



JB N° 119
2025

Mai – Juin
2025

LE JOURNAL DE BOTANIQUE



REVUE À PARUTION BIMESTRIELLE

Version numérique
ISSN 2741-4884
Version imprimée (annuelle)
ISSN 1280-8202
Dépôt légal à parution
Revue éditée par la Société botanique de France (SBF)
Association type Loi 1901, créée en 1854
et reconnue d'utilité publique le 17 août 1875

PRÉSIDENTE DE LA SBF

Elisabeth DODINET

SECRÉTAIRE GÉNÉRALE

Agnès ARTIGES

RÉDACTRICE

Florence LE STRAT

COMITÉ DE RÉDACTION

Florence LE STRAT, Michel BOTINEAU

RELECTEURS

Michel BOTINEAU (Plantes médicinales),
Michel BOUDRIE (Ptéridophytes),
Bruno de FOUCAULT (Phytosociologie),
Nicolas GEORGES, Guilhan PARADIS
(Flore méditerranéenne), Guillaume FRIED
(Plantes invasives), André CHARPIN
(Histoire des botanistes)

ABONNEMENT À LA VERSION NUMÉRIQUE ET VENTE DES NUMÉROS

Abonnement inclus dans la cotisation
annuelle des adhérents SBF
Abonnement pour les institutions (format
numérique et numéro annuel imprimé)

ANCIENS NUMÉROS IMPRIMÉS

Vente au numéro: 20€ (Institution 40€)
Les archives du Journal sont disponibles
en ligne sur le site:
<https://www.persee.fr/collection/jobot>

GESTION DES ABONNEMENTS ET VENTE AU NUMÉRO

Mme Huguette Santos-Ricard,
Trésorière de la S.B.F.
6 place de l'Église, 65120 Betpouey

CORRESPONDANCE

Pour toute correspondance concernant
la publication et l'envoi des manuscrits:
publicationJB@societebotaniquedefrance.fr

EN COUVERTURE

Faux de Verzy, montagne de Reims.
Fagus sylvatica var. *tortuosa* Pépin.

JOURNAL
DE
BOTANIQUE
119
SOMMAIRE

SOMMAIRE

Flore vasculaire terrestre des petites îles de Saint-Féréol et Tradelière (archipel de Lérins, Cannes, Alpes-Maritimes)

par Frédéric MÉDAIL 2

Un site important pour la conservation d'une espèce menacée, *Riccia crustata* Trab.: le ruisseau de Graveyron et Chante Perdrix (site de Païolive, Ardèche, France)

par Vincent HUGONNOT, Florine PÉPIN
et Simon CONTANT 31

Trois bryophytes remarquables dans les Alpes du Sud (France)

Three remarkable bryophytes in Southern French Alps

par Vincent HUGONNOT, Florine PÉPIN
& Benoît OFFERHAUS 39

FLORE VASCULAIRE TERRESTRE DES PETITES ÎLES DE SAINT-FÉRÉOL ET TRADELIÈRE (ARCHIPEL DE LÉRINS, CANNES, ALPES-MARITIMES)

par Frédéric MÉDAIL

Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie (IMBE), Aix
Marseille Université, CNRS, IRD, Université Avignon. Technopôle
Arbois-Méditerranée, Bât. Villemin, BP 80, 13545 Aix-en-Provence
cedex 04, France.

Contact : frederic.medail@imbe.fr

En approchant de l'île Saint-Honorat, nous passons auprès d'un rocher nu, rouge, hérissé comme un porc-épic, tellement rugueux, armé de dents, de pointes et de griffes qu'on peut à peine marcher dessus ; il faut poser le pied dans les creux, entre ses défenses, et avancer avec précaution ; on le nomme Saint-Féréol.

Un peu de terre venue on ne sait d'où s'est accumulée, dans les trous et les fissures de la roche ; et là-dedans ont poussé des sortes de lis et de charmants iris bleus, dont la graine semble tombée du ciel.

Guy de Maupassant, *Sur l'eau*, 6 avril 1886 (sic). Éditions Artaud (2019), p. 185.

RÉSUMÉ.

Cette étude a pour objectif de présenter l'inventaire de la flore et végétation vasculaires de deux petites îles du sud-est de la France, Saint-Féréol et Tradelière, situées au sein de l'archipel de Lérins (Alpes-Maritimes, Cannes).

Ces petites îles rocheuses avaient reçu la visite de quelques botanistes à la fin du XIX^e siècle, et le célèbre écrivain Guy de Maupassant y avait même débarqué. Ces données historiques ont permis de préciser les modifications de composition floristique, liées en particulier aux perturbations induites par les goélands leucophaea (*Larus michahellis*) nicheurs. En dépit de leur superficie réduite, Saint-Féréol et Tradelière présentent un intérêt floristique notable. Elles abritent des populations de végétaux rares (*Allium acutiflorum*, *Daucus carota* subsp. *commutatus*, *Fumaria bicolor*, *Limonium cordatum*, *Polypogon* cf. *subspatheus*, *Sonchus asper* subsp. *glaucescens*) ou non revus et probablement disparus sur le littoral continental des Alpes-Maritimes (*Arthrocaulon macrostachyum*, *Limbarda crithmoides* subsp. *longifolia*, *Pancratium maritimum*, *Suaeda spicata*). Il existe également une diversité phytocénotique importante avec des faciès originaux de végétation.

Ces données floristiques et phytocénotiques soulignent la situation de refuge écologique actuel et de réservoir de biodiversité joué par l'archipel de Lérins, face à un littoral continental presque entièrement artificialisé le long de la Côte d'Azur. L'originalité des assemblages biotiques et la persistance de végétaux disparus sur le proche continent démontrent l'importance cruciale de ces petites îles dans la préservation de la biodiversité littorale méditerranéenne.

MOTS-CLÉS.

Alpes maritimes, Goéland leucophaea, Initiative PIM, inventaire floristique, impacts humains, petite île de Méditerranée, végétaux rares.

ABSTRACT.

This study deals with the inventory of the vascular flora and vegetation of two small islands in the south-east of France, Saint-Féréol and Tradelière, located in the Lérins archipelago (Alpes-Maritimes, Cannes).

These small rocky islands had been visited by a few botanists at the end of the 19th century, and the famous writer Guy de Maupassant had even landed there. These historical data have made it possible to document the changes in the floristic composition, linked in particular to the disturbances induced by nesting yellow-legged gulls (*Larus michahellis*). Despite their small surface area, Saint-Féréol and Tradelière are of notable floristic interest. They are home to populations of rare plants (*Allium acutiflorum*, *Daucus carota* subsp. *commutatus*, *Fumaria bicolor*, *Limonium cordatum*, *Polypogon cf. subspathaceus*, *Sonchus asper* subsp. *glauescens*) or plants that have not been seen again and have probably disappeared from the continental coast of the Alpes-Maritimes (*Arthrocaulon macrostachyum*, *Limbarda crithmoides* subsp. *longifolia*, *Pancratium maritimum*, *Suaeda spicata*). These islands include also significant phytocenotic diversity with original vegetation facies.

These floristic and phytocenotic data highlight the current ecological refuge and biodiversity reservoir situation played by the Lérins archipelago, facing an almost entirely artificial continental coastline along the Côte d'Azur. The originality of the biotic assemblages and the persistence of plants that have disappeared on the nearby continent demonstrate the crucial importance of these small islands in the preservation of Mediterranean coastal biodiversity.

KEYWORDS.

Maritime Alps, Yellow-legged Gull, PIM Initiative, floristic inventory, human impacts, small Mediterranean island, rare plants.

INTRODUCTION

Depuis une quinzaine d'années, de multiples travaux ont montré l'importance des petites îles de Méditerranée en tant que refuges actuels de biodiversité littorale (ex. Médail, 2017, 2022). Ce constat se vérifie en particulier pour les régions qui subissent de très forts impacts anthropiques et dont les écosystèmes littoraux ne sont plus que relictuels sur le continent (Doxa *et al.*, 2017). La dynamique de la biodiversité littorale continentale des Alpes-Maritimes (sud-est de la France) est un cas bien documenté d'altération drastique des écosystèmes côtiers et de leurs espèces caractéristiques. Une évaluation précise dressée il y a trente ans montrait les profonds changements subis par cette flore littorale depuis le XIX^e siècle, incluant des extinctions locales d'espèces, notamment celles liées aux plages sableuses, ou de très sévères raréfactions et fragmentations de populations chez les végétaux qui arrivaient encore à persister (Salanon *et al.*, 1994). Dans ce contexte de très forte urbanisation littorale, le petit archipel de Lérins, au large de Cannes, constitue un territoire plutôt préservé des impacts anthropiques les plus délétères. Ces petites îles abritent encore des espèces très intéressantes sur le plan biogéographique, tel le Phyllocladyle d'Europe (*Euleptes europaea*), un rare reptile à distribution tyrrhénienne surtout micro-insulaire, ou le coléoptère *Tschitscherinellus cordatus* présent sur l'île Saint-Honorat dans sa seule localité française connue (Ponel, 2015).

Les deux îles principales de l'archipel, Sainte-Marguerite et de Saint-Féréol (Figure 1), ont fait l'objet

des principaux travaux relatifs à la biodiversité terrestre (Augier, 1978 ; Médail *et al.*, 2015). Il existe aussi deux petites îles satellites situées à quelques encablures des deux îles principales, l'île Saint-Féréol située à l'est de l'île de Saint-Honorat et l'île Tradelière située à l'est de l'île de Sainte-Marguerite (Figure 1). Toutes deux ont une superficie voisine – de 1 à 1,5 ha – et un modelé topographique similaire formé d'un lapiaz de roches calcaires ne dépassant le niveau marin moyen que de quelques mètres.

Depuis les premières mentions floristiques de Guy de Maupassant (*cf. supra*), il y a près de 140 ans, les petites îles satellites de Saint-Féréol et Tradelière n'avaient jamais fait l'objet d'une analyse complète de leur flore vasculaire (trachéophytes) terrestre, et les données floristiques restaient éparses (Salanon *et al.*, 1994). Outre la prise en compte des données floristiques anciennes publiées ou inédites pour certaines, la présente synthèse repose sur deux missions de l'Initiative PIM (Petites îles de Méditerranée) réalisées en avril 2021 et en juin 2024 (F. Médail *et al.*, inéd.). Ces deux années favorables en termes de précipitations printanières ont facilité l'expression de la flore vasculaire, de sorte que les inventaires floristiques obtenus paraissent fournir une image robuste de ce compartiment biologique. La présente étude synthétise donc l'ensemble des taxons (espèces et sous-espèces) de trachéophytes cités sur les deux petites îles de Saint-Féréol et Tradelière, puis discute de la dynamique de leur cortège floristique depuis plus d'un siècle et des enjeux de conservation.



Figure 1. Vue aérienne de l'archipel de Lérins, au large de Cannes (Alpes-Maritimes) incluant les quatre îles abritant des trachéophytes (source © Google Earth).

HISTORIQUE DE L'EXPLORATION BOTANIQUE

Les premières mentions ou récoltes attestées de plantes vasculaires concernant les îles Saint-Féréol et Tradelière ne datent que de la fin du XIX^e siècle, mais il est probable que plusieurs moines de l'abbaye de Lérins toute proche y aient herborisé à diverses reprises, soit pour y rechercher des plantes médicinales ou comestibles, soit par simple curiosité naturaliste. Cette hypothèse est d'autant plus plausible que le monastère de Saint-Honorat recrutait la plupart de ses moines en Provence et ce dès le Haut Moyen Âge (Jolly *et al.*, 2017), soit des hommes pouvant être familiers de la flore locale. On ne dispose toutefois à ce jour d'aucune information tangible au sujet de ces possibles « herborisations monastiques » (Frère Vincent, comm. pers.)

Ce n'est semble-t-il qu'au cours des années 1880s qu'eurent lieu quelques herborisations conduites par des botanistes patentés. Suite à la *Session extraordinaire à Antibes* de la Société botanique de France tenue en mai 1883 – dont une excursion aux îles de Lérins le 16 mai – le Dr. Xavier Gillot (1842-1910), un membre éminent de cette Société, rédige une courte note floristique qui évoque Saint-Féréol et Tradelière, ces « deux îlots d'une

superficie très restreinte, mais dont la flore diffère singulièrement » (Gillot, 1883) (voir encadré) ; certaines de ses indications seront reprises dans le compte-rendu complet de cette Session (Malinvaud, 1883). L'année suivante, en mai 1884, Alexandre Constant (1829-1901), retraité à Golfe-Jouan, lui aussi membre de la Société botanique de France et qui avait participé à la Session de 1883, revint botaniser à la Tradelière ; il distribue des parts d'une carotte halophile (alors nommée *Daucus carota* var. *gingidium* et qui correspond au taxon appelé de nos jours *Daucus carota* subsp. *commutatus* : cf. *infra*) via l'une des séries de l'*Herbarium normale* de F.W. Schultz (Burnat, 1906, p. 250). En juin 1888, il collecte l'*Allium acutiflorum* à la Tradelière (Figure 2) et en distribue des parts via la *Société dauphinoise pour l'échange des plantes* (1873-1892), l'une de ces sociétés dénuées d'existence officielle qui regroupaient des botanistes-collectionneurs afin de faciliter les échanges de spécimens entre ses membres, grâce aux *exsiccata*, des « collections de plantes sèches soigneusement préparées et étiquetées » (Bange, 2012).



Figure 2. Une des parts de l'ail à fleurs aiguës (*Allium acutiflorum*) collectée par Alexandre Constant en juin 1888 dans les « rocaïlles » de l'île de la Tradelière, et distribuée via la Société dauphinoise d'échanges de plantes vasculaires (Herbier de Louis Corbière, Cherbourg, n°CHE002306, in Recolnat, <https://explore.recolnat.org>).

À cette époque, les deux petites îles cannoises sont décidément très prisées des botanistes puisqu'en avril 1885 Hervé de Maupassant (1856-1889), frère cadet du célèbre écrivain qui s'était installé à Cannes avec sa mère en 1883, s'y rend pour herboriser. Lors de ses visites familiales à Cannes, Guy de Maupassant navigua à plusieurs reprises dans les parages de ces îles à bord de la *Louissette*, une petite baleinière que l'auteur à succès avait acquise en 1883 (Ritchie, 1985). L'écrivain a très certainement débarqué sur Saint-Féréol qu'il décrit avec justesse dans son ouvrage *Sur l'eau*, en mentionnant « des sortes de lis et de charmants iris bleus ». Sans doute a-t-il parcouru l'îlot au tout début d'avril 1885 (soit juste avant le départ de son voyage en Italie, le 4 avril)¹ avec son frère Hervé qui collecte justement l'*Iris lutescens* sur les deux îlots (Charpin & Salanon, 1988, p. 152), échantillons communiqués à l'éminent botaniste suisse Émile Burnat (1828-1920). Après un début de carrière militaire, Hervé de Maupassant s'était en effet investi dans sa passion pour la botanique en créant une entreprise d'horticulture à Antibes. Membre de la Société botanique de France depuis 1884, il fut durant quelques

années un correspondant assidu de Burnat avant de sombrer dans la folie et d'être interné près de Lyon où il mourut précocement.

Émile Burnat se rend à son tour sur ces petites îles le 18 avril 1885, et indique avoir récolté à la Tradelière la fameuse carotte halophile (*Daucus carota* var. *gingidium*) (Burnat, 1906, p. 250) et un ornithogale (*Ornithogalum divergens*) (Charpin & Salanon, 1988, p. 137). Le 9 août 1885, il retourne collecter sur les deux îlots la singulière carotte maritime, alors en fruits (Burnat, 1906, p. 250), et prélève d'autres espèces (*Arthrocaulon macrostachyum*, *Lotus hirsutus*, *Pancratium maritimum*) sur la Tradelière. Ces quelques observations (Tableaux 3 et 4) figurent dans la *Flore des Alpes maritimes* du botaniste genevois (Burnat *et al.*, 1892-1931; Charpin & Salanon, 1985-1988) qui repose en grande partie sur son monumental herbier, riche de près de 220 000 spécimens (Salanon *et al.*, 1994; Jeanmonod & Charpin, 2017). Enfin, Gustave-Prosper Vidal (1835-1906), un autre correspondant de Burnat, herborise à la Tradelière le 4 juillet 1891, et y récolte l'incontournable carotte en fleurs et fruits qu'il communique au savant genevois (Burnat, 1906, p. 250).

Après cette phase surprenante mais éphémère de « renommée botanique », les deux îlots semblent retomber dans l'oubli. La chute drastique du nombre de mentions floristiques après 1900 concerne d'ailleurs toute la flore littorale des Alpes maritimes, traduisant peut-être une perte d'intérêt de cette côte désormais bien connue comparativement aux secteurs plus riches et méconnus de l'intérieur des terres (Salanon *et al.*, 1994).

Il faut attendre la fin du xx^e siècle pour que le botaniste Robert Salanon de l'université de Nice dresse un premier inventaire floristique de ces petites îles, dans le cadre de son analyse très documentée portant sur l'évolution de la flore littorale des Alpes-Maritimes (Salanon *et al.*, 1994), mais ce travail précieux ne discute pas spécifiquement de la flore insulaire de l'archipel de Lérins. R. Salanon s'est rendu sur ces îlots les 6 (Tradelière) et 12 (Saint-Féréol) novembre 1993, puis les 7-8 juillet 1994 (R. Salanon, inéd. in : Base de données Simethis, <http://simethis.eu>). Enfin, Benoit Offerhaus (Conservatoire botanique national méditerranéen) a noté quelques espèces déjà connues à Saint-Féréol (19.02.1995) et à la Tradelière (26.05.2011) (Base de données Simethis, <http://simethis.eu>).

1 Guy de Maupassant décrit la première fois l'îlot Saint-Féréol dans une chronique publiée le 21 juin 1885 dans *Le Journal de Rouen* (Ritchie, 1985). La date de sa visite sur l'îlot le 6 avril 1886 figurant dans son opus *Sur l'eau* est donc fantaisiste, mais il est bien connu que Maupassant réutilisait fréquemment des textes antérieurs pour ses romans. Le début du texte initial de 1885 décrivant Saint-Féréol diffère d'ailleurs légèrement de celui proposé dans le « journal de bord » (sic) qui forme la trame de son récit *Sur l'eau*.

CARACTÉRISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES ET ENVIRONNEMENTALES

Petites îles plates et rocailleuses, émergeant de quelques mètres seulement au-dessus du niveau marin (Tableau 1), Saint-Féréol (Figures 3 et 4) et Tradelière (Figures 5 et 6) s'avèrent singulières comparées aux autres îles et îlots du littoral provençal qui ont un modelé topographique en général plus accidenté.

Les superficies planitaires indiquées dans la littérature sont disparates : selon Fouchard (2013), Saint-Féréol a une surface légèrement plus grande que la Tradelière (1,47 ha

vs. 1,35 ha), tandis que Augier (1978) indique une superficie plus élevée pour la Tradelière comparée à Saint-Féréol (1,6 ha vs. 1,4 ha). Des mesures plus précises, basées sur la digitalisation fine du contour côtier à partir de photographies aériennes, montrent que la superficie de Saint-Féréol avoisine 1 ha (0,93 ha) tandis que celle de la Tradelière dépasse 1,5 ha (1,64 ha) (G. Daniel / Initiative PIM, comm. pers.). La distance minimale à l'île principale est similaire, légèrement supérieure à 170 m.

Tableau 1. Caractéristiques physiographiques des petites îles Saint-Féréol et Tradelière.

	Surface (ha)	Périmètre (m)	Altitude (m)	Distance à l'île principale (m)	Coordonnées géographiques
Saint-Féréol	0,93 ha	800 m	4 m	171 m (St-Honorat)	43°30'22"N / 7°03'28" E
Tradelière	1,64 ha	937 m	2 m	173 m (Ste-Marguerite)	43°30'55"N / 7°04'23" E

Les fonds marins entourant ces deux petites îles sont peu profonds, inférieurs à 5 m (Augier, 1978), ce qui indique un isolement assez récent par rapport aux îles principales de l'archipel, estimé à 5500–6000 ans avant le présent selon les reconstructions bathymétriques relatives au nord-ouest de la Méditerranée (ex. Poher *et al.*, 2017).



Figure 3. Vue aérienne de l'île Saint-Féréol (archipel de Lérins, Cannes), 2024 (© image Google Earth).

Sur plan géologique, l'ossature des deux petites îles est constituée de roches sédimentaires sous forme de calcaires dolomitiques gris du Jurassique inférieur (Lias), plus précisément de l'Hettangien (*ca.* 200 millions d'années) disposés en bancs de faible pendage et formant une côte rocheuse très découpée (Augier, 1978 ; Salanon *et al.*, 1994). Ces roches presque imperméables déterminent un modelé topographique acéré, caractérisé par des lapiaz, entrecoupés de sillons, de petites cuvettes ou de vasques plus ou moins colmatées par de la terra rossa, un limon argileux de couleur rouge (Figure 7).



