



HAL
open science

Inventaire des bryophytes sur la Réserve Naturelle Nationale des Coteaux de la Seine

Louan Damas

► **To cite this version:**

Louan Damas. Inventaire des bryophytes sur la Réserve Naturelle Nationale des Coteaux de la Seine. Conservatoire botanique national du Bassin parisien; Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. 2024, 28 p. + 7 annexes. mnhn-04661839

HAL Id: mnhn-04661839

<https://mnhn.hal.science/mnhn-04661839v1>

Submitted on 25 Jul 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Open licence - etalab



RAPPORT D'ÉTUDE • 2024



CONSERVATOIRE
BOTANIQUE NATIONAL
BASSIN PARISIEN

MUSÉUM NATIONAL
D'HISTOIRE NATURELLE

INVENTAIRE DES BRYOPHYTES SUR LA RÉSERVE NATURELLE NATIONALE DES COTEAUX DE LA SEINE



PRÉFET
DE LA RÉGION
D'ÎLE-DE-FRANCE

Liberté
Égalité
Fraternité



Parc
naturel
régional
du Vexin français



Réserve Naturelle
COTEAUX DE LA SEINE

Ce document a été réalisé par le Conservatoire botanique national du Bassin parisien, sous la responsabilité de :

Frédéric HENDOUX, directeur du CBN du Bassin parisien
Muséum national d'Histoire naturelle
61 rue Buffon CP 53, 75005 Paris Cedex 05
01 40 79 35 54
cbnbp@mnhn.fr

Jeanne VALLET, responsable de la délégation Île-de-France du CBN du Bassin parisien
61 Rue Buffon, 75005 Paris
01 40 79 35 54
jeane.vallet@mnhn.fr

Inventaires de terrain : Louan Damas, Leslie Ferreira, Sébastien Filoche, Vincent Bourguignon

Rédaction : Louan Damas

Cartographie : Louan Damas

Gestion des données et analyse : Louan Damas

Relecture : Thierry Fernez, Jeanne Vallet, Leslie Ferreira

Partenaire de cette étude :

Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Transport (DRIEAT)
12, cours Louis Lumière
94300 VINCENNES

Référence bibliographique

DAMAS, L. (2024) Inventaire des bryophytes sur la Réserve Naturelle Nationale des Coteaux de la Seine. Conservatoire botanique national du Bassin parisien - Muséum national d'Histoire naturelle, délégation Île-de-France. 28 p. + 7 annexes

Date de réalisation

Mai 2024

Photographie de couverture

Photo 1 : Pinnacle crayeux à Vétheuil © L. DAMAS - CBN du Bassin parisien – 14/02/2024

Photo 2 : *Southbya nigrella*, hépatique à feuilles sur la réserve © L. DAMAS - CBN du Bassin parisien – 21/02/2024

SOMMAIRE

RÉSUMÉ	5
INTRODUCTION	6
1. CONTEXTE	7
1.1. PRÉSENTATION DU SITE	7
1.1.1. FACTEURS ABIOTIQUES	7
GÉOGRAPHIE.....	7
GÉOLOGIE ET PÉDOLOGIE.....	8
1.1.2. FACTEURS BIOTIQUES	9
HABITATS.....	9
1.1.3. FACTEURS ANTHROPIQUES	10
HISTORIQUE.....	10
USAGES.....	10
STATUTS.....	11
1.2. LES BRYOPHYTES	11
1.2.1. GÉNÉRALITÉS	11
1.2.2. RÉPARTITION SPATIALE DES BRYOPHYTES	12
1.2.3. INTÉRÊT DE L'ÉTUDE DES BRYOPHYTES	13
2. MATÉRIEL ET MÉTHODE	14
2.1. RECUEIL DES DONNÉES HISTORIQUES ET RÉCENTES	14
2.2. PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE	14
2.3. ANALYSE DES DONNÉES	15
2.4. DÉROULÉ DE L'INVENTAIRE	16
3. RÉSULTATS	17
3.1. RECUEIL DES DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES	17
3.2. RÉSULTATS DE L'INVENTAIRE	17
3.2.1. RÉSULTATS GÉNÉRAUX	17
3.2.2. ESPÈCES REMARQUABLES DU SITE	19
3.3. COMPLÉTUDE DE L'INVENTAIRE	19
3.4. DONNÉES HISTORIQUES NON RETROUVEES	19
4. DISCUSSION	21
4.1. ESPÈCES À ENJEUX	23
4.1.1. AUTRES ESPÈCES RARES	29
4.1.2. CORTÈGES	21
4.1.3. ÉCOLOGIE DES ESPÈCES	30
4.1.4. DONNÉES HISTORIQUES NON RETROUVÉES	32
4.1.5. COMPLÉTUDE DE L'INVENTAIRE	32
CONCLUSION	34
BIBLIOGRAPHIE	35
BASES DE DONNÉES CONSULTÉES	37
ANNEXES	38

RÉSUMÉ

Le Conservatoire de Botanique National du Bassin Parisien a mené un inventaire des bryophytes dans la Réserve Naturelle Nationale des Coteaux de la Seine, en partenariat avec la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Eau, de l'Aménagement et des Transports et le Parc Naturel Régional du Vexin français. . Le seul travail récent sur les mousses et hépatiques sur le site est un inventaire partiel mené en 2016, qui n'a permis de trouver que 67 espèces. Afin d'améliorer les connaissances sur le site, la réserve a souhaité compléter cet inventaire, pour mieux cerner les enjeux de conservation sur ce groupe taxonomique.

L'inventaire a permis de lister 120 espèces, dont une majorité nouvelles pour le site. Douze de ces espèces présentent un enjeu patrimonial fort ; la plus grande partie de ces espèces patrimoniales sont des pionnières de milieux riches en bases, et sont donc grandement favorisées par l'érosion de la craie. Un cortège d'espèces très particulier mêlant épiphytes et saxicoles strictes a été observé sur les branches horizontales des arbres aux abords des parois de craie.

Sept espèces à enjeux signalées historiquement sur le site n'ont pas été retrouvées. Au moins deux espèces ne sont trouvées en Île-de-France que dans la réserve.

La conservation de la richesse du site passe par un maintien des milieux ouverts, la limitation des perturbations sur les dalles et rochers, ainsi qu'une préservation des boisements abritant des espèces patrimoniales.

Ce travail contribue grandement à l'amélioration de la connaissance de la bryoflore de la réserve avec un quasi-doublement du nombre d'espèces recensées, et contribue plus globalement à l'amélioration des connaissances sur la bryoflore francilienne avec des premières mentions contemporaines pour 2 espèces. L'étude met en avant la richesse du site, et la présence de plusieurs espèces rares pour la région.

Mots clés

Bryophytes, inventaire, Île-de-France, Réserve naturelle nationale, Coteaux de la Seine, Yvelines, Val-d'Oise, expertise, espèces calcicoles

INTRODUCTION

Constituée d'une mosaïque de dalles, de parois rocheuses, de pelouses sèches, de fourrés et de boisements incluant plusieurs habitats d'intérêts communautaires, la Réserve naturelle nationale (RNN) des Coteaux de la Seine présente des végétations remarquables pour la région Île-de-France. Caractérisée par une flore d'affinité xérique, certaines espèces y trouvent leur limite Nord de répartition, comme l'Astragale de Montpellier (*Astragalus monspessulanus*). Néanmoins, les connaissances modernes (postérieures à 2000) en bryophytes sur le site sont maigres, malgré de nombreuses données anciennes (Gaume, 1964) qui soulignaient l'intérêt du coteau pour la bryoflore. Afin de pallier à ce défaut, le Conservatoire botanique national (CBN) du Bassin parisien et le Parc naturel régional (PNR) du Vexin français ont décidé de mener un inventaire des bryophytes de la réserve en 2024, avec le soutien de la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement, de l'Aménagement et des Transport (DRIEAT).

1. CONTEXTE

1.1. PRÉSENTATION DU SITE

1.1.1. FACTEURS ABIOTIQUES

GÉOGRAPHIE

Le site se trouve au sud du Vexin français dans les boucles de la Seine francilienne, en aval de Mantes-la-Jolie, à cheval sur les départements des Yvelines et du Val-d'Oise. La réserve est constituée de 268 hectares, répartis sur 5 communes (Vétheuil, Haute-Isle, La Roche-Guyon, Gommecourt et Bennecourt). La Seine est à l'origine de la formation de ces coteaux situés en rive droite en exposition Sud, face à la boucle de Moisson (Figure 1).

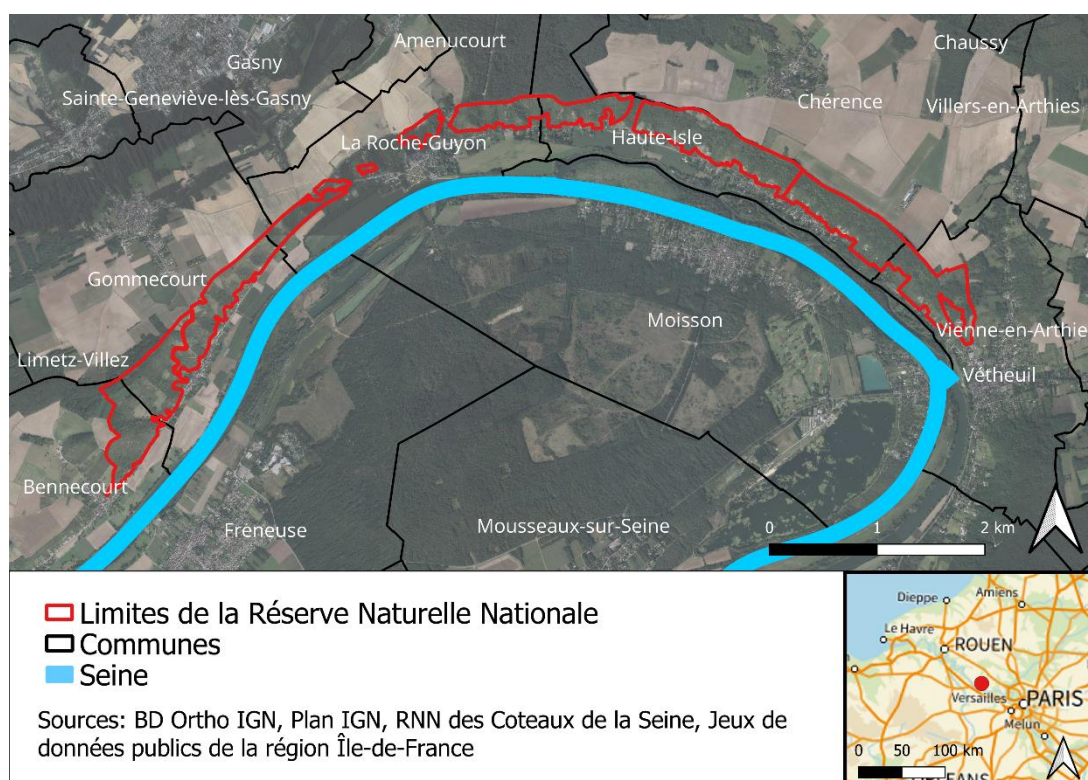


Figure 1 Limites de la réserve et localisation de la réserve en France.

CLIMAT

La région est soumise à un climat océanique dit séquanien, résultant de la rencontre du climat océanique et du climat semi-continental. C'est un climat marqué par de faibles variations de précipitations au cours de l'année, et une température moyenne de 10 °C. La station météo la plus proche (Magnanville) enregistre une température moyenne de 11 °C, avec un écart d'environ 4 °C de moins en hiver, et 4 °C de plus en été. Les précipitations sont de 641 mm par an en moyenne, et le vent est faible, 3,4 m/s en moyenne (Météo-France, 2024). Cependant les conditions topographiques particulières du site créent un microclimat singulier. D'un côté l'exposition Sud par la pente donne aux pelouses et aux milieux ouverts un climat plus sec que ce qui est enregistré à la station de Magnanville. D'un autre côté l'effet vallée favorise l'humidité ambiante, et accentue l'aérohygrophilie. Il en résulte une flore plus méditerranéenne sur les coteaux, mais aussi une flore hygrocline dans les boisements (Boulet, 1986). Ce microclimat n'a pas été mesuré, mais son impact sur la flore est évident.

GÉOLOGIE ET PÉDOLOGIE

On retrouve sur le site une grande majorité de craies, craies blanches à silex et craies à *Micraster coranguinum*, deux craies d'origine marine, datant du crétacé. Ces craies forment par endroit des pinacles, pitons rocheux impressionnants surplombant la Seine (figure 2). On retrouve également une partie importante de calcaires marins et de marnes, d'origine indéterminée. Le reste est composé de sables de Cuise, datant du tertiaire, un sable argileux contenant de nombreux petits silex, et d'argile. On observe localement des limons ou des galets d'origine alluviale, anciennement ou récemment déposés par la Seine. Plusieurs éboulis sont à noter, issus de l'érosion récente des craies et des pitons (Pomerol *et al.*, 1974 ; Arnal, 2005).

Les différentes couches géologiques de la réserve ont été mises à nues par l'érosion progressive des coteaux par la Seine, facilitée par la friabilité de la craie, qui est une roche tendre (figure 3). C'est ainsi que s'est formée la topographie actuelle du site.

Le sol est très peu épais, en raison de la nature friable de la roche-mère, de la pente importante, mais également du pâturage longtemps pratiqué historiquement, qui a participé à l'érosion du sol. Il est si maigre qu'il a longtemps été considéré que les pelouses xérophiiles sur le site formaient un para-climax, stoppées dans leur série par la nature du sol (Bournérias *et al.*, 2001). En réalité, les pelouses s'ourlifient, mais à une vitesse particulièrement lente dans les premiers stades. On retrouve donc des sols squelettiques sur dalles, comme les lithosols et les régosols, mais également des sols plus profonds, comme les rendosols, rendisols voir calcosols. Localement et principalement sur l'argile on retrouve des sols gorgés d'eau, les reductisols (Arnal, 2013 ; Roque, 2003).



