l'année à aligner des chiffres et régler des budgets. Je vous prie de vouloir bien m'excuser.

*J'ai étudié l'*Orobanche *que vous m'avez envoyée et l'ai comparée à l'*unicolor *de l'herbier Boreau. Voici mon avis, qui est aussi celui de mon excellent ami Préaubert[4]. Si on laisse de côté la couleur, votre O[robanche] est rigoureusement identique à* O. minor *dans toutes ses parties, notamment la fleur. Comme toutes nos* Orobanche *sont susceptibles d'une variation jaune, elle mérite bien la dénomination d'*O. minor *var.* lutea*. Préaubert a trouvé cette même variété en Anjou, à Champtoceaux, au milieu d'un grand nombre de pieds normaux.*

O. unicolor *Bor. diffère par l'insertion des étamines plus près de la base de la corolle, très peu au-dessus de cette base ; la partie inférieure du filet est dilatée et poilue ; des poils glanduleux sont disséminés sur le filet jusqu'auprès de l'anthère ; le style est également glanduleux. Ces caractères ne se rencontrent pas dans* O. minor*. Toutefois, l'herbier Boreau renferme des échantillons provenant de Corzé (Maine-et-Loire) chez lesquels ces caractères sont singulièrement atténués. Les styles et les étamines dans la partie supérieure sont à peine glanduleux, ou même sont glabres. La plante tourne à* O. minor *var.* lutea*.*

*Nyman[5] (*Consp. Fl. eur*.) dit d'*O. unicolor *Bor. «* est tantum statut morbositate lutescens, sec Manceau[6]*». Je ne suis pas éloigné de partager cette appréciation, étant donné que la plante n'apparaît qu'à de rares intervalles et qu'on ne la retrouve pas, au moins pour ce qui est de l'Anjou, dans les endroits indiqués.*

En résumé, l'herbier Boreau renferme :

- deux échantillons jeunes (étamines et styles glanduleux) provenant de Pougues (Nièvre) – 1836.
- un échantillon adulte (étamine et style glanduleux) de Brain-sur-l'Authion (M. et L.) – 1856.
- deux échantillons adultes douteux, de Corzé (Maine-et-Loire) – 1857.
- un échantillon adulte, identique à O. minor*, mais jaune :* O. minor *var.* lutea *dans Manceau[7] – 1856.*

Ce maigre bilan, hélas, est bien de nature à faire naître des doutes sur la validité de l'espèce de Boreau[8]. J'ai bientôt terminé l'étude de vos Rubus*. Je vous enverrai prochainement le résultat[9] ainsi que les autres renseignements que vous m'avez demandés.*

Veuillez agréer, Cher Monsieur, avec mes meilleurs souhaits pour l'année 1907, l'expression de mes sentiments respectueux et bien dévoués.

[1] Pour Henri Sudre (1862-1918), cf. infra la lettre du 17 juillet 1907.

[2] L'abbé Jean-Nicolas Boulay était décédé à Lille le 19 octobre 1905. Également spécialiste des Muscinées.

[3] Les ouvrages mentionnés sont certainement les articles de Tourlet (1902, 1903a,b, 1904). Ceux remis à la bibliothèque de la ville traitent de l'histoire chinonaise.

[4] Ernest Préaubert (1852-1933), professeur de sciences naturelles à Angers et directeur des cours municipaux de la ville, auteur de nombreux articles publiés dans les bulletins de la Société d'études scientifiques de l'Anjou.

[5] Carl-Frederik Nyman (1820-1893), conservateur des herbiers du Naturhistoriska Riksmuseet de Stockholm, auteur d'un *Conspectus Florae europeaea*, 1878-1885.

[6] Pierre-André Manceau (1828-1871), professeur d'histoire naturelle au Mans, a publié une étude sur la coloration jaune des orobanches (Manceau, 1963).

[7] En toute rigueur, Manceau ne parle pas de variété lutea. Il émet seulement l'hypothèse d'un changement de couleur causé par l'attaque d'un insecte. *Orobanche minor* var. *lutea* est bien une proposition de Tourlet.

[8] Pour *Flora Gallica* et comme le pensaient Bouvet et Préaubert, *O. unicolor* Boreau et *O. minor* Sm. sont synonymes. Dans son Catalogue (p. 384), Tourlet persiste à croire à la réalité d'*O. unicolor* Boreau et maintient le taxon *O. minor* var. *lutea* dont la valeur taxonomique semble pourtant bien faible.

[9] Dans le courrier légué, il n'y a pas d'autres lettres de Bouvet pour une telle étude des *Rubus*, mais les étiquettes d'au moins cinq ronces de l'herbier d'Indre-et-Loire de Tourlet portent la mention « revu par Bouvet ». La date de révision étant absente, nous ne pouvons affirmer que ce sont les échantillons évoqués dans la lettre du 20 juillet.

Ville d'Angers, Herbier Lloyd, Angers, le 22 mai 1907

Monsieur et honoré Confrère. Le tableau synoptique des Rubus *d'Indre et Loire que vous avez bien voulu me soumettre, ce en quoi du reste vous me faites beaucoup trop d'honneur, me semble très bien compris. Étant donné toutefois que par la suite vous trouverez certainement de nombreuses formes à ajouter à votre liste, ne pensez-vous pas qu'il soit utile d'établir dès maintenant les cadres où ces formes auraient à prendre place ? Il suffirait pour cela de considérer les espèces amplectives*[10] *comme des sections. Cette disposition aurait peut-être encore l'avantage d'éviter que deux formes ayant la même valeur spécifique dans l'esprit de leur auteur se trouvent subordonnées l'une à l'autre. Ex :* R. macrophyllus *W. et N. subordonnée à* R. sylvaticus *W. et N.*[11].

Comme vous, j'ai été très embarrassé sur la place à donner au R. propinquus *qui, en réalité, n'est qu'un procerus à turion glauque ou un* ulmifolius *à étamines longues. J'ai pensé moi aussi que, d'ici nouvel ordre au moins, il valait mieux suivre l'exemple donné par M. Sudre. Dans le même ordre d'idées, M. Sudre a créé pour le* R. collicolus *une section nouvelle, les Tomentosi, qu'il place dans les Discolores à la suite des Thyrsoidei. Cette disposition a l'avantage de séparer nettement les Homeacanthi des Heteracanthi, le* collicolus *rentrant dans les premiers… Tout ceci à titre de simple renseignement. Je serais désolé si vous le preniez autrement*[12].

Je vous adresse ce jour par colis postal le Rosa bibracteata[13] *de l'herbier Boreau. Veuillez agréer, Monsieur et honoré Confrère, l'expression de mes sentiments tout dévoués.*

2. Lettres de Louis Corbière

Louis Corbière (Figure 2) a été professeur de sciences au collège d'Argentan (Orne) puis au lycée de Cherbourg (Manche). En 1906, Tourlet lui envoie sous le nom de *Phelypaea caerulea* une orobanche découverte dans les carrières de Lussault (Indre-et-Loire) par l'instituteur Jean Alexandre Madrelle (Voir la lettre de Madrelle datée du 22 juin 1906 dans Delaunay et Rideau (2015)). (Herbier Tourlet n° 938.02 à 07) avec la question : cette plante est-elle identique à celle décrite par Corbière sous le nom de *Phelypaea millefolii* dans sa *Nouvelle Flore de Normandie (1893, p. 442) ?* On verra que les deux hommes concluent par la négative. Par ailleurs, Tourlet demande au botaniste normand son avis pour des espèces dont la détermination précise l'embarrasse.

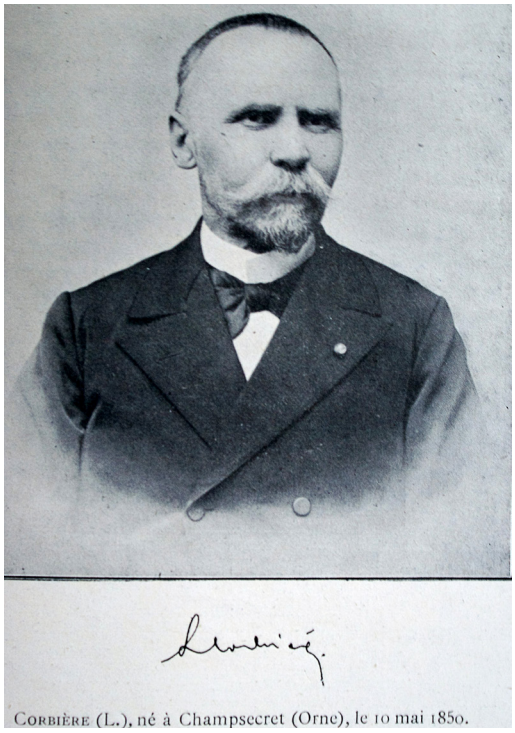


Figure 2. Louis Corbière. Illustration parue dans le *Bulletin de la Société botanique des Deux-Sèvres*, 1908-1909, planche VII.

Cherbourg, 25 juin 1906

Monsieur et cher Confrère. J'ai attendu quelques jours à répondre à votre aimable lettre du 19 courant dans l'espoir que j'ai réalisé hier, de vous adresser la plante vivante[14] *que j'ai nommée* Phelipaea millefolii *(Rchb)*[15]*. Au retour de ma petite excursion, je me suis empressé de la confier à la poste afin qu'elle vous parvienne aussi fraîche que possible. Vous devez donc l'avoir reçue quand ces lignes vous parviendront. Si vous voulez bien vous reporter à la Flore de Cosson & Germain*[16] *et au dessin qu'ils ont donné du* Ph. coerulea[17] *dont les lobes de la corolle (lèvre inférieure) sont acuminés-aigus, je crois que vous serez d'avis que la plante de Cherbourg en diffère notablement. Souvent même, les lobes sont beaucoup plus arrondis-obtus que dans les échantillons que j'ai récoltés hier. Notre plante offre aussi à la commissure supérieure des loges de l'anthère un pinceau de poils + ou – abondants et assez longs. La* coerulea *(Cosson et Germain) aurait les anthères complètement glabres. Evidemment, toutes ces différences sont assez légères, et il se peut qu'il n'y ait qu'une espèce*[18]*. Toutefois, je n'ai jamais vu dans ce pays-ci le* Phelipaea *décrit par Cosson et Germain et j'ai cru devoir, par suite, distinguer notre plante de cette dernière. Je dois ajouter que je n'ai jamais vu celle-ci vivante. Sans être absolument identique avec le dessin de Cosson et Germain, votre plante de Lussault me semble devoir y être rapportée. Les lobes de la lèvre inférieure sont vraiment aigus. J'ai noté aussi que les lobes du calice sont, dans votre plante, plus subulés que dans la nôtre et que le calice a une teinte plus pâle.*

Puisque le Ph. arenaria[19] *est assez commun chez vous, vous me feriez bien plaisir, cher Monsieur, en m'en adressant quelques échantillons à l'état frais. C'est encore une espèce que je ne connais qu'à l'état sec. Je serais bien aise aussi de connaître votre opinion personnelle au sujet du* Phelipaea *que je vous envoie.*

Si d'autres plantes de ma région pouvaient vous être agréables, n'hésitez pas, je vous prie, à me les demander. Je serai très heureux de continuer les relations dont vous avez bien voulu prendre l'initiative. Agréez, je vous prie, Monsieur et cher Confrère, l'assurance de mes meilleurs et tout dévoués sentiments.

[10] Espèces dont les formes « passent insensiblement » de l'une à l'autre.

[11] C'est pourtant la position adoptée par Tourlet qui fait de *R. macrophyllus* une sous-espèce de *R. silvaticus* dans son Catalogue.

[12] Tourlet n'a finalement pas intégré son tableau dans le Catalogue, le réservant sans doute pour une Flore d'Indre-et-Loire qu'il commençait à rédiger mais qui restera à l'état de manuscrit.

[13] *Rosa* ×*bibracteata* Bastard *ex* DC. (cf. infra pour une discussion sur ce taxon).

[14] L'envoi de plantes fraîches n'est pas rare à l'époque. Verlot (1865) préconise par exemple d'envoyer les plantes placées dans de la mousse très peu humide, le tout enveloppé dans du papier goudronné ou de la toile cirée.

[15] *Phelypaea millefolii* (Rchb.) Corb. est actuellement synonyme de *Phelipanche purpurea* (Jacq.) Soják, subsp. *millefolii* (Rchb.) Carlón, G. Gómez, M. Lainz, Moreno Mor, Ó. Sánchez & Schneew.

[16] Cosson E. et Germain [de Saint-Pierre] E., 1845 - Flore descriptive et analytique des environs de Paris, Fortin et Masson, Paris. L'édition enrichie parue en 1861 est restée la « bible » des botanistes parisiens jusque très récemment.

[17] C'est-à-dire *Phelipanche purpurea* (Jacq.) Soják subsp. *purpurea*.