Figure 4. Île Saint-Féréol vue de l'extrémité orientale de l'île Saint-Honorat (archipel de Lérins, Cannes) ; au centre, se distinguent le fourré à mauve arborescente (*Malva arborea*) puis, un peu plus à gauche, le fourré arboré à olivier sauvage (*Olea europaea*), avril 2013 (cliché F. Médail / IMBE).

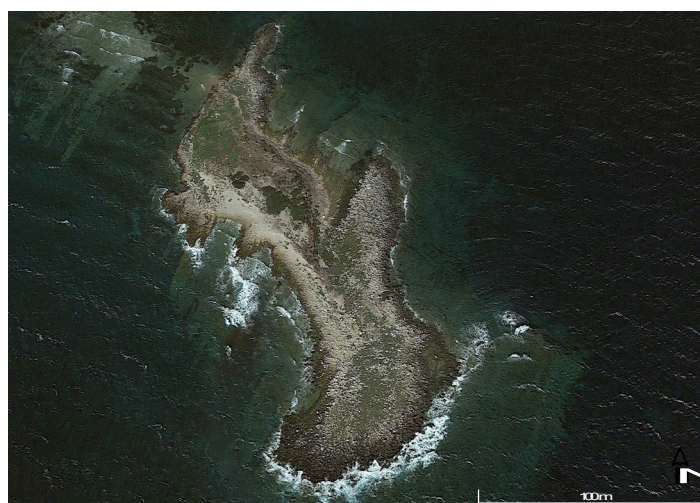


Figure 5. Vue aérienne de l'île de la Tradelière (archipel de Lérins, Cannes), 2024 (© image Google Earth).



Figure 6. Île de la Tradelière (archipel de Lérins, Cannes), avril 2021 (cliché F. Médail / IMBE).

Du point de vue tectonique, les îles de Lérins forment l'extrémité orientale et méridionale de la Provence calcaire. Si les deux îles principales ont des structures tout à fait différentes et complexes, les deux îlots de Saint-Féréol et Tradelière appartiennent au même ensemble tectonique que l'île Saint-Honorat (Augier, 1978).

Les données climatiques caractérisant l'ensemble de l'archipel de Lérins sont anciennes et très incomplètes en dépit de l'étude d'Augier (1978) et d'Augier et Mazeau (1979). Quand il existait une station météorologique à Sainte-Marguerite (années 1951-1970), la température moyenne annuelle relevée s'élevait à 15,86°C et les précipitations annuelles moyennes atteignaient 875 mm (Augier, 1978). Selon Augier et Mazeau (1979), les deux îles principales se caractérisent par « des températures minimales dont la moyenne annuelle est parmi les plus basses et des températures maximales dont la moyenne est parmi les plus élevées » comparativement aux stations du littoral des Alpes-Maritimes, et « des températures maximales absolues parmi les plus élevées des Alpes-Maritimes ». Toutefois, la microclimatologie des îles de Saint-Féréol et Tradelière doit être sensiblement différente de celle des îles principales, avec une humidité atmosphérique et des précipitations occultes (rosée) plus importantes. Se référer à la

station météorologique de Cannes n'a donc qu'une valeur indicative du climat local continental : pour la période 2014-2020, les précipitations annuelles moyennes s'élèvent à 557 mm et la température moyenne annuelle est égale à 17,3°C (<https://www.infoclimat.fr>), ce qui corrobore la tendance vers une aridification et réchauffement du climat local (et global) depuis quelques décennies.



Figure 7. Lapiaz formé de calcaires dolomitiques du Jurassique inférieur (Lias), parsemé de touffes de *Crithmum maritimum*, *Atriplex prostrata* et *Lotus hirsutus*; au fond, fourré à mauve arborescente (*Malva arborea*), et à gauche fourré arboré à olivier sauvage (*Olea europaea*), partie occidentale de l'île Saint-Féréol, 30 avril 2021 (cliché F. Médail / IMBE).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les inventaires floristiques récents ont été réalisés lors de deux missions organisées par l'Initiative PIM : la première a eu lieu le 30 avril 2021, la seconde les 19 (Saint-Féréol) et 20 (Tradelière) juin 2024. La topographie simplifiée de ces

deux îles a permis la prospection complète de tous les secteurs, en parcourant les différents habitats naturels durant un laps de temps suffisant (1h à 1h20 pour Saint-Féréol et 35 à 50 mn pour Tradelière) ce qui a assuré la bonne

détectabilité des végétaux présents. De plus, les précipitations importantes (267 mm de pluies cumulées) qu'ont connu les îles de Lérins entre début janvier et fin mai 2024 (<https://www.historique-meteo.net>), ont permis la bonne expression de la flore vasculaire printanière.

Cette synthèse repose également sur l'analyse la plus complète possible des données floristiques publiées (tableaux 3 et 4) : les résultats des herborisations conduites lors de la *Session extraordinaire à Antibes* de la Société botanique de France (Gillot, 1883 ; Malinvaud, 1883) ; les données éparses incluses dans la *Flore des Alpes maritimes* (Burnat *et al.*, 1892-1931), complétées par celles des *Matériaux pour la Flore des Alpes maritimes* (Charpin & Salanon, 1985-1988) ; les données de l'étude *La flore littorale des Alpes-Maritimes : évolution depuis le XIX^e siècle et bilan actuel* (Salanon *et al.*, 1994). Ces données issues de la littérature ont été complétées par diverses observations

inédites : prospections de Robert Salanon les 6 et 12 novembre 1993 et les 7-8 juillet 1994, et de Michel-Jean Delaunier, les 20 et 21 mai 2016.

De plus, des recherches dans les bases de données regroupant des parts d'herbiers numérisées ont été effectuées, notamment dans les herbiers du Muséum national d'histoire naturelle (Paris) et des Conservatoire et jardin botanique de la ville de Genève, mais aucun spécimen récolté sur ces petites îles et scanné à ce jour n'a pu être trouvé ; toutefois, un spécimen d'*Allium acutiflorum* récolté en 1888 a été décelé dans l'herbier de Cherbourg (Figure 2).

Le référentiel taxonomique utilisé suit celui de la base de données Simethis (<http://simethis.eu>) du Conservatoire botanique national méditerranéen qui repose sur le référentiel national français *Taxref* version 17, modifié (accès le 30.06.2024).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

RICHESSSE FLORISTIQUE

En dépit d'une superficie réduite, environ un hectare, ces deux petites îles abritent une richesse floristique en trachéophytes importante, comparativement à d'autres situations micro-insulaires méditerranéennes.

La richesse floristique totale (tous inventaires confondus) de Saint-Féréol s'élève à 80 taxons (espèces et sous-espèces) dont 67 actuellement présents (données postérieures à 2015) : 64 taxons indigènes et 3 exotiques (Tableaux 2 et 3). R. Salanon n'avait observé que 46 taxons sur cette petite île dans les années 1990 (Tableau 3).

Bien que de superficie un peu plus grande, la Tradelière est significativement moins riche, puisque sa richesse floristique totale égale 53 taxons dont 41 taxons indigènes actuellement présents (Tableaux 2 et 4), soit un

tiers de moins d'espèces qu'à Saint-Féréol. R. Salanon avait observé 32 taxons sur cet îlot dans les années 1990 (Tableau 4).

La topographie et l'altitude de ces deux entités étant similaires, il est probable que l'exposition plus au moins forte à la houle venant du large joue un rôle prépondérant. En effet, Saint-Féréol est en partie protégé par l'île Saint-Honorat à l'ouest et par l'île Sainte-Marguerite au nord, mais aussi par un écueil important situé dans sa partie sud-orientale qui joue un rôle efficace de brise-lames (Figures 1 et 3). Au contraire, la Tradelière se situe dans le prolongement oriental de Sainte-Marguerite et se retrouve directement soumise aux tempêtes venant du large (Figures 1 et 5). Cette disparité de richesse se traduit aussi dans des différences de composition floristique avec l'absence de deux ligneux (olivier et pin d'Alep) présents à Saint-Féréol mais qui fuient l'ambiance franchement salée de la Tradelière.

Tableau 2. Bilan de la richesse floristique en plantes vasculaires (espèces et sous-espèces) inventoriées sur les petites îles de Saint-Féréol et Tradelière (archipel de Lérins, Cannes).

	Richesse floristique totale	Richesse floristique actuelle (> 2015)	Richesse actuelle en végétaux indigènes	Richesse actuelle en végétaux exotiques
St Féréol (S = 0,93 ha)	80	67	64	3
Tradelière (S = 1,54 ha)	53	41	41	0



Figure 8. Friche halo-nitrophile à dactyle (*Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*) et chardon tomenteux (*Galactites tomentosus*), sur l'île de la Tradière, avec au fond à gauche l'île Saint-Honorat puis le massif de l'Esterel, 20 mai 2016 (cliché M.-J. Delaugerre).

Tableau 3. Bilan synthétique des espèces et sous-espèces de plantes vasculaires inventoriées sur la petite île de Saint-Féréol (archipel de Lérins, Cannes).

Archipel de Lérins - ÎLOT SAINT-FÉREOL						
synthèse: F. Médail, 06/2024						
Surface: 1,47 ha	Gillot (1883)	Burnat (1892-1931)	Salanon et al. (1994)	M. Delaugerre	F. Médail	Mission PIM (F. Médail et al.)
	V.1883	Charpin & Salanon (1988)	Salanon, inéd. (08.VII.1994)	inéd. (21.V.2016)*	inéd. (30.IV.2021) = 1h	inéd. (19.06.2024) = 1h20
<i>Allium acutiflorum</i> Loisel.			x		x	x (AR)
<i>Amaranthus albus</i> L.						x (RR)
<i>Amaranthus deflexus</i> L.			x			
<i>Anisantha diandra</i> (Roth) Tutin ex Tzvelev						x (RR)
<i>Anisantha madritensis</i> (L.) Nevski, 1934					x	x (AC)
<i>Arisarum vulgare</i> O.Targ.Tozz.			x		x	x (AR)
<i>Artemisia gallica</i> Willd.			x			
<i>Arthrocaulon macrostachyum</i> (Moric.) Piirainen & G.Kadereit			x			
<i>Asparagus acutifolius</i> L.			x		x	x (R)
<i>Atriplex prostrata</i> Boucher ex DC.			x	x	x	x (AC)
<i>Avena barbata</i> Link					x	x (R)
<i>Carlina hispanica</i> Lam.			x			
<i>Catapodium maritimum</i> (L.) C.E.Hubbard			x		x	x (AR)
<i>Chenopodium album</i> subsp. <i>opulifolium</i> (Schrad.ex W.D.J.Koch & Ziz)			x		x	
<i>Convolvulus althaeoides</i> L.			x		x	x (R)
<i>Crithmum maritimum</i> L.			x	x	x	x (AR)
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.			x		x	x (AR)
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hispanica</i> (Roth) Nyman			x		x	x (AC)
<i>Daucus carota</i> subsp. <i>commutatus</i> (Paol.) Thell.		x	x	x	x	x (CC)
<i>Diplotaxis erucoides</i> (L.) DC.						x (RR)
<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter			x			x (RR)
<i>Elytrigia acuta</i> (DC.) Tzvelev (= <i>E. atherica</i> (Link) Kerguelen)			x		x	x (C)
<i>Erigeron</i> cf. <i>sumatrensis</i> Retz.						x (RR)
<i>Erodium malacoides</i> (L.) L'Hér.					x	
<i>Filago pygmaea</i> L.	x	x				
<i>Frankenia hirsuta</i> L.					x	x (R)
<i>Frankenia laevis</i> L.			x			
<i>Fumaria bicolor</i> Sommier ex Nicotra			(x)		x	x (AR)
<i>Galactites tomentosus</i> Moench			x		x	x (AC)
<i>Galium aparine</i> L.					x	x (AR)
<i>Geranium dissectum</i> L.					x	
<i>Geranium rotundifolium</i> L.					x	x (RR)

<i>Halimione portulacoides</i> (L.) Aellen			x	x	x	x (C)
<i>Hedypnois rhagadioloides</i> (L.) F.W.Schmidt						x (RR)
<i>Heliotropium europaeum</i> L.						x (RR)
<i>Hordeum murinum</i> subsp. <i>leporinum</i> (Link) Arcang.			(x)	x	x	x (AC)
<i>Iris lutescens</i> Lam.		x	x			
<i>Jacobaea maritima</i> (L.) Pelser & Meijden			x			x (R)
<i>Limonium cordatum</i> (L.) Miller			x	x	x	x (AC)
<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv.			x			x (RR)
<i>Lonicera implexa</i> Aiton	x		x		x	x (AR)
<i>Lotus cytisoides</i> L. subsp. <i>cytisoides</i>			x	x	x	x (R)
<i>Lotus edulis</i> L.	x					
<i>Lotus hirsutus</i> L. (= <i>Dorycnium hirsutum</i> (L.) Ser.)			x	x	x	x (R)
<i>Malva arborea</i> (L.) Webb & Berthel.				x	x	x (CC)
<i>Malva sylvestris</i> L.			x		x	x (AC)
<i>Medicago arborea</i> L.			x			
<i>Mercurialis ambigua</i> L.f.					x	x (R)
<i>Olea europaea</i> L. subsp. <i>europaea</i>			x		x	x (R)
<i>Oloptum miliaceum</i> (L.) Röser & Hamasha						x (RR)
<i>Ononis reclinata</i> L.	x	x				
<i>Pancratium maritimum</i> L.			x	x	x	x (R)
<i>Papaver somniferum</i> L. s.l. <i>somniferum</i>						x (RR) 1 pied
<i>Parapholis incurva</i> (L.) C.E.Hubbard			x			x (RR)
<i>Parietaria judaica</i> L.						x (R)
<i>Pinus halepensis</i> Miller			x		x	x (R)
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	x		x	x	x	x (AC)
<i>Poa annua</i> L.						x (RR)
<i>Poa pratensis</i> L.					x	
<i>Portulaca oleracea</i> L.						x (R)
<i>Raphanus raphanistrum</i> subsp. <i>landra</i> (Moretti ex DC.) Bonnier & Layens			(x)			x (R)
<i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth			x			x (RR) 1 pied
<i>Rubia peregrina</i> L.			x		x	
<i>Ruta chalepensis</i> L.	x		x		x	x (AC)
<i>Sideritis romana</i> L.	x					
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke subsp. <i>vulgaris</i>			x	x	x	x (R)
<i>Smilax aspera</i> L.			x	x	x	x (R)
<i>Solanum lycopersicum</i> L.						x (R) 10n
<i>Solanum nigrum</i> L.				x	x	x (RR)
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill. subsp. <i>asper</i>				x	x	x (AR)
<i>Sonchus asper</i> subsp. <i>glaucescens</i> (Jord.) P.W.Ball						x (RR)
<i>Sonchus oleraceus</i> L.			x		x	
<i>Sonchus tenerrimus</i> L.			x			x (RR)
<i>Spergularia bocconeii</i> (Scheele) Graebn.					x	x (R)
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.					x	
<i>Suaeda spicata</i> (Willd.) Moq.					x	x (R)
<i>Trifolium scabrum</i> subsp. <i>scabrum</i>			x			
<i>Urospermum picroides</i> (L.) Scop. ex F.W.Schmidt					x	x (R)
<i>Urtica membranacea</i> Poir.					x	x (R)
<i>Valantia muralis</i> L.			x			
RICHESSSE TOTALE = 80 taxons	7	4	46	15	47	60
* det. Daniel Pavon / IMBE						

espèce patrimoniale
espèce exotique

x	espèce non revue depuis 1994 ou le XIX ^e siècle
x	espèce nouvelle (> 2015)

Tableau 4. Bilan synthétique des espèces et sous-espèces de plantes vasculaires inventoriées sur la petite île de la Tradelière (archipel de Lérins, Cannes).

Archipel de Lérins - ILOT DE LA TRADELIERE						
synthèse : F. Médail, 06/2024						
Surface : 1,35 ha	Gillot (1883), Malinvaud (1883)	Burnat (1892- 1931)	Salanon et al. (1994)	M. Delaugerre	F. Médail	Mission PIM (E. Tankovic et al.)
	V.1883	Charpin & Salanon (1988)	Salanon, inéed. (07. VII.1994)	inéed. (20.V.2016) *	inéed. (30. IV.2021) = 35mn	inéed. (20. VI.2024) = 50mn
<i>Allium acutiflorum</i> Loisel.	x		x	x	x	x
<i>Anisantha madritensis</i> (L.) Nevski, 1934					x	
<i>Arisarum vulgare</i> O.Targ.Tozz.			x			
<i>Artemisia gallica</i> Willd.		x	x			
<i>Arthrocaulon macrostachyum</i> (Moric.) Piirainen & G.Kadereit		x	x	x	x	x
<i>Asparagus acutifolius</i> L.				x	x	x
<i>Atriplex prostrata</i> DC.			x	x	x	x
<i>Cakile maritima</i> Scop. subsp. <i>maritima</i>					x	x
<i>Carex divisa</i> subsp. <i>chaetophylla</i> (Steudel) Nyman		x	x			
<i>Catapodium marinum</i> (L.) C.E. Hubbard			x		x	x
<i>Chenopodium album</i> L.				x	x	
<i>Crithmum maritimum</i> L.			x	x	x	x
<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	x			x	x	
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.			x		x	x
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hispanica</i> (Roth) Nyman			x	x	x	x
<i>Daucus carota</i> subsp. <i>commutatus</i> (Paol.) Thell.	x	x	x	x	x	x
<i>Elytrigia acuta</i> (DC.) Tzvelev (= <i>E. atherica</i> (Link) Kerguelen)			x		x	x
<i>Euphorbia spinosa</i> L.			x			
<i>Frankenia hirsuta</i> L.	x	x	x	x	x	x
<i>Frankenia laevis</i> L.			x			
<i>Fumaria bicolor</i> Sommier ex Nicotra					x	x
<i>Galactites tomentosus</i> Moench			x	x	x	x
<i>Galium verrucosum</i> Huds.	x					
<i>Geranium molle</i> L.					x	
<i>Halimione portulacoides</i> (L.) Aellen		x	x	x	x	x
<i>Heliotropium europaeum</i> L.						x
<i>Hordeum murinum</i> subsp. <i>leporinum</i> (Link) Arcang.				x	x	x
<i>Hyoscyamus albus</i> L.				x	x	x
<i>Iris lutescens</i> Lam.	x	x				
<i>Jacobaea maritima</i> (L.) Pelsér & Meijden			x	x	x	x
<i>Limbarda crithmoides</i> subsp. <i>longifolia</i> (Arcang.) Greuter	x	x	x	x	x	x
<i>Limonium cordatum</i> (L.) Miller	x		x			x
<i>Lonicera implexa</i> Aiton			x			
<i>Lotus cytisoides</i> subsp. <i>cytisoides</i>	x		x	x	x	x
<i>Lotus hirsutus</i> L. (= <i>Dorycnium hirsutum</i> (L.) Ser.)	x	x	x	x	x	
<i>Malva arborea</i> (L.) Webb & Berthel.					x	x
<i>Malva sylvestris</i> L.				x	x	x
<i>Mercurialis annua</i> L.					x	
<i>Ornithogalum divergens</i> Boreau		x				
<i>Pancratium maritimum</i> L.	x	x	x	x	x	x
<i>Parapholis incurva</i> (L.) C.E. Hubbard			x		x	x
<i>Parietaria judaica</i> L.			x	x	x	x
<i>Pistacia lentiscus</i> L.			x	x	x	x
<i>Poa annua</i> L.						x
<i>Polygonum aviculare</i> subsp. <i>aviculare</i>						x
<i>Polypogon</i> cf. <i>subspathaceus</i> Req.					x	
<i>Raphanus raphanistrum</i> subsp. <i>landra</i> (Moretti ex DC.) Bonnier & Layens			x	x	x	
<i>Smilax aspera</i> L.	x		x	x	x	
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill subsp. <i>asper</i>				x	x	x

<i>Sonchus asper</i> subsp. <i>glaucescens</i> (Jord.) P.W.Ball					x	x
<i>Spergularia marina</i> (L.) Griseb.			x (1 ind.)			
<i>Tyrimnus leucographus</i> (L.) Cass.			x			
<i>Valantia muralis</i> L.	x	x	x			
RICHESSSE TOTALE = 53 taxons	13	12	32	25	37	32
* det. Daniel Pavon / IMBE						
espèce patrimoniale			x	espèce non revue depuis 1994 ou depuis le xix ^e siècle		
espèce exotique			x	espèce nouvelle (> 2015)		

DES CHANGEMENTS SIGNIFICATIFS DE COMPOSITION FLORISTIQUE

Bien qu'elles soient partielles, les mentions floristiques de la fin du xix^e siècle (années 1883-1891) et de la fin du xx^e siècle (années 1993-1994) sont précieuses car elles permettent d'envisager un tapis végétal de composition floristique assez différente, comparé à la situation actuelle (tableaux 3 et 4).