Figure 2 : Piton crayeux sur la réserve © L. DAMAS- CBN du Bassin parisien



Figure 3 : Végétation sur paroi crayeuse © L. DAMAS- CBN du Bassin parisien

HYDROGRAPHIE

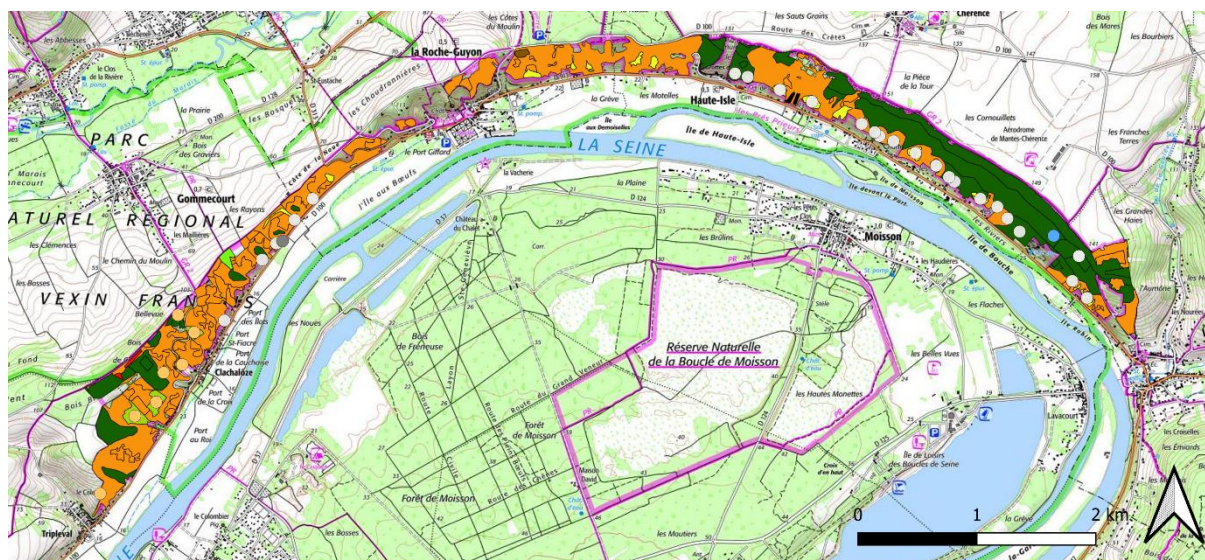
Le site présente plusieurs suintements, issus de l'infiltration de l'eau sur le haut du plateau, qui ressort au niveau de la couche géologique sablo-marneuse, plus imperméable. Ces sources sont très riches en calcaire et forment des tufs. Elles s'infiltrent à nouveau rapidement dans le sol après leur zone de résurgence, lorsqu'elles atteignent les parties crayeuses du sol. Le réseau hydrographique se restreint à ces écoulements, et à quelques ruisseaux temporaires.

1.1.2. FACTEURS BIOTIQUES

HABITATS

La réserve est composée de 4 végétations majoritaires :

- Le *Xerobromion erecti* (Br.-Bl. & Moor 1938) Moravec in Holub, Hejny, Moravec & Neuhäusl 1967, correspondant à des pelouses xérophiles sur sols riches en bases.
- Le *Geranion sanguinei* Tüxen in Müller 1962, végétation d'ourlets, marquant le début de la colonisation du *Xerobromion erecti* par des espèces plus grandes et la fermeture progressive du milieu.
- Le *Berberidion vulgaris* Braun-Blanq. ex Tüxen 1952, végétation de fourrés xérophiles, issu de la colonisation des pelouses par les arbustes (*Prunus spinosa*, *Berberis vulgaris*, etc.).
- Le *Carpino betuli-Fagion sylvaticae* R. Boeuf, Renaux & J.-M. Royer, végétation des hêtraies neutrophiles à calcicoles.



Habitats de la réserve

Habitats de grande surface

- Pelouses calcaires
- Pâturages collinéens subatlantiques
- Prairies de fauches subatlantiques
- Ourlets xérothermophiles

- Fourrés à prunelliers et troènes
- Hêtraies neutrophiles
- Chênaies à *Quercus pubescens*
- Plantations de pins
- Friches

Habitats localisés

- Sources pétrifiantes
- Gazon à Orpins
- Éboulis à *Leontodon hyeseroides*
- Falaises calcaires

Sources : Plan IGN, RNN des coteaux de la Seine, VegIdF2 (Delizy, 2024)

figure 4 : Habitats naturels et semi-naturels de la réserve

En outre, on retrouve également d'autres habitats plus localisés (figure 4), comme les éboulis du *Leontodontion hyeseroidis*, les pelouses sur dalles de l'*Alyso-Sedion albi*, les végétations de parois de l'*Asplenio scolopendrii-Geranion robertiani*, les sources calcaires du *Pellion endiviifoliae*, les prairies du *Mesobromion* et diverses variations des quatre principaux habitats. Le site comporte en tout 7 habitats d'intérêt communautaire (figure 5), dont 4 prioritaires (*) (Détrée, 2023 ; Quilliec, 2013).

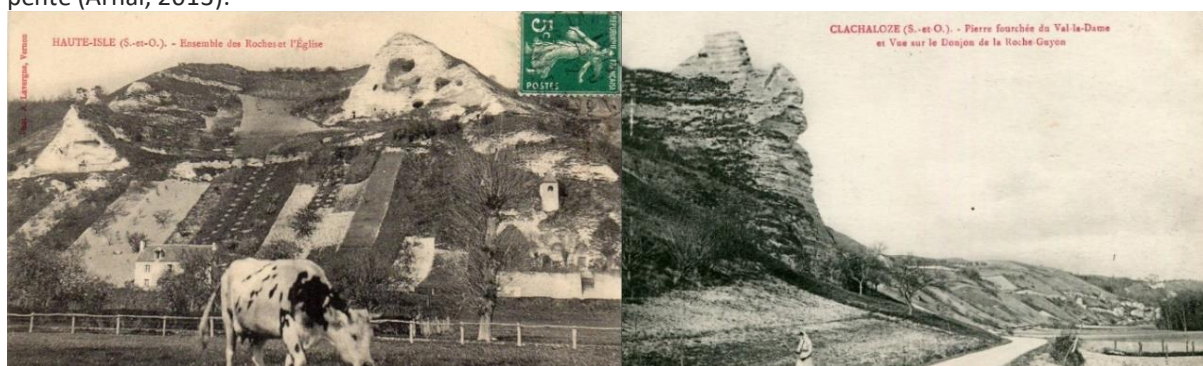
Code N200° de l'habitat	Dénomination Natura 2000
6110*	Pelouses rupicoles calcaires ou basiphiles de l' <i>Alyso-Sedion albi</i>
6210*	Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires (<i>Festuco-Brometalia</i>) (* sites d'orchidées remarquables)
6510	Prairies maigres de fauche de basse altitude (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>)
7220*	Sources pétrifiantes avec formation de tuf (<i>Cratoneurion</i>)
8160*	Eboulis médio-européens calcaires des étages collinéens à montagnard
8210	Pentes rocheuses calcaires avec végétation chasmophytique
9130	Hêtraies de l' <i>Asperulo-Fagetum</i>

Figure 5 : habitats d'intérêts communautaires sur la RNN des Coteaux de la Seine

1.1.3. FACTEURS ANTHROPIQUES

HISTORIQUE

Pendant longtemps les coteaux de Seine ont été exploités, d'abord en vignobles, puis durant le XIX^{ème} siècle la vigne a été progressivement remplacée par des arbres fruitiers (pommiers, poires, cerisiers, pruniers). La pratique du pâturage était alors restreinte aux endroits les plus escarpés, principalement par les moutons. Les parcelles, étroites et formant des bandes dans le sens de la pente étaient délimités par des haies et des murets (figures 6 et 7), dont les traces sont encore observables aujourd'hui. Au début du XX^{ème} siècle, la vigne a complètement disparu, en raison de l'évolution des pratiques agricoles, et de l'arrivée d'un nouveau ravageur, le *Phylloxera*, et a été remplacée par un paysage mixte de vergers et de céréales. C'est durant les années 1950 que l'abandon agricole du coteau a eu lieu, notamment à cause de l'impossibilité d'y utiliser des machines dans la pente (Arnal, 2013).



Figures 6 et 7 Pinacles de Chantemesle et de Clachaloze au début du XX^{ème} siècle. On remarque les parcelles agricoles allongées dans le sens de la pente. Cartes postales du début du XX^{ème} siècle, collection privée.

On note également que plusieurs habitats troglodytiques ont été creusés dans la craie, comme l'église de Haute-Isle classée aux monuments historiques, à proximité immédiate de la réserve. Des carrières de craie et de calcaire ont également été exploitées par le passé sur la RNN, pour la préparation de chaux et de pierre à bâtir.

USAGES

Le site n'est actuellement plus cultivé, et aucune activité forestière n'est effectuée. Un pâturage ovin a été mis en place par le gestionnaire, dans le cadre de la restauration écologique du site. Il reste fréquenté pour son aspect pittoresque, et présente donc un intérêt touristique, avec la présence du GR 2 qui traverse le site. C'est également un lieu connu des naturalistes. La chasse y est encore pratiquée. Une pratique sauvage du pâturage caprin et de véhicules motorisés est souvent observée.

STATUTS

Le site est une Réserve naturelle nationale depuis 2009, gérée par le Syndicat Mixte du PNR du Vexin Français. Un site Natura 2000, « Coteaux et boucles de la Seine », recouvre la réserve. Cette dernière comporte un arrêté préfectoral de protection de biotope (n°14206) visant à interdire la fréquentation des falaises durant la nidification du Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*). Elle est également incluse dans une ZNIEFF de type 1 « Coteaux de la roche Guyon » et une ZNIEFF de type 2 « Boucle de Guernes-Moisson ».

1.2. LES BRYOPHYTES

1.2.1. GÉNÉRALITÉS

Les bryophytes sont un groupe de plantes ancien, le premier groupe terrestre. Il est divisé en trois sous-groupes distincts :

- Les Bryophytes *sensu stricto* (*s.s.*), aussi appelées mousses
- Les Marchantiophytes, aussi appelées hépatiques
- Les Anthocérotes

Ce sont des plantes dites « cellulaires », car la circulation de l'eau se fait à travers les parois des cellules. Elles ne présentent pas de système vasculaire, ni de racine. Elles sont le plus souvent composées d'un gamétophyte chlorophyllien, sous forme de tiges feuillées (figure 8) ou d'un thalle (figure 9), de rhizoïdes, des filaments qui les ancrent au substrat, et d'un sporophyte. Ce dernier est issu de la fécondation des gamètes femelles, il est donc diploïde, alors que le gamétophyte est haploïde. C'est le sporophyte qui permet le développement puis la dispersion des spores dans le milieu (Hugonnot et al., 2021).

Il existe des espèces pérennes, dont le gamétophyte perdure plusieurs années, et des espèces éphémères, qui réalisent leur cycle de vie complet en moins d'une année, parfois quelques semaines. Ces dernières se développent le plus souvent en hiver, ou après les premières pluies d'automne, quand l'humidité est maximale.

La région Île-de-France comporterait 642 espèces, mais un tiers d'entre elles n'ont pas été revues depuis 40 ans (Filoche, 2022). Ce chiffre illustre principalement le déficit d'observation dans la région, qui comporte très peu d'observations.



Figure 8 : Colonie d' *Encalypta vulgaris* avec ses sporophytes, une bryophyte (s.s) assez commune, présente dans les pelouses de la réserve, © L.DAMAS - CBN du Bassin parisien



Figure 9 : *Metzgeria furcata*, une hépatique à thalle commune partout dans la réserve, sur les troncs et les branches d'arbres ou d'arbustes © L.DAMAS - CBN du Bassin parisien

1.2.2. RÉPARTITION SPATIALE DES BRYOPHYTES

En raison de leur petite taille, les bryophytes sont très sensibles aux micro-variations de l'environnement. Ainsi, des accumulations d'eau temporaire sur un sol piétiné en pelouse sèche peuvent apporter un cortège d'hépatiques affectionnant l'humidité, le tout dans un milieu xérique. Les pluies acides peuvent décarbonater les premiers centimètres du sol, et attirer des espèces neutroclines ou acidiclinales dans un site riche en bases, etc.

En conséquence la répartition des bryophytes sur un site est plus liée à la notion de micro-habitat qu'à celle d'habitat. Au sein d'un habitat homogène au niveau des plantes vasculaires, les bryophytes se répartiront de manière plus hétérogène (figure 10). Par exemple, dans une parcelle forestière il faudra distinguer les arbres selon leur orientation, essence, stade de sénescence, exposition etc. Il en résulte une difficulté d'échantillonnage des bryophytes, en raison de la multitude des paramètres à prendre en compte lors du choix des sites. L'échantillonnage à partir des cartographies d'habitat comme pour les plantes vasculaires n'est pas efficace, et on lui préfère une recherche le long d'un parcours, qui permet de rencontrer le plus de micro-habitats possibles.



Figure 10 : Un parking constitue déjà un habitat pour de nombreuses bryophytes. Plus d'une dizaine d'espèces tapisse le gravier sur cette photo. Ce sont principalement des rudérales, mais également des annuelles xérophiles © L.DAMAS - CBN du Bassin parisien

1.2.3. INTÉRÊT DE L'ÉTUDE DES BRYOPHYTES

De par leur grande sensibilité écologique, les bryophytes sont d'excellents indicateurs du milieu, y compris de certains paramètres qui ne transparaissent pas chez les plantes à fleurs. Les communautés bryologiques sont souvent nettement distinctes des communautés vasculaires au sein desquelles elles se développent. Elles sont également fréquemment utilisées dans la mesure de la pollution aquatique ou atmosphérique. Il a été démontré que dans un contexte prairial les bryophytes sont le taxon présentant la plus forte corrélation entre leur diversité sur un site et celle de l'ensemble des autres taxons (Manning et al., 2015). L'étude des bryophytes permet donc un aperçu de la richesse générale d'un site.