[18] *Flora Gallica* (p. 868) n'accepte actuellement qu'une seule espèce, *Phelipanche purpurea* (Jacq.) Soják, avec deux sous-espèces dont les caractères propres sont ceux rapportés par Corbière.

[19] = *Phelipanche arenaria* (Borkh.) Pomel. Cette espèce, effectivement assez commune dans le Chinonais au temps de Tourlet (Catalogue, p. 386), a subi une nette régression en Val de Loire, mais persiste toutefois dans les puys du Chinonais (Boudin *et al*., 2007, p. 300-301). Revue par les auteurs de la présente note au lieu-dit Hauts de Bertignolles sur la commune de Savigny-en-Véron.

Cherbourg, 1er juillet 1906

Cher Monsieur. Je viens de recevoir votre obligeante lettre qui avait été précédée hier de l'aimable envoi de vos deux plantes très intéressantes. J'avais déjà vu à l'état vivant dans le midi le Sedum anopetalum[20] *qui n'en a pas moins été le très bienvenu. Quant à* Phelipaea arenaria*, il m'a fait le plus grand plaisir et je vous en remercie très vivement. La plante est en effet très distincte de* Ph. coerulea *et de* Ph. millefolii*, mais j'ai constaté que le stigmate sur tous vos échantillons était blanc et non jaune (comme disent Cosson et Germain, et comme je l'ai dit moi-même d'après eux).*

Reichenbach définit ainsi son Orobanche millefolii *(par opposition à* O. cærulea *Vill*[21]*, dont la corolle est dite «* lobis acutis dentatis *») :* humilior, cor. molliori pubescente ciliata, opaca, lavandulacea, aut celestina, lobis subrotundo – rhombeis acuminatis*. Lloyd (*Flore de l'Ouest*) parle aussi du véritable* coerulea *et de* millefolii *comme « formes*[22] *». Il est évident que les deux plantes sont très voisines, mais ici je n'ai vu que la seconde*[23]*. Merci de votre avis qui est tout à fait le mien. Bien volontiers, j'examinerai les plantes que vous désirez me communiquer. En vous les renvoyant, j'y joindrai vos desiderata, sinon tous, au moins la plupart. Peut-être que d'ici là, je vous ferai un second envoi de plantes vivantes que je croirai capables de vous intéresser. Malheureusement, d'ici le 15 juillet, je vais être très pris.*

Bien cordialement.

Cherbourg, 17 décembre 1906

Cher Monsieur. Ne pouvant vous retourner aujourd'hui vos plantes douteuses – dont l'étude est plus longue que je n'avais d'abord pensé – je vais vous donner, au sujet de celles qui appartiennent aux premières familles jusqu'aux Rosacées, l'avis que vous avez bien voulu me demander. Je regrette que mon opinion n'ait pas toujours la netteté que vous devez souhaiter, mais plusieurs plantes sont vraiment embarrassantes, surtout à l'état sec où elles se trouvent. Et puis il faut bien se dire que certaines descriptions - de Rouy surtout, alors même qu'elles sont exactes, s'appliquent à des individus d'herbier, mais non souvent à des groupements naturels et vivants. À vouloir faire rentrer telle ou telle forme dans ses variétés, sous-variétés, etc., on perd son temps ainsi que je l'ai constaté plus d'une fois[24]*. Voici en résumé ce que je pense de vos échantillons (vous retrouverez cet avis accompagnant vos plantes quand je vous les retournerai)*[25] *.*

1° Ranunculus acris *L. : n'est ni* boraeanus*, ni* tomophyllus*. Tient un peu de* friesianus *et de* steveni*. Me semble plus voisin de ce dernier auquel je le rattacherais*[26]*.*

2° Fumaria pallidiflora *Jord. : Les échantillons n° 1 et 2 sont beaucoup plus voisins de* pallidiflora *que de* speciosa*. Ce dernier a les fleurs franchement roses. Vos échantillons me semblent donc correctement dénommés* F. pallidiflora *Jord.*[27]*.*

3° Pensée : j'y vois un échantillon vigoureux de Viola agrestis *Jord.*[28] *– Est sûrement du groupe* arvensis *Murr.*

4° Viola lancifolia *Thore : oui ! Autrement-dit :* Viola lactea *Sm.*[29]*.*

5° Viola *intermédiaire entre* V. virescens *et* V. scotophylla *: évidemment du groupe* V. alba *Besser. Si* V. odorata *était dans le voisinage, j'inclinerais à voir dans votre plante un* V. permixta *Jord. , mais n'ayant aucun renseignement sur le fruit, je ne peux savoir si elle est un hybride ou une simple variété de* V. alba*. Des questions aussi délicates que celle-ci ne saurait être résolues, il me semble, que sur le vif et sur le terrain.*

[20] *Sedum anopetalum*. Cette espèce rare citée par Tourlet (Catalogue, p. 224) a été revue récemment par les auteurs au cours d'une herborisation commune au lieu-dit Trotte-Loup sur la commune de Beaumont-en-Véron.

[21] C'est-à-dire *Phelipanche purpurea* (Jacq.) Soják subsp. *purpurea*.

[22] J. Lloyd, 1897 (p. 259).

[23] Les deux taxons ont été présents en Indre-et-Loire : la subsp. *purpurea* a été recueillie à Lussault par Madrelle en 1874 et 1906 et la subsp. *millefolii* par le botaniste tourangeau Georges Émile Chambert (herbier Tourlet n° 938.07) à Rochecorbon en 1872.

[24] Corbière fait manifestement partie des botanistes (ils étaient nombreux) qui refusaient l'attitude divisionniste adoptée par Georges Rouy dans sa *Flore de France*.

[25] Les avis sur papier de Corbière qui accompagnaient les échantillons renvoyés ont été fixés sur les planches de l'herbier Tourlet lors de sa restauration en 2007-2009.

[26] Herbier Tourlet n° 146.08. *Viola agrestis* [= *Mnemion agreste* (Jord.) Fourr.] est aujourd'hui *V. arvensis* var. *arvensis* (= *V. tricolor* var. *arvensis*).

[27] Herbier Tourlet n° 145.06 (collecteur : Moïse Aristobile).

[28] Herbier Tourlet n° 142.01. L'échantillon avait été récolté dans le bois de Vauroux près de Chinon. Gustave Camus, qui l'avait également observé, penchait pour *V. alba*, subsp. *vinealis*. Cette sous-espèce et *V. virescens* correspondent à *V. alba* subsp. *alba* ; *V. scotophylla* est synonyme de *V. alba* subsp. *scotophylla*. Les auteurs modernes sont sceptiques sur la réelle valeur de ces taxons et ne voient en *V. alba* qu'une espèce très polymorphe (*Flora Gallica* p. 1075 ; Tison *et al.*, 2014, p. 894).

[29] *Viola* ×*permixta* Jord. (= *V.* ×*scabra* F.Braun) est considéré comme un hybride entre *V. odorata* et *V. hirta*. L'idée de Corbière sera adoptée par Tourlet qui voit dans son échantillon une simple variété de *V. alba* ou un hybride entre *V. alba* et *V. hirta* (Catalogue, p. 60).

Figure 3. *Medicago lappacea Desr. (=Medicago polymorpha* var. *denticulata* [Willd.] Kerguelen). Adventice introduite à Tours dans les fourrages de l'armée pendant la guerre de 1870. Planche de l'herbier d'Indre-et-Loire n° 287bis.01.

6° Lychnis dioïca, var. colorata *?*[30] *À mon avis est* Melandrium pratense *Röhl., forme à fleurs rosées. Ne me semble pas hybride.*

7° N° 95. Alsine hybrida *Jord : est pour moi* A. laxa *Jord., qui passe facilement à* A. hybrida *Jord. Le besoin du nom* intermedia *Rouy ne se faisait guère sentir car il y a déjà trop de synonymes*[31].

8° Malva alcea *forme ?*[32] *Très voisin de* Malva alcea *; en diffère cependant par les poils qui hérissent tout le dos des carpelles. J'y vois* M. intermedia *Bor. Toutefois, vos échantillons ont des carpelles bien constitués et les graines semblent devoir être fertiles.* M. intermedia *Bor. n'est peut être pas un hybride ; ce pourrait être une forme ou variété de* M. alcea.

9° Medicago *(Tours 28 septembre 1872) : =* M. lappacea *Desr.*[33] *(Figure 3)*

10° Erodium cicutarium *(5 juillet – 17 octobre 1906)*[34] *: n'est pas* E. bipinnatum *Rouy car les segments de 1er ordre des feuilles sont pinnatipartis et non bipinnatiséqués. C'est* E. cicutarium *var.* chaerophyllum *DC. ou* E. dissectum *Rouy (si l'on juge nécessaire ce nom nouveau). J'en reste là pour aujourd'hui et vous prie d'agréer l'assurance de mes meilleurs et tout dévoués sentiments.*

NB. J'ai reçu avec grand plaisir les deux exemplaires de votre Histoire de Chinon[35] *dont j'ai offert de votre part l'un d'eux à la Société des sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg qui vous en ai très reconnaissante ainsi que moi. Veuillez m'excuser si les dérangements dont je vous ai parlé l'autre jour m'ont empêché de vous adresser plus tôt mes remerciements et si, dans une dernière lettre écrite en toute hâte, j'ai oublié également de vous en accuser réception.*

Cherbourg, 8 février 1907

Mon cher Collègue. Je suis tout à fait désolé de n'avoir pu donner satisfaction plus tôt à votre lettre, mais vous ne pouvez imaginer combien j'ai été occupé, dérangé, absorbé, surmené de toute façon depuis plusieurs semaines. Et malgré tout mon désir de vous être agréable, il m'a été impossible de mieux faire. Je viens enfin de remettre au chemin de fer un colis postal contenant toutes vos plantes douteuses – jusqu'aux Composées – selon votre désir[36]*. Chacune est accompagnée d'une étiquette sur laquelle j'ai consigné l'avis que vous avez bien voulu me demander. Dans la chemise de la 1ère plante, vous trouverez aussi la réponse à vos questions sur la nomenclature. Dans quelques jours, vers le milieu de la semaine prochaine, je vous retournerai le reste de vos plantes*[37]*, accompagnées de celles que je vous destine.*

Avec tous mes regrets, encore une fois, d'avoir mis votre patience à une si longue épreuve, veuillez agréer l'assurance de mes sentiments les meilleurs et les plus dévoués.

3. Lettres d'Hippolyte Coste

Curé de Saint-Paul-des-Fonts (Aveyron), Hippolyte Coste (1858-1924) est l'auteur bien connu de la monumentale *Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées voisines* qui commence à paraître en 1906. Tourlet lui a souvent demandé des conseils puisqu'on trouve dans l'herbier des annotations de Coste datées de différentes périodes. Sa très grande disponibilité pour aider les autres botanistes est ici évidente puisqu'entre le 11 septembre 1906 et le 17 juillet 1907 il redétermine de nombreux échantillons de Tourlet, malgré ses nombreuses autres occupations (Figure 4). La première lettre citée ici concerne un *Iberis umbellata* découvert dans les bois de la Mauclergerie à Joué-lès-Tours par le jardinier Louis Audebert (voir Delaunay & Rideau, 2016, note 144), les deuxième, quatrième et cinquième lettres, des déterminations délicates d'espèces appartenant aux genres *Carduus*, *Aspidium*, *Equisetum*, *Muscari* et *Erodium*. Une autre lettre, non présentée ici, concernant l'identification d'euphorbes prostrées récoltées dans le jardin botanique de Tours fera l'objet d'un article à part. Mais c'est la vérification des espèces de *Rosa* qui a surtout intéressé Tourlet. La lettre du 17 juillet 1907 se réfère à un envoi par chemin de fer dont Tourlet n'a certainement pas pu tenir compte pour son *Catalogue* puisque, déjà malade, il décèdera le 29 juillet 1907.

[30] Deux échantillons récoltés à Chinon (n° 177.01) et l'Ile-Bouchard (n° 177.04), référencés sous le nom de *Lychnis vespertina* Sibth. var. *roseiflora* Tourlet dans le Catalogue, sont des *Silene latifolia* Poir. subsp. *alba*. Malinvaud a commenté l'observation de Tourlet : « on trouve accidentellement cette forme aux environs de Limoges et je suis aujourd'hui persuadé qu'elle procédait d'un croisement avec le *Lychnis diurna* » (Tourlet 1903b).

[31] Herbier Tourlet n° 200.10. *Alsine hybrida* est synonyme de *Minuartia hybrida* subsp. *hybrida*. Tourlet ayant signalé à Corbière la synonymie *Alsine tenuifolia* var. *intermedia* proposée par G. Rouy (cf. infra la lettre de ce dernier le 30 janvier 1907), on notera le « coup de patte » du botaniste normand. Pour *Flora Gallica* (p. 645-646), *A. hybrida* et *A. laxa* sont à considérer comme deux sous-espèces de *Minuartia hybrida*.