L'analyse des végétaux non revus depuis des décennies et probablement disparus est instructive (Tableau 5). Au total pour les deux îlots, 21 taxons n'ont pas été revus, soit douze espèces pour chaque entité insulaire. Si l'on note une grande différence dans ce cortège entre les deux îlots, ce sont surtout des espèces stress-tolérantes et thermophiles, caractéristiques des pelouses littorales et garrigues basses méditerranéennes qui se sont éteintes localement. Citons en particulier la disparition de l'armoise de France (*Artemisia gallica*) et de l'iris nain (*Iris lutescens*) qui se rencontraient sur les deux îlots, ou encore celle d'espèces xérophiles, non halophiles et pérennes comme la carline (*Carlina hispanica*) et l'euphorbe épineuse (*Euphorbia spinosa*), ou de plantes annuelles comme la bugrane penchée (*Ononis reclinata*) et l'évax pygmée (*Filago pygmaea*). Remarquons aussi que la majorité de ces extinctions probables (n = 8 à Saint-Féréol et n = 9 à la Tradelière) se sont produites à la fin du xx^e siècle (Tableau 5).

A contrario, les inventaires récents (postérieurs à 2015) ont permis de mettre en évidence la présence d'un nombre important de végétaux qui n'avaient pas encore

été mentionnés sur ces îlots : 29 taxons sont nouveaux à Saint-Féréol, soit 43 % de la richesse floristique actuelle, et 15 taxons sont nouveaux à la Tradelière, soit 36 % de la richesse floristique actuelle. La majorité de ces végétaux nouvellement implantés sont des espèces rudérales, aptes à se maintenir sur des substrats perturbés, enrichis en nutriments, et l'action des goélands joue sans doute un rôle déterminant dans ces colonisations et changements phytocénotiques (cf. *infra*). Parmi ces taxons, figurent plusieurs graminées inféodées aux friches et talus perturbés (*Anisantha madritensis*, *Avena barbata*, *Oloptum miliaceum*, *Poa annua*), des nitrophiles notables (*Chenopodium album*, *Heliotropium europaeum*, *Hyoscyamus albus*, *Parietaria judaica*, *Polygonum aviculare*, *Portulaca oleracea*), et quelques espèces exotiques (*Amaranthus albus*, *Erigeron cf. sumatrensis*).

L'implantation la plus spectaculaire concerne toutefois la mauve arborescente (*Malva arborea*) qui n'était pas encore signalée à la fin du xx^e siècle sur les deux îlots (Salanon *et al.*, 1994) et qui couvre maintenant des surfaces importantes, en particulier à Saint-Féréol où elle constitue un puissant fourré au centre de l'île (Figure 11).

Toutes ces observations montrent la rapidité et l'ampleur des changements floristiques survenus, même si quelques plantes qui imprimaient déjà la physionomie du tapis végétal dans les années 1880s (Gillot, 1883 ; voir encadré) restent communes : c'est le cas de la rue de Chalep (*Ruta chalepensis*) à Saint-Féréol (Figures 24 et 25) et de la carotte maritime (*Daucus carota* subsp. *commutatus*) à la Tradelière (Figure 20).

Tableau 5. Plantes vasculaires (espèces et sous-espèces) anciennement signalées sur les petites îles de Saint-Féréol et Tradelière (archipel de Lérins, Cannes), mais non revues depuis au moins 1994 et probablement disparues; x = végétaux signalés à la fin du XIX^e siècle; xx = végétaux signalés à la fin du XX^e siècle (Salanon *et al.*, 1994).

Taxons	Saint-Féréol	Tradelière	Types biologiques
<i>Amaranthus deflexus</i> L.	xx		Hémicryptophyte
<i>Arisarum vulgare</i> O.Targ.Tozz.		xx	Géophyte
<i>Artemisia gallica</i> Willd.	xx	xx	Chaméphyte
<i>Arthrocaulon macrostachyum</i> (Moric.) Piirainen & G.Kadereit	xx		Nanophanérophyte
<i>Carex divisa</i> subsp. <i>chaetophylla</i> (Steudel) Nyman		xx	Hémicryptophyte
<i>Carlina hispanica</i> Lam.	xx		Hémicryptophyte
<i>Euphorbia spinosa</i> L.		xx	Chaméphyte
<i>Filago pygmaea</i> L.	x		Thérophyte
<i>Frankenia laevis</i> L.	xx	xx	Chaméphyte
<i>Galium verrucosum</i> Huds.		x	Thérophyte
<i>Iris lutescens</i> Lam.	xx	x	Géophyte
<i>Lonicera implexa</i> Aiton		xx	Phanérophyte lian.
<i>Lotus edulis</i> L.	x		Thérophyte
<i>Medicago arborea</i> L.	xx		Nanophanérophyte
<i>Ononis reclinata</i> L.	x		Thérophyte
<i>Ornithogalum divergens</i> Boreau		x	Géophyte
<i>Sideritis romana</i> L.	x		Thérophyte
<i>Spergularia marina</i> (L.) Griseb.		xx	Thérophyte
<i>Tyrimnus leucographus</i> (L.) Cass.		xx	Thérophyte
<i>Valantia muralis</i> L.		xx	Thérophyte
<i>Trifolium scabrum</i> L.	x		Thérophyte
Total des taxons non revus	12	12	

La flore des petites îles de Saint-Féréol et Tradelière observée en 1883 par le botaniste Xavier Gillot :

Au sud-ouest (*sic*) de l'île Saint-Honorat, s'élèvent deux îlots d'une superficie très restreinte, mais dont la flore diffère singulièrement. L'îlot Saint-Ferréol, plus élevé au-dessus de la mer, est presque entièrement couvert de Rue, *Ruta bracteosa*, dont l'odeur pénétrante et fétide se fait sentir de loin. Quelques Lentisques rabougris et de petits buissons de *Lonicera implexa* dépassent çà et là les touffes de Rue. Ces broussailles étouffent presque toute autre végétation, et nous n'y avons guère recueilli que : *Ononis reclinata*, *Lotus edulis*, *Evax pygmaea*, *Sideritis romana*.

L'îlot de Tradelière n'est qu'un récif d'accès difficile et que les vagues recouvrent dans le gros temps. Aussi, à distance, le rocher a-t-il l'air nu, et l'on est tout surpris, quand on l'aborde, des richesses qu'il révèle. C'est le seul point où nous ayons trouvé en abondance : *Daucus gummifer*, *Pancratium maritimum* et *Iris olbiensis* Hénon. Le *Dorycnium hirsutum* y croît en fortes touffes qui entrelacent les tiges volubiles de *Smilax aspera* et *Convolvulus althaeoides*. Les rochers sont couverts par le *Statice pubescens*. Enfin sur le sable croissent : *Frankenia intermedia*, *Lotus Allionii*, *Vaillantia muralis*, *Galium tricornis*, *Allium acutiflorum*, etc.

Source : Gillot X., 1883. Promenades botaniques aux environs de Cannes et d'Antibes. *Bulletin de la Société botanique de France*, 30(9) : CLXXIV-CLXXVII.

L'impact des oiseaux marins nicheurs, en premier lieu ceux du goéland leucophée (*Larus michahellis* Naumann, 1840) (Figure 10), joue très probablement un rôle primordial dans les modifications de flore et végétation vasculaires survenues sur ces deux îlots depuis quelques décennies. De tels changements drastiques sont bien connus en situation micro-insulaire (Médail, 2017). Ils ont été étudiés en détail, par exemple, sur les îles de Marseille (ex. Vidal *et al.*, 1998, 2000; Mutillod *et al.*, 2023) qui avaient subi une augmentation considérable des effectifs nicheurs de goéland, espèce opportuniste, durant les années 1990-2000. Les déjections riches en azote et phosphore, l'apport constant de composés organiques exogènes, la dispersion de graines d'espèces allochtones, mais aussi le piétinement répété et l'utilisation de matériaux végétaux pour la confection des nids, engendrent des niveaux très élevés de perturbation qui modifient la richesse et la composition floristiques, et la structure de la végétation des petites îles qui abritent ces colonies.

L'augmentation des effectifs de goélands dans l'archipel de Lérins est bien plus récente qu'en Provence occidentale, et les impacts le sont également puisque dans les années 1990s le nombre de couple nicheurs restait très faible et les impacts sur les phytocénoses non documentés (Salanon *et al.*, 1994). Le pic eût lieu à l'orée des années 2000, notamment sur la Tradelière où 82 couples nicheurs de goélands avaient été recensés (Figure 9). Depuis une vingtaine d'années, la tendance est la baisse mais on note cependant une augmentation d'une dizaine de couples nicheurs sur Saint-Féréol lors du dernier recensement du GISOM, en 2021 (Figure 9).

Les conséquences de cet accroissement des goélands nicheurs – sans oublier tous les individus ératiques non comptabilisés – sont multiples sur la flore vasculaire des deux îlots : (i) augmentation des végétaux rudéraux et des espèces allochtones (*cf. supra*), pour l'essentiel des plantes à cycle de vie annuel ou bisannuel, à petites graines

(dispersion par anémochorie ou épizoochorie), avec une vaste distribution géographique ; (ii) diminution des taxons stress-tolérants *sensu* Grime ; (iii) important *turnover* floristique observé entre les inventaires anciens et actuels ; (iv) extinction locale de végétaux spécialisés, oligotrophes, tels l'armoise de France (*Artemisia gallica*), l'iris nain (*Iris lutescens*) ou l'euphorbe épineuse (*Euphorbia spinosa*) ; (v) modification de l'appareil végétatif de certains ligneux structurants comme le lentisque (*Pistacia lentiscus*) qui servent de reposoir aux goélands.

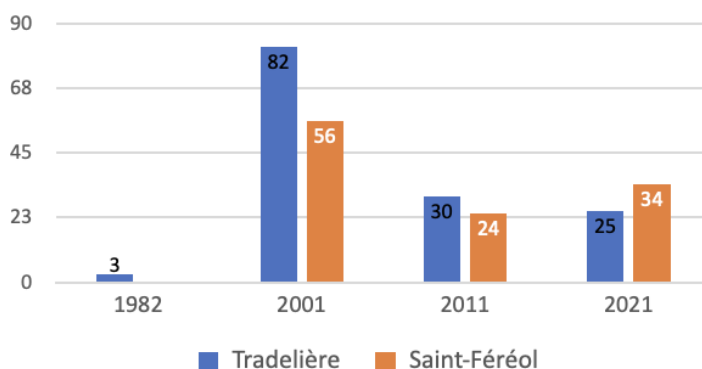


Figure 9. Évolution des effectifs de couples nicheurs de goéland leucophée (*Larus michahellis*) sur les îles de la Tradelière et de Saint-Féréol entre 1982 et 2021 (d'après les données de Guyot *et al.*, 1985; Menetrier *et al.*, 2012; GISOM, 2023).



Figure 10. Goéland leucophée (*Larus michahellis*) devant un fourré de mauve arborecente (*Malva arborea*), côte nord de l'île Saint-Féréol, 21 mai 2016 (cliché M.-J. Delaugerre).



Figure 11. Fourré à mauve arborescente (*Malva arborea*), une espèce abondante dans la partie centrale de l'île Saint-Féréol mais d'implantation récente (< 30 ans), 30 avril 2021 (clichés F. Médail / IMBE).

VÉGÉTAUX D'INTÉRÊT PATRIMONIAL

Les îlots Saint-Féréol et Tradelière abritent une dizaine de végétaux que l'on peut qualifier d'«intérêt patrimonial» en raison de leur distribution restreinte ou de leur raréfaction significative dans les Alpes-Maritimes (Salanon *et al.*, 1994). Ce sont soit des taxons endémiques

et localisés (*Allium acutiflorum*, *Limonium cordatum*), soit des taxons rares ou devenus très rares sur le littoral continental des Alpes-Maritimes (*Daucus carota* subsp. *commutatus*, *Fumaria bicolor*, *Sonchus asper* subsp. *glaucescens*), soit même des taxons probablement disparus de ce littoral (*Arthrocaulon macrostachyum*, *Limbarda crithmoides* subsp. *longifolia*, *Pancratium maritimum*, *Polypogon* cf.

subspathaceus, *Suaeda spicata*) et qui ne persistent de nos jours qu'aux îles de Lérins (base de données Simethis, <http://simethis.eu>).

Parmi ces végétaux remarquables, mentionnons aussi pour mémoire la présence ancienne de l'armoïse de France (*Artemisia gallica* Willd.), un taxon à distribution ibéro-provençale, mais qui a disparu des deux îlots sans doute en raison de l'eutrophisation du milieu.

***Allium acutiflorum* Loisel. – Ail à fleurs aiguës**

Cet ail thermophile est une espèce nord-ouest méditerranéenne, surtout présente le long du littoral provenço-ligure où elle atteint Savone à l'est, alors qu'elle est bien plus rare dans les Pyrénées orientales et en Corse nord-occidentale. Cet ail occupe les rochers et les falaises du littoral,



Figure 12. *Allium acutiflorum* – Ail à fleurs aiguës ; a : faciès sur l'île de la Tradelière, 30 avril 2021 (cliché F. Médail / IMBE) ; b : inflorescence, île Verte (La Ciotat), 1^{er} juin 2012 (cliché D. Pavon / IMBE).

***Arthrocaulon macrostachyum* (Moric.) Piirainen & G. Kadereit – Salicorne à gros épis**

Cette salicorne arbustive est caractéristique des fourrés halophiles sur sols limoneux et humides en hiver, très riches en chlorures, composant les sansouires de Camargue et du littoral du Golfe du Lion où elle est commune. Très rare dans les Alpes-Maritimes, elle n'est présente qu'aux îles de Lérins sur les dalles karstiques du littoral, soumises aux embruns, sur l'île Sainte-Marguerite et les deux îlots (Salanon *et al.*, 1994). Sur la Tradelière, elle est connue depuis la fin du XIX^e siècle par Émile Burnat qui la récolte en août 1885, où elle forme actuellement un petit peuplement dans la partie nord-est ; sur Saint-Féréol la seule touffe signalée par Salanon *et al.* (1994) a disparu.

***Daucus carota* L. subsp. *commutatus* (Syme) Hook. f. (Paol.) Thell. – Carotte variable**

La taxonomie des carottes sauvages littorales demeure complexe et imparfaitement élucidée. Le taxon des rochers maritimes de Provence est actuellement considéré comme devant se référer à la sous-espèce *commutatus* (= *D. gingidium* L.; subsp. *gummifer* auct., etc.) (Tison, in prep.), un taxon halophile robuste pouvant atteindre 15 dm, et dont la base de la tige ou les feuilles sont souvent plus ou moins poilues (Figure 13).

Dans cette acceptation taxonomique, ce taxon a une distribution tyrrhénienne ; en France continentale, il est présent depuis le massif de la Nerthe (Bouches-du-Rhône) jusqu'aux Alpes-Maritimes où la seule localité continentale actuelle se situe au Fort Carré d'Antibes (B. Offerhaus, V.2022, in base de données Simethis). Son unique bastion du département est l'archipel de Lérins, notamment l'île Saint-Honorat où cette carotte est assez



Figure 13. *Daucus carota* subsp. *commutatus* – Carotte variable; a : île de la Tradelière, 20 mai 2016 (cliché M.-J. Delaugerre); b : île Saint-Féréol, 30 avril 2021 (cliché F. Médail / IMBE).



Figure 14. *Fumaria bicolor* – Fumeterre bicolore, île Saint-Féréol, 30 avril 2021 (clichés F. Médail / IMBE).

commune le long du liseré côtier (Médail *et al.*, 2015). Cette carotte a attiré l'intérêt des botanistes de la fin du XIX^e siècle qui sont venus la récolter à diverses reprises sur les deux îlots (voir : « Historique de l'exploration botanique ») : « trouvé en abondance » (sub. *Daucus gummifer*) à la Tradelière (Gillot, 1883), puis à Saint Féréol en août 1885 par E. Burnat (Burnat, 1906 : p. 250). Sur ces îlots, la carotte demeure très commune, sans doute favorisée par les goélands ; elle forme de beaux faciès parfois monospécifiques (Figure 20) dans la zone de transition comprise entre la ceinture de végétation halophile caractéristique des rochers exposés aux vagues et les fourrés anémomorphosés à lentisque.

Fumaria bicolor Somm. ex. Nicotra – Fumeterre bicolore

Espèce ouest-méditerranéenne, cette fumeterre a une aire de distribution très fragmentée, et une répartition presque exclusivement insulaire (Malte, Italie, France, Espagne, Algérie et Tunisie). Très rare en France, elle n'est connue à ce jour qu'en Corse, dans une station des Pyrénées orientales et sur plusieurs îles de Provence (notamment l'archipel de Riou et les îles d'Hyères). Elle peut être localement abondante dans les secteurs de reposoir ou de nidification des oiseaux marins où elle constitue parfois un petit faciès halo-ornitho-coprophile. Dans les Alpes-Maritimes, elle n'est connue qu'au sud du Cap d'Antibes et aux îles de



Figure 15. *Limonium cordatum* – Statice pubescent, île Saint-Honorat, 18 juin 2024 (clichés F. Médail / IMBE).

Lérins, où plusieurs stations existent sur l'île de Sainte-Marguerite (base de données Simethis) et sur l'île de Saint-Honorat en cinq stations assez exiguës (Médail *et al.*, 2015). Non signalée sur les deux îlots de Lérins avant nos prospections d'avril 2021 et juin 2024, l'espèce se rencontre en lisière du maquis thermophile à *Pistacia lentiscus* et *Olea europaea* (*Olea sylvestris*–*Ceratonion siliquae*) (Figure 14). Cette fumeterre est évaluée comme ayant un enjeu de conservation fort, selon la hiérarchisation de la flore en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (Le Berre *et al.*, 2020).

**Limbarda crithmoides subsp. longifolia (Arcang.)
Greuter – Inule à longues feuilles**

Cette composée halophile arbustive occupe les sansouires et prés salés du littoral languedocien et camarguais, plus rarement les plates-formes rocheuses et les rainures du karst temporairement inondées par la mer comme c'est le cas sur l'îlot de la Tradelière. Elle est connue sur cette petite île depuis le XIX^e siècle (Gillot, 1883) et se maintient bien, formant un peuplement assez important parmi les blocs calcaires. Les populations des îles de Lérins sont les seules actuellement connues dans les Alpes-Maritimes, les très rares stations littorales ayant disparu ou sont non revues (Cap d'Antibes) depuis une trentaine d'années (base de données Simethis).

**Limonium cordatum (L.) Mill. – Statice pubescent
(protection nationale)**

Vicariant du *Limonium pseudominutum* Erben, absent des Alpes-Maritimes (Salanon *et al.*, 1994), le statice pubescent (Figure 15) est une espèce endémique provenço-ligure distribuée depuis l'étang de Berre (Bouches-du-Rhône) jusqu'au cap Noli près de Savone (Italie). Indifférente au substrat, cette espèce strictement halophile se rencontre

dans les fentes des rochers littoraux et sur les replats rocaillieux soumis aux embruns marins, caractérisant l'association du *Crithmo-Limonietum cordati* Lapraz 1979. Commune sur le liseré côtier des deux îles principales de l'archipel de Lérins qui abrite les plus belles populations françaises, elle est fréquemment associée à *Artemisia gallica* (Médail *et al.*, 2015). Si elle est mentionnée dès 1883 à la Tradelière par Xavier Gillot qui souligne que «les rochers sont couverts par le *Statice pubescens*» (Gillot, 1883), l'espèce s'est nettement raréfiée depuis, et seuls quelques pieds très localisés persistent de nos jours dans les fissures parmi les blocs calcaires (E. Tankovic, obs. pers., 20.VI.2024). La saladelle pubescente demeure plus commune dans le karst de la partie occidentale de Saint-Féréol (Figure 7), où elle est co-dominante avec le perce-pierre (*Crithmum maritimum*) (F. Médail, obs. pers., 19.VI.2024).