De plus la Directive européenne Habitats-faune-flore présente une liste de 32 espèces de bryophytes d'intérêt communautaire, dont 10 sont présentes en France. 14 espèces sont protégées à l'échelle nationale. L'intégration des bryophytes permet donc une prise en compte des espèces réglementées, notamment lors des travaux d'aménagements ou de restauration.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

2.1. RECUEIL DES DONNÉES HISTORIQUES ET RÉCENTES

Le référentiel taxonomique utilisé est la version 16 de TAXREF (Gargominy, 2022).

Une liste préalable des espèces déjà connues sur le site a été établie, à l'aide de la base de données *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) et de la base *Lobelia* du CBN du Bassin Parisien. Certains bulletins de la Société des Sciences de Seine-et-Oise et de la Société Botanique de France ont également été consultés pour compléter les données manquantes en base.

Dans un premier temps, afin de cerner les enjeux du site, ces données ont été comparées à la liste rouge européenne (Hodgetts et al. 2019), ainsi qu'à la liste des espèces déterminantes ZNIEFF pour l'Île-de-France (Filoche, 2017), à la liste des espèces de la directive européenne Habitats-Faune-Flore et au catalogue des bryophytes d'Île-de-France (Filoche, 2022).

Dans un second temps, afin de pouvoir effectuer des prospections ciblées, une liste d'espèces d'intérêt jamais citées sur le site mais qui pourraient être présentes du fait de leur écologie a été établie. Ont été retenues les espèces de la liste rouge européenne ou non revues en Île-de-France et dont l'écologie coïncide avec le site, ainsi que les espèces déterminantes ZNIEFF vivant dans des milieux semblables (Mahevas, 2000 ; Werner, 1996). Un total de 18 espèces à rechercher ont été sélectionnées, listées en annexe 2.

2.2. PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

La réserve a été divisée en trois secteurs, Ouest, Centre et Est, selon leur exposition. Au sein de chacun de ces secteurs, plusieurs sites ont été choisis, de sorte à couvrir tous les types d'habitats et de micro-habitats. Les différents habitats ont été repérés à l'aide des photographies aériennes (dalles, rochers, pistes etc.), des cartes topographiques de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN), des cartes géologiques du bureau de recherches géologiques et minières et de la cartographie des végétations naturelles et semi-naturelles de la région Île-de-France, VegIdF2 (Delizy, 2024). Certains habitats non présents sur les cartes ont été indiqués par le gestionnaire (anciennes carrières, four à chaux, etc.).

L'objectif est d'obtenir un échantillonnage représentatif de tous les micro-habitats, en prenant en compte les conditions liées à l'exposition, la nature géologique de la roche, l'ancienneté des boisements, etc. Les habitats les plus patrimoniaux ont été répliqués plusieurs fois. Une fois la majeure partie des sites prospectés, de nouveaux sites ont été rajoutés en fonction des déficits constatés. Par exemple, si les premiers sites en forêt étaient peu diversifiés et que de nombreuses espèces pouvaient encore être trouvées, de nouveaux sites en forêt ont été ajoutés.

Au sein des sites la prospection est menée de manière ciblée, en recherchant *in-situ* les micro-habitats présents. C'est donc une recherche empirique, car les micro-habitats ne peuvent pas tous être repérés lors de la préparation du terrain.

2.3. ANALYSE DES DONNÉES

2.3.1. Analyse descriptive des cortèges d'espèces

Le manque de données sur la répartition des bryophytes en France et de surcroît dans le Bassin parisien rend difficile l'analyse écologique et chorologique des résultats. Pour l'analyse de la chorologie des espèces, l'Atlas des bryophytes du Royaume-Uni (Blockeel *et al.*, 2014) a été utilisé. La répartition des espèces outre-Manche permet de se représenter leurs affinités climatiques. Pour l'analyse écologique, le tome 1 des *Bryophytes de France* (Hugonnot *et al.*, 2021) a été utilisé pour les hépatiques, ainsi que *Mosses and Liverworts of Britain and Ireland : A Field Guide* (Atherton *et al.*, 2010). La base de données *Bryophyte Attribute* (Hill *et al.*, 2007), qui présente les principales caractéristiques de chaque espèce pour le Royaume-Uni a également été utilisée pour l'analyse de l'écologie des espèces.

Pour l'analyse de la rareté des espèces, les indicateurs classiques que sont les échelles de rareté du catalogue des bryophytes d'Île-de-France, la liste rouge européenne ou la liste des espèces déterminantes ZNIEFF sont trop imprécis, en raison d'un manque de connaissances au moment de leurs réalisations. En conséquence, deux listes d'espèces ont été réalisées.

Une première qui regroupe les espèces considérées comme non revues par le catalogue des bryophytes d'Île-de-France, les espèces menacées à l'échelle européenne et les espèces déterminantes ZNIEFF. Ce sont des critères classiquement utilisés pour établir la patrimonialité dans d'autres groupes taxonomiques comme la flore vasculaire. Néanmoins certaines des espèces concernées par ces critères ne sont pas rares, ni menacées, et d'autres espèces très rares ne sont pas listées. Par conséquent une seconde liste s'impose, qui comprends des espèces considérées comme patrimoniales en l'état actuel de nos connaissances.

L'appréciation de la patrimonialité de ces espèces a été réalisée à l'aide de leur répartition dans la base de données Lobelia, de la bibliographie, mais également de l'expérience des autres bryologues du CBN du Bassin parisien (Pascal Amblard, Olivier Bardet, Rémi Dupré & Bertrand Masson, com. pers.). La difficulté de détection des espèces a été prise en compte, pour estimer les biais de prospection, selon la taille et la phénologie des espèces.

2.3.2 ANALYSE DE LA COMPLETUE DE L'INVENTAIRE

Pour calculer la complétude de l'inventaire, puisque les données ne sont pas obtenues par le biais d'un protocole classique d'échantillonnage, les méthodes traditionnelles ne sont pas toutes applicables. D'après la bibliographie (Vallet *et al.*, 2013), les deux meilleurs outils pour ce type de jeu de données sont les estimateurs non paramétriques comme le *Jackknife* d'ordre 1 et le *Chao* (figure 11). Ces outils permettent une estimation du nombre complet d'espèces sur un site en se basant sur le nombre de fois où chaque espèce est observée, et en théorisant que les espèces sont de plus en plus fréquemment observées lorsque l'effort de prospection augmente. Cette méthode a été appliquée à l'aide du package *vegan* du logiciel R (Oksanen *et al.*, 2011), et de la fonction *Specpool* modifiée issue de Vallet *et al.* (2013). Le code utilisé est utilisé en annexe 6.

Estimateur	Formule
Chao	$Rest = R_{obs} + \frac{(n_1^2)}{2 * n_2}$
Jacknife d'ordre 1	$Rest = R_{obs} + n_1 \frac{(N-1)}{N}$

Figure 11 : Formules des estimateurs de richesse, d'après Vallet et al. (2013)

2.4. DÉROULÉ DE L'INVENTAIRE

L'inventaire a été mené durant les mois de février à mars 2024, durant la période où les sporophytes sont facilement observables, ce qui rend la détermination plus aisée. Un total de sept journées de prospection a été effectué. Les espèces ont été identifiées en partie sur le terrain, et les taxons plus complexes ont été prélevés, puis identifiés en laboratoire. Tous les prélèvements ont été conservés, afin de permettre un réexamen des spécimens si nécessaire. Les ouvrages utilisés pour la détermination sont listés en Annexe 5.

3. RÉSULTATS

3.1. RECUEIL DES DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

La majorité des données historiques (81 espèces citées) sont imputables à Pierre Allorge, au début du XX^{ème} siècle (Gaume, 1964). Les données récentes (63 espèces citées) proviennent majoritairement d'un inventaire partiel réalisé sur un jour par Sébastien Filoche en 2016 (Filoche, 2016). Les échantillons issus de cette étude ont été en partie réexaminés, et certaines déterminations paraissant erronées ont pu être écartées. En raison du mode de saisie et de restitution des bases, les données anciennes sont à l'échelle de la commune, et certaines données n'ont pas de date associée. On remarque que les données anciennes ne concernent que les mousses s.s. et qu'aucune donnée ancienne d'hépatique ou d'anthocérotes ne nous est parvenue. La liste des taxons recueillis dans la bibliographie est disponible en annexe 1.

Plusieurs données anciennes sont douteuses, car leurs écologies ne correspondent pas aux milieux présents dans la réserve (*Sphagnum*, *Buxbaumia aphylla*, *Bartramia pomiformis*, *Cinclidotus*). Elles proviennent probablement du bois de la Roche-Guyon à proximité sur le plateau ou de la Seine en contrebas de la réserve. D'autres encore sont désormais invalides à cause des révisions taxonomiques (*Orthotrichum affine* et *Tortella tortuosa*, qui ont tous deux été splittés en complexes.). Certaines de ces dernières ont été réexaminées grâce aux *exsiccatas* conservés au MNHN. Une donnée historique de *Cheilothela chloropus* a été citée à proximité immédiate de la réserve (Filoche, 2016), mais sa source n'a pas été retrouvée. L'espèce a été recherchée, car l'écologie coïncide avec la réserve, bien que la donnée soit considérée comme douteuse, car aucune autre mention de l'espèce n'a été faite dans la région.

Trois taxons sont inscrits sur la liste rouge européenne, mais deux d'entre eux n'ont pas été revus en Île-de-France depuis au moins 1950. Un total de 14 espèces déterminantes ZNIEFF a été observé, toutes périodes confondues. Aucune espèce protégée ni concernée par la Stratégie Nationale des Aires Protégées (SNAP) n'a été observée par le passé.

3.2. RÉSULTATS DE L'INVENTAIRE

3.2.1. RÉSULTATS GÉNÉRAUX

Un total de 120 espèces a été trouvé, dont 56 nouvelles pour le site soit 47 %. Treize sont déterminantes ZNIEFF pour la région, une vulnérable sur la liste rouge régionale européenne. 30 relevés exhaustifs ont été réalisés, ainsi que 23 relevés partiels (figure 12 et 13). Cela représente un total de 568 données, soit 1,5% de l'ensemble des données bryophytes dans la région Île-de-France ou 3,5% des données récentes. La liste complète des espèces est disponible en Annexe 4.