[32] La demande visait un échantillon que Tourlet jugeait « curieux », proche de *Malva alcea*, récolté à Chinon dans la vallée de Basse en septembre 1890 (herbier Tourlet n° 223.11). Outre Corbière, la plante a été vue par Julien Foucaud et Gustave Camus : Tourlet pourra écrire dans son Catalogue (p. 92, observation 2) : « plusieurs botanistes distingués auxquels je l'ai soumise n'hésitent pas à [la] rattacher à *Malva intermedia* Boreau ». Ce taxon, accepté en tant qu'espèce par Tela botanica, figure dans *Flora Gallica* p. 830 sous le nom *M.* ×*intermedia* Boreau.

[33] Herbier Tourlet n° 287bis.01. *Medicago lappacea* correspond aujourd'hui à *M. polymorpha* var. *denticulata* (Willd.) Kerguelen. Tourlet a récolté cette plante en 1872 dans le camp militaire du Morier à Tours. Georges Chambert, autre botaniste tourangeau, l'avait précédemment trouvée à Tours sur l'avenue de Grammont, près de la première station. La plante était certainement une adventice, apportée par les armées étrangères qui ont occupé la ville pendant la guerre de 1870. Curieusement, Tourlet ne la cite pas ni dans son Tableau de la Flore adventice du département d'Indre-et-Loire (Tourlet, 1904), paru il est vrai avant la réponse de Corbière, ni dans son Catalogue (Tourlet, 1908).

[34] La demande concernait deux échantillons récoltés à Champigny-sur-Veude (herbier Tourlet n° 253.03 et 253.04). *E. cicutarium* (L.) L'Hér. subsp. *bipinnatum* (Desf.) Tourlet est un taxon accepté (*Flora Gallica*, p. 780). À noter que Tourlet n'accepte pas la proposition de Corbière puisqu'il fait d'*E. chaerophyllum* DC. (= *E. dissectum* Rouy) une autre sous-espèce d'*E. cicutarium*.

[35] En réalité : Histoire du Collège de Chinon, parue en 1904 chez l'éditeur Delaunay-Dehaies.

[36] Corbière n'a pas envoyé de lettre plus précise à Tourlet pour cet envoi, se contentant d'écrire ses avis sur des étiquettes accompagnant les échantillons renvoyés. L'examen de l'herbier Tourlet permet de connaître les taxons qui ont soulevé des doutes chez Tourlet et les réponses proposées par Corbière. Ci-après, nous donnons pour chaque demande : le numéro de l'échantillon dans l'herbier, le nom proposé par Tourlet, le lieu et date de récolte, la réponse de Corbière.

N° 475.09, *Callitriche hamulata* W.D.J. Koch, Cléré-les-Pins. Pour Corbière : *C. pedunculata* DC. (= *C. brutia Petagna*), mais il comprend les doutes de Tourlet (Catalogue p. 212).

N° 595.12, Chinon le 5 juin 1901, *Galium* ×*ochroleucum* J.P. Wolff (= *G. pomeranicum* Retz.). Pour Corbière : *G. dumetorum* Jord.

N° 597.01, *Galium sylvestre* (= *G. pumilum* Murray), Cravant-les-Coteaux le 17 juin 1864. Pour Corbière : *G. sylvestre* var. *scabrum*.

N° 598.11, *Galium palustre* L., Chaveignes le 19 juillet 1906. Pour Corbière : forme peu notable, « ce n'est pas *constrictum* ».

N° 612.03, *Valeriana officinalis* L., Saint-Epain le 9 juin 1902. Pour Corbière : var. *excelsa* Poir. (= *V. sambucifolia* (Pohl) Čelak.), ce dont Tourlet doute.

N° 622.06, *Scabiosa columbaria* L., Chézelles le 4 mai 1883. Pour Corbière : var. *pratensis* (= *S. columbaria* L. subsp. *pratensis* (Jord.) Braun-Blanq.), nom adopté dans le Catalogue.

[37] Nous n'avons pas retrouvé dans l'herbier la trace de cet autre envoi correspondant aux espèces classées après les Astéracées.

Figure 4. Adresse figurant sur un paquet postal de l'abbé Coste renvoyant des échantillons à Tourlet après vérification des déterminations.

St-Paul-des-Fonts, 21 janvier 1907

Mon cher Confrère. Je viens d'examiner avec soin votre Iberis *et je n'y vois comme vous qu'un* I. umbellata *L. var.* longistyla[38]*. C'est certainement l'espèce* I. umbellata *L. Quant à la longueur du style, très variable dans le genre* Iberis*, dans la même espèce s'entend, il faudrait l'examiner dans la silicule mûre ou très développée. J'ai observé dans l'Aveyron où les* Iberis *à feuilles entières ne sont pas rares, que le style, d'abord très saillant dans la jeune silicule, l'est ensuite beaucoup moins dans la silicule adulte. Le même fait est encore plus frappant dans le genre* Thlaspi*. Quoi qu'il en soit, c'est un fait très remarquable que l'*I. umbellata*, échappé sans doute de quelque jardin, se soit naturalisé chez vous depuis près de 30 ans sur les coteaux de l'Indre ! Ce fait mérite d'être signalé, et la plante mentionnée.*

La Flore illustrée de la France a paru le 29 décembre et je travaille à réunir les matériaux pour une Flore illustrée de la chaîne des Pyrénées françaises et espagnoles[39] que M. Klincksieck[40] me propose de publier sans tarder. Veuillez agréer, mon cher Confrère, la nouvelle assurance de mes meilleurs sentiments.

St-Paul-des-Fonts, 9 mai 1907[41]

Mon cher Confrère. Je vous retourne avec mes annotations les plantes que vous avez bien voulu me faire vérifier. Je les ai examinées avec attention mais j'ai peu de choses à vous en dire. Vous connaissez mes idées sur le genre Rosa *: avec Crépin*[42]*, j'affirme que c'est perdre son temps que de vouloir chercher à identifier telle ou telle forme avec tel ou tel rosier jadis décrit par les multiplicateurs*[43] *d'après des échantillons pris sur le même buisson et dont on ne peut trouver un autre tout identique. Le* Rosa canina *en particulier, entendu dans le sens large, est extrêmement polymorphe. Ses formes typiques de la plaine ou des collines passent insensiblement au* R. glauca[44] *à mesure qu'on s'avance dans les montagnes, et d'autant mieux caractérisées qu'on s'élève davantage. Dans la région moyenne, chez nous entre 800 et 1000 m, on trouve des formes intermédiaires extrêmement embarrassantes. M. Christ*[45] *et après lui Crépin les ont désignées sous le nom de* R. subcanina[46]*. Dans ce groupe, les sépales, au lieu de se réfléchir promptement après la floraison comme dans* R. canina *de la plaine, restent étalés, mais ne se relèvent pas comme dans le* R. glauca *et tombent avant la maturité du fruit. Les nervures foliaires sont moins saillantes que chez* R. canina*. On trouve d'ailleurs dans cette région des buissons qu'on ne sait comment nommer. Le* R. subcanina *du reste descend parfois dans la plaine et c'est à lui que m'ont paru se rapporter les échantillons précédemment envoyés par vous. Je ne connais pas suffisamment les* R. eriostyla *et* macrocarpa *pour pouvoir me prononcer sur leur identification.*

Le groupe des Carduus nutans, crispus, acanthoides*, auxquels s'ajoutent dans le midi* C. nigrescens, vivariensis, spiniger *ou* humulosus*, n'est pas moins difficile. M. Rouy me paraît l'avoir bien compris et j'adopte sa manière de voir. Le* C. acanthoides *de Linné n'est pas celui de Boreau qui avait pris pour cette espèce l'hybride des* C. crispus *et* nutans*. À mon avis, tous les* Carduus *de votre envoi (*Figure 5*) sont des formes de cet hybride*[47] *qui varie beaucoup comme tous les hybrides dont les parents ont des caractères nettement différenciés.*

[39] À notre connaissance, l'ouvrage n'a pas été publié.

[40] Paul Klincksieck est un éditeur genevois installé à Paris. Spécialisé dans les publications scientifiques, il éditera la *Flore* de l'abbé Coste et le *Catalogue* de Tourlet.

[41] Entre la lettre du 21 janvier et celle du 9 mai 1907 a dû s'intercaler une autre lettre, maintenant perdue, puisque la consultation des échantillons de *Rosa* de l'herbier d'Indre-et-Loire montre sur une vingtaine d'étiquettes la mention « revue par M. Coste, février 1907 ».

[42] François Crépin (1830-1903), est un spécialiste du genre *Rosa*. Le docteur Pons et l'abbé Coste écrivent dans le troisième fascicule de l'*Herbarium rosarum* (1897, p. 2) : « A mesure que nous avançons dans l'étude des Roses, nous sommes comme M. Crépin, de plus en plus convaincus que les véritables espèces sont peu nombreuses et que les créations innombrables de l'école multiplicatrice ne constituent réellement que de simples variétés, des variations sans importance, parfois des formes hybrides ».

[43] Les multiplicateurs désignent les botanistes qui multiplient les espèces. Henri Sudre en est un bon exemple (cf. infra).

[44] *Rosa glauca* Vill. pour Coste.

[45] Hermann Christ (1833-1933) est un spécialiste du genre *Rosa*, des Ptéridophytes et des Cyperacées.

[46] Le taxon *Rosa glauca* Vill. var. *subcanina* Christ est discuté par Crépin (1891) dans Mes excursions rhodologiques dans les Alpes en 1890 », impr. C. Annoot-Braeckman, Gand, p. 58-64. Les échantillons envoyés par Tourlet ont été récoltés les 25 mai et 25 juillet 1906 à Beaumont-en-Véron en Indre-et-Loire. Tourlet les désigne sous le nom de *Rosa eriostyla* Ripart dans son *Catalogue* (p. 182) mais reprend le commentaire de Coste : « cette Rose peut être rattachée au groupe que Christ et Crépin ont désigné sous le nom de *R. subcanina*, intermédiaire entre le vrai *R. canina* des plaines et le *R. glauca* des montagnes ».

[47] Herbier Tourlet, n° 711.03. Pour Alexandre Boreau et Antoine Le Grand, cet échantillon récolté sur les bords de la Vienne près de Chinon appartient bien à l'espèce *Carduus acanthoides* L. (voir les explications données sur la planche n° 711.01b de l'herbier Tourlet), avis partagé également par G. Camus. Tourlet adopte ce nom dans le *Catalogue* (p. 296) tout en reprenant le commentaire de Coste : hybride possible entre *C. crispus* et *C. nutans* (hypothèse non acceptée de nos jours). Cordier *et al.* (2010) ne signalent pas ce taxon en Indre-et-Loire.

Je sais bien que Boreau et la plupart de nos floristes ont nommé Aspidium aculeatum *ce que je nomme* A. lobatum *dans ma Flore. Mais il est aujourd'hui hors de doute que le vrai* A. aculeatum *Sw. doit s'appliquer à la forme* A. angulare *Willd. Mon collaborateur, A. Le Grand*[48]*, avait approfondi cette question et j'ai admis sa manière de voir en révisant son manuscrit.*

*L'*Equisetum campanulatum *Poir*[49]*. n'est pas une espèce bien tranchée, mais une sous-espèce qui se relie à* E. ramosissimum *Desf. par des intermédiaires souvent indécis. Je vous adresse une bonne part de l'*E. ramosissimum *des environs de Gap que je considère comme typique. Je suis d'accord avec M. Hy pour la détermination des autres. Du reste, j'ai suivi pour ce groupe l'opinion que cet auteur a développé dans le Bull[etin] de la Soc[iété] bot[anique] de Fr[ance], année 1890, sess[ion] extr[aordinaire] de la Rochelle, p. LIX etc…*

Il n'a pas été fait de tirage à part du genre Rubus *publié dans ma Flore illustrée. L'abbé Boulay*[50] *qui l'a élaborée et fourni les échantillons à dessiner n'a fait du reste que résumer son travail paru dans la Flore [de] Rouy, qui a été, celui-là, tiré à part. Plusieurs botanistes sont d'avis que cet auteur a fait trop d'espèces et m'ont proposé de les réduire pour les Flores régionales en préparation que M. Klinckieck se propose de publier prochainement : j'ai peu étudié les* Rubus *! Le rubologue le plus érudit est en ce moment M. Sudre*[51]*, mais c'est un réformateur et multiplicateur en diable !!*

Je vous renouvelle, cher Confrère, l'assurance de mes meilleurs sentiments.

St-Paul-des-Fonts, 21 mai 1907

Mon cher Confrère.