**Pancratium maritimum L. – Lis des sables
(protection régionale)**

Encore assez commun le long du littoral camarguais et des Maures, le lis des sables est devenu rarissime à l'Est de Fréjus, ayant disparu de la partie continentale des Alpes-Maritimes depuis des décennies (Salanon *et al.*, 1994). Cette espèce généralement psammophile, occupe aussi sur les îles de Lérins des zones plus rocailleuses, dans les petites dépressions plus ou moins colmatées du karst. Ce lis est encore assez commun à Sainte-Marguerite mais il est absent de Saint-Honorat. Signalé dès 1883 sur l'îlot de la Tradelière (Gillot, 1883), il y reste assez commun, émergeant parfois des touffes de lentisque comme aussi à Saint-Féréol où il demeure plus rare. Ces populations micro-insulaires sont importantes à préserver en regard de la grande rareté de l'espèce en Provence orientale (base de données Simethis).



Figure 16. *Suaeda spicata* – Soude en épi à l'état végétatif, île Saint-Ferréol, 19 juin 2024 (clichés V. Rivière / Agir écologique).

Polypogon cf. subspathaceus Req. – Polypogon subengainé

Nous rapportons à ce taxon le polypogon découvert sur l'îlot de la Tradelière en avril 2021, mais son état n'a pas permis une identification totalement certaine, et il conviendra de rechercher de nouveaux individus pour la confirmer. Cette petite graminée annuelle occupe les pelouses halophiles temporairement humides et les suintements temporaires au niveau des escarpements rocheux côtiers soumis aux embruns. Elle est très localisée en France méditerranéenne, et les populations provençales sont exclusivement micro-insulaires. Dans le Var, elle n'est connue qu'aux îles d'Hyères et sur l'île d'Or dans l'Estérel (F. Médail & K. Diadema, obs., 12.VII.2012). Dans les Alpes-Maritimes, elle anciennement mentionnée sur l'île Sainte-Marguerite mais non revue depuis 1881.

Sonchus asper (L.) Hill subsp. glaucescens (Jord.)

P.W.Ball – Laiteron glaucescent

Ce laiteron robuste, parfois pérennant, aux feuilles crassuléscentes et épineuses se rencontre surtout sur les rochers littoraux méditerranéens où il est assez commun entre Marseille et Saint-Tropez (base de données Simethis). Il se raréfie nettement plus à l'est, et seules deux stations actuelles (Cap d'Antibes et Cap D'Ail) sont signalées sur le littoral continental des Alpes-Maritimes. Aux îles de Lérins, une mention ancienne (E. Burnat, 1879) l'indique

uniquement à Sainte-Marguerite, mais le taxon a été découvert sur les deux îlots de Saint-Féréol et la Tradelière lors des missions d'avril 2021 et juin 2024; l'espèce reste très rare et seuls quelques individus se maintiennent dans le karst soumis aux embruns.

Suaeda spicata (Willd.) Moq. – Soude en épi

Cette espèce halophile a longtemps été confondue avec *Suaeda maritima* (L.) Dumort, mais elle s'en distingue par son port plus robuste (elle peut dépasser 5 dm), la présence de plusieurs tiges dressées ou ascendantes et des premières fleurs apparaissant en haut de la tige principale (Tison, in prep.). Espèce ouest-méditerranéenne, elle est commune le long du Golfe du Lion mais bien plus rare en Provence orientale. Elle n'était plus mentionnée dans les Alpes-Maritimes depuis une trentaine d'années (base de données Simethis), R. Salanon l'ayant signalée (sub. *Suaeda maritima*) en trois stations sur l'île Sainte-Marguerite (Salanon *et al.*, 1994). L'espèce a été découverte sur l'îlot Saint-Ferréol: un pied robuste dans le lapiaz de la partie occidentale de l'île (F. Médail & V. Rivière, obs., 19.VI.2024) (Figure 16), mais aussi dans deux petites populations sur l'île Saint-Honorat où elle n'était pas mentionnée par Médail *et al.* (2015): près de la tour-monastère (F. Médail, obs., 18.VI.2024), près de la pointe Saint-Ferréol (V. Rivière, obs., 18.VI.2024).

VÉGÉTATION ACTUELLE

Les communautés végétales des petites îles de Saint-Féréol et Tradelière sont très diversifiées comparativement à leur superficie restreinte, mais leur composition et structure dépendent principalement de l'action des oiseaux marins qui engendrent une profonde eutrophisation du milieu. Cela explique la prédominance des formations halo-nitrophiles rudérales, que ce soit au niveau des communautés herbacées ou arbustives.

Les types de communautés végétales identifiés sur le terrain en avril 2021 et juin 2024 sont synthétisés avec leur présence respective sur chaque îlot (Tableau 6); le cadre syntaxinomique des types de végétations

identifiées (Tableau 7) suit le récent *Catalogue de la végétation de France métropolitaine (CatVeg)* (Lafon *et al.*, 2024). Vingt-deux types de végétation ont été identifiés sur les deux petites îles, 18 sur Saint-Féréol et 20 sur la Tradelière (Tableau 6).

À ce stade, la plupart de ces communautés sont considérées comme des « faciès de végétation », essentiellement sur la base de la physionomie et de l'espèce dominante. Il conviendrait en effet de réaliser une étude accompagnée de relevés phytosociologiques afin d'analyser et caractériser ces végétations relativement à la littérature disponible. La cartographie des communautés végétales à une échelle fine mériterait aussi d'être réalisée afin d'évaluer leurs dynamiques d'occupation spatiale au cours du temps.

Tableau 6. Inventaire des types de végétations actuellement présents (X) ou disparus (EX) sur les îles Saint-Féréol et Tradelière (archipel de Lérins, Cannes); les syntaxons indiqués au niveau de l'alliance phytosociologique suivent la nomenclature de Lafon *et al.* (2024).

Faciès de végétation identifiés	Habitats selon Natura 2000 (EUR 28)	Habitats selon Corine Biotope	Syntaxons au niveau de l'alliance et de l'association végétale	Saint-Féréol	Tradelière
Laisse de mer des côtes méditerranéennes à <i>Cakile maritima</i>	Végétation annuelle des laisses de mer (UE 1210)	Végétation annuelle des laisses de mer sur plages de galets (CB 17.2)	<i>Euphorbion peplidis</i> Tüxen ex. Oberd. 1952		X
Faciès à <i>Atriplex prostrata</i>	Id.	Id.	Id.	X	X
Rochers et falaises calcaires littoraux à <i>Limonium cordatum</i> et <i>Crithmum maritimum</i>	Falaises avec végétation des côtes méditerranéennes à <i>Limonium</i> endémiques (UE 1240)	Groupements des falaises méditerranéennes (CB. 18.22)	<i>Crithmo maritimi</i> – <i>Stacion</i> Molinier 1934: <i>Crithmo maritimi</i> – <i>Limonietum cordati</i> Lapraz 1979	X	(X)
Faciès à <i>Lotus cytisoides</i>	Id.	Id.	Id.	X	(X)
Faciès à <i>Frankenia hirsuta</i>	Id.	Id.	Id.	X	X
Faciès à <i>Allium acutiflorum</i>	Id.	Id.	Id.	(X)	X
Faciès à <i>Catapodium marinum</i>			<i>Sileno sedoidis</i> – <i>Catapodium marini</i> B. Foucault & Bioret 2010	X	X
Faciès à <i>Spergularia bocconeii</i>	Végétations annuelles pionnières à <i>Salicornia</i> et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses (UE 1310)		Id.	X	
Fourré à <i>Arthrocaulon macrostachyum</i> sur karst	Fourrés halophiles méditerranéens et thermo-atlantiques (<i>Sarcocornietea fruticosi</i>) (UE 1420)	Prés salés méditerranéens à <i>Juncus maritimus</i> et <i>J. acutus</i> (CB 15.51)	<i>Arthrocnemion glauci</i> Rivas-Mart. & Costa 1984	EX	X
Formation à <i>Halimione portulacoides</i> sur karst	Id.	Id.	Id.	X	X
Pré salé à <i>Elytrigia acuta</i>			<i>Elytrigia</i> – <i>Artemision coerulescentis</i> Pignatti 1953	X	X
Fourré à <i>Limbarda crithmoides</i> subsp. <i>longifolia</i>	Id.	Id.	Id.		X
Formation halo-nitrophile à <i>Malva arborea</i> et <i>Dactylis</i>	Fourrés halo-nitrophiles (UE 1430)	Fourrés halo-nitrophiles méditerranéens (CB 15.72)	<i>Medicagini citrinae</i> – <i>Lavaterion arboreae</i> O. Bolòs & Vigo 1984: <i>Dactylo hispanicae</i> - <i>Malvetum arboreae</i> (Knoerr 1960) Noble & Baret 2019 prov.	X	X

Faciès à <i>Ruta chalepensis</i>	Id.	Id.	Id.	X	
Faciès à <i>Daucus carota</i> subsp. <i>commutatus</i>	Id.	Id.	Id.	X	X
Friche nitrophile à <i>Parietaria judaica</i>		Zones rudérales (CB 87.2)	<i>Centrantho rubri</i> – <i>Parietaron judaicae</i> Rivas-Mart. 1960		X
Faciès à <i>Fumaria bicolor</i>		Zones rudérales (CB 87.2)	<i>Valantio muralis</i> – <i>Galion muralis</i> S. Brullo in S. Brullo & Marcenò 1985	X	X
Matorral thermo-méditerranéen sclérophylle à <i>Pistacia lentiscus</i>	Forêts à <i>Olea</i> et <i>Ceratonia</i> (UE 9320)	Fruticées, fourrés et landes-garrigues thermo-méditerranéennes (CB 32.21)	<i>Oleo sylvestris</i> – <i>Ceratonion siliquae</i> Braun-Blanquet ex Guinochet	X	X
Friche nitrophile à <i>Galactites tomentosus</i>		Terrains en friche (CB 87.1)	<i>Echio lycopsis</i> – <i>Galactition tomentosae</i> O. Bolòs & Molinier 1969 : <i>Echio lycopsis</i> – <i>Galactitetum tomentosae</i> Molinier 1937	X	X
Friche nitrophile à <i>Hordeum murinum</i> subsp. <i>leporinum</i>		Zones rudérales (CB 87.2)	<i>Hordeion leporini</i> Braun-Blanquet ex Braun-Blanquet et al. 1947 : <i>Hordeetum leporini</i> Braun-Blanquet 1936	X	X
<i>Chenopodietum muralis</i> Braun-Blanq. 1936		Zones rudérales (CB 87.2)	<i>Chenopodion muralis</i> Braun-Blanquet 1936 : <i>Chenopodietum muralis</i> Braun-Blanquet 1936	X	X
Friche halo-xérophile à <i>Anisantha spp.</i> , <i>Avena barbata</i> et autres Poacées		Terrains en friche (CB 87.1)	<i>Bromo - Oryzopsion miliaceae</i> O. Bolòs 1970	X	X

Tableau 7. Synthèse syntaxinomique des végétations identifiées sur les îles Saint-Féréol et Tradelière (archipel de Lérins, Cannes). NB: cette synthèse suit le schéma syntaxinomique proposé dans le *Catalogue de la végétation de France métropolitaine (CatVeg)* (Lafon et al., 2024).

VÉGÉTATIONS CÔTIÈRES

Cakiletea maritimae Tüxen & Preising ex Braun-Blanq. & Tüxen 1952

Végétation annuelle halo-nitrophile, psammophile, pionnière des hauts de plages et de grèves correspondant aux laisses de mer.

Thero–Atriplicetalia Pignatti 1953

–*Euphorbion peplidis* Tüxen ex Oberd. 1952 (Végétation annuelle pionnière halo-nitrophile, sur sable ou substrat graveleux, des laisses de mer des rives méditerranéennes à cantabro-atlantiques).

- Faciès à *Cakile maritima*
- Faciès à *Atriplex prostrata*

Crithmo maritimi–Staticetea Braun-Blanq. in Braun-Blanq. et al. 1952

Végétation vivace chasmophytique, halophile, des falaises et rochers littoraux soumis aux embruns de l’Atlantique, de la Méditerranée et du Moyen-Orient.

Crithmo maritimi–Staticetalia Molinier 1934

–*Crithmo maritimi–Stacion* Molinier 1934 (Végétation vivace chasmophytique, halophile, des falaises et rochers littoraux soumis aux embruns de la Méditerranée nord-occidentale)

- *Crithmo maritimi*–*Limonietum cordati* Lapraz 1979
- Faciès à *Lotus cytisoides*
- Faciès à *Frankenia hirsuta*
- Faciès à *Allium acutiflorum*

***Saginetea maritimae* Westhoff et al. 1962**

Végétation annuelle vernale, aérohaline, des substrats décapés des contacts dunes/prés-salés ou des placages arénacés des falaises maritimes.

Saginetalia maritimae Westhoff et al. 1962

– *Sileno sedoidis*–*Catapodium marini* B. Foucault & Bioret 2010 (Végétation annuelle, aérohaline, thermophile, des replats et cuvettes des rochers littoraux de la Méditerranée orientale et centrale)

- Faciès à *Catapodium marinum*
- Faciès à *Spergula bocconeii*

***Salicornietea fruticosae* Braun-Blanq. & Tüxen ex A. Bolòs y Vayreda & O. Bolòs in A. Bolòs & Vayreda 1950**

Végétation herbacée vivace ou sous-arbustive crassulescente, halophile, des marécages salés méditerranéens et thermo-atlantiques.

Salicornietalia fruticosae Braun-Blanq. 1933

– *Arthrocnemion glauci* Rivas-Mart. & Costa 1984 (Végétation sous-arbustive crassulescente, halophile, des niveaux élevés, hypersalés, fortement desséchés l'été de la Méditerranée)

- Faciès à *Arthrocaulon macrostachyum*
- *Halimionion portulacoidis* Géhu 1976
- Faciès à *Halimione portulacoides* (*Obionetum portulacoidis* Kuhnholz-Lordat 1927?)

***Juncetea maritimi* Braun-Blanq. in Braun-Blanq. et al. 1952**

Végétation herbacée vivace, dominée par les hémicryptophytes, des pelouses ou prairies des terrains salés du littoral ou de l'intérieur des terres, de la Méditerranée, de l'Atlantique et de l'océan Arctique.

Juncetalia maritimi Braun-Blanquet ex Horvatić 1934

– *Elytrigio*–*Artemision coerulescentis* Pignatti 1953 (Végétation herbacée vivace halophile et subnitrophile de la bordure des dépressions inondables (sansouires) et des lagunes du littoral du nord de la Méditerranée)

- Faciès à *Elytrigia acuta*
- Faciès à *Limbarda crithmoides*

***Pegano harmalae*–*Salsoletea vermiculatae* Braun-Blanq. & O. Bolòs 1958 (?)**

Végétation vivace frutescente, xérophile, halophile, nitrophile, des sols riches en sel et en nitrates sous climat à tendance aride, de la Méditerranée et de la Macaronésie.

Salsola vermiculatae–*Peganetalia harmalae* Braun-Blanq. & O. Bolòs 1954 (?)

– *Medicagini citrinae*–*Lavaterion arboreae* O. Bolòs & Vigo 1984 in O. Bolòs et al. 1984 (Végétation frutescente halophile et nitrophile (ornitho-coprophile) du littoral de la Méditerranée nord-occidentale)

- *Dactylo hispanicae*–*Malvetum arboreae* (Knoerr 1960) Noble & Baret 2019 *prov.*
- Faciès à *Ruta chalepensis* et *Malva arborea*
- Faciès à *Daucus carota* subsp. *commutatus*

***Parietarietea judaicae* Rivas-Martinez in Rivas Goday 1964**

Végétation herbacée vivace, chasmophytique, nitrophile, thermophile, des murs et parois rocheuses perturbés de l'Europe atlantique à subcontinentale, de la Méditerranée et du Moyen-Orient.

Parietarietalia judaicae Rivas-Martinez ex Rivas Goday 1964

– *Centrantho rubri*– *Parietaron judaicae* Rivas-Martinez 1960 (Végétation vivace nitrophile, thermophile, d'affinité ouest- et centro-méditerranéenne)

- Faciès à *Parietaria judaica*

***Cardaminetea hirsutae* Géhu 1999**

Végétation herbacée annuelle pionnière d'expression vernale, hémisciaphile, méso-phile à méso-xérophile, nitrophile, thermophile, formant des ourlets internes ou externes éphémères.

Geranio purpurei– *Cardaminetalia hirsutae* S. Brullo in S. Brullo & Marcenò 1985

– *Valantio muralis*– *Galion muralis* S. Brullo in S. Brullo & Marcenò 1985 (Végétation annuelle pionnière, d'expression vernale, thermophile, hémisciaphile, méso-xérophile, sub-nitrophile, des substrats superficiels de la Méditerranée centrale et nord-occidentale)

- Faciès à *Fumaria bicolor*

***Sisymbrietea officinalis* Korneck 1974**

Végétation herbacée à dominance d'espèces annuelles ou bisannuelles, plus ou moins nitrophiles, des terres rudéralisées et irrégulièrement perturbées de l'Eurasie tempérée et de la Méditerranée.

Brometalia rubenti– *tectorum* Rivas-Martínez & Izco 1977

– *Echio lycopsis*– *Galactition tomentosae* O. Bolòs & Molinier 1969 (Végétation annuelle vernale, thermophile, subnitrophile, des sols perturbés, des secteurs sublittoraux de la Méditerranée nord-occidentale)

• Faciès à *Galactites tomentosus* (*Echio lycopsis*–*Galactitetum tomentosae* Molinier 1937 p.p.)
– *Hordeion leporini* Braun-Blanquet ex Braun-Blanquet *et al.* 1947 (Végétation annuelle subnitrophile, dominée par les graminées, des zones rudérales de la Méditerranée)

- *Hordeetum leporini* Braun-Blanquet 1936

Chenopodietalia muralis Braun-Blanquet 1936

– *Chenopodion muralis* Braun-Blanquet 1936 (Végétation annuelle nitrophile, rudérale, d'expression estivo-automnale, des sols perturbés eutrophes, de la Méditerranée)

- *Chenopodietum muralis* Braun-Blanquet 1936

***Agropyretea intermedio-repentis* (Oberdorfer, T. Müller & Görs in Oberdorfer *et al.* 1967) T. Müller & Görs 1969**

Végétation herbacée vivace, rudérale, mésoxérophile à xérophile, de l'Europe tempérée et de la Méditerranée.

Brachypodietalia phoenicoidis Braun-Blanquet ex Molinier 1934

– *Bromo*– *Oryzopsis miliaceae* O. Bolòs 1970 (Végétation herbacée vivace nitrophile, méso-xérophile, dominée par des hémicryptophytes tardi-estivales, sur sols profonds perturbés, des étages thermo- et méso-méditerranéen inférieur)

- Friche nitrophile-xérophile à *Anisantha spp.*, *Avena barbata* et autres Poacées

***Quercetea ilicis* Braun.-Blanquet ex A. Bolòs & O. Bolòs in A. Bolòs & Vayreda 1950**

Végétation arborée ou arbustive, dominée par des espèces sempervirentes ou marcescentes sous bioclimat méditerranéen ou thermo-tempéré.

Pistacio lentisci – *Rhamnetalia alaterni* Rivas-Martinez 1975

– *Oleo* – *Ceratonion siliquae* Braun-Blanquet ex Guinocet & Drouineau 1944
(Végétation arbustive à arborescente, dominée par des espèces sclérophylles, des étages thermo- et mésoméditerranéen inférieur de la Méditerranée nord-occidentale)

- Formation à *Pistacia lentiscus* et *Olea europaea*, avec *Pinus halepensis* (Saint-Féréol)

La végétation côtière est sans surprise la plus diversifiée, avec sur le bord de mer une communauté annuelle, halo-nitrophile et pionnière présente sur les laisses de mer ou les replats terreux soumis aux vagues ; le faciès à *Cakile maritima* se cantonne à la Tradelière tandis que la formation à *Atriplex prostrata* occupe les deux îlots sans être abondante.

Les rochers littoraux et les replats rocaillieux un peu plus internes abritent divers types de communautés halophiles, notamment l'association à criste marine et statice pubescent (*Crithmo maritimi*–*Limonietum cordati* Lapraz 1979) qui est bien représentée dans le lapiaz de la partie occidentale de Saint-Féréol (Figure 7), alors que le statice est rarissime sur la Tradelière. Divers faciès peuvent être rattachés à cet ensemble : franchement halophiles (à *Lotus cytisoides* et à *Frankenia hirsuta*) (Figure 17) ou halorésistants (à *Allium acutiflorum*).

La végétation annuelle vernale, aérohaline, sur substrat décapé et arénacé est peu représentée ; ce sont de petites pelouses de quelques décimètres carrés à *Catapodium maritimum* observées ponctuellement sur les deux îlots, ou à *Spergula bocconei* sur Saint-Féréol.