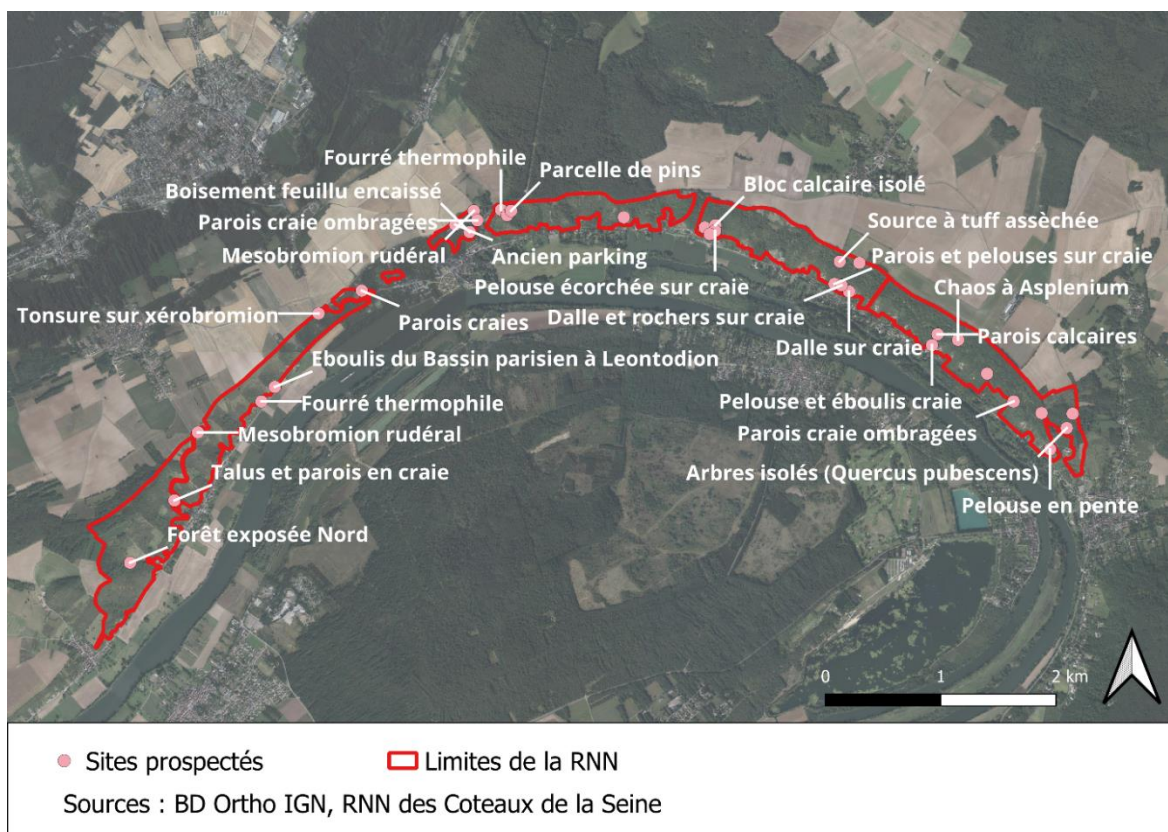


Figure 12 : Sites prospectés sur la réserve

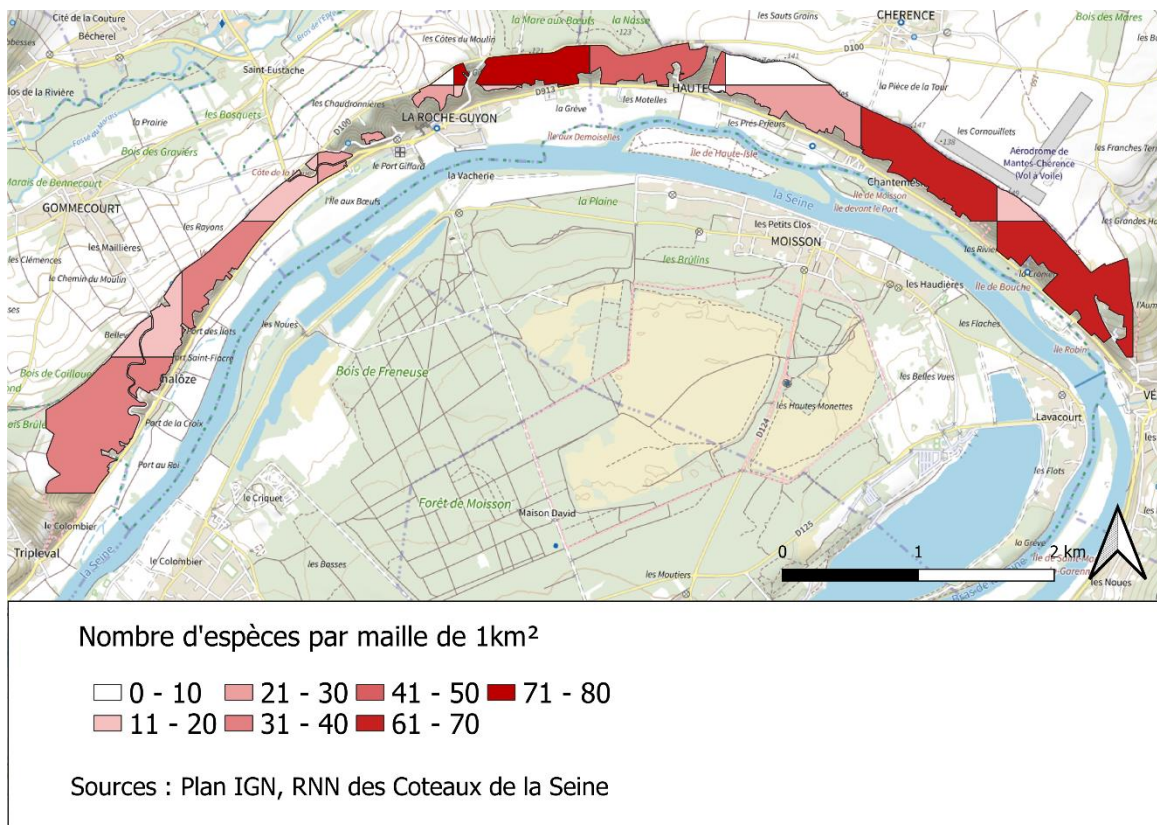


Figure 13 : Nombre d'espèces trouvées durant l'inventaire par maille de 1km²

3.2.2. ESPÈCES REMARQUABLES DU SITE

Seules 2 des espèces ciblées en Annexe 2 ont été retrouvées. Sont indiquées en Annexe 3 les 23 espèces observées sur la réserve lors de cet inventaire et considérées comme rares ou non revues par le *catalogue des bryophytes d'Île-de-France*, ainsi que les espèces déterminantes ZNIEFF dans la région et les espèces menacées en Europe. Certaines espèces sont relativement communes, malgré les indications du catalogue ou leur classement en ZNIEFF, en raison du manque de données actuelles pour la région. Il semble donc nécessaire de porter une attention particulière à la répartition et aux dynamiques des populations de chaque espèce dans le Bassin parisien pour définir leur patrimonialité.

3.3. COMPLÉTUDE DE L'INVENTAIRE

L'estimation de la complétude par les outils statistiques retenus *Jackknife 1* et *Chao* projettent entre 143 et 151 espèces sur le site soit une exhaustivité entre 80 et 84% (figure 14).

Nombre d'espèces observées	Richesse estimée	
	Chao	Jackknife (ordre 1)
120	142.881	150.944

Figure 14 : Richesse estimée par les différents outils

3.4. DONNÉES HISTORIQUES NON RETROUVÉES

En ne prenant pas en compte les espèces dont on présume qu'elles ont été observées hors de la réserve, 6 espèces citées anciennement n'ont pas été revues durant l'inventaire :

- *Porella arboris-vitae*
- *Stereodon pratensis*
- *Campylium stellatum*
- *Jungermannia atrovirens*
- *Rhynchostegiella curviseta*
- *Thuidium assimile*
- *Thuidium recognitum*

On peut également comparer l'inventaire avec celui réalisé par Hugonnot & Boudier (2013) dans l'Espace Naturel Sensible de Vigny-Longuesse, très proche de la réserve, et constitué de front de taille et de pelouses sur calcaire et craie. Plusieurs espèces ont été observées à Vigny mais pas sur la réserve :

- *Bryum moravicum*
- *Dicranum scoparium*
- *Lophozia personii*
- *Mesoptychia badensis*
- *Microeurhynchium pumilum*

- *Scorpiurium circinatum*
- *Seligeria acutifolia*
- *Thuidium assimile*
- *Ulota crispa*

Bryum moravicum est une épiphyte relativement commune mais très sous observée. *Dicranum scoparium* est une acidiphile, présente à Vigny en tant qu'épiphyte sur *Quercus*, absente sur le site probablement à cause de l'absence de vieux chênes en ambiance fraîche. *Lophozia personii* est une espèce très rare, alpine et exceptionnelle en plaine. Elle n'est probablement pas présente sur la réserve. *Mesoptychia badensis* est une espèce des sols calcaires nus, peut-être présente en petite population sur la réserve, mais remplacée par la plus hygrophile *M. turbinata*. *Microeurhynchium pumilum* et *Thuidium assimile* ont été observés après les inventaires par Bertrand Masson. *Scorpiurium circinatum* et *Seligeria acutifolia* sont des espèces de blocs calcaires, probablement présentes sur la réserve. *Ulota crispa* n'a pas pu être observée en raison de la période d'inventaire.

4. DISCUSSION

4.1. CORTÈGES D'ESPÈCES PAR GRAND TYPES DE MILIEUX

Ci-suit une description sommaire des cortèges d'espèces rencontrés sur la réserve, afin de situer géographiquement et écologiquement les enjeux. Les espèces patrimoniales sont en **gras** les espèces peu observées dans la région sont soulignées.

Sur les pitons se trouvent les cortèges d'espèces liées aux parois plus ou moins tendres, riches en bases (*Grimmia crinita*, *G. orbicularis*, ***Seligeria sp. pl.*** etc.) (figure 15). À la base des pitons, dans les accumulations de craie décomposée se trouvent des cortèges d'espèces pionnières basiphiles (*Aloina ambigua*, *Microbryum curvicollum*, *Tortula lindbergii* etc.). Sous ou sur les rochers tombés au pied des parois, on observe des espèces plus hygrophiles (*Amblystegium serpens*, *Cephaloziella baumgartneri*, ***Southbya nigrella*** etc.). Ce sont les habitats qui contiennent les cortèges les plus riches, y compris en espèces patrimoniales. On y retrouve notamment beaucoup d'espèces communes dans leurs habitats de substitutions, mais ici dans leur habitat naturel (*Grimmia*, *G. crinita orbicularis*, ***Southbya nigrella***). Les zones d'éboulis sont très pauvres en espèces pionnières, car trop stables ou trop mobiles. On y retrouve de grandes colonisatrices, ou des plantes de pelouses (*Dicranella howei*, *Homalothecium lutescens*, *Rhynchostegium megapolitanum* etc.).



Figure 15 : Paroi crayeuse sur la réserve. Sur la corniche se développe de grandes mousses compétitrices de pelouses, et les espèces plus pionnières se situent sur les parois et les zones de zones végétalisées en cours d'érosion. Des espèces rudérales poussent sur les limons accumulés en bas de la paroi © L.DAMAS - CBN du Bassin parisien

Les dalles situées au sommet des pitons sont relativement pauvres, du fait de la fréquentation du site. On y retrouve des espèces saxicoles communes, pionnières ou non (*Didymodon luridus*, *Syntrichia montana*, *Tortula muralis* etc.). Ce sont les pelouses calcicoles xérophiles qui abritent plus d'espèces, avec les grandes compétitrices pérennes (*Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum*, *Rhytidium rugosum*, *Tortella squarosa* etc.), les pionnières annuelles des zones nues (*Microbryum sp. pl.*) et les différents stades de colonisation entre les deux communautés qui sont surtout occupés par les *Weissia* et les *Didymodon*. Les blocs affleurants en pelouses, souvent enfouies dans le sol offrent des surfaces pour les ***Seligeria***. À la limite entre le sol et la roche, mais aussi au bord des terrasses se trouvent des espèces appréciant l'ombre de la végétation (*Cephaloziella baumgartneri*, *Fissidens viridulus*, *Oxyrhynchium hians*).

Les zones perturbées en pelouses sont recolonisées de trois manières différentes. Les zones les plus abîmées (places à feu, anciens parkings) sont recouvertes par des espèces rudérales euryèces (*Ceratodon purpureus*, *Bryum argenteum*, *Bryum dichotomum* etc.). Les zones moins perturbées, notamment les pelouses récemment réouvertes sont colonisées par des pionnières plus eutrophiles (*Tortula acaulon*, *Ptychostomum capillare*,

Funaria hygrometrica). Enfin, les zones où la craie a été mise à nue sont colonisées par des espèces plus basiphiles, parfois même rares (*Aloina aloides*, *Pseudocrossidium hornschuchianum*, *Pterygonerum ovatum* etc.).



Figure 16 et 17 : Bloc calcaire dans une ancienne carrière à Vétheuil et *Eucladium verticillatum*, espèce des parois calcaires fraîches à hygrophile, déterminante ZNIEFF, se développant sur ces blocs © L. DAMAS- CBN du Bassin parisien

Les zones forestières comportent des cortèges classiques, avec de grandes pleurocarpes au sol (*Oxyrhynchium hians*, *Eurhynchium striatum*, *Thamnobryum alopecurum*, etc.), des épiphytes sur tronc et branches (*Radula complanata*, *Lewinskya affinis*, *Ulota bruchii*, etc.). Les rochers en forêt sont couverts par de grandes colonisatrices (*Alleniella complanata*, *Anomodon viticulosus*, *Isothecium alopecuroides*, etc.) (figure 16). Sur les parties en devers des roches, de petites colonisatrices s'installent, *Fissidens gracillifolius* sur les roches calcaires et *Tortella inflexa* sur les roches crayeuses. Les anciennes carrières de calcaire présentent quelques espèces de milieux frais, grâce à l'eau retenue par la roche. On retrouve par exemple *Eucladium verticillatum*, *Didymodon sinuosus* et *Encalypta streptocarpa* (Figure 17). Ce sont des milieux riches en espèces.

Les cortèges des suintements sont relativement pauvres (*Eucladium verticillatum*, *Palustriella commutata*, *Hygroamblystegium varium* etc.), bien que typiques des sources tuffeuses car spécialisés. Le caractère intermittent d'une partie des sources explique probablement cette pauvreté. Les sources ombragées sont en général plus paucispécifiques que les sources en pleine lumière.

Un cortège très particulier a été observé aux abords des parois de craie. Sur les branches horizontales bordant le bas des pitons, des sédiments se sont déposés sur l'écorce. Il en résulte un peuplement mixte d'épiphytes et de saxicoles strictes (figure 18). On retrouve sur ces branches *Zygodon viridissimus*, *Tortella tortuosa*, *Fissidens dubius*, *Grimmia pulvinata*, ***Gymnostomum viridulum***, *Orthotrichum diaphanum*, *Weissia* sp. et *Tortula lindbergii*.



Figure 18 : Branche sous un front de taille de craie, couverte de craie. Les coussins verts sont un mélange de *Gymnostomum viridulum*, *Zygodon viridissimus* et *Tortella tortuosa* © L. DAMAS- CBN du Bassin parisien

Ce cortège ne présente pas d'épiphytes strictes, mais plusieurs saxicoles plus ou moins strictes. De par sa curiosité, ce cortège présente un intérêt patrimonial. Il est restreint aux zones boisées en bordure de falaise de craie, et donc assez exceptionnel.

Les deux pelouses soumises au pâturage sont plus riches en sol nu et en écorchures que les zones fauchées, mais restent pauvres en espèces, avec uniquement des espèces vivaces de « grande » taille (*Tortella squarosa*, *Brachytecium rutabulum*, *Hypnum cupressiforme var lacunosum*). Il est probable qu'un pâturage trop fréquent ne laisse pas le temps aux bryophytes de coloniser les habitats créés par le piétinement des bêtes. Un pâturage extensif avec des périodes de repos pour le site pourrait néanmoins être propices aux bryophytes (Boch *et al.*, 2018 ; Dupré, 2001).

L'intérêt patrimonial du site pour les bryophytes repose notamment sur l'érosion de la craie, qui limite grandement la colonisation pérenne des micro-habitats, notamment dans les milieux de pelouses. La plus grande partie des espèces patrimoniales observées sont des pionnières de milieux riches en bases, et sont donc grandement favorisées par le renouvellement des surfaces. On y retrouve également plusieurs espèces communes dans des habitats artificiels (murs, ouvrages anciens), mais extrêmement rares en milieux naturels.

4.2. ESPÈCES À ENJEUX

4.1.1 ESPECES A ENJEUX MAJEURS POUR LA RESERVE

Parmi les 120 espèces inventoriées, treize nous semblent présenter un intérêt patrimonial majeur en se basant sur les connaissances actuelles dans la région et du dire d'expert. Ces espèces font l'objet de fiches synthétiques ci-dessous, Les connaissances sur ces espèces sont amenées à changer dans les années à venir ; cette sélection est donc à prendre avec précaution en l'état actuel des connaissances. Leur répartition au sein de la réserve est représentée par la figure 31.

Crossidium squamiferum (Viv.) Jur., 1882

Rareté : Non revue régionalement

Espèce d'affinité méditerranéenne, se développant sur le calcaire et la craie, parfois les conglomérats (M. Philippe, *com. pers*) souvent dans les anciennes carrières. En Île-de-France, elle n'est connue que de l'ouest du Vexin Français. C'est une espèce rare, en régression. Sur la réserve elle est présente sur les amoncellements de craies en contrebas des pitons de Chantemesle, et sur les abords de la route qui descend à Clachalôze (commune de Gommecourt) (figure 19).



Figure 19 : *Crossidium squamiferum* © P. AMBLARD - CBN du Bassin parisien

Gymnostomum calcareum Nees & Hornsch., 1823

Rareté : Non revue régionalement

Espèce des climats tempérés, avec une affinité méditerranéenne et montagnarde. Elle se développe sur les milieux calcaires humides, les tufs, etc. Espèce anciennement assez bien répartie en Île-de-France, désormais très rare. La réserve est la seule station récente connue dans la région. On la retrouve dans les fissures ombragées des pitons, les blocs rocheux en forêt et proches des sources (figure 20).