Je vous retourne votre essai de classification des formes de Rosa micrantha*,* rubiginosa *et* canina*, mais sans oser les modifier ou vous présenter une manière de voir que je saurais justifier*[52]*. Plusieurs espèces de* Rosa *sont, comme vous le savez, tellement voisines qu'on a beaucoup de peine parfois à les distinguer.* A fortiori*, on éprouve des difficultés encore plus grandes à vouloir les reconnaître et surtout appliquer sûrement un nom qui s'adapte exactement à ces variétés. Crépin qui avait toute sa vie étudié les roses après avoir essayé ces sortes de classifications y avait tout à fait renoncé les dernières années, et je n'ai pas eu le courage d'entreprendre un pareil travail.*

1° Rosa micrantha *Sm. (1812)*

La meilleure classification consiste, comme vous l'avez fait, à subdiviser l'espèce en formes glabrescentes et pubescentes dont l'aspect est sensiblement différent, mais je n'oserais pousser plus loin les subdivisions que l'on peut faire [par] la forme et les dimensions des feuilles, des fruits, etc.., choses variables pour ainsi dire avec chaque buisson.

2° Rosa rubiginosa *L. (1767)*

En principe on aurait dû dire de préférence R. eglanteria[53]*, mais ce dernier nom n'ayant jusqu'ici presque jamais été employé, il vaut mieux conserver* R. rubiginosa *que tout le monde connaît et qui ne donne lieu à aucune difficulté. Loin d'admettre* R. comosa *Rip. comme nom princeps de l'espèce, j'en ferais au contraire le chef de file de la première subdivision*[54] *: sépales persistant sur le fruit jusqu'à sa maturité. Il aurait pour opposé le* R. calvescens *à sépales caducs avant la maturité et même souvent avant la coloration des réceptacles. Ces dernières formes sont beaucoup plus communes dans le midi que les premières et marquent tous les passages vers le* R. micrantha *Sm. Les autres subdivisions peuvent s'établir d'après la forme des aiguillons, la présence ou l'absence d'acicules, les dimensions, formes, vestitum des folioles et des fruits.*

[48] Antoine Le Grand (1839-1905), agent-voyer (au XIXème, il s'agit d'officiers chargés de la construction et de l'entretien des voies publiques) à Bourges, est l'auteur d'une *Flore analytique du Berry* (Le Grand, 1887) dans laquelle il subdivise *Aspidium aculeatum* Sw. en une variété *vulgare* et une variété *angulare* (p. 321-322). Dans son Catalogue, Tourlet adopte une position similaire en reconnaissant dans l'espèce *A. aculeatum* deux sous-espèces : *A. aculeatum sensu stricto* [aujourd'hui : *Polystichum aculeatum* (L.) Roth] et *A. angulare* [aujourd'hui *P. setiferum* (Forrsk.) Woyn.].

[49] Herbier Tourlet n° 1507.12. Les botanistes contemporains intègrent *Equisetum campanulatum* Poir. dans *E. ramosissimum* Desf. Les subdivisions proposées par Tourlet ne sont plus acceptées.

[50] En 1900, l'abbé Jean Nicolas Boulay (1837-1905), doyen de la faculté de Lille, a écrit : *Les Rubus de la flore française*, Bull. Soc. Bot. France 45 : 497-582) et « Rubus »in Rouy G. et Camus E.G., *Flore de France* 6 : 30-149, 465.

[51] Henri Sudre : cf. infra.

[52] Tourlet avait cherché à subdiviser *Rosa canina* (espèce n° 328), *R. rubiginosa* (n° 430) et *R. micrantha* (n° 432) en espèces de seconde, voire de troisième catégories (Catalogue p. 192).

[53] Tourlet a adopté le terme *R. rubiginosa* comme le lui conseillait Coste.

[54] Proposition non reprise dans le Catalogue puisque Tourlet subdivise *Rosa rubiginosa* en cinq sous-espèces.

Figure 5. *Carduus acanthoides* L. Planche de l'herbier d'Indre-et-Loire n° 711.01, revue par G. Camus

3° Rosa canina *L.*

Je suis d'avis de conserver la classification proposée par Crépin et qui est bien connue des rhodologues[55]*. Mais il est bien permis de l'améliorer et de la compléter car elle est incomplète. Vous pourriez donc ranger dans une première [subdivision] les formes à feuilles complètement glabres, qui sont si nombreuses, et dans une seconde les formes à feuilles pubescentes au moins sur les pétioles et la nervure médiane. Vous subdiviseriez cette dernière en semi-glabres (pubescentes seulement sur les pétioles ou la nervure médiane) et en pubescentes (poilues au moins sur la face inférieure)*[56]*. Les formes pubescentes à dents foliaires doubles ou composées-glanduleuses, à peine mentionnées par Crépin, ont été nommées* R. pseudo-tomentella *Simon Pons par mon collaborateur de l'*Herbarium rosarum[57]*. Je distingue, quoique pas toujours bien nettement, le* R. obtusifolia *Desv. (incl.* R. tomentella *Linn.) comme un petit groupe suffisamment distinct de toutes les formes de* R. canina *pour constituer à côté de ce dernier une espèce de 2ème ordre répandue surtout dans le midi et l'Ouest*[58]*.*

Quant au R. bibracteoides[59] *(*Figure 6*), je ne vois aucun inconvénient à lui préférer le nom de* R. splendens *Gentil ; si celui-ci est antérieur, vous devez le faire en bonne règle. Je ne connais pas suffisamment ce* Rosa *pour oser me prononcer sur sa valeur ou son origine.*

Je vous renouvelle, cher Confrère, l'assurance de mes meilleurs sentiments.

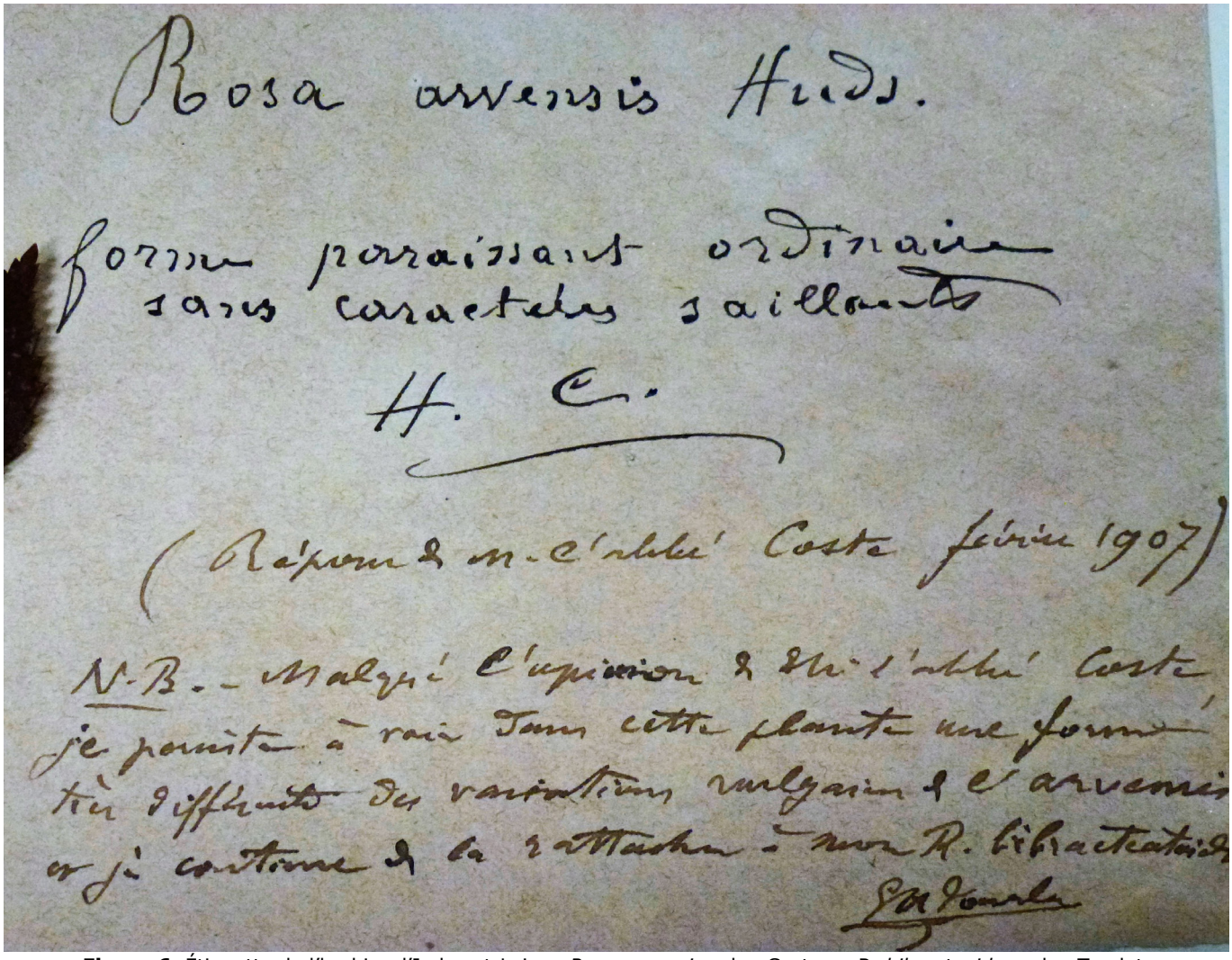


Figure 6. Étiquette de l'herbier d'Indre-et-Loire : *Rosa arvensis* selon Coste ou R. *bibracteoides* selon Tourlet.

[55] Le rhodologue est un spécialiste des plantes à cynorhodons (« fruits » charnus des rosiers).

[56] Tourlet a adopté cette classification : la première subdivision (qu'il dénomme *genuina*) comprend les *R. canina* à feuilles totalement glabres ; la deuxième (*urbica*) comprend les formes à feuilles glabres en dessus et pubescentes en dessous ; une troisième subdivision (*dumetorum*) regroupe les formes à feuilles velues en dessus et en dessous.

[57] Hippolyte Coste en compagnie du docteur Simon Pons publia de 1895 à 1900 cinq fascicules sous le nom d'*Herbarium rosarum*, totalisant 385 planches originaires de toute la France, une référence pour l'étude de ce genre. Les échantillons sont libres et les étiquettes imprimées possèdent l'en-tête «Dr Pons & Abbé Coste / *Herbarium Rosarum*». Les récoltes ont été effectuées de 1894 à 1899 par H. Coste et S. Pons, mais aussi par Charles Duffour, le frère Sennen (1861-1937), Joseph Soulié, Puech, Ernest Malinvaud… Michel Gandoger (1850-1926) critiqua vivement cette publication dans la séance du 24 février 1911 de la Société botanique de France (Bull. Soc. Bot. France 58 : 90-96) et Coste lui répondit dans la séance du 10 novembre de la même année.

[58] Proposition non retenue par Tourlet (Catalogue p. 189) : « les variétés *obtusifolia* et *tomentella*, qui offrent de nombreux points de ressemblance, sont souvent réunies sous les noms de *R. tomentella* (Crépin) ou de *R. obtusifolia* (Le Grand, Coste, etc.) pour former une espèce distincte du *R. canina*. Je n'ai pas cru devoir agir ainsi parce qu'on trouve, ce me semble, des intermédiaires entre les variétés *dumetorum* et *obtusifolia* ».

[59] Tourlet avait récolté en 1893 à Bourgueil un *Rosa* qu'il avait envoyé à Gabriel Chastaingt (1831-1892) lequel étudiait particulièrement les Roses de l'Indre-et-Loire (Chastaingt, vers 1890). Ce dernier l'avait identifié comme *Rosa* ×*bibracteata* Bastard. Trouvant cependant des différences avec la description de Bastard, Tourlet a persisté à le dénommer *Rosa bibracteoides* dans son Catalogue (p. 172). Coste, consulté en février 1907, n'y voyait alors qu'un *Rosa arvensis*.

St-Paul-des-Fonts, 6 juin 1907

Mon cher Confrère. Votre Muscari[60] *ne me paraît pas distinct de* M. neglectum *du Midi. Je vous envoie par la poste des échantillons de celui qui croît à St-Paul (où il fleurit dans les champs et coteaux calcaires) : vous les comparerez avec les vôtres. Je ne vois d'autre différence que dans la capsule, plus grande dans les miens, sans doute parce que plus avancés. Les valves de la capsule ne sont point échancrées au sommet comme dans le type* racemosum*, mais comme vous le dites, légèrement déprimées à l'insertion du style. Cette petite dépression finit par disparaître à la maturité complète de la capsule, qui offre alors des valves sub-obtuses ou même aiguës, dans tous les cas nettement atténuées au sommet.*

Le Muscari *que je vous envoie est très abondant et le seul de son groupe dans ma région. Je l'ai souvent comparé en fleurs et fruits, sur le vif, avec celui très répandu dans l'Hérault que la Flore de Montpellier nomme* M. neglectum *: les deux plantes sont identiques. Dans les dernières années de sa vie, Loret*[61] *m'avait déclaré de vive voix qu'il existe des doutes sur la validité comme espèce du* M. neglectum *: ce dernier n'est peut-être qu'une sous-espèce ou race méridionale de* M. racemosum*. La forme* canaliculatum *Franch[et] que je ne connais pas bien est peut-être le trait d'union qui les relie l'une à l'autre*[62].