Il existe plusieurs types de végétations halophiles et sub-nitrophiles dominées par les espèces pérennes. Un fourré halophile et crassulescent, caractérisé par la salicorne à gros épis (*Arthrocaulon macrostachyum*) se développe parmi les blocs rocheux de la partie nord de la Tradelière alors que le faciès herbacé à *Halimione portulacoides* forme des tâches monospécifiques rases de quelques mètres carrés dans les dépressions planitaires un peu internes du karst (Tradelière) ou sur le liseré côtier (Saint-Féréol) (Figure 18).

La végétation herbacée vivace ou arbustive, dominée par des halophiles caractéristiques des prés salés, est constituée d'un imposant faciès à *Elytrigia acuta* bien présent au nord de la Tradelière (Figure 21) et dans la partie orientale de Saint-Féréol, et d'un fourré à *Limbarda crithmoides* subsp. *longifolia* dans les fissures du karst, formant des bandes d'une dizaine de mètres de long pour un mètre de large (Figure 19).

La végétation vivace frutescente, xérophile, halorésistante et nitrophile, sur les sols enrichis en composés azotés et phosphorés par les oiseaux marins occupe une place significative sur les deux îlots avec le fourré à *Malva arborea* particulièrement dense à Saint-Féréol (Figure 11) où la rue (*Ruta chalepensis*) individualise un faciès peu commun (Figures 24 et 25) ; l'abondance de l'espèce avait déjà été relevé au XIX^e siècle : « L'îlot Saint-Ferréol, plus élevé au-dessus de la mer, est presque entièrement couvert de Rue, *Ruta bracteosa*, dont l'odeur pénétrante et fétide se fait sentir de loin » (Gillot, 1883). Ces deux espèces sont ici associées à la carotte variable (*Daucus carota* subsp. *commutatus*) qui forme un vaste et dense faciès planitaire dans la partie nord de l'îlot de la Tradelière (Figure 19) et au dactyle (*Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*) (Figure 8). Rappelons que l'imposant fourré à mauve arborescente est d'origine récente sur les deux îles puisque non signalé par Salanon *et al.* (1994).

La végétation thermophile des zones rocailleuses perturbées n'est représentée que par le faciès à *Parietaria judaica*, bien présent parmi les blocs et les cailloutis calcaires de la Tradelière, plus rare à Saint-Féréol.

Une petite communauté à *Fumaria bicolor*, encore non caractérisée sur le plan phytosociologique, se rencontre en lisière des fourrés arbustifs de lentisque, olivier ou rue (Saint-Féréol) ou parfois directement parmi les blocs calcaires (Tradelière). Une étude plus fine de l'autécologie de cette rare fumeterre micro-insulaire serait à conduire.

Les types de végétations rudérales et anthropogènes sont bien représentés du fait de l'impact des oiseaux marins. Ces friches thermo-xérophiles et nitrophiles se présentent sous forme de communautés herbacées à dominance d'espèces annuelles ou bisannuelles, caractéristiques de sols plus ou moins perturbés en zone littorale. On trouve : (i) un faciès à *Galactites tomentosus* bien développé et dense à Saint-Féréol (Figure 23), un peu plus épars à la Tradelière (Figure 8) ; (ii) un faciès à *Chenopodium album*, d'expression estivo-automnale, sur les sols les plus perturbés par les goléands et

enrichis en composés eutrophes, de la Méditerranée); (iii) un faciès de végétation herbacée annuelle subnitrophile, dominée par les graminées, notamment *Hordeum murinum* subsp. *leporinum* (Figure 22); (iv) un faciès de végétation herbacée vivace nitrophile, méso-xérophile, dominée par des hémicryptophytes tardi-estivales, sur sols profonds perturbés, composée de divers bromes (*Anisantha* spp.), avoine (*Avena barbata*) et d'autres Poacées (*Oloptum miliaceum*, *Poa* spp.).

Enfin, les formations arbustives sclérophylles sont peu diversifiées et elles n'occupent qu'une place limitée en raison de l'influence marine prépondérante. Le lentisque (*Pistacia lentiscus*) est l'espèce la plus commune, et il forme des matorrals en mosaïque avec les communautés herbacées

halo-nitrophiles. Ces lentisques ont une faible hauteur (Figure 26), du fait des contraintes liées au vent, au sel et à l'action des goélands qui les utilisent comme reposoir. La partie centrale de Saint-Féréol abrite toutefois un fourré significatif à olivier « sauvage » (*Olea europaea*) (Figure 27) dont l'implantation pourrait être récente car non signalé par les botanistes du XIX^e siècle; sans doute est-ce le résultat d'une dispersion par les goélands friands d'olives. À proximité, se rencontre un petit peuplement de quelques pins d'Alep plus ou moins anémorphosés, et cet ensemble arboré de 1 à 4 m de hauteur facilite le développement de rares végétaux préforestiers (*Asparagus acutifolius*, *Lonicera implexa*, *Rubia peregrina*, *Smilax aspera*).



Figure 17. Communautés halophiles à *Lotus cytisoides* en fleurs (à droite) et *Halimione portulacoides* (à gauche), île Saint-Féréol, 30.04.2021.



Figure 18. Communauté halophile à *Halimione portulacoides*, avec *Malva arborea* en premier plan, île Saint-Féréol, 30.04.2021.



Figure 19. Communauté à *Limbarda crithmoides* avec *Jacobaea maritima*, et faciès à *Parietaria judaica* sur cailloutis avec *Allium acutiflorum*, île de la Tradelière, 30.04.2021.



Figure 20. Faciès dense à carotte variable (*Daucus carota* subsp. *commutatus*), dans la partie nord de l'île de la Tradelière, 20.06.2024.



Figure 21. Pré salé à *Elytrigia acuta*, en mosaïque avec le matorral anémomorphosé à lentisque (*Pistacia lentiscus*), île Saint-Féréol, 30.04.2021.



Figure 22. Friche à *Hordeum murinum* subsp. *leporinum* et *Malva sylvestris* en bordure du fourré à *Malva arborea*, île Saint-Féréol, 30.04.2021.



Figure 23. Friche à *Galactites tomentosus*, île Saint-Féréol, 30.04.2021.



Figure 24. Faciès à *Ruta chalepensis*, avec *Daucus carota* subsp. *commutatus* en mosaïque avec le fourré à *Malva arborea*, île Saint-Féréol, 30.04.2021.



Figure 25. Faciès à *Ruta chalepensis* en mosaïque avec un pin d'Alep anémomorphosé, île Saint-Féréol, 30.04.2021.



Figure 26. Lentisque recouvert par le liseron fausse-guimauve (*Convolvulus althaeoides*), en contact avec le fourré à *Malva arborea*, île Saint-Féréol, 30.04.2021.



Figure 27. Fourré arbustif à olivier (*Olea europaea*) et pin d'Alep (*Pinus halepensis*), côte nord de l'île Saint-Féréol, 30.04.2021.

MENACES SUR LA FLORE ET LA VÉGÉTATION

Les petites îles de Saint-Féréol et Tradelière sont restées épargnées des grandes pressions anthropiques qu'a subi le littoral de la Côte d'Azur depuis un siècle et demi. Les hauts-fonds et la présence d'écueils dissuadent le cabotage par des navires de taille moyenne mais des accostages estivaux de petites unités sont relativement fréquents (Frère Vincent, comm. pers.). Les impacts humains directs sur la végétation restent toutefois limités, mais des traces de barbecue ont été vues à Saint-Féréol.

Malgré la fréquentation par les goélands, les végétaux exotiques restent curieusement rares sur ces îlots : aucun n'est mentionné à la Tradelière et seuls trois taxons (*Amaranthus albus*, *Erigeron cf. sumatrensis*, *Solanum lycopersicum*) non indigènes en Provence sont notés actuellement ; leur présence ne semble pas poser de problème

particulier, leurs effectifs étant réduits et les impacts limités. R. Salanon avait noté la présence de la luzerne arborescente (*Medicago arborea*) à Saint-Féréol (Salanon *et al.*, 1994), mais l'espèce ne s'est heureusement pas maintenue ni dispersée, contrairement aux îles principales de Lérins où elle montre un caractère envahissant préoccupant. Il convient de maintenir une veille régulière afin de limiter l'implantation et la propagation de xénophytes dynamiques, potentiellement amenées par les oiseaux marins.

L'accumulation de déchets inertes venant de la mer est assez importante, en particulier sur la Tradelière, et des campagnes de nettoyage devraient s'opérer au moins une à deux fois par an, en conservant sur place le bois flotté qui abrite une entomocénose remarquable.

À moyen terme, la remontée générale du niveau marin, conséquence du changement climatique actuel, pourrait menacer directement ces îles à très faible relief et accentuer les phénomènes d'érosion marine de leur liseré côtier.

CONCLUSION

L'archipel de Lérins constitue un réservoir crucial de biodiversité littorale pour le département des Alpes-Maritimes, territoire qui a subi une artificialisation drastique de sa frange côtière depuis 1860 conduisant à l'extinction ou à l'extrême raréfaction de nombreuses espèces (Salanon *et al.*, 1994).

En dépit de leur très faible surface et de leur situation très proche des îles principales de Sainte-Marguerite et Saint Honorat, les deux petites îles satellites de Saint-Féréol et Tradelière montrent d'intéressantes singularités floristiques, un constat qui avait déjà été dressé il y a près d'un siècle et demi par Gillot (1883). Ces deux îlots

ont connu de profonds changements de leur composition floristique à la fin du XX^e siècle, en particulier liés aux perturbations engendrées par les goélands leucophaea nicheurs. Il existe cependant des communautés végétales originales et des populations de végétaux rares (*Allium acutiflorum*, *Daucus carota* subsp. *commutatus*, *Fumaria bicolor*, *Limonium cordatum*, *Polypogon cf. subspatheus*, *Sonchus asper* subsp. *glaucescens*) ou non revus ailleurs sur le littoral continental des Alpes-Maritimes et probablement disparus (*Arthrocaulon macrostachyum*, *Limbarda crithmoides* subsp. *longifolia*, *Pancratium maritimum*, *Suaeda spicata*).

La situation de refuge écologique actuel joué par l'archipel de Lérins est une claire – et malheureuse – illustration du rôle clé que les petites îles peuvent jouer dans la conservation des ultimes témoins de la biodiversité littorale, face à un liseré côtier presque entièrement artificialisé par l'action humaine le long de la Côte d'Azur.

L'originalité des assemblages biotiques et la persistance micro-insulaire de végétaux disparus sur le proche continent soulignent ainsi, une fois encore, l'importance de ces petites entités insulaires dans la préservation de la biodiversité littorale méditerranéenne (Médail, 2017, 2022).

REMERCIEMENTS

Nous remercions Frère Abbé et Frère Vincent pour leur accueil chaleureux durant notre mission de juin 2024, et l'intérêt manifesté envers la préservation de la biodiversité de l'île Saint-Honorat.

Merci à Jeanne Chaumont, Gwennaëlle Daniel, Eva Tankovic et Mathieu Thévenet (Initiative PIM), Vincent Rivière et Julie Quessada (Agir écologique), Philippe Ponel (CNRS / IMBE) pour leur aide lors des diverses prospections micro-insulaires.

Merci à Michel-Jean Delaunay pour le partage de ses données floristiques et de clichés réalisés lors de sa mission effectuée en mai 2016.

Merci à Gwennaëlle Daniel (Initiative PIM) pour ses informations concernant les densités de goélands présents sur les deux îles étudiées.

Merci à Daniel Pavon (Aix-Marseille Université / IMBE) pour son expertise dans la validation de certains taxons, à Benoit Offerhaus et Virgile Noble (Conservatoire botanique national méditerranéen) pour leurs informations concernant certains types de végétation.

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet *CAIPIM, Connaitre, Agir, Innover et Protéger les Petites Îles de Méditerranée* porté par l'Initiative PIM, le Conservatoire du littoral, Aix Marseille Université / IMBE et dont le financeur principal est le Fonds français pour l'environnement mondial (FFEM).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Arrigoni P.V. & Bocchieri E., 1996 – Caratteri fitogeografici della flora delle piccole isole circumsarde. *Biogeographia* **18**: 63-90.

Augier H., 1978 – Les îles de Lérins (Méditerranée, France). 1. Description générale, historique, bilan des travaux scientifiques, prospective. *Bulletin du Muséum d'histoire naturelle de Marseille* **38**: 9-63.

Augier H. & Mazeau F., 1979 – Les îles de Lérins (Méditerranée, France). 2. Données climatiques concernant la température atmosphérique. *Bulletin du Muséum d'histoire naturelle de Marseille* **39**: 7-32.

Bange C., 2012 – Travail collectif en botanique et validation scientifique: les sociétés d'échange de plantes. *Bulletin d'histoire et d'épistémologie des sciences de la vie* **19**: 175-189.

Base de données SIMETHIS, 2024 – Base de données des Conservatoires botaniques nationaux méditerranéen, corse et alpin: https://simethis.eu/src/module_home/home/index.php (consultation le 09.07.2024).

Burnat E., Briquet J. & Cavillier F., 1892-1931 (inachevé) – *Flore des Alpes maritimes, ou Catalogue raisonné ou catalogue raisonné des plantes qui croissent spontanément dans la chaîne des Alpes-Maritimes*. H. Georg, Genève & Bâle; Conservatoire botanique, Genève, 7 vol. + 2 cartes h.-t.

Charpin A. & Salanon R., 1985-1988 – Matériaux pour la Flore des Alpes maritimes. Catalogue de l'herbier d'Emile Burnat déposé au Conservatoire botanique de la ville de Genève. *Boissiera* **36**: 1-258 + 1 carte h.-t.; *Boissiera* **41**: 1-339.

- Doxa A., Albert C.H., Leriche A. & Saatkamp A., 2017 – Prioritizing conservation areas for coastal plant diversity under increasing urbanization. *Journal of Environmental Management*, **201**: 425-434.
- Flahault C. & Malinvaud E., 1883 – Compte-rendu des herborisations dans la zone littorale du 12 au 16 mai 1883 (Cap d'Antibes, Golfe Jouan, Massif de L'Estérel, Colline de Biot, Iles de Lérins). *Bulletin de la Société botanique de France* **30**(9): CXLII-CLXI.
- Fouchard M., 2013 – *La biodiversité des petites îles de Provence-Côte d'Azur: éléments de synthèse en vue d'une stratégie régionale de conservation*. Rapport de stage, Master 2 Sciences de la biodiversité et écologie, Parcours EEGB. Aix-Marseille Université, Aix-en-Provence, 1-35, 1 vol. d'annexes: 1-22, 1 CD-Rom.
- Gillot X., 1883 – Promenades botaniques aux environs de Cannes et d'Antibes. *Bulletin de la Société botanique de France* **30**(9): CLXXIV-CLXXVII.
- GISOM, 2023 – *Recensement national des oiseaux marins nicheurs en France métropolitaine (ROMN). Enquête 2020-2022. Résultats des suivis*. Office français de la biodiversité & Ministère de la transition écologique et solidaire, Paris, 61 p.
- Guyot I., Launay G. & Vidal P., 1985 – Oiseaux de mer nicheurs du Midi de la France et de la Corse: évolution et importance des effectifs. In: Thibault J.-C., Guyot I. & Cheylan G. (coords.), *Oiseaux marins nicheurs du Midi et de la Corse Annales du C.R. O.P.* **2**: 31-47.
- Jeanmonod D. & Charpin A., 2017 – L'Herbier Burnat (G-BU). *Candollea* **72**: 143-153.
- Jolly A, Kinossian Y. & Lauwers M. (coords.), 2017 – *Entre ciel, mer et terres: l'île monastique de Lérins (V^e-XX^e siècle)*. Éditions Snoeck, Gand, 272 p.
- Lafon P., Argagnon O., Belaud A., Catteau E., Causse G., Corriol G., Culat A., Delassus L., Dumoulin J., Gaudillat V., Goret M., Mangeat M., Millet J., Noble V., Paulin D. & Soucanye de Landevoisin C.-A., 2024 – Catalogue de la végétation de France métropolitaine (CatVeg); harmonisation jusqu'au rang de la sous-alliance et répartition départementale. *Bulletin de la Société de Botanique du Nord de la France*, numéro spécial: 372 p.
- Le Berre M., Diadema K., Pires M., Noble V., De Barros G. & Gavotto O., 2020 – Stratégie de conservation de la flore vasculaire en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. 1. Hiérarchisation des enjeux. *Scientific Reports of the Port-Cros National Park* **34**: 101-135.
- Malinvaud E., 1883 – Liste méthodique des plantes phanérogames et cryptogames supérieures récoltées pendant la session d'Antibes (mai 1883), suivie d'observations sur quelques espèces. *Bulletin de la Société botanique de France* **30**(9): CLXXX-CXCVI.
- Maupassant de G., 2019 – *Sur l'eau*. In: *Récits de voyage*. Éditions Artaud, Paris, 424 p.
- Médail F., 2017 – Intérêt des petites îles de Méditerranée dans la compréhension des processus écologiques et évolutifs; leur place dans la conservation de la flore littorale. *Scientific Reports of the Port-Cros National Park* **31**: 173-188.
- Médail F., 2022 – Plant biogeography and vegetation patterns of the Mediterranean Islands. *The Botanical Review* **88**: 63-129.
- Médail F., Pavon D. & Diadema K., 2015 – Flore et végétation vasculaires terrestres de l'île Saint-Honorat (archipel de Lérins, Cannes, Alpes-Maritimes). *Le Journal de Botanique de la Société botanique de France* **69**: 3-32.
- Menetrier F., Scoffier F. & Scoffier S., 2012 – *Suivi de la colonie de Sterne pierregarin de la Réserve biologique dirigée de Sainte-Marguerite, année 2012*. Rapport, Conservatoire d'espaces naturels de Provence Alpes-Côte d'Azur (CEN PACA), 32 p.
- Mutillod C., Baumberger T., Prudent P., Saatkamp A., Vidal E., Le-Mire-Pêcheux L. & Affre L., 2023 – Yellow-legged gull populations (*Larus michahellis*) link the history of landfills to soil eutrophication and time-related vegetation changes on small Mediterranean islands. *Science of the Total Environment* **878**: 162948.

- Poher Y., Ponel P., Guiter F., Andrieu-Ponel V. & Médail F., 2017 – Erosion of insect diversity in response to 7000 years of relative sea-level rise on a small Mediterranean island. *Biodiversity and Conservation* **26**: 1641-1657.
- Ponel P., 2015 – Redécouverte en France de *Tschitscherinellus cordatus* (Dejean 1825) sur l'île Saint-Honorat (Cannes, Alpes-Maritimes) (Coleoptera, Carabidae). *L'Entomologiste* **70**(6): 369-372.
- Ritchie A.C., 1985 – Encore une « source » de *Sur l'eau* de Maupassant. *Les Amis de Flaubert, Bulletin* **66**: 35-37.
- Salanon R., Gandioli J.-F., Kulesza V. & Pintaud, J.-C., 1994 – La flore littorale des Alpes-Maritimes : évolution depuis le xix^e siècle et bilan actuel. *Biocosme mésogéen* **11**: 53-329.
- Vidal E., Médail F., Tatoni T., Roche P. & Vidal P., 1998 – Impact of gull colonies on the flora of the Riou archipelago (Mediterranean islands of S.E. France). *Biological Conservation* **84**: 235-243.
- Vidal E., Médail F., Tatoni T. & Bonnet V., 2000 – Seabirds drive plant species turn-over on small Mediterranean islands at the expense of native taxa. *Oecologia* **122**: 427-434.



Île Saint-Féréol vue de l'extrémité sud-orientale de l'île Saint-Honorat (archipel de Lérins, Cannes), avril 2013 (cliché F. Médail / IMBE).

UN SITE IMPORTANT POUR LA CONSERVATION D'UNE ESPÈCE MENACÉE, *Riccia crustata* TRAB.: LE RUISSEAU DE GRAVEYRON ET CHANTE PERDRIX (SITE DE PAÏOLIVE, ARDÈCHE, FRANCE)

par Vincent HUGONNOT¹, Florine PÉPIN¹ et Simon CONTANT²

¹ 25, Impasse des Oponces, 43380 Blassac, vincent.hugonnot@wanadoo.fr, flopepin@gmail.com

² 7 Chemin de Bourdaric, 07230 Chandolas, contant.simon@hotmail.fr

RÉSUMÉ.

Riccia crustata Trab. est une espèce rare et menacée en France et en Europe. Une étude démographique exhaustive d'une population située en limite d'aire, en basse Ardèche calcaire (site de Païolive) a été réalisée en 2023. Les 114 colonies cartographiées colonisent exclusivement des placages argileux superficiels (de l'ordre de 1 cm d'épaisseur) déposés sur les dalles calcaires humides des berges d'un ruisseau temporaire. L'espèce ne semble pas supporter les perturbations excessives mais profite en revanche d'un certain rajeunissement des surfaces pour se maintenir et prospérer. L'espèce est capable de produire des bourgeons adventifs qui semblent constituer son seul moyen de multiplication végétative. Les capacités d'expansion semblent limitées, ce qui rend les colonies vulnérables à toute modification du milieu. Les données systématiques et exhaustives recueillies peuvent servir de base à un suivi à long terme des effectifs de cette espèce.