Figures 20 et 21 : *Gymnostomum calcareum* à gauche et *G. viridulum* à droite. Noter la différence dans la longueur des feuilles © O. BARDET (gauche) et L. DAMAS (droite) - CBN du Bassin parisien

Gymnostomum viridulum Brid., 1826

Rareté : Rare ; déterminante ZNIEFF

Espèce atlantique montagnarde. Il n'y a aucune donnée ancienne en Île-de-France car elle a été longtemps confondue avec *G. calcareum*. Elle est aujourd'hui peu répandue dans le Bassin parisien, et est rare dans la région. Elle se développe sur les craies, la chaux et d'autres substrats basiques et malléables, en situation ombragée (figure 21).

Mesoptychia turbinata (Raddi) L.Söderstr. & Váňa, 2012

Rareté : Non revue régionalement

Espèce méditerranéo-atlantique, répandue en France dans la région méditerranéenne et la Normandie orientale, très dispersée dans le centre du pays. Elle se développe sur les parois ou sur sol basiques humides, en contexte forestier (figure 22). L'espèce n'est connue qu'à Vétheuil et Jeufosse en Île-de-France. D'après Hugonnot et Chavoutier (2021), elle n'est pas menacée en France.



Figure 22 : *Mesoptychia turbinata* sur une paroi humide dans la réserve © L. DAMAS - CBN du Bassin parisien

Palustriella commutata (Hedw.) Ochyra, 1989

Rareté : Rare ; déterminante ZNIEFF

Espèce d'affinité montagnarde. Assez abondante dans les régions montagnardes, elle est rare en plaine, et très rare en Île-de-France. Liées aux cours d'eau chargés en bases, c'est une des espèces à l'origine des formations de tufs, bien qu'elle puisse se développer hors de ces habitats (figure 23). La dégradation de ces milieux est à l'origine d'une régression importante de l'espèce. Sur la réserve elle est présente dans les sources du *Pellion endivifoliae*.



Figure 23 : *Palustriella commutata* sur des tufs © L. DAMAS - CBN du Bassin parisien

Pterygoneurum ovatum (Hedw.) Dixon, 1934

Rareté : Rare

Espèce d'affinité méditerranéenne à tempérée, bien répartie en Europe de l'Ouest. En France, elle est surtout présente dans la région méditerranéenne et les Alpes. Elle se développe sur les lithosols basiques, les zones écorchées, les murs calcaires, etc., en contexte xérique. Malgré de nombreuses données historiques dans la région, elle n'a été que très rarement revue. Dans le Bassin parisien, l'espèce semble très rare, bien que son identification soit aisée sur le terrain. Sur la réserve, l'espèce est présente sur les écorchures de pelouses, où la craie est apparente (figure 24).



Figure 24 : *Pterygoneurum ovatum* © L. DAMAS - CBN du Bassin parisien

Plasteurhynchium striatulum (Spruce) M.Fleisch., 1925

Rareté : Très rare ; déterminante ZNIEFF

Espèce confinée à l'Europe de l'Ouest, surtout en régions montagneuses. La majeure partie des populations de l'espèce semblent se trouver en France, dans les Alpes et le Jura. Elle est strictement inféodée aux rochers calcaires, et se développe souvent en forêt, au sommet des blocs. Elle possède de nombreuses données historiques en Île-de-France, mais seulement deux observations récentes. Elle semble très rare dans le Bassin parisien. Elle est déterminante ZNIEFF en Île-de-France. Sur la réserve, on la retrouve sur les blocs calcaires ombragés sur la partie est de la réserve (figure 25).



Figure 25 : *Plasteurhynchium striatulum*, sur un *Anomodon viticulosus* au sommet d'un front de taille © L. DAMAS - CBN du Bassin parisien

Rhynchostegium murale (Hedw.) Schimp., 1852

Rareté : Non revue régionalement

C'est une espèce d'Europe tempérée, mal connue en France. Ce n'est que la deuxième observation récente en Île-de-France, et elle ne possède que 4 données historiques. Néanmoins c'est une espèce particulièrement discrète malgré sa taille. Elle est plus commune que ce que laissent supposer les cartes, mais il est difficile d'estimer sa rareté dans la région. Elle reste assez rare dans la plupart des régions de plaine (figure 26).



Figure 26 : *Rhynchostegium murale* forme des colonies sur les blocs rocheux dont les rameaux ont un aspect gonflé.
© H. SCHACHNER

Seligeria calcarea (Hedw.) Bruch & Schimp., 1849 et *S. pusilla* (Hedw.) Bruch & Schimp., 1846

Raretés : Très rare / Non revue régionalement; déterminantes ZNIEFF

Ces deux espèces de *Seligeria*, spécialistes des parois calcaires fraîches, sont présentes sur les parois et rochers de craie dans la réserve (figure 27). Elles sont toutes les deux relativement rares dans la région, mais sont abondantes sur la réserve.

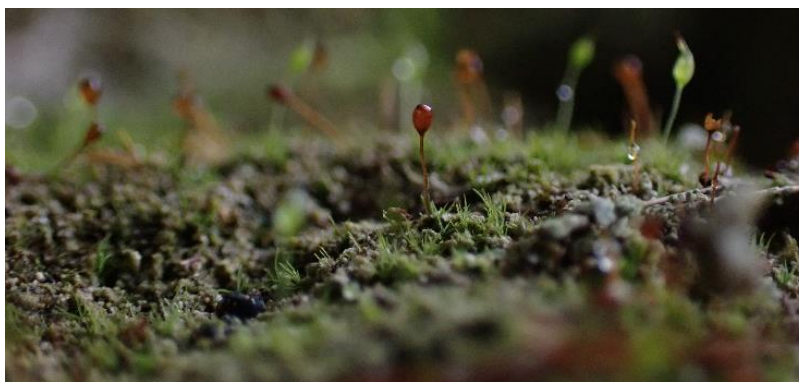


Figure 27 : *Seligeria pusilla* sur un rocher tombé au pied d'un piton. L'espèce s'est initialement développée à la verticale © L. DAMAS - CBN du Bassin parisien

Southbya nigrella (De Not.) Henriq., 1886

Rareté : Non revue régionalement

Espèce océanique-méditerranéenne, rare et disséminée hors de la région méditerranéenne. L'espèce se développe sur les pelouses écorchées, les parois rocheuses, les mortiers de murs, les tufs, etc., toujours dans les fissures retenant l'humidité. En Île-de-France, l'espèce semble présente çà et là, mais reste rare. D'après Hugonnot et al. (2022), l'espèce ne serait pas menacée, bien que rare dans toute la France. Sur la réserve on la retrouve au pied des pitons crayeux, sur la craie désagrégée et les petits blocs de craies tombés (figure 28).



Figure 28 : *Southbya nigrella* sur un amoncellement de craie sous un rocher. C'est la seule hépatique à feuilles entières, alternes et colorées de noir © L. DAMAS - CBN du Bassin parisien

Tortella inflexa (Bruch) Broth., 1902

Rareté : Non revue régionalement; déterminante ZNIEFF

Cette *Tortella* méditerranéenne est une spécialiste des craies et des calcaires tendres (figure 29). On la retrouve sur l'ensemble de la réserve, en milieux ouverts ou boisés. C'est le seul site connu en Île-de-France, mais elle est probablement méconnue en raison de sa petite taille.



Figure 29 : *Tortella inflexa*, sur une roche en craie. On remarque le *protonema* marron sur la pierre, qui persiste à l'état adulte de la plante © L. DAMAS - CBN du Bassin parisien

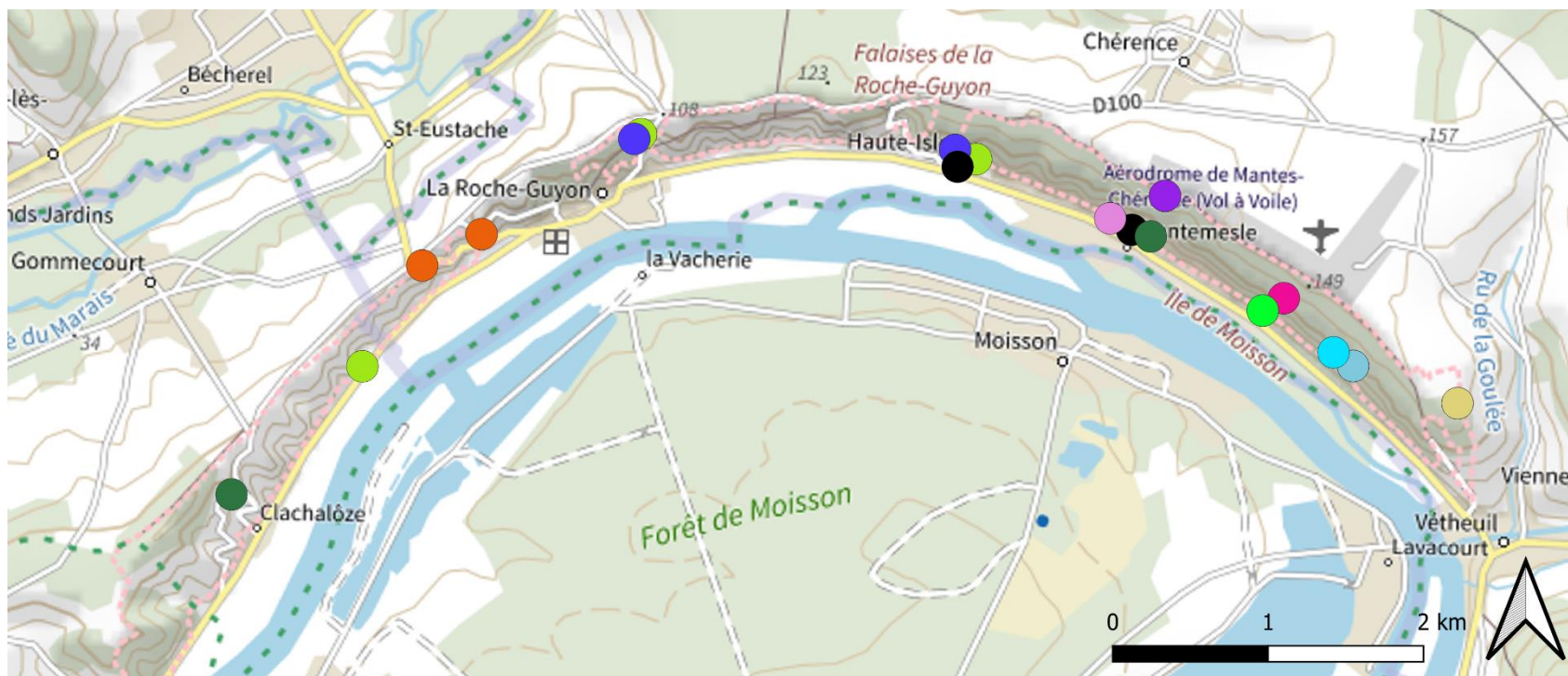
Zygodon stirtonii Schimp. ex Stirt.

Rareté : Très rare

Espèce très peu connue, se développant sur les arbres ou les rochers riches en bases (figure 30). Anciennement considérée comme une variété, elle n'a été que très peu notée. En France, elle possède seulement 12 observations. Sur la réserve, on la retrouve sur les branches de Frêne en forêt, vers Vétheuil. Elle est probablement rare dans la région.



Figure 30 : *Zygodon stirtonii*, avec détail des feuilles et de la nervure excrudente diagnostique © O. BARDET - CBN du Bassin parisien



Espèces patrimoniales :

- | | | |
|---|---|--|
|  <i>Crossidium squamiferum</i> |  <i>Palustriella commutata</i> |  <i>Seligeria pusilla</i> |
|  <i>Gymnostomum calcareum</i> |  <i>Pterygoneurum ovatum</i> |  <i>Southbya nigrella</i> |
|  <i>Gymnostomum viridulum</i> |  <i>Rhynchostegium murale</i> |  <i>Zygodon stirtonii</i> |
|  <i>Mesoptychia turbinata</i> |  <i>Seligeria calcarea</i> | |

Tortella inflexa est abondante sur l'ensemble de la partie crayeuse du site

Sources : Plan IGN

Figure 31 : Localisations des espèces à enjeux sur le site

4.2.1. AUTRES ESPÈCES RARES

Les espèces observées et déterminantes ZNIEFF, menacées en Europe ou considérées comme non revues par le catalogue sont citées en Annexe 3. Elles n'ont pas été incluses dans les espèces à fort enjeux car plus communes et moins menacées. Malgré les indications de ces documents, l'état actuel des connaissances laisse à penser que certaines de ces espèces sont peu ou pas menacées.



Figure 32 : *Myriocoleopsis minutissima* sur un tronc à Gommecourt. L'espèce est considérée comme NRR dans le catalogue, mais a été depuis souvent observée, et est probablement assez commune © L. DAMAS - CBN du Bassin

Pour les cas de *Fissidens gracillifolius*, *Enthostodon fascicularis*, *Myriocoleopsis minutissima* (figure 32), *Rhytidium rugosum*, *Cephaloziella baumgartneri*, *Trichostomum crispulum*, *Bryum ruderale*, *Encalypta vulgaris* et *Rhynchostegium megalopolitanum*, il s'agit d'espèces assez rares à relativement communes, mais souffrant d'un manque de prospections. Elles ne sont probablement pas menacées, voire en expansion pour certaines d'entre elles (Zechmeister, 2007).

Tortella commutata et *Lewinskyafastigiata* sont des espèces nouvellement créées, n'ayant pas encore beaucoup de données en Europe mais étant toutes les deux communes. *Tortella commutata* n'est pas intégrée dans la version 16 de TAXREF et n'est donc pas présente dans les bases de données.