Le M. neglectum *est beaucoup plus développé dans toutes ses parties que son congénère : ses fleurs sont plus grandes, en grelot plus allongé et forment un épi bien plus gros. Les bulbes aussi sont parfois énormes relativement à la taille de la plante. Les feuilles varient beaucoup, comme forme et longueur. Mettez en terre les 2 bulbes de mon envoi, et au printemps prochain vous pourrez établir la comparaison. Votre bien dévoué, H. Coste*

St-Paul-des-Fonts, 6 juillet 1907

Mon cher Confrère. J'ai réexaminé votre Erodium[63] *et je suis d'avis que c'est l'*E. bipinnatum *Willd. (=* E. pilosum *Jord). Il est conforme à la description de M. Rouy et autres auteurs, et aux échantillons que je possède en herbier de cette jolie forme de l'*E. cicutarium*.*

Agréez, mon cher Confrère, la nouvelle assurance de mes meilleurs sentiments.

St-Paul-des-Fonts, 17 juillet 1907

Mon cher Confrère. J'étais en effet en excursion quand votre colis de Roses m'est arrivé. Mais je l'ai étudié hier avec soin, et aujourd'hui je vous retourne les étiquettes avec les noms de chaque forme.

1° Vous pouvez admettre un Rosa canina *var.* scabrata*, avec 2 sous-variétés*[64] *: a) pédicelles lisses (*R. semi-glandulosa*) ; b) pédicelles hispides-glanduleux (*R. blondeana*). Il n'existe pas de limites entre ces variations et variétés et on trouve dans la nature tous les intermédiaires.*

2° Le groupe de R. stylosa *à folioles complètement glabres et fleurs blanches, avec pédicelles lisses pourrait garder le nom que lui avait donné Crépin :* R. virginea *Rip. Les formes à pédicelles glanduleux prendraient celui de* R. rusticana *Désegl., ou si vous préférez celui de* R. immitis*. Ici encore, il n'existe pas de limites dans la nature entre ces diverses variations.*

3° La forme bibracteoides*, fort jolie, peut être conservée sous ce nom. Il faudrait avoir des échantillons authentiques du* R. ovata *Lej. (que je ne connais pas) pour être sûr de l'identité des deux* Rosa*.*

4° Le R. pervirens *est très voisin de* R sempervirens *et pas toujours facile à distinguer. Il forme cependant, e.g. dans ma région, un groupe assez remarquable et suffisamment caractérisé qui remplace le vrai* R. sempervirens *plus méridional.*

5° Rosa subcanina *Christ. : à mon avis, vos échantillons appartiennent bien à cette Rose ! Intermédiaire entre* R. canina *et* R. glauca*.*

Je garde, pour mon herbier, les beaux et nombreux exemplaires que vous m'avez adressés de toutes ces variations fort intéressantes. Je vais partir pour les Pyrénées le 26 courant et ne rentrerai que vers le 12 août. Cordiales amitiés.

- Étiquette 132 : Rosa obtusifolia *Desv. ! Variation passant à la forme* R. tomentosa *par les dents foliaires dont quelques-unes sont doubles ou composées* [signé H. Coste].

- Étiquette 142 : Rosa stylosa *Desv. Variation rentrant très probablement dans le groupe* R. parvula *Sauzé & Maill.*

- Étiquette 145 : Rosa stylosa *Desv. Variation du groupe* immitis *Desegl. (*sensu *Rouy), du groupe* R. rusticana *Desegl)* sensu *Crépin).*

-Étiquette 150 : Rosa micrantha *Sm. Variation se rattachant au groupe des formes pubescentes (*R. permixta *Desegl.,* R. septicola *Desegl. etc, etc). S'éloigne sensiblement du* R. tormentilla *Lem.* [signé H. Coste].

- Étiquette 157 : Rosa canina*. Groupe des* scabrata *var.* blondeana*. Forme à folioles petites très glanduleuses, ayant un peu le port d'un* agrestis*. Indre-et-Loire : Chaveignes, 16 juin 07. Fol[ioes] très glanduleuses, Fl[eurs] grandes, roses ; pédicelles et face ext[érieure] des sépales glanduleux* [signé E.-H. Tourlet]. Coste a ajouté *: peut être* agrestis *x* canina).

[60] Le *Muscari* qui provoque l'hésitation de Tourlet est dénommé *M. racemosum* DC. subsp. *caniculatum* Franchet dans le Catalogue (p. 466) et *M. compactum* (Jord. *ex* Fourr.) Baker dans l'herbier (échantillon n° 1147.05).

[61] Henri Loret et Auguste Barrandon ont rédigé en 1876 une *Flore de Montpellier*, Delahaye, Paris.

[62] Pour Flora Gallica (p. 95), *Muscari racemosum* est synonyme de *M. neglectum* Ten. ; Jeanmonod et Gamisans (2007, p. 133) le mettent en synonyme de *M. atlanticum* Boiss. & Reut. La distinction entre *M. neglectum* et *M. racemosum* (= *atlanticum*) pose toujours problème de nos jours. En 2011, dans sa *Flore des champs cultivés*, Jauzein exprime clairement son scepticisme sur l'existence de deux espèces. Il les admet dans la *Flore de la région méditerranéenne* (Tison *et al.*, 2014). Les divers auteurs s'embrouillent souvent dans les diagnoses qu'ils proposent pour distinguer les deux taxons. En France continentale, on les distingue principalement par la taille des fleurs, moins de 4,5 mm pour *M. atlanticum*, plus de 6 mm pour *M. neglectum*, mais dans la pratique, il existe couramment des plantes à fleurs de taille intermédiaire. À noter que *M. atlanticum* n'est pas signalé actuellement en Indre-et-Loire (Cordier et al., 2010).

[63] Échantillon d'herbier n° 253.02, récolté à Gizeux en juillet 1883. Les *Erodium* envoyés à Corbière en 1906 (cf. supra lettre du 17 décembre 1906), prélevés dans une autre localité (Champigny-sur-Veude) concernaient finalement le même taxon : *Erodium cicutarium* subsp. *bipinnatum* Tourlet (Catalogue, p. 103). Non signalé de nos jours en Indre-et-Loire (Cordier et al., 2010)

[64] Proposition adoptée dans le *Catalogue* (p. 185).

- Étiquette 158 : Rosa canina *L. Variation du groupe* R. blondeaeana *Rip. (*sensu *Crépin)* [signé H. Coste].

- Étiquette 168 : Rosa canina *L. Variation du groupe* scabrata *Crép. (forme* semi-glandulosa*)* [signé H. Coste].

- Étiquette 169 *: vous pouvez conserver le nom de* R. bibracteatoides *qui convient bien à cette forme. Je ne connais pas le* R. ovata *Lej.* [signé H. Coste].

- Étiquette 171 : Rosa stylosa *Desv. Variation du groupe* R. rusticana *Desage (*sensu *Crépin), du groupe* R. immitis *Desegl. (*sensu *Rouy)* [signé H. Coste].

- Étiquette 172 : Rosa subcanina *Chris. Variation intéressante, remarquable notamment par les poils qui grossissent parfois les pétioles foliaires* [signé H. Coste].

- Étiquette 176 : Rosa sempervirens *L. Me paraît devoir être rapporté ainsi que le n° 126 au* Rosa sempervirens *dont il a les caractères généraux* [signé H. Coste].

- Étiquette 178 : Rosa stylosa *Desv. Variation se rattachant apparemment au groupe* R. systyla *Bast. (*sensu *Crépin)*.

- Étiquette 179 : Rosa stylosa *Desv. Variation se rattachant au groupe* R. systyla *Bast. (*sensu *Crépin) mais, comme vous le dites, bien voisine du* R. immitis *Déségl*.

Étiquette 180 : Rosa agrestis *Savi ;* sepium *Thuil. Variation à fleurs rosées* [signé H. Coste].

- Étiquette 181 : Rosa canina *L. Variation du groupe* R. scabrata *Crépin (les pédicelles sont lisses ou à peu près) passant parfois au gr[oupe]* R. blondaeana *Rip. (*R. blond. vergens*).* [signé H. Coste].

- Étiquette 185 : Rosa stylosa *Desv. Variation du groupe* virginea *Rip (*sensu *Crépin), bien voisine de* R. immitis *Déségl. (sensu Rouy)* [signé H. Coste].

- Étiquette 186 : Rosa stylosa *Desv. Variation bien voisine de* R. immitis *Déségl. (*sensu *Rouy). Je serais d'avis de donner à ce groupe le nom de* R. virginea *Rip. qui aurait l'avantage de rappeler le caractère des fleurs d'un blanc pur.*

4. Lettre de Louis Duffort

Louis Duffort (Figure 7), pharmacien d'abord à Angoulême (Charente) puis à Masseube (Gers), était membre de la Société botanique des Deux-Sèvres depuis 1904. Il s'était spécialisé dans l'étude du genre *Rosa* et pour cette raison fut contacté par Tourlet en 1907.

Masseube, le 4 avril 1907

Monsieur et estimé Confrère. Je regrette de ne pouvoir vous être d'un grand secours dans la question qui vous occupe. Le petit groupe R. subcanina[65] *m'est peu connu. Je ne connais bien du reste que les rosiers de ma région parce qu'étant à ma porte, j'ai pu longuement les observer. D'autre part, ce groupe est mal représenté dans mon herbier et je ne possède aucun double. J'aurais été heureux de le mettre à votre disposition.*

Le R. eriostyla *Rip. & Déség. est un* caninae biserratae *qu'Ozanon*[66] *connaît fort bien. Il l'a distribué plusieurs fois dans les Sociétés d'échanges et la dernière fois probablement en 1902 dans la Société Franco-Helvétique. Ses spécimens cadrent très bien avec la description qu'en donne Déséglise*[67] *: « divisions calicinales réfléchies à l'anthèse, non persistantes ». Pourquoi, dans la détermination faite de votre plante n'a-t-il pas tenu compte de la direction des sépales ? Question ! Il se présente quelquefois des formes anormales aux sépales étalés, mais sans la teinte un peu glauque du feuillage, sans le raccourcissement des pédoncules, etc. et peut-être a-t-il considéré votre rosier comme devant rentrer dans cette catégorie. J'ai observé en plaine des formes semblables. Souvent dans la montagne, les sépales ont une tendance à se redresser. J'ai observé dans les Pyrénées un* R. arvensis *avec sépales redressés tout autant que chez le* R. glauca.

Je possède bien R. montivaga[68] *[…] mais la part n'est pas riche et les échantillons sont dépourvus de sépales. En meilleur état, j'en aurais distrait un échantillon pour vous l'adresser. Je vous prie de croire à mes sentiments bien cordialement dévoués.*

Figure 7. Louis Duffort. Illustration parue dans le *Bulletin de la Société botanique des Deux-Sèvres*, 1908-1909, planche VI.

[65] Voir Coste, lettre du 17 juillet 1907.

[66] Charles Ozanon (1835-1909), membre de la Société botanique de France et de la Société d'histoire naturelle du Creusot, était un spécialiste du genre *Rosa*. Il avait examiné les échantillons de Tourlet.

[67] Pierre Alfred Déséglise (1823-1883) est un autre spécialiste du genre *Rosa*.

[68] Inclus actuellement dans *Rosa canina*.

5. Lettre d'Ernest Malinvaud

Tourlet a très souvent contacté Ernest Malinvaud (1836-1913) : presque tous les échantillons de *Mentha* de son herbier d'Indre-et-Loire ont été revus par le secrétaire actif et respecté de la Société botanique de France, spécialiste de ce genre. Malinvaud a présenté les articles de Tourlet devant la Société botanique de France et Tourlet lui a demandé des conseils quand il a commencé le manuscrit de son *Catalogue*. Les précisions qu'il avait apportées au moment de la présentation de l'article de Tourlet (1903b) devant la Société botanique de France lui avaient valu des remarques acerbes de la part de Rouy au cours de l'année 1904 (*Bull. Soc. Bot. France* **51** : 82-83, 110-112, 220).

Paris, le 25 mars 1902, Société Botanique de France, Rue de Grenelle St-Germain, 84

Cher Monsieur. Vous apportez, dans l'élaboration de l'œuvre que vous préparez, un souci de l'exactitude particulièrement digne de sympathie et qui mérite qu'à défaut d'un concours plus effectif, je vous marque au moins une bonne volonté en vous faisant profiter du peu d'expérience que je pense avoir acquis après de nombreux lustres, sur les sujets qui vous intéressent.