MOTS-CLEFS.

Ricciaceae; démographie; ruisseau temporaire; bourgeons adventifs; multiplication végétative.

ABSTRACT.

Riccia crustata Trab. is a rare and endangered species in France and Europe. A comprehensive demographic study of a population located at the edge of its range in the limestone lowlands of Ardèche (Païolive site) was conducted in 2023. The 114 mapped colonies grow exclusively on superficial clay deposits (approximately 1 cm thick) that settle on damp limestone slabs along the banks of a temporary stream. The species appears intolerant to excessive disturbances but benefits from a certain rejuvenation of surfaces to sustain itself. It can produce adventitious buds, which seem to be its only means of vegetative reproduction. Its expansion capacities appear limited, making the colonies vulnerable to any environmental changes. The systematically and comprehensively collected data can serve as a basis for long-term monitoring of this species' populations.

KEYWORDS.

Ricciaceae; demography; temporary stream; adventitious buds; vegetative multiplication.

INTRODUCTION

Au sein des hépatiques à thalle de l'ordre des Marchantiales, la famille bigénérique des *Ricciaceae* Richb. se singularise par sa richesse en espèces (plus de 150 décrites) et ses remarquables adaptations à l'aridité du climat. Le genre *Riccia*, largement répandu dans le Monde, comporte la quasi-totalité des espèces, avec toutefois une concentration de taxons dans les régions à climat de type méditerranéen.

Riccia crustata Trab. est une espèce réputée rare qui présente une particularité morphologique presque unique, l'incrustation de calcite sur les cellules bulleuses de l'épiderme supérieur (Figure 1), ce qui en fait une espèce facile à reconnaître et à observer sur le terrain. C'est également une espèce qui constitue plutôt des colonies formées de masses de lobes et moins souvent des rosettes bien définies.



Figure 1. a) petit groupe de thalles de *Riccia crustata* Trab. (noter l'incrustation de calcite des parties anciennes); b) deux lobes d'un thalle de *Riccia crustata* Trab. (noter les cristaux de calcite à la surface des cellules bulleuses de l'épithélium).

Cette espèce, incluse sur les Listes Rouges de plusieurs pays, est considérée comme menacée à l'échelle européenne (Hodgetts, 2020). La distribution mondiale de *Riccia crustata* couvre une partie du bassin méditerranéen, de l'Asie (Ladyzhenskaia, 1959; Frey & Kürschner, 1991; Heyn & Herrnsstadt, 2004; Kürschner & Frey, 2011) et de l'Australie (Jovet-Ast, 2000). Dans le bassin méditerranéen, l'espèce est recensée au Maroc, en Algérie, en Tunisie, en Lybie et en Égypte (Bischler, 2004; Ros *et al.*, 2007; Hugonnot *et al.*, 2014). Une trentaine de populations sont connues en Espagne (y compris aux Baléares), 3 à Chypre et une seule en Bulgarie. En France, la présence de *Riccia crustata* est limitée à deux départements méridionaux (Alpes Maritimes – 6 populations – et Ardèche – 2 foyers de populations, l'un à Païolive, l'autre vers Bidon) et à la Côte-d'Or (Bourgogne) qui constitue la limite d'aire absolue vers le nord de son aire européenne (Offerhaus & Hugonnot, 2004; Hugonnot *et al.*, 2014). Les rares populations ardéchoises sont clairement

situées à proximité de la limite septentrionale de l'espèce et, d'après des observations préliminaires, comportent un nombre d'individus a priori important. Elles sont donc particulièrement intéressantes au plan conservatoire car elles démontrent d'une part les capacités de cette espèce à se maintenir à sa limite écologique probable et d'autre part ces populations contribuent significativement à la population nationale.

Le site de Païolive, identifié comme un hot-spot de biodiversité (Blandin *et al.*, 2016), et reconnu pour sa grande richesse bryologique (Hugonnot, 2010), abrite une population apparemment importante de *Riccia crustata*, sur les berges du ruisseau du Graveyron. Dans le but de contribuer à la connaissance de *Riccia crustata*, une étude a été entreprise sur cette population. Les effectifs ont été évalués précisément ainsi que leur habitat, leur microhabitat, leur statut reproducteur, cela dans le but de mieux cerner leur biologie et de proposer des mesures conservatoires le cas échéant.

VÉGÉTATION DU SITE D'ÉTUDE

Les végétations du site d'étude se développent sur deux assises géologiques bien individualisées, les calcaires du Thitonique (au nord) et les calcaires du Berriasien (au sud). Dans la moitié inférieure du cours du Graveyron, le produit de l'érosion de ces calcaires sur une faible pente et l'intercalation de bancs marneux dans le calcaire Berriasien ont entraîné la formation de dépôts argileux épais (« terra rosa »), qui génèrent de fortes contraintes sur les végétations vasculaires. Ces contraintes sont à l'origine d'un paysage singulier, aux végétations trachéophytiques ouvertes et clairsemées, et un substrat plus ou moins fortement décalcifié où s'intercalent des cortèges bryophytiques remarquables.

Les pelouses vivaces présentes sur les dalles calcaires appartiennent à l'association du *Sedetum ochroleuco*

–*sediformis* (B. Foucault ex B. Foucault, V. Noble, J.-M. Royer & Ferrez in J.-M. Royer & Ferrez 2018), caractérisée par la présence de *Sedum ochroleucum* Chaix et de *S. sediforme* (Jacq.) Pau. Ces espèces peuvent aussi ponctuellement se trouver dans les garrigues basses, ouvertes et marquées par l'abondance de *Thymus vulgaris* L., du *Sedo sediformis* – *Thymion vulgaris* nom. ined. (Choisnet, 2019). À la faveur de failles géologiques profondes permettant un accès au sous-sol pour les racines ou sur des stations moins contraignantes, ces garrigues basses laissent place à des fourrés arbustifs du *Rhamno lycioidis*–*Quercion cocciferae* (Rivas Goday ex Rivas-Martínez 1975) où dominent *Juniperus oxycedrus* L., *Pistacia terebinthus* L., *Rhamnus alaternus* L., et de petits *Quercus ilex* L..

Dans les tonsures des garrigues à Thym prospèrent des groupements de thérophytes qui appartiennent au *Trachynion distachyae* (Rivas-Martínez ex Rivas-Martínez, Fern.-Gonz. & Loidi, 1999). On y distingue des formations oligotrophiles du *Bupleuro baldensis* – *Bombycilaenium erectae* nom. ined. (Choisnet, 2019) sur les sols les moins développés, dans lesquels peuvent se trouver *Vulpia ciliata* Dumort., *Medicago monspeliaca* (L.) Trautv., *Crucianella angustifolia* (L.), et *Bupleurum baldense* Turra. Des formations plus mésotrophiles du *Vulpio ciliatae* – *Crepidetum foetidae* (Verrier 1979) prennent place sur des sols plus épais où cohabitent *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér., *Crepis sancta* (L.) Bornm., *Bromus squarrosus* L., *Parentucellia latifolia* (L.) Caruel, *Poa bulbosa* L.

La dynamique de ces végétations, sous une faible pression de pâturage, les font évoluer vers des ourlets du *Phlomidio lychnitidis*–*Brachypodium retusi* (G. Mateo, 1983) où *Brachypodium retusum* (Pers.) P. Beauv. et *Bromopsis erecta* (Huds.) Fourr. deviennent dominants, accompagnés de *Centaurea paniculata* L., subsp. *paniculata*, *Convolvulus cantabrica* L. et *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng dans

l'association du *Rumici intermedii* – *Brachypodium retusi* nom. ined. (Choisnet, 2019).

Dans les zones temporairement submergées des cours d'eau intermittents, on trouve une grande diversité de communautés végétales. Par endroits, on observe une communauté capable de supporter une submersion prolongée se développant dans les dépressions à substrat limono-argileux du lit mineur, caractérisée par la présence de *Veronica anagalloides* Guss., *Sisymbrella aspera* (L.) Spach et *Lythrum hyssopifolia* L. Elle se rattache au *Centaurio pulchelli* – *Blackstonion perfoliatae* ((Müll.-Stoll & W. Pietsch 1965) B. Foucault 1988) et à son association du *Sisymbrello asperae* – *Veronicetum anagalloidis* nom. ined. (Choisnet, 2019). Les végétations à *Deschampsia media* (Gouan) Roem. & Schult., situées sur le niveau topographique supérieur se rattachent au *Deschampsion mediae* (Braun-Blanq. in Braun-Blanq., Roussine & Nègre 1952) mais sont mal exprimées. Dans les tonsures on observe *Juncus bufonius* L., *Lysimachia talaverae* L. Sáez & Aymerich ou *Centaureum erythraea* subsp. *majus* (Hoffmanns. & Link) M.Lainz.

MÉTHODE

Les prospections de terrain ont été réalisées au cours de l'hiver 2022–2023, dans le site du Graveyron, abritant une population de *Riccia crustata*. Des prospections ciblées ont été réalisées dans des ruisseaux temporaires du site de Païolive (voir Blandin *et al.*, 2016 pour le contour du site), aux caractéristiques comparables à celles du Graveyron afin de localiser d'autres populations.

Dans ce travail, la population est considérée comme l'ensemble des sous-populations (donc des colonies du site). Une sous-population est un groupe de colonies. Une colonie (correspondant à un point GPS relevé sur le terrain) est un groupe d'individus occupant une même station et distant d'au moins 1 m en tous sens d'une autre colonie (ce qui correspond à un individu de bryophyte au sens IUCN).

La surface d'occupation est évaluée en m² et correspond à la surface minimale permettant d'englober toutes les sous-populations. Les colonies isolées (un seul point) ne sont pas prises en compte dans cette évaluation.

Les 114 colonies ont fait l'objet de relevés systématiques de plusieurs paramètres écologiques. La surface totale

occupée par *Riccia crustata* est évaluée en additionnant les surfaces occupées par ses thalles dans chaque colonie. La pente a été estimée visuellement tandis que l'exposition a été relevée à l'aide d'une boussole. La profondeur du sol a été évaluée en plantant un décimètre dans le substrat et en lisant les graduations, sans tenir compte de la végétation qui se trouve à la surface. Le recouvrement des bryophytes et des plantes vasculaires a été estimé visuellement sur la surface de la colonie (c'est-à-dire la surface colonisée par des thalles de *Riccia crustata*). Les perturbations affectant l'espèce au sein de chaque colonie ont été estimées à l'aide d'une échelle ordinale à 5 niveaux (1 = aucune perturbation visible; 2 = perturbations très localisées et peu importantes; 3 = perturbations visibles mais couvrant une surface moyenne à l'échelle de la colonie ou moyennes en intensité; 4 = perturbations relativement fortes en intensité et / ou en surface touchée; 5 = colonie très perturbée, trace de piétinement, de passage d'engins et substrat mis à nu par endroit).

Les photos aériennes ont été analysées en consultant le site Geoportail.

RÉSULTATS

Les prospections complémentaires réalisées dans d'autres ruisseaux temporaires du site de Païolive n'ont pas permis de découvrir d'autres populations de *Riccia crustata*. Une seule population est donc recensée dans le site de Païolive, celle dite de Graveyron et Chante Perdrix. Au total 114 colonies ont été localisées. Plusieurs sous-populations principales d'importances inégales et quelques petits foyers isolés peuvent être reconnus (Figures 2, 3, 4).

La sous-population située au nord est de loin la plus importante en nombre de colonies, et, inversement, celle située au sud, la plus petite.

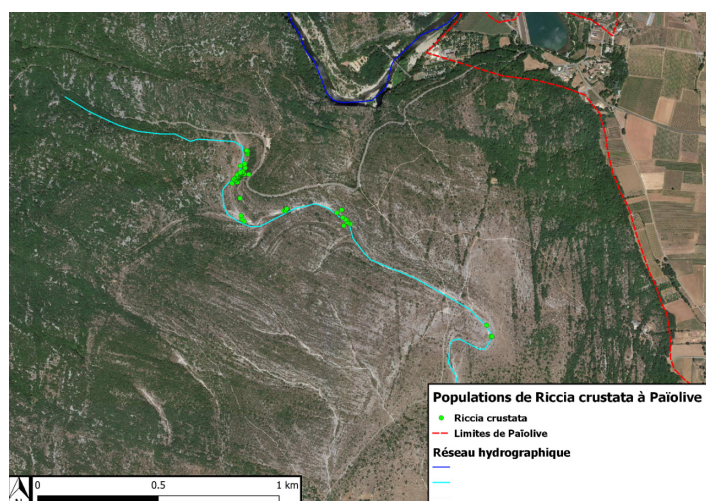


Figure 2. Répartition des colonies de *Riccia crustata* Trab.

La surface d'occupation des principales populations est d'environ 1500 m², tandis que la surface totale couverte par *Riccia crustata* est évaluée à 716 cm². Les colonies consistent en de petits groupes de thalles couvrant de 1 à 20 cm².

La sous-population située au nord semble concentrer un nombre de grandes colonies nettement supérieur aux autres. On peut toutefois relever la présence d'une colonie importante dans la sous-population du sud.

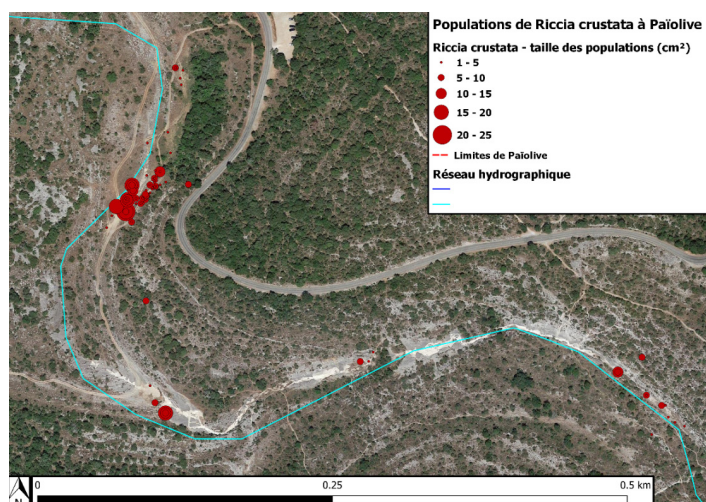


Figure 3. Répartition des colonies de *Riccia crustata* Trab. (zoom dans la partie nord)

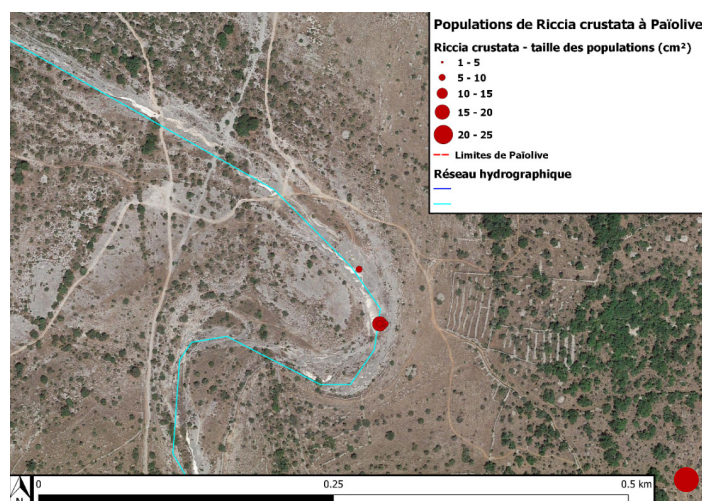


Figure 4. Répartition des colonies de *Riccia crustata* Trab. (zoom dans la partie sud)

Aucun thalle porteur de spore n'a pu être observé parmi les 114 colonies, ni aucun thalle porteur de gamétange. En revanche, le bourgeonnement adventif a été observé fréquemment sur les thalles vieillissants.



Figure 5. Habitat de *Riccia crustata* Trab. dans le ruisseau de Graveyron.

Les colonies ne s'éloignent que peu du lit mineur du Graveyron (au maximum 3 mètres). Elles sont installées sur les bords de chemin humide, de mares temporaires et sur les berges du ruisseau temporaire (Figure 5), sur un substrat argileux de 1 cm d'épaisseur (directement déposé sur la dalle rocheuse) dans 85 % des cas (Figure 6). Les pentes sont nulles à très faibles (toujours inférieures à 4%). L'exposition semble indifférente. Les espèces compagnes les plus fréquemment associées sont *Tortella squarrosa*, *Trichostomum crispulum* et *Riccia bifurca*. Les colonies de l'espèce se situent toujours entre le lit mineur, sur dalle rocheuse, et la pelouse des berges légèrement surélevées, à un niveau topographique intermédiaire.

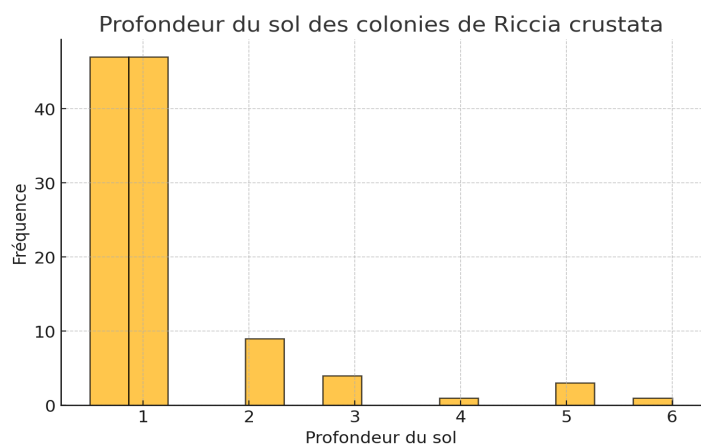


Figure 6. Fréquence des colonies de *Riccia crustata* Trab. en fonction de l'épaisseur (en cm) mesurée du substrat.

Les données suggèrent que les micro-habitats de toutes les populations présentent au moins de légères traces de perturbations (Figure 7). Les deux-tiers des colonies sont influencées par des perturbations modérées à fortes (3 à 5 sur une échelle de 5). Cependant, il semble que les micro-populations dont les perturbations sont légères à modérées (2 à 3) possèdent un recouvrement de *R. crustata* moyen plus important. Cette tendance est également visible en ce qui concerne la strate bryophytique, alors que, pour la strate trachéophytique, le recouvrement semble varier faiblement en fonction des niveaux de perturbation. Les colonies les plus importantes (en surface) suivent la même tendance et sont majoritairement évaluées à des niveaux de perturbation de 3 et 4 (Figure 8).

En ce qui concerne l'évolution des milieux, depuis 1950-1960, la végétation des Gras entourant le Graveyron s'est nettement refermée. Le développement de la strate arbustive/arborée au détriment des pelouses et garrigues basses est très nette. En revanche, ce développement n'est peu/pas perceptible sur les secteurs de terra rosa riches en bryophytes (*Riccia*, *Mannia*) et en plantes vasculaires patrimoniales (*Gagea luberonensis* J.-M.Tison etc.). Il n'est pas non plus perceptible dans le lit majeur du Graveyron.

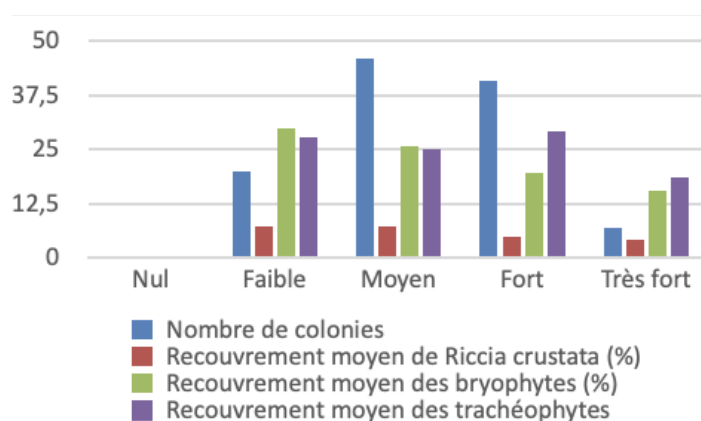


Figure 7. Relation entre l'intensité des perturbations constatées dans chaque colonie (n = 114) et le nombre de colonies ainsi que le recouvrement des végétaux.