Microbryum floerkeanum est une espèce mal connue. En France, elle n'est que très peu notée (48 observations sur l'INPN), en raison de sa petite taille et de son caractère éphémère. Elle serait surtout présente dans l'Est du pays. Il s'agit d'une espèce principalement messicole sur substrats calcaires, mais peut également se développer sur des sols perturbés en pelouse naturelle. C'est la seule observation récente de l'espèce en Île-de-France. Espèce probablement très sous-prospectée, il est difficile de dire si elle est menacée ou non. Néanmoins la bryoflore de ses deux habitats (champs cultivés et pelouses) est en régression, et c'est donc probablement le cas de cette espèce également. Sur la réserve, on la retrouve sur les parties nues des pelouses du *Xerobromion erecti*. Il a été choisi de ne pas l'intégrer dans les espèces patrimoniales en raison de l'incertitude concernant sa répartition dans la dition.

Grimmia crinita, espèce vulnérable sur la liste rouge européenne et notée comme très rare et menacée dans la plupart des régions d'Europe est en réalité très sous-évaluée (figure 33). L'espèce est très commune sur les mortiers des vieux murs, et n'est pas menacée. Néanmoins l'espèce est rarement présente en milieux naturels, et la population de la réserve est la seule connue en milieu naturel en Île-de-France.



Figure 33 : *Grimmia crinita* sur la craie entre deux silex, sur le piton de Chantemesle © L. DAMAS - CBN du Bassin parisien

4.2.2. ÉCOLOGIE DES ESPÈCES

En l'absence de ressources concernant l'écologie des espèces en France, les analyses suivantes sont réalisées à partir de l'écologie des espèces au Royaume-Uni, extraite de Bryoatt (Hill *et al.*, 2007). Le cortège d'outre-Manche étant proche de celui de la moitié Nord de la France, il est comparable à celui de la dition. Seule une espèce de la réserve n'est pas présente dans Bryoatt, et est représentée en NA.

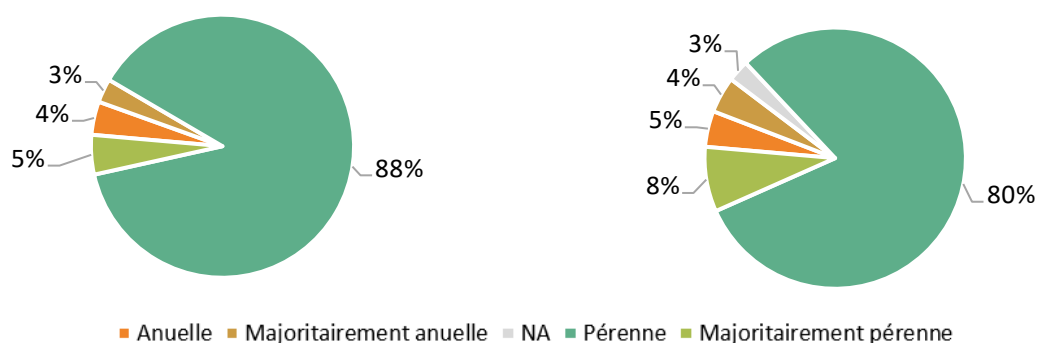


Figure 34 : Proportion de chaque cycle de vie chez les bryophytes du Royaume-Uni (à gauche) et de la réserve (à droite) © L. DAMAS - CBN du Bassin parisien

La figure 34 montre une comparaison entre le type biologique de l'ensemble des espèces du Royaume-Uni et de celles inventoriées dans la réserve. On note une très légère prévalence des plantes à tendance annuelle sur la réserve (9 %) par rapport à l'ensemble des bryophytes du Royaume-Uni (7 %). Ces chiffres s'expliquent par la présence de milieux xérophiles ouverts qui accueillent un plus grand nombre d'espèces annuelles, effectuant leur cycle complet durant l'hiver

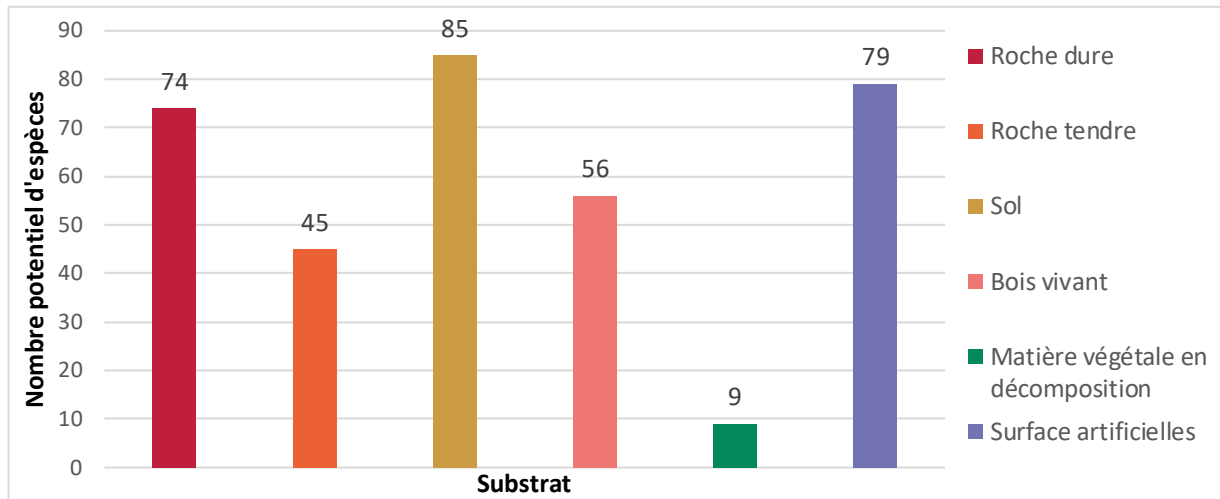


Figure 35 : Nombre potentiel d'espèces sur chaque habitat dans la réserve © L. DAMAS - CBN du Bassin parisien

Le graphique 2 représente le nombre d'espèces potentiellement présentes sur chaque substrat de la réserve ; par exemple, les matières végétales en décomposition peuvent potentiellement accueillir neuf des espèces de la réserve. Elle a été construite en rattachant chaque espèce inventoriée à un ou plusieurs substrats sur lesquels elle peut se développer selon Bryoatt. On remarque que les substrats potentiellement les plus riches sont le sol, les surfaces artificielles et la roche dure. Ce sont les trois substrats les plus propices aux bryophytes de manière générale. Les surfaces artificielles abritent notamment un grand nombre d'espèces généralistes. Les espèces de matière végétale en décomposition sur la réserve ne sont pas des spécialistes, et sont donc communes. On note un nombre important d'espèces susceptibles de se développer sur roche tendre, et donc liées à la craie. Elles représentent 37 % des espèces de la réserve, contre seulement 20 % de l'ensemble des espèces d'outre-Manche. La craie est donc un facteur important de la richesse du site.

L'analyse des indices d'Ellenberg attribués par Bryoatt aux espèces de la réserve souligne un certain nombre de traits attendus. Par exemple, 88% des espèces sont liées à des substrats basiques (dont 64% à des substrats fortement basiques). Les espèces des substrats acides sur le site sont majoritairement des épiphytes (les écorces de *Quercus* sont acides) ou liées aux parties rudérales (*Ceratodon purpureus* dans les places à feux). Les espèces de milieux eutrophes ne représentent que 11% du total des espèces observées. On les retrouve en situation rudérales ou en situation de fourrés, et indiquent souvent une eutrophisation de surface, amenée par la décomposition des feuilles d'arbustes colonisateurs. De la même manière, les espèces de la réserve sont principalement très héliophiles, et donc concentrées sur les milieux ouverts, notamment les parois. Peu d'espèces se développent dans les zones très ombragées de la réserve, mais ce sont des espèces relativement rares dans la région, se développant toutes sur roches (*Fissidens gracilifolius*, *Southbya nigrella*, *Tortella inflexa*). Les zones ouvertes sont donc plus riches, mais les parois et blocs en forêt abritent des espèces très intéressantes. Les graphiques présentant ces données sont disponibles en Annexe 7.

Plusieurs espèces ayant un caractère indicateur utile à la gestion sont détaillées en Annexe 8.

4.2.3. DONNÉES HISTORIQUES NON RETROUVÉES

Plusieurs espèces connues historiquement sur les communes du site n'ont pas été retrouvées. Si on exclut les espèces liées aux milieux absents de la réserve, on note plusieurs disparitions probables du site. Ces espèces seraient à rechercher en priorité.

- *Porella arboris-vitae* est une espèce en forte régression dans notre région, déjà rare au XX^{ème} siècle. Elle n'a plus qu'une station actuelle, à Fontainebleau en Seine et Marne. Sa présence sur le site est encore possible.
- *Stereodon pratensis* a été cité d'une « source aux alentours de Vétheuil ». L'espèce a aujourd'hui disparu de plaine, bien que les échantillons d'herbier consultés au MNHN confirment sa présence dans la région au moins jusqu'en 1912. Très mal connue, il est difficile de dire si elle est encore présente dans le Bassin parisien.
- *Campylium stellatum* est une espèce des zones humides ouvertes, probablement disparue sur la réserve.
- *Jungermannia atrovirens* est une espèce des milieux aquatiques à eau de bonne qualité, qui a énormément régressé en Île-de-France, et ne se trouve plus qu'en tête de bassin versant. Elle a probablement disparue de la réserve, mais pourrait être présente sur certaines sources.
- *Rhynchostegiella curviseta* est une espèce liée aux tufs, discrète mais probablement présente sur la réserve.
- *Thuidium recognitum* est une espèce des blocs calcaires en forêt, ayant connu une forte régression dans la région. Elle est peut-être encore présente dans les zones forestières de la réserve.
- *Entosthodon muhlenbergii* est une espèce en régression à l'échelle européenne, liées aux pelouses sèches. Elle n'était historiquement que peu citée dans la région. C'est une annuelle, difficile à observer, sujette à des éclipses, mais dont la régression est certaine en Île-de-France. Elle n'y a pas été revue depuis 1930.

Thuidium assimile n'a pas été revu durant l'inventaire mais a été observé après par Bertrand Masson peu de temps après.

Les espèces ayant disparu sont principalement liées aux milieux humides, qui se sont refermés ou bien asséchés. Les zones ouvertes ont conservé la plus grande partie de leur cortège. Néanmoins certaines espèces rares aujourd'hui étaient considérées comme communes et non récoltées à l'époque, il y avait donc sûrement plus d'espèces que ce qui nous est parvenu.

4.2.4. COMPLÉTUDE DE L'INVENTAIRE

En raison d'une expérience modérée de l'observateur et de la période de terrain, plusieurs taxons manquent à l'inventaire. C'est le cas des espèces fructifiant à l'automne, notamment les *Ephemerum* et certaines Orthotrichacées qui ne sont pas toujours déterminables en février-mars. Certains groupes complexes pourraient

également être enrichis par la révision des échantillons collectés par un spécialiste. C'est le cas par exemple des *Didymodon* et des *Schistidium*. Enfin, des espèces difficiles à repérer mais probablement présentes comme *Brachytecium glareosum* pourraient encore être observées. Un passage opportuniste de Bertrand Masson sur le site a déjà permis de trouver 3 espèces en plus de l'inventaire. L'ensemble des échantillons a été conservés afin de pouvoir être réexaminés.

Si le nombre d'espèces connues a presque doublé par rapport à l'inventaire de 2016, 3 espèces connues récemment n'ont pas été revues. *Rhynchostegium confertum* est une espèce des milieux humides, ressemblant superficiellement à d'autres pleurocarpes. Elle est probablement localisée sur le site, c'est une espèce banale dans la région. *Gyroweisia tenuis* est une minuscule acrocarpe, difficile à observer. Elle est rare dans le Bassin parisien. *Campylophyllopsis calcarea* est une espèce assez rare, difficile à observer du fait de sa ressemblance avec d'autres pleurocarpes.

L'inventaire n'a donc pas permis de détecter toutes les espèces présentes, et une vingtaine d'espèces pourraient encore être trouvées. Les outils statistiques utilisés pour l'analyse projettent entre 23 et 31 espèces de plus que ce qui a été trouvé. L'utilisation de ces méthodes dans des contextes semblables amène souvent à une surestimation de la richesse par rapport à la réalité, en raison de présence de relevés ponctuels non exhaustifs dans le jeu de données (Vallet *et al.*, 2013 ; J. Vallet *com. pers.*). Il faut rajouter que l'écologie des bryophytes se prête mal à ce genre d'analyses, car elles peuvent apparaître en éclipse dans les habitats, ou dans des micro-habitats dont la présence n'est pas attendue au sein du site, ce qui produit de nombreuses espèces observées une ou peu de fois sur le site. Or c'est le nombre de fois où les espèces les moins observées sont relevées qui sert à estimer la richesse d'un site avec ces outils.

On note également que *Lophocolea minor*, espèce très rare dans le bassin parisien n'est connue d'Île-de-France que dans une carrière à proximité immédiate de la réserve. Elle n'a pas été trouvée, mais est à rechercher dans la réserve.

CONCLUSION

Le site possède une richesse spécifique en bryophytes relativement élevée. Plusieurs espèces rares à l'échelle régionale s'y trouvent, voire ne se trouvent que sur le site, notamment celles spécialistes des craies, et le site possède donc une responsabilité importante à leur égard. La conservation de la richesse du site passe par un maintien des milieux ouverts, la limitation des perturbations sur les dalles et rochers, ainsi qu'une préservation des boisements abritant des espèces patrimoniales. La fréquentation du site, lorsqu'elle est maîtrisée permet le maintien de micro-habitats ouverts sur les pelouses, favorables aux annuelles patrimoniales. En revanche, le surpiétinement et le passage de véhicules motorisés à trop forte fréquence empêchent la colonisation de ces milieux par les mousses. Les boisements aux pieds des pitons présentent un intérêt de par la présence de communautés saxicoles se comportant comme des épiphytes, et par l'apport de fraîcheur sur certaines parois, favorables à d'autres espèces.

La relativement faible diversité des habitats, ainsi que le caractère immature de la majorité des boisements du site sont des facteurs limitant de la richesse spécifique. Sur le long terme, le développement de vieux arbres et de gros bois mort sur le site permettra peut-être l'implantation de nouvelles espèces.