Permettez-moi d'abord de vous désigner les confrères qui pourront, relativement à certaines questions qu'ils ont spécialement étudiées, vous renseigner avec une compétence très supérieure à la mienne. Par exemple, M. Gustave Camus[69]*, pharmacien rue Lecourbe, 199, à Paris XVe arrondissement, connaît mieux que personne les hybrides de certains genres, notamment dans les genres* Carduus, Cirsium, Orchis, Salix, *etc.*

Je vous renvoie votre questionnaire : j'ai marqué à l'encre rouge les noms auxquels on doit, à mon avis, donner la préférence sans hésitation, mais pour le plus grand nombre, j'ai marqué en noir simplement les noms que j'emploie couramment, sans m'être cependant préoccupé de leur légitimité au point de vue de la stricte priorité. Je vous avoue que si je rédigeais un catalogue local comme le vôtre, destiné surtout à être consulté par des botanistes français, je m'attacherais principalement à me servir des noms connus de ces mêmes botanistes, c'est-à-dire le plus possible employés dans la Flore du Centre *de Boreau et la* Flore de France *de Grenier et Godron*[70] *et je ne remplacerais que bien rarement et pour un motif grave un nom spécifique figurant pour la même plante dans ces deux ouvrages. Si je publiais au contraire une Flore descriptive d'une portée plus générale, telle que s'appliquant à l'ensemble de la France, je serais plus attentif à ces questions de nomenclature dont il ne faut pas cependant s'exagérer démesurément l'importance. L'essentiel, c'est de s'assurer de l'exacte application des noms qu'on emploie, il faut être à cet égard intransigeant et c'est pour cela que je préfère un nom m'inspirant sous ce rapport une parfaite sécurité à un autre nom, peut-être de fabrication plus ancienne, mais inspirant des doutes. C'est le principe opposé qui dirige les fanatiques de la règle de priorité.*

Je profite de l'occasion pour vous engager à ne pas adopter sans contrôle les réformes orthographiques dont M. St.-Lager[71] *a entrepris l'apostolat. Il se trompe assez souvent et de la façon la plus grossière. Sa campagne en faveur d'*Onothera *(pour* Oenothera*) en est un exemple. J'ai donné dans le Bulletin [de la] Soc[iété] Bot[anique]*[72] *des raisons assez valables à l'appui de la conservation d'*Oenothera*, mais tous les hellénistes que j'ai consultés m'ont approuvé et ajoutent à mon argumentation, basée sur le sens commun, des motifs d'ordre linguistique et philologique pris dans la connaissance approfondie du grec et que je n'ai pas voulu m'approprier, mais que je communiquerais volontiers à quiconque de bonne foi conserverait encore quelque doute. Sur de nombreux autres points, il n'est pas moins dans le faux. Il m'est cependant pénible de relever ses inepties car il est de bonne foi et bien intentionné. Il a fallu être poussé à bout de patience pour contrecarrer son prétendu* Onothera*, dont je ne me serai pas plus occupé que du reste s'il m'avait laissé tranquille. Pour la substitution de* i *à* ae *dans les noms composés latins, il a raison en principe, mais il exagère ses corrections. Les latins de la période classique transigeaient souvent sur cette règle comme sur beaucoup d'autres, et toutes les voyelles étaient par eux utilisées dans cet emploi. On trouve par exemple* :

i, ae *:* aquaeductus *et* aquiducus

ae *:* aquaelibratas, aquaemaxile

e *:* quinque pars *et* quinqui pars *;* ignefactus *et* igniflorus *etc., etc.*

u *:* centiplex *et* centuplex

o *:* centifolia *et* centoculus

u *:* contiplex *et* contuplex

Je fais une distinction entre les mots de l'ancienne latinité estropiés par des auteurs modernes, compris Linnéens. Je me crois autorisé à rétablir dans ce cas l'intégrité de l'orthographe classique ; ainsi, j'écris cirrosus *et non* cirrhosus *(du latin* cirrus*) ;* circineus *et non* circinnus*, etc. Mais quant aux mots latins fabriqués par des auteurs modernes, je leur en laisse le mérite et la responsabilité – et je les reproduis fidèlement avec l'exactitude qu'on doit montrer dans toute citation. Je trouve par exemple «* menthaefolia *». Les anciens Latins auraient peut-être dit, et moi-même j'aurais sans doute écrit «* menthifolia *», mais le créateur de ce nom a cru devoir faire* menthaefolia*, je n'ai plus qu'à citer cette orthographe dont il a la responsabilité. Le changement en* menthifolia *engagerait la mienne hors de propos. Je ne veux pas vous imposer la-dessus ma manière de voir ; insister sur des questions de formes si minimes serait affecter un pédantisme assez ridicule. Je me borne à vous expliquer le point de vue que j'adopte d'une façon générale et vous priant d'excuser ma verbosité, je vous serre amicalement la main.*

[69] Gustave Camus (1852-1915), pharmacien, élève (comme Tourlet) d'Adolphe Chatin à l'École supérieure de pharmacie de Paris, s'était spécialisé dans des genres à détermination délicate. Tourlet l'a interrogé à diverses époques pour des orchidées, des *Cirsium*, des *Primula* hybrides, etc.

[70] Grenier C. & Godron D.-A. , 1848-1855 - *Flore de France*, F. Savy, Paris.

[71] Jean-Baptiste Saint-Lager (1825-1912), médecin à Lyon, bibliothécaire dans cette ville, avait entrepris de réformer l'orthographe botanique (Saint-Lager, 1878-1879) : *Remarques sur la réforme de la nomenclature botanique*, Ann. Soc. Bot. Lyon, 1878-1879, 7 : 1-154.

[72] L'un des correspondants les plus sollicités par Tourlet, le docteur Xavier Gillot (1893, 1898), soutenait la position de Saint-Lager. Tourlet a cependant suivi le conseil de Malinvaud et adopté l'orthographe *Oenothera* dans son Catalogue.

6. Lettre de Georges Rouy

Georges Rouy (1851-1924, dont une biographie succincte se trouve dans Dayrat, 2003), botaniste indiscutable, auteur d'une *Flore de France* en quatorze volumes, adopta une nomenclature qui désorienta beaucoup de botanistes. L'homme avait un caractère difficile et polémiqua avec (entre autres) Julien Foucaud, Gustave Camus, Ernest Malinvaud. Tourlet lui a demandé son avis à deux reprises : pour un échantillon de *Thlaspi alliaceum* récolté à Druyes en 1883 (herbier Tourlet n° 122.01) et pour une plante récoltée à Balesmes en 1894, qu'il dénommait *Alsine tenuifolia* Crantz (herbier Tourlet n° 200.33 et 200.33b). L'abbé Coste qui avait vu l'échantillon le nommait *Alsine hybrida*. Belle occasion pour Rouy de contrer l'opinion de l'abbé dans la lettre ci-dessous dont on notera la concision et la formulation quelle que peu autoritaire (Figure 8).

Asnières, 41 rue Parmentier, le 30 janvier 1907

Mon cher confrère. Votre Alsine *est bien la variété* intermedia *Rouy de l'*A. tenuifolia*, mais à poils glanduleux un peu moins abondants sur les calices que dans la plante la plus répandue sous ce nom, ce qui prouve encore qu'il ne s'agit bien là que d'une variété : cette plante ne peut conserver le qualificatif d'*hybrida*, n'ayant rien d'hybride*[73]*. Votre bien dévoué, G. Rouy.*

7. Lettre d'Henri Sudre

Professeur au collège d'Albi, puis de Toulouse à partir de 1904, Henri Sudre (Figure 9) s'était spécialisé dans l'étude de deux genres « difficiles : les ronces et les épervières, dont il multipliait les espèces[74]. La lettre du 17 juillet, envoyée en même temps que la *Florule toulousaine* de l'auteur[75], a été précédée par un courrier abondant : sur les 63 échantillons de *Rubus* présents dans l'herbier Tourlet, 36 portent la mention « revu par Sudre ». Tourlet, décédé le 24 juillet 1907, n'a pu tenir compte de la dernière réponse.

Toulouse, 17 juillet 1907

Cher Monsieur. Ci-joint vos étiquettes. Vous avez le R. granulatus[76] *dont je serais bien aise d'avoir une centurie*[77] *(50 rameaux, 50 feuilles). Si vous pensiez soit cette année, soit l'an prochain me le récolter, vous me feriez grand plaisir. Revoyez sur place le 75 et adressez-m'en un rameau fructifère ; observez ce qui croît dans le voisinage. Je serai à Toulouse jusqu'au 3 ou 4 août pour m'absenter ensuite jusqu'au 25 septembre. À partir du 1er octobre, mon adresse sera 12, rue André-Délicieux (Toulouse). Votre tout dévoué, H. Sudre.*

PJ : Florule toulousaine.

Figure 9. Henri Sudre. Illustration parue dans le *Bulletin de la Société botanique des Deux-Sèvres*, 1909-1910, planche VII.

Discussion

L'élaboration du Catalogue : une tâche difficile

Tourlet, habitant de Chinon, petite ville « endormie » de 6 000 habitants (6 119 habitants selon le recensement de 1891), a dû vaincre son isolement culturel. Tours, le chef-lieu du département d'Indre-et-Loire, distant de 40 km, n'a qu'une école de médecine et de pharmacie peu active ; la ville d'Angers, en Maine-et-Loire, est trop éloignée pour un pharmacien occupé par son métier. Dans la nécrologie qu'il consacre en 1908 au botaniste Louis Lutz, alors secrétaire général de la Société botanique de France, écrira : *« nous qui connaissons la vie scientifique de province, qui savons combien modestes y sont les ressources des bibliothèques universitaires et urbaines [...], qui voyons les énormes difficultés de documentation paralyser les bonnes volontés les mieux trempées, nous ne savons qu'admirer le plus, de l'œuvre considérable du savant disparu ou de la volonté et de la persévérance qui lui ont été nécessaires »* (remarque parue en exergue dans le *Catalogue* de Tourlet).

Des relations épistolaires très actives

Tourlet, membre de la Société botanique de France, est entré très tôt en relations avec de nombreux botanistes français. Il a envoyé de nombreux échantillons pour vérifier ses déterminations et son herbier de Touraine conserve la signature des réviseurs et confirmateurs : Gaston Bonnier, Georges Bouvet, Edmond-Gustave Camus, Gabriel Chastaingt, Louis Corbière, Hippolyte Coste, Julien Foucaud, Émile Gadeceau, Xavier Gillot, Félix Hy, Antoine Le Grand, James Lloyd, Ernest Malinvaud, Émile Martin, Charles Ozanon (Figure 10), Georges Rouy, Eugène Simon, Henri Sudre par exemple. Certains ont été très sollicités : on trouve plus de cent échantillons revus par Gillot et 53 revus par Camus dans l'ensemble de l'herbier. Même si la correspondance analysée ici ne couvre pratiquement que les deux dernières années de la rédaction du *Catalogue* de Tourlet, elle permet de mesurer les doutes du botaniste, son désir d'être irréprochable, son besoin d'informations et de conseils, les problèmes auxquels il a été confronté (qui restent souvent très actuels) et le très gros travail auquel il s'est livré pour une analyse fine des échantillons.