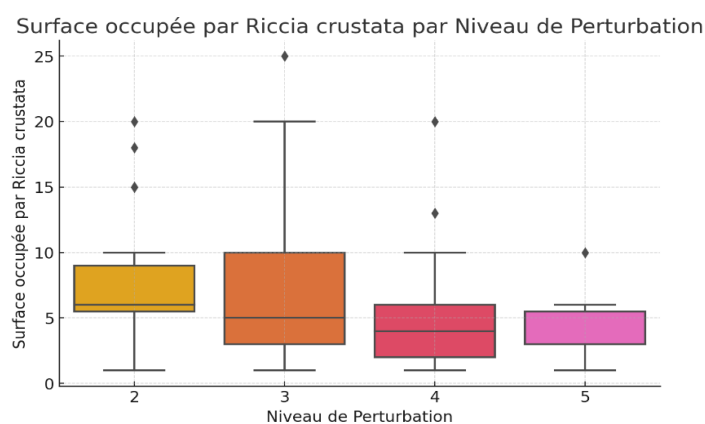


Figure 8. Distribution des surfaces de colonies de *Riccia crustata* Trab. et l'intensité des perturbations.

DISCUSSION

L'inventaire réalisé permet de confirmer le statut d'espèce exceptionnelle au niveau local, les colonies de *Riccia crustata* étant confinées au vallon du Graveyron, qui concentre un nombre important de colonies et d'individus. Cette population est distante d'une vingtaine de km des deux autres, situées à proximité des gorges de l'Ardèche (commune de Bidon). Par ailleurs, les populations ardéchoises se trouvent nettement isolées par rapport au foyer des Alpes-Maritimes (environ 300 km) et de l'unique population de Bourgogne (environ 400 km). La distribution française de *Riccia crustata* présente les caractéristiques d'une

limite d'aire, avec des populations éloignées les unes des autres, aux exigences écologiques fortes et sans reproduction sexuée (voir-dessous).

D'un point de vue bryosociologique, la communauté observée en Ardèche semble clairement différente de celles décrites dans le sud-est de l'Espagne (Ros & Guerra, 1987; Cano *et al.*, 1997). L'alliance du *Pottio commutatae* - *Riccion crustatae* Ros & Guerra ex Marst. in Marst. 2006 regroupe notamment deux associations à *Riccia crustata*, le *Pottio pallidae* - *Ricciatum crustatae* Cano *et al.* 1997 et le *Ricciatum crustatae* Ros & Guerra 1987. Ces deux

associations à caractère steppique sont développées sur des sols salins et sont caractérisées, entre autres, par la présence de divers taxons halophiles, absents dans la communauté d'Ardèche.

Les colonies de *Riccia crustata* sont confinées à un seul type de micro-habitat, des placages argileux superficiels temporairement humides sur des dalles de calcaire dur. Un lien fonctionnel important peut être suggéré avec le Graveyron compte tenu de l'impossibilité pour l'espèce de coloniser des habitats distants de plus de 3 m du lit mineur. Le rôle des inondations périodiques dans les apports de sédiments fins est probablement important, de même que la présence des écoulements latéraux dans le maintien d'une humidité minimale. En effet, à l'instar des autres espèces du sous-genre *Riccia*, *R. crustata* est une espèce hygrophile temporaire (Jovet-Ast, 1964) et reviviscente (Breuil-Sée, 1993, 1995). Les caractéristiques géomorphologiques du ruisseau ne sont pas non plus à négliger, la configuration en escaliers semblant propice à la création de petites mares temporaires (souvent difficiles à percevoir sur le terrain, tant la topographie est peu marquée).

L'habitat de *Riccia crustata* est contraignant, les minces placages d'argile subissant des dessiccations estivales extrêmes, ce qui contribue probablement à limiter la concurrence (notamment celle des trachéophytes). D'autre part, ces habitats sont souvent perturbés. Les perturbations peuvent avoir une origine naturelle, comme l'alternance des phases de submersion et de dessèchement extrême des argiles, qui tendent ensuite à se disloquer et à s'éroder. Le rôle des orages, des pluies etc. ne sont pas à minimiser de même que le passage ou le stationnement d'animaux fouisseurs. Les perturbations d'origine anthropique telles que le passage des engins motorisés, le piétinement, etc. peuvent également contribuer au rajeunissement de la végétation.

Il semble que l'espèce se développe mieux à un niveau de perturbation que l'on peut qualifier d'intermédiaire. Il est possible que cette particularité soit liée à l'aspect temporel de la colonisation : les perturbations relativement fortes s'expriment à un temps *t*, puis une phase de repos intervient, ce qui permet la colonisation par le *Riccia*. Une perturbation trop récente, jugée comme forte dans notre méthodologie, ne permettrait pas l'observation de nouveaux thalles en voie d'installation. Des perturbations trop fréquentes pourraient également contrarier la création de nouvelles colonies. Ces observations mettent en avant l'importance de la dynamique de la population, qu'il conviendrait d'étudier au moyen de suivis diachroniques. À l'avenir, les données démographiques exhaustives et précises obtenues pourront servir de base à un travail permettant de détecter le recrutement de nouvelles colonies et les extinctions des anciennes.

La multiplication de cette espèce dioïque, dont aucun individu sexué n'a été observé localement, est exclusivement végétative dans ce site, par bourgeonnement de thalles juvéniles à partir des secteurs anciens calcifiés, et plus ou moins désorganisés. Cette originalité biologique expliquerait le mode de croissance particulier en agrégats de lobes et non en rosettes, comme chez la plupart des espèces du genre *Riccia*. Cette particularité biologique a été mentionnée par Berg *et al.* (2021) chez d'autres espèces comme *Riccia sorocarpa*. La multiplication végétative est mal connue et rarement observée chez les *Riccia*, où l'investissement reproducteur est généralement sporal (Jovet-Ast, 1986). Elle peut se faire par bourgeonnement de cellules quelconques du thalle ou de cellules bordant une cassure de celui-ci ou à partir de tubercules issus de la face ventrale. Les bourgeons fragiles pourraient être disséminés à faible distance compte tenu de leur masse élevée et de leur faible nombre, par rapport à des spores, plus légères et beaucoup plus nombreuses. Berg *et al.* (2021) indiquent toutefois que les bourgeons adventifs ne sont pas caducs. Le même phénomène a été observé en Bourgogne (obs. pers.), où l'espèce est peu abondante et connue dans une seule population isolée. Le bourgeonnement des thalles pourrait devenir important chez les *Riccia* en période de stress (Perold, 1991). En France, les spores de *Riccia crustata* ne semblent produites que dans les populations des Alpes-Maritimes (obs. pers.), où des individus des deux sexes sont présents.

On peut donc supposer que l'espèce est peu dynamique au plan spatial. L'absence de spores, la multiplication végétative exclusive, par bourgeonnement, ainsi que l'étroite spécialisation écologique, pourraient rendre compte d'une efficacité réduite de l'espèce dans la colonisation de nouveaux sites. Ce constat expliquerait la mauvaise dispersion de l'espèce à plusieurs échelles : échelle du site de Graveyron, où les colonies sont peu dispersées, mais fortement agglomérées, avec faible essaimage de populations satellites ; échelle de l'Ardèche, où l'espèce est limitée à deux principaux secteurs disjoints (Païolive et secteur des gorges de l'Ardèche) ; échelle nationale, où l'espèce est extrêmement localisée (Alpes-Maritimes, Ardèche et Bourgogne). On notera d'ailleurs que les populations les plus nombreuses sont situées dans la région où l'espèce est fertile (Alpes-Maritimes). Il en est de même en Espagne, où l'espèce produit fréquemment des spores (obs. pers.).

D'autre part, bien que nous n'ayons pas réalisé de mesures précises, il semblerait que l'espèce soit réduite au plan végétatif en Ardèche, comme cela semble être le cas en Bourgogne, à la limite de son aire de répartition, par rapport aux thalles communément observés dans les Alpes-Maritimes. Les mesures préliminaires effectuées montrent

que les thalles des Alpes-Maritimes sont presque 2 fois plus robustes. Il faut toutefois tenir compte du possible dimorphisme sexuel, les individus mâles étant souvent relativement réduits au plan végétatif dans le genre *Riccia* (cas de *Riccia ciliifera* Link ex Lindenb., ou *R. papillosa* Moris par exemple). Il est toutefois peu probable que les colonies installées à la marge de l'aire ouest européenne de *Riccia crustata* soit constituées exclusivement d'individus mâles et stériles dans la mesure où, généralement, les mâles sont plus rares que les femelles chez les bryophytes (Bisang & Hedenäs, 2005).

D'un point de vue conservatoire, la fermeture des milieux pourrait menacer une espèce strictement héliophile comme *Riccia crustata*. Si, dans le site de Païolive, la tendance à la fermeture est nette dans nombre d'habitats correspondant à d'anciens parcours pastoraux, il n'en est pas de même dans le lit du Graveyron, où l'évolution a été minime. Il est certain que le substrat argileux et les fortes variations d'humidité édaphique qu'il induit au cours de l'année semblent préserver ces secteurs de la colonisation

par les ligneux. Le pâturage a aussi pu jouer un rôle amplificateur, ainsi que les perturbations ponctuelles dues aux animaux sauvages. Pour le moment donc, aucune action n'est à envisager, mais une surveillance de la population, au moyen d'un suivi, semble nécessaire. La dynamique des ligneux bas pourrait aisément être suivie au moyen de relevés photographiques au sol ou de photos aériennes à très basse altitude (utilisation d'un drone).

Compte-tenu des fortes perturbations (passages de deux roues), qui ont été constatées début 2023 au droit de plusieurs colonies importantes, un suivi de la réaction de l'espèce à ces dernières permettrait d'évaluer la fréquence et l'amplitude des perturbations favorables à son maintien et à l'opposé, d'identifier les perturbations trop importantes qui font courir le risque d'une destruction de la micro-population concernée.

Enfin, le ruisseau temporaire du Graveyron fait partie de ces petits cours d'eau intermittents qui pourraient perdre leur statut de cours d'eau par déclassement lors de l'inventaire des cours d'eau de France (Messager *et al.*, 2024).

REMERCIEMENTS

Firmin Chaplais et Ève-Marie Batina ont participé aux inventaires de terrain et ont contribué à la réalisation des relevés et de la cartographie.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Berg C., Fernandez-Mendoza F., Brooks R., Stadlober T. & Pörtl M., 2021. Vegetative reproduction in the genus *Riccia* (Subgenus *Riccia*). *Arctoa* **30**: 347-353.
- Bisang I. & Hedenäs L., 2005 – Sex ratio patterns in dioicous bryophytes re-visited. *Journal of Bryology* **27**: 207-219.
- Bischler H., 2004 – Liverworts of the Mediterranean. *Bryophyt. Biblioth.* **61**: 1-252.
- Blandin P., Aberlenc H.-P., Bauvet C., Bianchin N., Cockle-Bétian A., Couté A., Deso G., Duguet R., Gaymard M., Holtorf J.-F., Hugonnot V., Ladet A., Lagarde F., LHERMENIER W., Lhomme M., Morin D., Perrette C., Richard F., Schwaab F., 2016 - L'écocomplexe de Païolive en Ardèche méridionale (France) : un pic de biodiversité du hotspot méditerranéen. The Païolive ecocomplex in southern Ardèche (France): a biodiversity peak in the Mediterranean hotspot. *Ecologia mediterranea* **42**: 51-95.
- Breuil-Sée A., 1993 – Recorded desiccation-survival in bryophytes. *J. Bryol.* **17**: 679-680.
- Breuil-Sée A., 1995 – *Critères ultrastructuraux d'anhydrobiose et de reviviscence de thalles d'hépatiques du genre Riccia L. (Marchantiales, Bryophytes)*. Thèse Doctorat E.P.H.E., Paris, 2t., 323p.
- Cano M.J., Guerra J. & Ros R.M., 1997 – Bryophyte vegetation of Alicante Province (SE Spain). *Nova Hedwigia* **64**: 197-230.
- Choisnet G., 2019 – *Approche phytosociologique et symphytosociologique des végétations et des paysages du Bas-Vivarais (nord du Bassin méditerranéen français)*. Thèse de doctorat, Université de Bretagne occidentale, Brest, 346 p. + volume d'annexes.
- Frey W. & Kürschner H., 1991 – Conspectus Bryophytorum Orientalum et Arabicorum. *Bryophyt. Biblioth.* **39**: 1-181.

- Heyn C.C & Herrnstadt I., 2004 – *The Bryophyte Flora of Israel and adjacent Regions*. Israel Acad. Sci. Humanities, Jerusalem.
- Hodgetts N. & Lockhart N., 2020 – *Checklist and country status of European bryophytes – update 2020*. Irish Wildlife Manuals, No. 123. National Parks and Wildlife Service, Department of Culture, Heritage and the Gaeltacht, Ireland.
- Hugonnot V., Pépin F. & Servière L., 2014 – Temperate extension of the European range of *Riccia crustata* Trab. *Nova Hedwigia* **98**: 473-480.
- Jovet-Ast S., 1986 – Les *Riccia* de la région Méditerranéenne. *Cryptogamie, Bryologie et Lichénologie* **7**: 287-431.
- Jovet-Ast S., 1964 – Un paradoxe biologique : des plantes hygrophiles en milieu semi-aride. *Sci. Progrès Nat.* **3354**: 386-390.
- Kürschner H. & Frey W., 2011 – Liverworts, Mosses and Hornworts of Southwest Asia. – *Nova Hedwigia*, Beiheft **139**: 1-240.
- Ladyzhenskaia I.J., 1959 – *Riccia crustata* en U.R.S.S. hépatique nouvelle pour l'U.R.S.S. *Compt. Rendus Acad. Sci. U.R.S.S.* **3**: 270-275.
- Messenger M.L., Pella H. & Datry T., 2024 – Inconsistent Regulatory Mapping Quietly Threatens Rivers and Streams. *Environmental Science & Technology* **58**: 17201-17522.
- Offerhaus B. & Hugonnot V., 2004 – Écologie et sociologie de *Riccia crustata* Trab. dans les Préalpes de Grasse (Alpes-Maritimes, France). *J. Bot. Soc. Bot. France* **25**: 27-32.
- Perold S.M., 1991 – *A taxonomic revision of the Ricciaceae Reichenb. (Marchantiales: Hepaticae) in Southern Africa*. PhD-Thesis on the University of Pretoria, 228 pp.
- Ros R.M. & Guerra J., 1987 – Vegetación briofítica terrícola de la región de Murcia (sureste de España). *Phytocoenologia* **15**: 505-567.
- Ros R.M., Mazimpaka V., Abou-Salama U., M. Aleffi, T.L. Blockeel *et al.*, 2007 – Hepatics and Anthocerotales of the Mediterranean, an annotated checklist. *Cryptogamie, Bryol.* **28**: 351-437.

TROIS BRYOPHYTES REMARQUABLES DANS LES ALPES DU SUD (FRANCE)

THREE REMARKABLE BRYOPHYTES IN SOUTHERN FRENCH ALPS

par Vincent HUGONNOT¹, Florine PÉPIN¹ & Benoît OFFERHAUS²

¹ 25 Impasse des Oponces, 43380 Blassac France
Contact : vincent.hugonnot@wanadoo.fr

² Conservatoire Botanique National méditerranéen. Antenne Alpes Maritimes. Jardin botanique de la Villa Thuret. 90, chemin Raymond, 06160 Antibes.

RÉSUMÉ.

Fabronia major, *Frullania cesatiana* et *Syntrichia fragilis* ont récemment été observées en grandes populations dans les Alpes du Sud (Parc National du Mercantour). Ces espèces, très rares en France et localisées en Europe, n'avaient apparemment pas été signalées auparavant dans cette région. Leur identification, écologie et chorologie sont brièvement examinées et illustrées. Ces espèces typiques des Alpes du Sud se trouvent dans des situations isolées, au sein d'habitats jeunes, communs et relativement dégradés, ce qui contraste fortement avec ce qui est généralement rapporté pour de telles espèces rares.

MOTS-CLEFS.

Mousses; hépatiques; espèces insubriennes; boisement de Chêne pubescent; biogéographie.

ABSTRACT.

Fabronia major, *Frullania cesatiana*, and *Syntrichia fragilis* have been recently observed in large populations in the southern Alps (Mercantour National Park). These species, which are very rare in France and localized in Europe, were apparently not previously recorded in this region. Their identification, ecology, and chorology are briefly reviewed and illustrated. These typically southern Alps species are found in isolated situations, within young, common, and relatively degraded habitats, which contrasts sharply with what is generally reported for such rare species.

KEYWORDS.

Mosses; liverworts; Insubrian species; *Quercus pubescens* wood; biogeography.

INTRODUCTION

During general bryological surveys in the southern Alps, within the Mercantour National Park, three remarkable species were discovered by the first two authors in a small area. These are *Fabronia major*, *Frullania cesatiana*, and

Syntrichia fragilis. To our knowledge, these species had not been previously recorded in the southern French Alps. In the following lines, we will briefly review the identification, chorology, and ecology of each of these species. We will then discuss their biogeographical distinctiveness.

STUDY SITE

It is located in the middle Tinée Valley: Alpes-Maritimes, Rimplas. This locality in the southwestern Alps lies at the junction of three phytogeographical zones: the Pre-Ligurian sector, the Upper-Provençal sector, and the intra-Alpine domain. The Pre-Ligurian sector is part of a vast Tyrrhenian-Adriatic Mediterranean region (Barbero *et al.*, 1973), well-developed in the eastern

part of the Alpes-Maritimes, reaching its western limit here. The Upper-Provençal sector belongs to a western Mediterranean region (Ibero-Provençal) that reaches its eastern limit here. Finally, the intra-Alpine domain is represented by a district specific to the Franco-Italian Maritime Alps: the Mercantour (Barbero *et al.*, 1973).

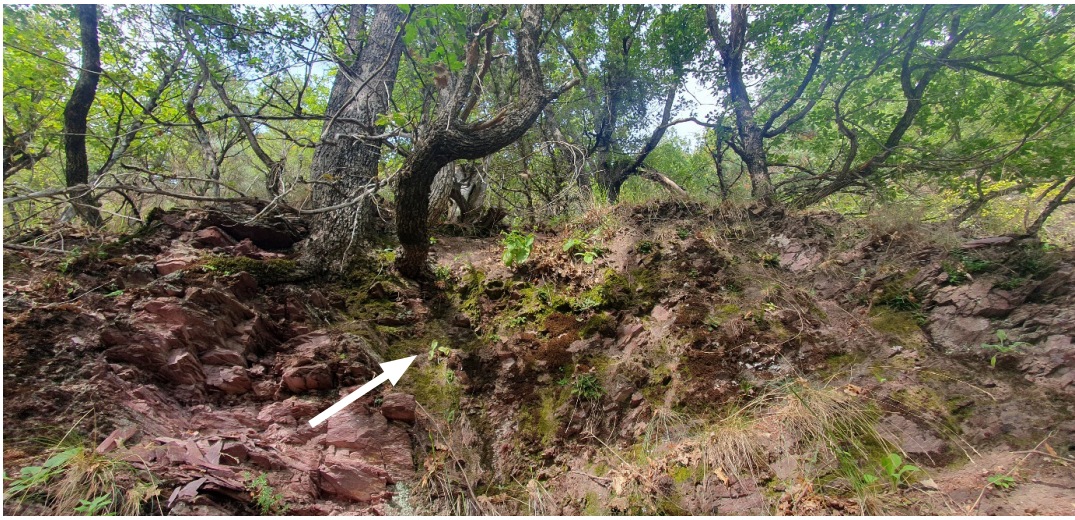


Figure 1. *Quercus pubescens* wood with *Fabronia major* and *Syntrichia fragilis* growing on soil.
Bois de *Quercus pubescens* avec la présence de *Fabronia major* et *Syntrichia fragilis* au sol.

For the period 1991-2020, the average annual temperature observed at the weather station installed in the municipality is 12.2 °C, and the average annual precipitation is 908.8 mm. The summer drought, characteristic of the Mediterranean climate, is noticeable and is, in principle, an unfavourable factor for bryophytes. For the period 1971-2000, the average annual temperature is 11.5 °C, with an annual temperature range of 15.9 °C. The AURHELY climate model indicates an average of 78 frost days per year for Rimplas, with 23 days in January, the coldest month, where the average minimum temperature is -1.2 °C (for the period 1981-2010). The substrate consists of pelites, sandstones, and quartzites.

The locality is situated on the sunny side of a steep slope overlooking the left bank of the Tinée, at an altitude of 900 meters. The exposed bedrock consists of red pelites, interspersed with rocky layers of quartzites or sandstones. The dominant vegetation is a recolonizing forest (after 1950) on abandoned pastoral lands and former terraced fields, structured by *Quercus pubescens*, with *Acer opalus*, *Juniperus oxycedrus*, *Prunus mahaleb*, *Prunus avium*, *Lonicera etrusca*, *Cotinus coggygria*, *Brachypodium rupestre*, *Campanula medium*, etc., belonging to the *Quercion pubescenti-petraeae* (Braun-Blanq. 1932) (Fig. 1). The steeper slopes are occupied by shrub thickets of junipers (*Juniperus phoenicea*, *J. oxycedrus*), *Prunus mahaleb*, and *Genista cinerea*.