Une étude complémentaire sur les épiphytes et les annuelles automnales, ainsi que la recherche des espèces présumées disparues pourraient permettre de compléter les connaissances sur le site. Le site est de grande taille, et est riche en petites carrières ou parois naturelles rarement référencées, pouvant chacune abriter des espèces intéressantes. Plusieurs espèces, notamment des patrimoniales sont encore à rechercher.

BIBLIOGRAPHIE

- Arnal, G. (2005). *La géologie de l'Île-de-France - relations avec les types de sols et les alliances végétales*. Conservatoire botanique national du Bassin parisien - Muséum National d'Histoire Naturelle, délégation Île-de-France : 33 p.
- Arnal, G. (2013). *Flore des coteaux de la Seine autour de la Roche-Guyon*. Editions de l'amandier, 479 p.
- Atherton, I., Bosanquet, S. D. S. & Lawley, M. (2010). *Mosses and Liverworts of Britain and Ireland : A Field Guide.*, British Bryological Society : 856 p.
- Bijlsma, R., Kruijjer, H. & Stech, M. (2020). *Ptychostomum touwii*, a new bryophyte species distinguished from *Ptychostomum rubens* by iterative morpho-molecular analysis, and a note on *Bryum microerythrocarpum*. *Gorteria*, 42(1) : 056-065.
- Blockeel, T. L., Bosanquet, S.D.S., Hill, M.O. & Preston, C. (2014). *Atlas of British & Irish bryophytes*. Pisces Publications : 560 p.
- Boch, S., Allan, E., Humbert, J., Kurtogullari, Y., Lessard-Therrien, M., Müller, J., Prati, D., Rieder, N.S., Arlettaz, R. & Fischer, M. (2018). Direct and indirect effects of land use on bryophytes in grasslands. *Science of The Total Environment*, 644 : 60-67.
- Boullet, V. (1986). *Les pelouses calcicoles (Festuco-Brometea) du domaine atlantique français et ses abords au nord de la Gironde et du Lot, essai de synthèse phytosociologique*. Thèse de doctorat, Université de Lille : 457 p.
- Bournérias, M., Arnal, G., & Bock, C. (2001). *Guide des groupements végétaux de la région parisienne : Bassin parisien, Nord de la France, (écologie et phytogéographie)*, Belin : 639 p.
- Casas, C., Brugués, M., Cros, R.M., & Sérgio, C. (2020). *Handbook of mosses of the Iberian Peninsula and the Balearic Islands : illustrated keys to genera and species*. 2nd edition, fully updated and revised, Institut d'Estudis Catalans : 379 p.
- Delizy J., CBN du Bassin parisien (2024). *Végétations naturelles et semi-naturelles de la région Île-de-France (VegIdF2)*. . Conservatoire de Botanique National du Bassin Parisien - Muséum National d'Histoire Naturelle, délégation Île-de-France : Jeu de données
- Détrée, J. (2023). *Bilan sur la connaissance phytosociologique des pelouses, ourlets et végétations des blocs rocheux de la Réserve naturelle nationale des Coteaux de la Seine*. Conservatoire de Botanique National du Bassin Parisien - Muséum National d'Histoire Naturelle, délégation Île-de-France : 9 p.
- Dupré, C. & Diekmann, M. (2001). Differences in species richness and life-history traits between grazed and abandoned grasslands in southern Sweden. *Ecography*, 24 : 275-286.
- Filoché, S. (2016). *Étude des bryophytes de la RNN des coteaux de Seine*. Conservatoire botanique national du Bassin parisien - Muséum National d'Histoire Naturelle, délégation Île-de-France : 19 p.

- Filoché S. (2017) *Actualisation de la liste des bryophytes déterminantes de ZNIEFF en Île-de-France*. Conservatoire botanique national du Bassin parisien - Muséum National d'Histoire Naturelle, délégation Île-de-France
11 p. + tableau excel
- Filoché S. (2022) *Catalogue des bryophytes de l'Île-de-France*. CBN du Bassin parisien, Fichier numérique
- Gaume, R. (1964). *Catalogue des muscinées de la région parisienne*. Muséum National d'Histoire Naturelle, Document dactylographié inédit : 714 p.
- Gargominy, O., Terceirie, S., Régnier, C., Ramage, T., Dupont, P., Daszkiewicz, P. & Poncet, L. (2022). *TAXREF, référentiel taxonomique pour la France : méthodologie, mise en œuvre et diffusion*. Rapport PatriNat (OFB-CNRS-MNHN), Muséum national d'Histoire naturelle : 47 p.
- Guerra, J., Cano, M.J., Martínez, M., Jiménez, J.A. & Gallego, M.T. (2021). *Schistidium apocarpum* Complex (*Grimmiaceae, Bryophyta*) in the Baetic Mountain Ranges, Southern Iberian Peninsula. *Cryptogamie. Bryologie*, 42(5) : 45-71.
- Hill, M.O., Preston, C.D., Bosanquet, S.D.S. & Roy, D.B. (2007). BRYOATT : Attributes of British and Irish Mosses, Liverworts and Hornworts. Centre for Ecology and Hydrology : 88 p.
- Hodgetts, N., Cronberg, N. & Żarnowiec, J. (2019). *A miniature world in decline : European Red List of Mosses, Liverworts and Hornworts*. IUCN : 100 p.
- Holyoak, D.T. (2021). *EUROPEAN BRYACEAE : A Guide to the Species of the Moss Family Bryaceae in Western & Central Europe and Macaronesia*. Pisces Publications : 352 p.
- Hugonnot, V. & Boudier, P. (2013). Les bryophytes de l'espace naturel sensible de Vigny-Longuesse (Val-d'Oise). *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle série*, 44 : 617-628.
- Hugonnot, V. & Chavoutier, L. (2021). *Les bryophytes de France*. Biotope / Publications scientifiques du Muséum National d'Histoire Naturelle: 652 p.
- Köckinger, H. & Hedenäs, L. (2023). The supposedly well-known carbonate indicator *Tortella tortuosa* (*Pottiaceae, Bryophyta*) split into eight species in Europe. *Lindbergia*, 2023(1) : 1-35.
- Lara, F., Garilleti, R., Medina, R. & Mazimpaka, V. 2009. A new key to the genus *Orthotrichum* Hedw. in Europe and the Mediterranean Region. *Cryptogamie, Bryologie* 30(1): 129-142.
- Mahevas, T. (2000). Contribution à l'étude de la bryoflore Lorraine. *Cryptogamie. Bryologie*, 21(3) : 247-256.
- Manning, P., Gossner, M. M., Bossdorf, O., Allan, E., Zhang, Y., Prati, D., Blüthgen, N., Boch, S., Böhm, S., Börschig, C., Hölzel, N., Jung, K., Klaus, V. H., Klein, A. M., Kleinebecker, T., Krauss, J., Lange, M., Müller, J., Pašalić, E., Fischer, M. (2015). Grassland management intensification weakens the associations among the diversities of multiple plant and animal taxa. *Ecology*, 96(6) : 1492-1501.
- Meteo France. (2024). *Fiche climatologique de Magnanville*. Météo France
- Oksanen, J., Blanchet, G., Roeland, K., Legendre, P., Minchin, P. R., O'Hara, R.B., Simson, G.L., Solymos, P., Stevens, H.H. & Wagner, H. (2011), *Community Ecology Package: « vegan 2.0-2 »*, R Foundation for Statistical Computing, programme R
- Pomerol, Ch., Michel, J.P., Wyns, R. & Bournérias, M. (1974). Carte géologique de la France à 1/50 000 Feuille Mantes-La-Jolie (XXI 13). Bureau de Recherches Géologiques et Minières : notice 20 p. + carte

- Quilliec, N. (coord.) (2013). *Plan de gestion 2013-2017 de la réserve naturelle nationale des coteaux de la Seine*. PNR du Vexin Français : Section A : 84 p. + 17 Annexes et sections B et C : 42 p. + Annexes
- Roque, J. (2003). *Référentiel régional pédologique de l'Île de France à 1/250 000 : régions naturelles, pédopaysages et sols*. INRA-Quae : 244 p.
- Vallet, J., Rambaud, M., Coquel, L., Poncet, L., & Hendoux, F. (2012). Effort d'échantillonnage et atlas floristiques – exhaustivité des mailles et caractérisation des lacunes dans la connaissance. *Comptes Rendus Biologies/Comptes Rendus. Biologies*, 335(12) : 753-763.
- Vigalondo, B., Draper, I., Mazimpaka, V., Calleja, J. A., Lara, F., & Garilleti, R. (2020). The *Lewinskya affinis* complex (*Orthotrichaceae*) revisited : species description and differentiation. *The Bryologist / The Bryologist*, 123(3) : 454-481
- Werner, J. (1996). L'intérêt bryologique des éboulis et pelouses calcaires de Pagny-la-Blanche-Côte (Meuse). *Cryptogamie. Bryologie, Lichenologie*, 17(3) : 185-193
- Zechmeister, H.G., Moser, D. & Milasowszky, N. (2007). Spatial distribution patterns of *Rhynchostegium megapolitanum* at the landscape scale – an expanding species ? *Applied Vegetation Science*, 10 : 111-120.

BASES DE DONNÉES CONSULTÉES

Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Site web : <https://www.gbif.org/>, consulté le 30 avril 2024

Museum national d'Histoire naturelle & Office français de la biodiversité. *Inventaire national du patrimoine naturel (INPN)*, Site web : <https://inpn.mnhn.fr>, consulté le 30 avril 2024

Museum national d'Histoire naturelle, Paris (France), *Collection : cryptogames (pc)*, Site web : <https://science.mnhn.fr/institution/mnhn/collection/pc/item/search>, consulté le 30 avril 2024

Système d'information des CBNBP, CBNFC-ORI, CBNMC, CBNPMP, CBNSA. *Lobelia*, Site web : <https://lobelia-cbn.fr/>, consulté le 30 avril 2024

ANNEXES

Annexe 1 : Espèces déjà connues sur les communes de la réserve

Espèce	< 1950	1950- 2000	> 2000	Liste rouge EU	ZNIEFF IDF	Remarques
<i>Abietinella abietina</i> (Hedw.) M.Fleisch., 1922	X		X			
<i>Alleniella complanata</i> (Hedw.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt, 2011			X			
<i>Aloina aloides</i> (Koch ex Schultz) Kindb., 1883	X		X			
<i>Aloina ambigua</i> (Bruch & Schimp.) Limpr., 1888	X					
<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Schimp., 1853			X			
<i>Anomodon viticulosus</i> (Hedw.) Hook. & Taylor, 1818			X			
<i>Apopellia endiviifolia</i> (Dicks.) Nebel & D.Quandt, 2016			X			
<i>Barbula unguiculata</i> Hedw., 1801			X			
<i>Bartramia pomiformis</i> Hedw., 1801	X					douteux
<i>Brachythecium albicans</i> (Hedw.) Schimp., 1853			X			
<i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) Schimp., 1853			X			
<i>Bryoerythrophyllum</i> <i>recurvirostrum</i> (Hedw.) P.C.Chen, 1941	X		X			
<i>Bryum radiculosum</i> Brid., 1817			X			
<i>Buxbaumia aphylla</i> Hedw., 1801	X					douteux
<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske, 1911			X			
<i>Campyliadelphus</i> <i>chrysophyllus</i> (Brid.) R.S.Chopra	X		X			
<i>Campylium protensum</i> (Brid.) Kindb., 1894	X					
<i>Campylium stellatum</i> (Hedw.) Lange & C.E.O.Jensen	X					

Espèce	< 1950	1950-2000	> 2000	Liste rouge EU	ZNIEFF IDF	Remarques
<i>Campylophyllopsis calcarea</i> (Crundw. & Nyholm) Ochyra, 2010			X			
<i>Cephaloziella baumgartneri</i> Schiffn., 1905	X		X		ZNIEFF	
<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid., 1826			X			
<i>Cinclidotus fontinaloides</i> (Hedw.) P.Beauv., 1805	X					hors réserve ?
<i>Cinclidotus riparius</i> (Host ex Brid.) Arn., 1827	X					hors réserve ?
<i>Cratoneuron filicinum</i> (Hedw.) Spruce, 1867	X		X			
<i>Crossidium squamiferum</i> (Viv.) Jur., 1882	X					
<i>Cryphaea heteromalla</i> (Hedw.) D.Mohr, 1814	X					
<i>Ctenidium molluscum</i> (Hedw.) Mitt., 1869	X		X			
<i>Dialytrichia mucronata</i> (Brid.) Broth., 1902	X					hors réserve ?
<i>Dicranum majus</i> Sm.	X					
<i>Dicranum montanum</i> Hedw., 1801	X					
<i>Didymodon acutus</i> (Brid.) K.Saito, 1975			X			
<i>Didymodon luridus</i> Hornsch., 1827			X			
<i>Didymodon vinealis</i> (Brid.) R.H.Zander, 1978			X			
<i>Diphyscium foliosum</i> (Hedw.) D.Mohr, 1803	X					
<i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) Warnst., 1903	X					
<i>Encalypta vulgaris</i> Hedw., 1801	X					
<i>Entodon concinnus</i> (De Not.) Paris, 1904	X					
<i>Entosthodon muhlenbergii</i> (Turner) Fife, 1985	X			NT		
<i>Eucladium verticillatum</i> (With.) Bruch & Schimp., 1846	X		X		ZNIEFF	
<i>Eurhynchium striatum</i> (Hedw.) Schimp.	X		X			