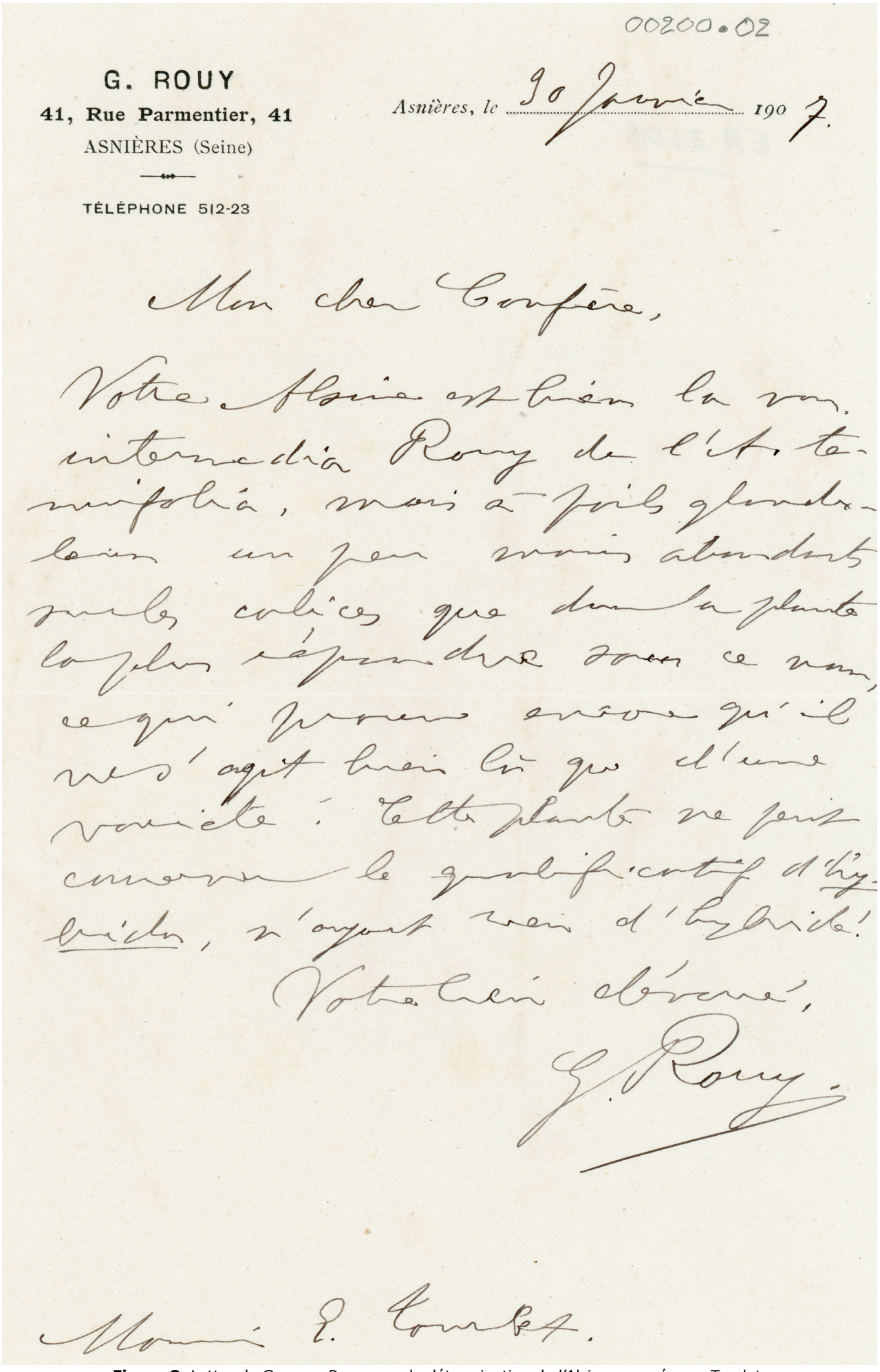
[73] Tourlet divise l'espèce *Alsine tenuifolia* en trois espèces de second ordre, le type *typica*, *A. hybrida* Jord. (= *A. tenuifolia* var. *intermedia* Rouy) et *A. viscosa*.

[74] Cf. supra l'opinion de Coste (lettre du 9 mai 1907) sur les idées de Sudre.

[75] Sudre H., 1907 - Florule toulousaine ou Analyse descriptive des plantes qui croissent spontanément ou sont cultivées en grand dans la région sous-pyrénéenne de Haute-Garonne. Klincksieck, Paris, 239 p.

[76] = *Rubus fuscus* Weihe.

[77] On rappelle la pratique des centuries, fréquente à l'époque, qui consistait à collecter en grand nombre un même taxon et le naturaliser pour l'envoyer à une centaine de correspondants différents. Elle a parfois porté fortement atteinte à des stations floristiques.



00200.02

G. ROUY
41, Rue Parmentier, 41
ASNIÈRES (Seine)

TÉLÉPHONE 512-23

Asnières, le 9 Janvier 1907.

Mon cher Confrère,

Votre Alsine est bien la var. intermedia Rouy de l'A. tenuifolia, mais à fruits glanduleux un peu moins abondants que les calices que dans la plante la plus répandue dans ce nom, ce qui prouve encore qu'il ne s'agit bien là que d'une variété : cette plante ne peut conserver le qualificatif d'hybride, n'ayant rien d'hybride!

Votre bien dévoué,

G. Rouy

Merci L. Tourlet.

Figure 8. Lettre de Georges Rouy pour la détermination de l'Alsine envoyée par Tourlet.

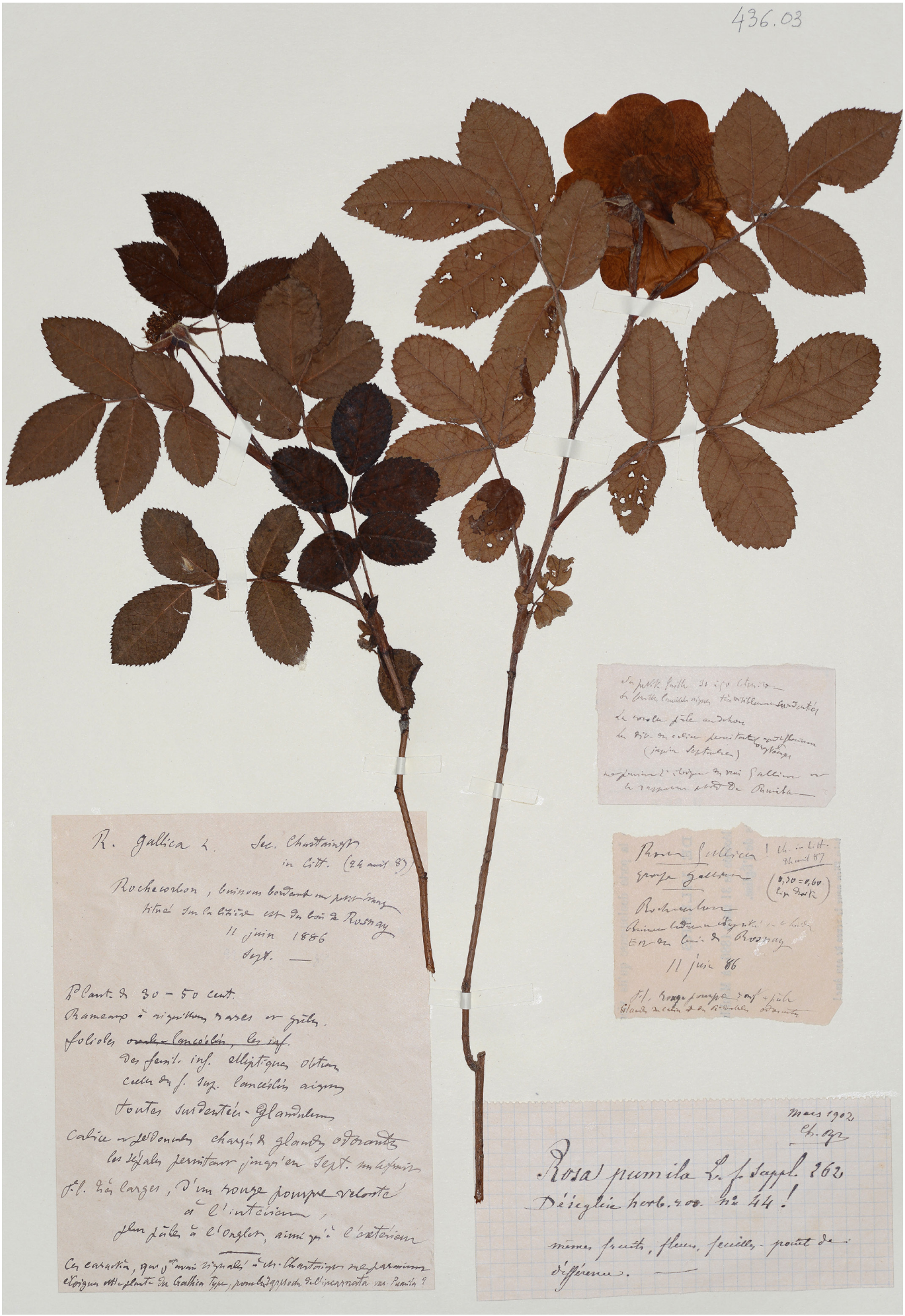


Figure 10. *Rosa gallica* selon Tourlet ; *Rosa pumila* selon Ozanon (*Catalogue*, p. 197). Planche de l'herbier Tourlet.

Une analyse critique des conseils donnés

Demander l'avis d'un autre botaniste ne signifie pas accepter son verdict. Tourlet a toujours conservé une attitude prudente et critique sur les réponses qui lui sont faites. Nous l'avons montré pour les orobanches mais un autre exemple peut être donné : Tourlet trouve en 1883, à Druyes, un *Thlaspi* qu'il ne peut dénommer (échantillon 122.01). Il l'envoie à Rouy qui conclue « malgré l'état défectueux de l'échantillon, me paraît bien appartenir à *Thlaspi alliaceum* » ; Xavier Gillot et Julien Foucaud, également consultés, confirment. Tourlet le réexamine en 1905. Après une nouvelle étude, il note sur l'étiquette : « *malgré l'avis de Foucaud, de M. Rouy et de M. le docteur Gillot, cette plante ne me paraît pas être* Thlaspi alliaceum *mais* Thlaspi arvense » (*Catalogue* p. 49).

Multiplication ou regroupement des espèces ? Un problème de l'époque

« *L'espèce a fait et fera encore couler beaucoup d'encre car elle est au centre des préoccupations du naturaliste* » (Jauzein, 1998). L'époque ne connaît pas la génétique et la science de l'évolution n'est qu'à ses débuts. Au moment où Tourlet achève son *Catalogue*, les frontières entre certains taxons paraissent floues : on parle « d'espèces passant d'une variété à l'autre ». Comment les distinguer ? Le *Bulletin de la Société botanique de France* est alors envahi de polémiques entre botanistes rassembleurs et multiplicateurs ; parmi les premiers, Hippolyte Coste, Louis Corbière... parmi les seconds, Alexandre Boreau, Henri Sudre, Georges Rouy.... La délimitation des espèces de *Rosa* et de *Rubus* constitue un champ de guerre favori, avec une forte tendance à créer des taxons qui porteront le nom de leur créateur.

Au début de sa carrière de botaniste, Tourlet, élève de Boreau, adopte la position multiplicatrice de son maître. Par la suite, il adopte une position plus mesurée : les taxons qui figurent en tant qu'espèces dans son *Catalogue* sont pratiquement ceux retenus dans les flores modernes, telle celle de Robert Corillion (1982) pour le Val de Loire. On mesure toutefois ses hésitations puisque, souvent, il propose et cherche à caractériser des sous-espèces et variétés au sein des espèces linnéennes (Tourlet 1902 ; 1903a). Un bon exemple de ses interrogations est donné par l'espèce *Minuartia hybrida* qui manifestement l'a troublé puisque 48 parts sont présentes dans son herbier d'Indre-et-Loire. On sait que cette espèce « *englobe un complexe polyploide de détermination délicate* » (Jauzein & Nawrot, 2013, p. 181). Certains échantillons récoltés par Tourlet ont été vus par Boreau, Coste, Gillot, Corbière, Rouy, Bouvet... qui ont proposé des noms différents !

De nos jours, la grande partie du corpus des lettres ci-dessus analysées traite le plus souvent de taxons d'ordre secondaire dont la plupart ne sont même plus admis de nos jours. Il y a là preuve de la minutie avec laquelle les botanistes examinaient leurs récoltes, mais aussi des tentations assez désespérées pour trouver des subdivisions : celles indiquées par Tourlet pour découper les espèces de *Rosa* et *Rubus* (lesquelles étaient devenues sa passion botanique dominante à la fin de sa vie) ressemblent à celles des pires multiplicateurs, et ce malgré les mises en garde de Coste. Il s'est par exemple risqué à proposer sur 31 pages un essai de classification des Roses dans son *Catalogue* après avoir écrit un gros catalogue manuscrit sur les espèces tourangelles.

Quelle orthographe et quelle nomenclature adopter ?

On notera la position très réservée de Malivaud, pourtant membre de la délégation française au Congrès international de nomenclature botanique (Vienne, Autriche, juin 1905), sur les problèmes nomenclaturaux et de priorité. L'avis qu'il donne à Tourlet en dit long sur le conservatisme français des botanistes de l'époque. (Pierre Louis Jean Ivolas donnait le même conseil à Tourlet à la même époque : ne pas trop se préoccuper des synonymies : voir Delaunay & Rideau, 2016).

Par ailleurs, l'utilisation d'une orthographe correcte pour les noms d'espèces a fait l'objet de polémiques entre Saint-Lager, Ernest Malinvaud, Eugène Fournier, Dominique Clos, etc. Tourlet a donc dû choisir entre des personnes qui par ailleurs l'aidaient. Les noms d'auteur, le respect de la règle d'antériorité l'ont fortement préoccupé, mais on constate que la plupart des noms latins que Tourlet a utilisés le sont encore de nos jours, ce qui mérite d'être noté.

Remerciements

À André et Michel Jozeau pour le legs à l'université de Tours du courrier adressé à Toulet ; Robert Bedon (université de Besançon) pour ses commentaires sur le latin des botanistes et tous ceux qui ont contribué à la mise en valeur des herbiers du botaniste chinonais.

Bibliographie

Sources manuscrites

Lettres des correspondants nationaux reçues par E.-H. Tourlet.

Clefs et notes inédites sur les Rosa d'Indre-et-Loire. Manuscrit rédigé par E.-H. Tourlet, conservé au laboratoire de biologie végétale de la faculté de pharmacie de Tours.