Syntrichia fragilis (Taylor) Ochyra

This species is characterized by its unistratose lamina, which is not panduriform, without hair-point, and often fragile. Intact leaves can sometimes be observed, but they tend to break at the slightest touch. The nerve has a bundle of hydroids (apparent in transverse section), and the leaf cells are relatively large in diameter (always exceeding 10 µm in diameter).

When dry, it has a distinctive appearance, with the leaves curling around each other, giving a corkscrew-like look; the nerves have a shiny appearance and a sigmoidal shape.



Figure 2. Large colony of *Syntrichia fragilis* on rock (dry).
Grande colonie de *Syntrichia fragilis* sur rochers (à l'état sec).



Figure 3. *Syntrichia fragilis* shoots (The arrow indicates the shiny, sigmoid nerve, dry). Feuilles de *Syntrichia fragilis* (la flèche indique la nervure brillante, à l'état sec).

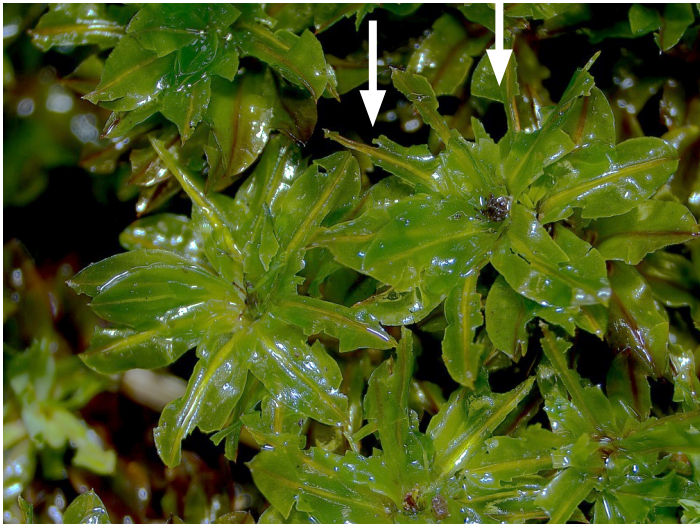


Figure 4. *Syntrichia fragilis* shoots (wet; 1: residual costa after lamina breakage; 2: lamina remnant, with a rectangular piece of dehiscence tissue). Rameaux de *Syntrichia fragilis* (à l'état humide).

In France, several taxa within the genus *Syntrichia* have leaves without hair and display a similar overall appearance, leading to possible confusion with *Syntrichia fragilis*. Gallego *et al.* (2018) published a key to distinguish them. It should be noted that some taxa are normally devoid of hair-point (*Syntrichia latifolia*, *S. fragilis*), while others present variants that are only occasionally without hair-point (*Syntrichia ruralis*, *S. montana*, *S. virescens* etc.).

Syntrichia fragilis is widely distributed across the American continent. It is also found throughout the mountains of East Africa and Southeast Asia. In Europe, it has been recorded in Macaronesia, the eastern Pyrenees (Lloret Maya, 1986), and the southern Alps (Gallego, 2005). Apparently, it had never been observed in the French Alps before. The only two known sites in France are in Vallespir (Hugonnot *et al.*, 2017) and in the upper Allier Valley (Hugonnot, 2013).

Locally, the species is very abundant, forming large colonies on acidic rocks, at the base of tree trunks, and more rarely on the ground. It does not seem to produce sporophytes. *Syntrichia fragilis* reproduces only through vegetative fragmentation, both in the Pyrénées-Orientales and elsewhere within its known European range. The species is considered to be ecologically unspecialized, as it is capable of thriving on tree bark, rocks, and even soil. However, its substrate preferences appear to have a geographical component. In France and the southern Alps, the species is mostly found on rocks or at the base of trunks, while in East Africa or the Arabian Peninsula, it is predominantly epiphytic on branches.

Frullania cesatiana De Not. (*F. riparia* Hampe ex Lehm.)

This species belongs to a complex of problematic taxa: *F. riparia* in America, *F. cesatiana* in Europe, and *F. muscicola* in Asia. Pending clarification, we currently consider the European taxon to be distinct from the North American one, and it should be named *Frullania cesatiana*.

Frullania cesatiana is easy to recognize in the field but care should be taken due to its resemblance to *F. dilatata*. This species has an evolute ventral lobules and a filiform stylet, which does not form a lamina. Locally, *Frullania cesatiana* does not develop the black-purple secondary coloration.



Figure 5. *Frullania cesatiana* shoot (the two arrows show the tiny filiform stylets). Feuilles de *Frullania cesatiana* (les deux flèches montrent le lobe filiforme).

This is a great rarity within the European bryoflora (Sim-Sim *et al.*, 1999), almost exclusively limited to the eastern Pyrenees (one population in France, one in Spain) and the southern part of the Alpine arc. In France, only two sites are known, one old site in Pas-de-Calais (collected by Gasilien in 1894) and the other in the Pyrénées-Orientales (Dismier, 1921; Hugonnot *et al.*, 2017). The record from

Pas-de-Calais seems doubtful based on biogeographical grounds.

Here, the species colonizes dry, siliceous rocks, partially shaded by the oak woodland on the slope, and is also found at the base of oak (*Quercus*) trunks and on the ground. The population seems relatively large, covering several square meters.

Fabronia major De Not.

This species was recently brought out of obscurity (Ignatova *et al.*, 2017), so its distribution remains imperfectly known. In the field, its identification is not very easy but possible. When sporophytes are present, identification is greatly facilitated, as the capsules are cylindrical, relatively elongated, and the peristome teeth are dark-colored (in contrast to the ovoid capsules and light-colored peristome teeth of *Fabronia pusilla* and *F. ciliaris*). We have never observed the sporophytes of *F. ciliaris* in France, but they are common in *F. pusilla*.

In the absence of capsules, ecology can provide guidance. Indeed, *Fabronia pusilla* is often epiphytic. When it grows on trunks, it is mostly under large branches, or the underside of horizontal branches. It also grows on rocky walls, but often in protected micro-sites, under rock overhangs, etc. It rarely grows on the ground, and never in large masses.

On the other hand, the known ecology of *Fabronia ciliaris* seems comparable to that of *F. major*.

The habit of *Fabronia major* is more spread out, with the tufts forming thin veils rather than small, slightly domed colonies. The leaves (under a x20 hand lens) are more gradually and more elongately acuminate, whereas the acumen is abrupt and sharp in *F. pusilla* (examine the leaves of the terminal branches, not the prostrate branchlets). Finally, the marginal teeth are not visible in *F. major*, whereas they appear as cilia in *F. pusilla*.



Figure 6. Colony of *Fabronia major* on rocks and soil.
Colonie de *Fabronia major* sur roches et sur le sol.

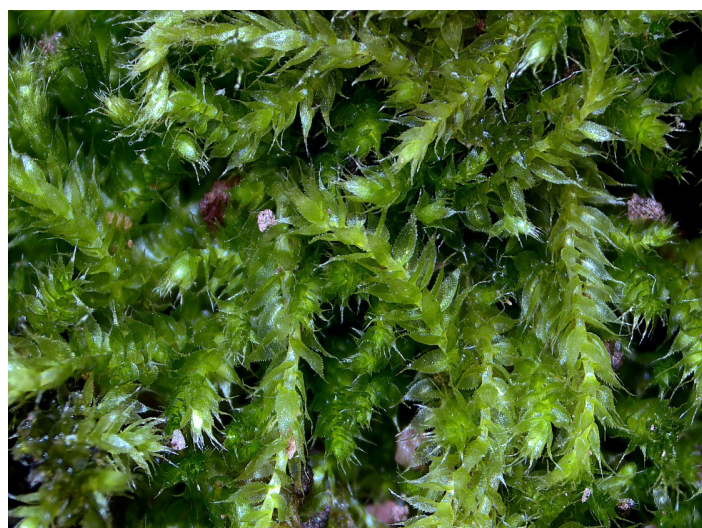


Figure 7. *Fabronia major* shoots (the arrows indicates the marginal small teeth). Rameaux principaux de *Fabronia major* (la flèche montre les petites dents marginales).



Figure 8. *Fabronia major* capsule. *Fabronia major* is recorded from the eastern Caucasus to Central and Southern Europe (Ignatova *et al.*, 2017). Its discovery in France is recent and relates to specimens observed in the Pyrenees.

It has probably been largely confused with *Fabronia ciliaris*. The latter is an exceptionally rare species in Western Europe, suggesting that *F. major* may have a similar rarity status. This will need to be verified as knowledge improves. Some specimens collected in France pose taxonomic problems, as they appear intermediate. However, this is not the case for the specimens described here.

The species has been observed in large populations (covering several square meters) on old, partially collapsed

walls, the ground, and the base of *Quercus* trunks. Here, it bears numerous sporophytes.

Most observations are from rock walls or scree at low to medium altitudes. Some, particularly in Switzerland, have been made in artificial habitats, such as on the trunks of exotic species in urban areas.

The phytosociological survey provides an idea of the floristic composition and the respective abundances of the various taxa (table 1).

Table 1. Shaded red pelite slope under an open downy oak forest. Slope 75°, south-facing, bryophytic cover 70%, herbaceous cover 10%

<i>Fabronia major</i> De Not.	3
<i>Syntrichia fragilis</i> (Taylor) Ochyra	3
<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Schimp.	2
<i>Leucodon sciurioides</i> (Hedw.) Schwägr.	+
<i>Porella platyphylla</i> (L.) Pfeiff.	1
<i>Trichostomum crispulum</i> Bruch	1
<i>Lewinskya rupestris</i> (Schleich. ex Schwägr.) F.Lara, Garilleti & Goffinet	+
Vascular plants	
<i>Asplenium ceterach</i> L.	1
<i>Asplenium fontanum</i> (L.) Bernh.	1
<i>Asplenium trichomanes</i> L.	+
<i>Hylotelephium maximum</i> (L.) Holub	+
<i>Polypodium vulgare</i> L.	+

CONCLUSION

The discovery of three typical species from the southern Alps, not previously recorded in this region of France, opens new floristic and biogeographical perspectives.

These are first and foremost extremely rare species in France and, more broadly, in Europe. While some of them (*Syntrichia fragilis*, in particular) can be locally abundant in their populations, they still have a restricted distribution. Moreover, some of these species may be threatened by human activities. *Frullania cesatiana* (sub. *F. riparia*) is even considered EN (Endangered) in Europe (Hodgetts & Lockhart, 2020).

Remarkably, these three species have the core of their populations in the southern Alps, in the thermophilic oak zone. The disjunct populations of the eastern Pyrenean chain and the southern Alps thus represent the last strongholds of these species in southwestern Europe. Frahm (2012, 2013) highlighted the importance of the Insubrian region, which delineates the main Alpine chain from the domain of the southern eastern Pre-Alps, including the Italian Pre-Alps and the Dolomites massif, as a concentration point for many rare bryophyte species. Ecological mapping studies conducted in the Franco-Italian Maritime

Alps (Barbero *et al.*, 1973) highlight the similarity of certain forest communities on the Piedmont side of the Mercantour with associations described in the Insubrian region (Oberdorfer, 1964). Commonalities in flora are also found, with the presence of relict species such as *Pteris cretica* (found in both Ticino and the Maritime Alps).

It is well known that most rare bryophytes are specialized, even hyper-specialized, taxa with extremely demanding ecological requirements. These conditions are rarely met, which partially explains their rarity (Ingerpuu and Vellak, 1995; Birks *et al.*, 1998; Heinlen & Vitt, 2003; Söderström & During, 2005). However, the situation seems quite different in this case. Indeed, the three taxa in question show a broad ecological plasticity, as they are capable of colonizing rocks, rocks partially covered with soil, the ground, and tree trunks, without any noticeable difference in the vegetative dynamism of the colonies on these different substrates. They also colonize a young habitat, recently still used for agricultural purposes. The determining ecological factor that seems to explain the coexistence of these three exceptional species in a restricted site is likely related to the very particular micro-climatic

environment. This middle valley of the Tinée is generally sheltered from drying winds (absence of the mistral). It is remarkable in this regard to note that all three species are considered xerophilic taxa. While their thermal requirements are high, a study of their hydric needs would be useful. However, the climatic characteristics of the site do not seem to present any remarkable originality, so a thorough study, as well as a comparison with other sites hosting the same assemblage, in France or Italy for example, would be particularly useful. The pronounced summer drought is generally a limiting factor, but in this specific case, it would be useful to study its effects on bryophytic vegetation.

These species are also sensitive to competition and likely benefit from disturbances affecting the oak forest. On the one hand, the forest canopy is discontinuous, allowing light to reach the bryophyte colonies and thus promote photosynthesis. On the other hand, the old stone walls, no longer maintained, tend to collapse,

creating significant, constantly renewed surfaces for bryophytes that are sensitive to competition.

The origin of these species invites further studies. Their frequent sterility, strong ties to unique micro-climates, and extreme rarity suggest an ancient origin, particularly for *Frullania cesatiana*, and the relictual nature of their current populations. This is the hypothesis favoured by Frahm (2012), who considers them Tertiary relics that found refuge in the southern Alps during the Quaternary glaciation episodes. In the Alpes-Maritimes, the pre-Alpine areas, particularly along the various valleys (including the Tinée), were spared by glacial advances. These areas could have served as a major peripheral refuge during glacial periods and today host many endemic species of the southwestern Alps (Noble & Diadema, 2011). The disjunct populations described here could be included in a phylogeographic study of this extraordinary group.

RÉFÉRENCES

- Barbero M., Bono P. G., Ozenda P., Mondino P., 1973 – Carte écologique des Alpes au 1/100 000. Nice-Menton (R 21) et Viève-Cuneo (R 20). Coupe des Alpes maritimes et figures. Documents de cartographie écologique, 12 (1973): 49-76.
- Birks H.J.B., Heegaard E., Birks H.H. & Jongsdard B., 1998 – Quantifying bryophyte-environment relationships. In: Bates, J.W., Ashton, N.W., Duckett, J.G. (Eds.), *Bryology for the Twenty-First Century*. Maney Publishing and the British Bryological Society, pp. 321-331.
- Dismer M.G., 1921 – Le *Frullania riparia* Hampe et le *Marchantia paleacea* Bertoloni à Amélie-les-Bains (Pyr.-Or.). *Revue Bryologique* **47**: 24-26.
- Frahm J.-P., 2012 – A guide to Bryological Hotspots in Europe. 4. The surroundings of Meran (Prov. Bozen, Italy). *Archive for Bryology* **151**: 1-10.
- Frahm J.-P., 2013 – Guide to Bryological hot spots in Europe 6. Ticino in Switzerland. *Archive for Bryology* **194**: 1-9.
- Gallego M.T., 2005 – A taxonomic study of the genus *Syntrichia* Brid. (*Pottiaceae*, *Musci*) in the Mediterranean region and Macaronesia. *Journal of the Hattori botanical laboratory* **98**: 47-122.
- Gallego M.T., Hugonnot V. & Cano M.J., 2018 – Taxonomic resurrection of an awnless variety of *Syntrichia ruralis* and comparison with other European muticous taxa in this genus, *Journal of Bryology*, DOI: 10.1080/03736687.2018.1468971
- Heinlen E.R. & Vitt D.H., 2003 – Patterns of rarity in mosses of the Okanogan Highlands of Washington State: an emerging coarse filter approach to rare moss conservation. *Bryologist* **106**: 34-52.
- Hodgetts N. & Lockhart N., 2020 – *Checklist and country status of European bryophytes – update 2020*. Irish Wildlife Manuals, No.123.
- Hugonnot V., 2013 – *Syntrichia fragilis* (Taylor) Ochyra in France. *Boletín de la Sociedad Española de Briología* **40-41**: 55-59.
- Hugonnot V., Chavoutier L., Pépin F. & Vergne T., 2017 – *Les bryophytes des Pyrénées-Orientales*. Naturalia Editions, Association Loisirs Botaniques, 464p.

- Ignatova E.A., Kuznetsova O.I., Milyutina I.A., Fedosov V.E. & Ignatov M.S., 2017 – The genus *Fabronia* (Fabroniaceae, Bryophyta) in Russia. *Arctoa* **26**: 11-34.
- Ingerpuu N. & Vellak K., 1995 – The distribution and some ecological characteristics of Estonian rare bryophytes. *Arctoa* **5**: 143-148.
- Lloret Maya M.F., 1986 – *Tortula sinensis* (C. Müll) Broth, y *Tortula fragilis* Tayl., new records for the bryoflora of the Iberian Península. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* **42**: 303-308.
- Diadema K. & Noble V. (sous la direction de), 2011 – *La Flore des Alpes-Maritimes et de la Principauté de Monaco*. Originalité et diversité. Naturalia Publications, 504p.
- Oberdorfer, E., 1964 – Der insubrische Vegetationskomplex, seine Struktur und Abgrenzung gegen die submediterrane Vegetation in Oberitalien und in der südschweiz. *Beitr. Naturk. Forsch. Südwestdeutschl.*, **23**: 141-187.
- Sim-Sim M., Lloret F. & Grolle R., 1999 – First reference of *Frullania cesatiana* DE Not. (*Frullaniaceae*, *Hepaticae*) to Spain and France. *Nova Hedwigia* **68**: 217-224.
- Söderström L. & During H.J., 2005 – Bryophyte rarity viewed from the perspective of life history strategy and metapopulation dynamics. *J. Bryol.* **27**: 261-268.

NORMES DE PUBLICATION DANS LE JOURNAL DE BOTANIQUE

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Les manuscrits des articles doivent être fournis **sous format informatique** (logiciel Word) avec les coordonnées de chaque auteur (adresse, téléphone et courriel).

Ils sont à adresser à l'adresse suivante :

publicationjb@societebotaniquedefrance.fr

Les illustrations, en noir&blanc ou en couleurs, sont à fournir au format Image en .jpeg avec la résolution minimale de 380 dpi. Chaque figure (graphe, photographies, carte...) sera référencée dans le texte (de la figure 1 à n).

Les tableaux de données et tableaux phytosociologiques doivent être définitifs et reproductibles en l'état (Excel ou Word). Une attention particulière sera portée par les auteurs à la comptabilité avec le format d'impression A4.

Le texte des manuscrits doit être parfaitement corrigé et exempt de fautes de français ou d'orthographe.

Les manuscrits sont soumis à un Comité de lecture. Le Rédacteur fait connaître aux auteurs l'avis du Comité sur l'insertion, les modifications souhaitées ou le rejet des manuscrits. Les auteurs conservent l'entière responsabilité de la teneur des textes publiés.

L'auteur doit également retourner le contrat de cession des droits d'auteur signé ; il lui appartient le cas échéant d'obtenir l'accord formel de ses co-auteurs, ainsi que celui de son institution si nécessaire. Un modèle est téléchargeable sur le site de la SBF.

PRÉSENTATION DES TEXTES

Le texte doit se conformer aussi strictement que possible à la présentation de la revue.

Le manuscrit indique le titre, les auteurs avec leurs coordonnées, les résumés en français et en anglais.

Pour les noms botaniques, la nomenclature utilisée doit être conforme à *APGIV* pour les familles et *Flora Gallica* pour la France métropolitaine. Pour l'Europe et les autres régions, les auteurs indiqueront les *Index* utilisées en référence. La nomenclature doit être homogène dans tout le texte.

Tous les noms latins de plantes seront en italique dans le texte.

Les citations bibliographiques, les légendes des figures sont mentionnées dans le texte.

La bibliographie est placée en fin d'article.

La présentation des références doit être identique à celle des numéros parus du journal :

- les noms d'auteurs référencés ou non, en minuscules (première lettre en majuscule) ;
- le titre entier de la référence bibliographique en minuscules sans enrichissement (gras, souligné, etc. exclus) ni justification ou césures, capitales (majuscules) en début de phrase et pour les initiales des noms propres ;
- les noms des périodiques en italique.

EXEMPLES :

Foucault B. (de), 1999 - Nouvelle contribution à une synsystème des pelouses à thérophytes. *Doc. Phytosoc.*, NS, **VI**: 203-220.

Charpin A., 2017- Dictionnaire des membres de la Société botanique de France (1854-1953). *J. Bot. Soc. Bot. France*, hors-série: 1-604.

TIRÉS À PART

La revue fournit à chaque auteur le fichier en .pdf de sa publication. Ce fichier sera transmis aux auteurs dans un délai de 2 semaines après la parution du numéro.