Travaux publiés

Boreau A., 1857 - *Flore du centre de la France et du bassin de la Loire* (3e édition). Librairie encyclopédique de Roret, Paris, 771 p.

Boudin L., Cordier J. & Moret J., 2007 - *Atlas de la flore remarquable du Val de Loire, entre le bec d'Alllier et le bec de Vienne.* Collection Patrimoines naturels **66**, MNHN, Paris, 462 p.

Bouvet G., 1903 - *Les* Rubus *de l'Anjou. Résumé des faits acquis.* Comptes rendus du Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences tenu à Angers. Secrétariat de l'association, Paris : 673-689.

Bouvet G., 1906 (paru 1907) - *Matériaux pour l'étude des Rubus de l'Anjou*, Bull. Soc. Études Sci. Angers, NS, **36** : 1-108.

Chastaingt G., vers 1890 - *Prodrome d'une monographie des roses d'Indre-et-Loire*. Épreuves de la note conservées au laboratoire de biologie végétale de la faculté de pharmacie de Tours.

Corbière L., 1894 - *Nouvelle flore de Normandie*. E. Lanier, Caen, 716 p.

Cordier J., Dupré R. & Vahrameev P., 2010 - *Catalogue de la flore sauvage de la région Centre*. Symbioses, NS, **26** : 36-84.

Corillion R., 1982 - *Flore et végétation de la vallée de la Loire (cours occidental : de l'Orléanais à l'estuaire).* Imprimerie Jouve, Paris, **1**, 736 p.

Dayrat B., 2003 - *Les botanistes et la flore de France : trois siècles de découvertes.* Collection Archives, MNHN, Paris, 690 p.

Delaunay G. & Rideau M., 2016 - *La réalisation du Catalogue floristique d'Indre-et-Loire (1907) d'Ernest-Henry Tourlet analysée au travers d'échanges épistolaires sceintifiques : 1re partie – Les correspondants tourangeaux*. *Evaxiana* **2** : 269-288.

Évrard F., 1950 - *Orobanches 'citrines' et 'concolores'*. Bull. Soc. Bot. France **97** : 69-70.

Gillot X., 1893 - *Le genre Onothera, étymologie et description*. Bull. Soc. Bot. France **40** : 197-206.

Gillot X., 1898 - *Questions d'orthographe*. Bull. Soc. Bot. France **45** : 69-71.

Hy F., 1884 - *Tableaux analytiques de la Flore d'Angers, première partie : Phanérogames.* Imprimerie Lachèse et Dolbeau, Angers, 184 p.

Jauzein Ph., 1998 - *Opinion sur l'espèce végétale, sa taxinomie et sa nomenclature*. Sauve qui peut ! n° 10 et https://www7.inra.fr/dpenv/jauzes10.htm

Jauzein Ph., 2011 - *Flore des champs cultivés*. Quae éd., 972 p.

Jauzein, Ph. & Nawrot, O., 2013 - *Flore d'Ile-de-France*. Quae Editions, 608 p.

Jeanmonod D. & Gamisans J., 2007 - *Flora Corsica*. Édisud, Aix-en-Provence, 921 p.

Le Grand A., 1887 - *Flore analytique du Berry contenant toutes les plantes vasculaires spontanées ou cultivées en grand dans les départements de l'Indre et du Cher*. Soumard-Berneau, Bourges, 346 p.

Lloyd J., 1897 - *Flore de l'Ouest de la France.* R. Guist'Hau, Nantes, 459 p.

Manceau P.-A., 1863 - *Sur la coloration jaune de quelques Orobanches*, Bull. Soc. Bot. France, session extraordinaire à Pau, **15** : XX-XXI.

Saint-Lager J.-B., 1878-1879 - *Remarques sur la réforme de la nomenclature botanique*, Ann. Soc. Bot. Lyon **7** : 1-154.

Tison J.-M. & de Foucault B. (coords) 2014 - *Flora Gallica*, *Flore de France*. Biotope, Mèze, 2014, xx + 1996 p.

Tison J.-M., Jauzein Ph. & Michaud H. (coords), 2014 - *Flore de la France méditerranénne continentale*, Naturalia publications, Turriers, 2078 p.

Tourlet E.-H., 1902 - *Description de deux rosiers appartenant à la flore d'Indre-et-Loire*. Bull. Soc. Bot. France **49** : 196-203.

Tourlet E.-H., 1903a - *Description de quelques plantes nouvelles ou peu connues observées dans le département d'Indre-et-Loire*, Bull. Soc. Bot. France **50** : 305-315.

Tourlet E.-H., 1903b - Révision de la flore du département d'Indre-et-Loire. *Bull. Soc. Bot. France* **50** : 401-428.

Tourlet E.-H., 1904 - *Tableau de la flore adventice du département d'Indre-et-Loire.* Librairies-imprimeries réunies, Paris, 26 p.

Tourlet E.-H., 1908 - *Catalogue raisonné des plantes vasculaires du département d'Indre-et-Loire*. Klincksieck, Paris, 621 p.

Verlot B., 1865 - *Le guide du botaniste herborisant*. J.-B. Baillière et fils, Paris, 595 p.

Références internet

http://herbiertourlet.univ-tours.fr/

http://www.parc-loire-anjou-touraine.fr/

http://www.tela-botanica.org

Numéros spéciaux publiés par la SBCO

• Clés de détermination des Bryophytes de la région Poitou-Charentes- Vendée, par R.B. PIERROT (1974 – n° 1)
• Matériaux pour une étude floristique et phytosociologique du Limousin occidental : Forêt de Rochechouart et secteurs limitrophes (Haute-Vienne), par H. BOUBY. 134 p. (1978 – n° 2)
• Les Discomycètes de France d'après la classification de Boudier, par L.-J. GRELET, 1979. 709 pages (réédition). (1979 – n° 3)
• La vie dans les dunes du Centre-Ouest : flore et faune. Ouvrage collectif. 213 p. (1980 – n° 4)
• Les Bryophytes du Centre-Ouest, par R.B. PIERROT. 120 p. (réimpr. 2005 – n° 5)
• Contribution à l'étude botanique de la haute et moyenne vallée de la Vienne (phytogéographie et phytosociologie), par M. BOTINEAU. VI + 352 p. En annexe 40 tableaux phytosociologiques. (1982 – n° 6)
• Likenoj de Okcidenta Europo. Ilustrita determinlibro (Lichens d'Europe occidentale. Flore illustrée. Rédigée en espé-ranto), par G. CLAUZADE et C. ROUX. 893 p. (1985 – n° 7)
• Index synonymique de la flore des régions occidentales de la France (Plantes vasculaires), par le Professeur P. DU-PONT. 246 p. (1986 – n° 8)
• La végétation de la Basse-Auvergne, par F. BILLY. 416 p. (1988 – n° 9)
• Les Festuca de la flore de France (Corse comprise), par M. KERGUÉLEN et F. PLONKA. Avant-propos du Prof. J. LAMBINON. 368 p. (1989- n° 10)
• Phytosociologie et écologie des forêts de Haute-Normandie. Leur place dans le contexte sylvatique ouest-européen, par J. BARDAT. 376 p + 85 tableaux phytosociologiques. (1993 – n° 11)
• Pelouses et ourlets du Berry, par R. BRAQUE et J.-E. LOISEAU. 193 p. (1994 – n° 12)
• Inventaire des plantes vasculaires (végétation naturelle et adventice) présentes dans l'île de Ré, par A. TER-RISSE. 112 p. (1994 – n° 13)
• Flore des Causses, hautes terres, gorges, vallées et vallons (Aveyron, Lozère, Hérault et Gard), par Ch. BERNARD avec la collaboration de Gabriel FABRE. (1996 – n° 14)
• Les forêts et leurs lisières en Basse-Auvergne, par F. BILLY. 330 p. (1997 – n° 15)
• Initiation à la phytosociologie sigmatiste, par Ch. LAHONDÈRE. 48 p. (1997 – n° 16)
• Florule de la vallée supérieure de la Mare et des environs, par M.E. PAGÈS. 132 p. (1998 – n° 17)
• Catalogue - Atlas des Bryophytes de la Charente, par M.-A. ROGEON. Broché. 200 p.. Plus de 400 cartes de répar-tition. (1999 – n° 18)
• Les plantes menacées de France : Actes du colloque de Brest, 15-17 octobre 1997, publiés sous la direction de J.-Y. LESOUEF. 616 p (1998 – n° 19)
• Prairies et pâturages en Basse-Auvergne, par F. BILLY. 258 p. Photographies en couleurs. (1998 – n° 20)
• Les friches du Nivernais : pelouses et ourlets des terres calcaires, par R. BRAQUE. 253 p. (2001 – n° 21)
• Végétations pionnières en Basse-Auvergne, par F. BILLY. 197 p. (2002 – n° 22)
• Flore et végétation de quelques marais de Charente-Maritime, par Ch. LAHONDÈRE. 96 p. (2003 – n° 23)
• Les salicornes s. l. (Salicornia L., Sarcocornia A.J. Scott et Arthrocnemum Moq.) sur les côtes françaises, par Ch. LAHONDÈRE. 122 p, (2004 – n° 24)
• Synopsis commenté des groupements végétaux de la Bourgogne et de la Champagne-Ardenne, par J.-M. ROYER, J.-C. FELZINES, C. MISSET & S. THÉVENIN, 394 p. (2006 – n° 25)
• Ombellifères de France. 5 tomes. Monographie des Apiaceae et des Hydrocotylaceae indigènes, naturali-sées, subspontanées, adventices ou cultivées de la flore française, par J.-P. REDURON, 564 p. (2006 à 2007 – n° 26 à n° 30)
• Flore des Causses, hautes terres, gorges, vallées et vallons par Ch. BERNARD avec la collaboration de G. FABRE. Seconde édition. Nombreux dessins, cartes de répartition et photos en couleurs. 784 p. (2008 – n° 31)
• Petite Flore portative des Causses, par Ch. BERNARD. Clé de détermination des plantes vasculaires de la Flore des Causses. 443 p. (2009 – n° 32)
• Petit Précis de Phytosociologie sigmatiste, par J.-M. ROYER. Nombreuses illustrations. 86 p. (2009 – n° 33)
• Mousses et hépatiques de Païolive, par V. HUGONNOT. 293 p. (2010 – n° 34)
• Les Renonculacées de France, par A. GONARD. 492 p. (2011 – n° 35)
• Florilège, par X. Loiseleur des Longchamps. 129 p. (2011 – n° 36)
• Petite Flore portative de l'Aveyron, par Ch. BERNARD. 545 p. (2012 – n° 37)
• La flore de la Meuse, par Ph. MALLARAKIS. 740 p. (2013 – n° 38)
• Flora corsica, par D. JEANMONOD et J. GAMISANS. 1074 p. Couverture plastifiée. (2013 – n° 39)
• Monographie des Leguminosae de France, t. 3, par P. COULOT et Ph. RABAUTE. 760 p. Format A4 (2013 – n° 40)
• Bryoflore du mont Lozère, par J. BARDAT, P. BOUDIER et R. GAUTHIER. 216 p. (2014 – n° 41)
• Lamiacées de France, par A. GONARD. Format A4. (2014 – n° 42)
• Une commune d'exception de la Sarthe, par F. ZANRÉ. Format A4 (2014 – n° 43)
• Les Orchidées de Tunisie, par R. MARTIN, E. VELA et R. OUNI. (2015 – n° 44)
• Les plantes vasculaires atlantiques, les pyrénéo-cantabriques et les éléments floristiques voisins dans la péninsule Ibérique et en France, par P. DUPONT, A4 couleur, 495 p. (2015 – n° 45)
• Monographie des Leguminosae de France, t. 4, par P. COULOT et Ph. RABAUTE. 903 p. Format A4 (2016 – n° 46)
• Groupements végétaux et phytogéographie de Corrèze par L. BRUNERYE (à paraitre)
• Monographie des Leguminosae de France, t. 2, par P. COULOT et Ph. RABAUTE. Format A4 (à paraître)

Pour davantage de précisions et pour les tarifs, voir http://www.sbco.fr/publications
Les références estompées sont épuisées, mais pour la plupart téléchargeables en pdf sur notre site Internet.

Directeur de publication : Benoit BOCK
Rédacteur : Bruno de FOUCAULT
Mise en page : Delphin BOCK
contact@delphinbock.com
Éditeur : Société Botanique du Centre-Ouest
230 rue de la Soloire
B.P. 80098 - Nercillac
F-16200 JARNAC

Dépôt légal : 1ème trimestre 2018
Pour la version imprimée :
Imprimeur : Henry des Abbayes
33, rue Nationale
35300 Fougères
Tél : 02 99 94 34 31
mail : henrydesabbayes@orange.fr
www.editionsdesabbayes.blogspot.com