Espèce	< 1950	1950-2000	> 2000	Liste rouge EU	ZNIEFF IDF	Remarques
<i>Exsertotheca crispa</i> (Hedw.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt, 2011	X					
<i>Fissidens crassipes</i> Wilson ex Bruch & Schimp., 1849	X					
<i>Fissidens dubius</i> P.Beauv., 1805	X		X			
<i>Fissidens gracilifolius</i> Brugg.-Nann. & Nyholm, 1986	X		X			
<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw.	?	?	?			
<i>Fissidens viridulus</i> (Sw. ex anon.) Wahlenb.			X			
<i>Flexitrichum flexicaule</i> (Schwägr.) Ignatov & Fedosov, 2016	X	X				
<i>Flexitrichum gracile</i> (Mitt.) Ignatov & Fedosov			X			
<i>Frullania dilatata</i> (L.) Dumort., 1835			X			
<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw., 1801			X			
<i>Gemmabryum caespiticium</i> (Hedw.) J.R.Spence	?	?	?			Pas de date
<i>Grimmia crinita</i> Brid., 1806	X			VU		
<i>Grimmia orbicularis</i> Bruch ex Wilson, 1844	X					
<i>Grimmia pulvinata</i> (Hedw.) Sm., 1807	X					
<i>Gymnostomum calcareum</i> Nees & Hornsch., 1823	X		X			
<i>Gyrowesia tenuis</i> (Hedw.) Schimp., 1876			X			
<i>Herzogiella seligeri</i> (Brid.) Z.Iwats., 1970	X					
<i>Homalothecium lutescens</i> (Hedw.) H.Rob., 1962	X		X			
<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Schimp., 1851	X		X			
<i>Hygroamblystegium fluviatile</i> (Hedw.) Loeske, 1903	X					hors réserve ?
<i>Hygroamblystegium tenax</i> (Hedw.) Jenn., 1913	X					hors réserve ?
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw., 1801	X		X			

Espèce	< 1950	1950-2000	> 2000	Liste rouge EU	ZNIEFF IDF	Remarques
<i>Hypnum cupressiforme</i> var. <i>cupressiforme</i> Hedw., 1801		X				
<i>Hypnum cupressiforme</i> var. <i>filiforme</i> Brid., 1801			X			
<i>Hypnum cupressiforme</i> var. <i>lacunosum</i> Brid., 1801			X			
<i>Isothecium alopecuroides</i> (Lam. ex Dubois) Isov., 1981			X			
<i>Isothecium myosuroides</i> Brid., 1827			X			
<i>Jungermannia atrovirens</i> Dumort., 1831	X					
<i>Kindbergia praelonga</i> (Hedw.) Ochyra, 1982			X			
<i>Leptodictyum</i> (Schimp.) Warnst.	?	?	?			Pas de date ni d'espèce
<i>Leskea polycarpa</i> Hedw., 1801	X					
<i>Leucodon sciuroides</i> (Hedw.) Schwägr., 1816	X					
<i>Lewinskya affinis</i> (Schrad. ex Brid.) F.Lara, Garilleti & Goffinet, 2016			X			Echantillons réexaminés
<i>Lewinskya fastigiata</i> (Bruch ex Brid.) Vigalondo, F.Lara & Garilleti, 2019			X			Echantillons réexaminés
<i>Lophocolea minor</i> Nees, 1836	X					
<i>Mesoptychia turbinata</i> (Raddi) L.Söderstr. & Váňa, 2012			X			
<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Corda, 1829			X			
<i>Microbryum curvillum</i> (Hedw.) R.H.Zander, 1993	X					
<i>Neoorthocaulis attenuatus</i> (Mart.) L.Söderstr., De Roo & Hedd., 2010	X					
<i>Orthotrichum anomalum</i> Hedw.	?	?	?			Pas de date
<i>Orthotrichum diaphanum</i> Schrad. ex Brid., 1801			X			
<i>Oxyrrhynchium hians</i> (Hedw.) Loeske, 1907			X			
<i>Oxyrrhynchium schleicheri</i> (R.Hedw.) Röhl	X					

Espèce	< 1950	1950-2000	> 2000	Liste rouge EU	ZNIEFF IDF	Remarques
<i>Palustriella commutata</i> (Hedw.) Ochyra, 1989	X				ZNIEFF	
<i>Palustriella falcata</i> (Brid.) Hedenäs, 1992	X					
<i>Philonotis fontana</i> (Hedw.) Brid., 1827	X				ZNIEFF	
<i>Physcomitrium patens</i> (Hedw.) Mitt., 1851	X				ZNIEFF	
<i>Physcomitrium pyriforme</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.	X					
<i>Plagiomnium affine</i> (Blandow ex Funck) T.J.Kop., 1968			X			
<i>Plagiomnium rostratum</i> (Schrad.) T.J.Kop., 1968	X					
<i>Plasteurhynchium striatulum</i> (Spruce) M.Fleisch., 1925	X		X		ZNIEFF	
<i>Pleurochaete squarrosa</i> (Brid.) Lindb.	X		X			
<i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. ex Brid.) Mitt., 1869			X			
<i>Pohlia melanodon</i> (Brid.) A.J.Shaw, 1981			X			
<i>Porella arboris-vitae</i> (With.) Grolle, 1969	X			NT	ZNIEFF	
<i>Pseudoscleropodium purum</i> (Hedw.) M.Fleisch., 1923			X			
<i>Pseudotaxiphyllum elegans</i> (Brid.) Z.Iwats., 1987	X					
<i>Ptychostomum capillare</i> (Hedw.) Holyoak & N.Pedersen, 2007			X			
<i>Ptychostomum imbricatum</i> (Müll.Hal.) Holyoak & N.Pedersen, 2007			X			
<i>Rhizomnium punctatum</i> (Hedw.) T.J.Kop., 1968	X					
<i>Rhynchostegiella curviseta</i> (Brid.) Limpr., 1896	X				ZNIEFF	
<i>Rhynchostegiella tenella</i> (Dicks.) Limpr., 1890			X			
<i>Rhynchostegium confertum</i> (Dicks.) Schimp., 1852			X			
<i>Rhynchostegium megapolitanum</i> (Blandow ex	X					

Espèce	< 1950	1950-2000	> 2000	Liste rouge EU	ZNIEFF IDF	Remarques
F.Weber & D.Mohr) Schimp., 1852						
<i>Rhytiadelphus loreus</i> (Hedw.) Warnst., 1906	X				ZNIEFF	
<i>Rhytidium rugosum</i> (Hedw.) Kindb., 1883	X				ZNIEFF	
<i>Schistidium apocarpum</i> (Hedw.) Bruch & Schimp., 1845	X					
<i>Seligeria acutifolia</i> Lindb., 1864			X		ZNIEFF	Citée par Filoche en 2016, l'échantillon examiné est à rattacher à <i>S.calcareo</i>
<i>Seligeria pusilla</i> (Hedw.) Bruch & Schimp., 1846	X				ZNIEFF	
<i>Southbya nigrella</i> (De Not.) Henriq., 1886	X					
<i>Sphagnum capillifolium</i> (Ehrh.) Hedw., 1782	X					Hors réserve
<i>Sphagnum rubellum</i> Wilson, 1855	X					Hors réserve
<i>Streblotrichum convolutum</i> (Hedw.) P.Beauv., 1805	X		X			
<i>Syntrichia latifolia</i> (Bruch ex Hartm.) Huebener, 1833	X				ZNIEFF	
<i>Syntrichia ruralis</i> var. <i>ruralis</i> (Hedw.) F.Weber & D.Mohr, 1803			X			
<i>Taxiphyllum wissgrillii</i> (Garov.) Wijk & Margad., 1960	X					
<i>Thamnobryum alopecurum</i> (Hedw.) Gangulee			X			
<i>Thuidium assimile</i> (Mitt.) A.Jaeger	X					
<i>Thuidium recognitum</i> (Hedw.) Lindb., 1874	X					
<i>Tortella inclinata</i> (R.Hedw.) Limpr., 1888	X					
<i>Tortula acaulon</i> (With.) R.H.Zander, 1993			X			
<i>Tortula lindbergii</i> Broth., 1892	X					

Espèce	< 1950	1950-2000	> 2000	Liste rouge EU	ZNIEFF IDF	Remarques
<i>Tortula muralis</i> Hedw., 1801	X		X			
<i>Tortula subulata</i> Hedw., 1801	X					
<i>Trichostomum crispulum</i> Bruch, 1829	X		X		ZNIEFF	
<i>Ulota bruchii</i> Hornsch. ex Brid., 1827	X					taxon récemment modifié
<i>Weissia brachycarpa</i> (Nees & Hornsch.) Jur., 1882			X		ZNIEFF	
<i>Weissia condensa</i> (Voit) Lindb., 1863	X		X			
<i>Zygodon viridissimus</i> (Dicks.) Brid., 1826	X					

Annexe 2 : Taxons à rechercher sur la réserve

NRR = Non revue régionalement

Espèce	Liste rouge EU	ZNIEFF IDF	Remarques
<i>Acaulon triquetrum</i> (Spruce) Müll.Hal., 1847	LC		NRR depuis 1937
<i>Blepharostoma trichophyllum</i> (L.) Dumort., 1835	LC	ZNIEFF	
<i>Cololejeunea calcarea</i> (Lib.) Schiffn.	LC		NRR depuis 1940
<i>Cololejeunea rossettiana</i> (C.Massal.) Schiffn., 1893	LC		NRR depuis 1903
<i>Ephemerum recurvifolium</i> (Dicks.) Boulay, 1872	NT		NRR depuis 1930
<i>Homomallium incurvatum</i> (Schrad. ex Brid.) Loeske, 1907	LC		NRR depuis 1810
<i>Marchantia quadrata</i> Scop., 1772	LC		NRR depuis 1931
<i>Mesoptychia collaris</i> (Nees) L.Söderstr. & Váňa, 2012	LC		NRR depuis 1930
<i>Pohlia flexuosa</i> Hook., 1836	LC		Jamais observée
<i>Pottiopsis caespitosa</i> (Brid.) Blockeel & A.J.E.Sm.	VU		
<i>Riccia warnstorffii</i> Limpr. ex Warnst., 1899	VU	ZNIEFF	
<i>Seligeria calycina</i> Mitt. ex Lindb., 1864	LC		Jamais observée
<i>Southbya nigrella</i> (De Not.) Henriq., 1886	LC		NRR depuis 1930
<i>Tortella fragilis</i> (Hook. & Wilson) Limpr., 1888	LC	ZNIEFF	
<i>Tortella humilis</i> (Hedw.) Jenn., 1913	LC	ZNIEFF	
<i>Tortella inflexa</i> (Bruch) Broth., 1902	LC	ZNIEFF	
<i>Tortella nitida</i> (Lindb.) Broth., 1902	LC	ZNIEFF	NRR depuis 1940
<i>Tortula atrovirens</i> (Sm.) Lindb., 1864	LC		NRR depuis 1930

Annexe 3: Espèces rares, déterminantes ZNIEFF ou menacées sur le site observées durant l'inventaire

C = Commun ; AR= Assez rare ; R = Rare ; RR = Très rare; NRR = Non revue régionalement

Espèce	Rareté régionale	Liste rouge EU	ZNIEFF IDF	Remarques
<i>Cephaloziella baumgartneri</i> Schiffn., 1905	R	LC	Oui	
<i>Dicranella howei</i> Renaud & Cardot, 1893	R	LC	Oui	4 ^{ème} observation en IDF
<i>Entosthodon fascicularis</i> (Hedw.) Müll.Hal., 1848	RR	LC	Non	3 ^{ème} observation récente en IDF (espèce commune)
<i>Eucladium verticillatum</i> (With.) Bruch & Schimp., 1846	AR	LC	Oui	
<i>Fissidens gracilifolius</i> Brugg.-Nann. & Nyholm, 1986	R	LC	Oui	
<i>Grimmia crinita</i> Brid., 1806	C	VU	Non	Taxon commun, probablement non menacé
<i>Gymnostomum calcareum</i> Nees & Hornsch., 1823	NRR	LC	Non	1 ^{ère} observation récente en IDF
<i>Gymnostomum viridulum</i> Brid., 1826	R	LC	Oui	
<i>Microbryum floerkeanum</i> (F.Weber & D.Mohr) Schimp., 1860	NRR	LC	Non	1 ^{ère} observation récente en IDF
<i>Microbryum rectum</i> (With.) R.H.Zander, 1993	RR	LC	Non	3 ^{ème} observation récente en IDF
<i>Myriocoleopsis minutissima subsp. minutissima</i> (Sm.) R.L.Zhu, Y.Yu & Pócs, 2014	NRR	LC	Non	6 ^{ème} observation récente en IDF, espèce très sous prospectée, probablement commune
<i>Palustriella commutata</i> (Hedw.) Ochyra, 1989	R	LC	Oui	
<i>Plasteurhynchium striatulum</i> (Spruce) M.Fleisch., 1925	RR	LC	Oui	
<i>Pterygoneurum ovatum</i> (Hedw.) Dixon, 1934	NRR	LC	Non	2 ^{ème} observation récente en IDF
<i>Rhynchostegium megapolitanum</i> (Blandow ex F.Weber & D.Mohr) Schimp., 1852	NRR	LC	Non	2 ^{ème} observation récente en IDF
<i>Rhynchostegium murale</i> (Hedw.) Schimp., 1852	NRR	LC	Non	2 ^{ème} observation récente en IDF
<i>Rhytidium rugosum</i> (Hedw.) Kindb., 1883	R	LC	Oui	
<i>Seligeria calcarea</i> (Hedw.) Bruch & Schimp., 1849	RR	LC	Oui	

Espèce	Rareté régionale	Liste rouge EU	ZNIEFF IDF	Remarques
<i>Seligeria pusilla</i> (Hedw.) Bruch & Schimp., 1846	NRR	LC	Oui	
<i>Southbya nigrella</i> (De Not.) Henriq., 1886	NRR	LC	Non	
<i>Trichostomum crispulum</i> Bruch, 1829	R	LC	Oui	
<i>Weissia brachycarpa</i> (Nees & Hornsch.) Jur., 1882	AR	LC	Oui	

Annexe 4 : Liste des espèces observées sur la réserve durant l'inventaire

CC = Très commun ; AC= Assez commun ; C = Commun ; AR = Assez Rare ; R = Rare ; RR = Très rare ; NRR = Non revu régionalement

Espèce	Rareté régionale	Nombre de mailles ≥ 2000 île-de-France	ZNIEFF IDF
<i>Abietinella abietina</i> (Hedw.) M.Fleisch., 1922	AC	45	
<i>Alleniella complanata</i> (Hedw.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt, 2011	AC	75	
<i>Aloina aloides</i> (Koch ex Schultz) Kindb., 1883	AR	24	
<i>Aloina ambigua</i> (Bruch & Schimp.) Limpr., 1888	R	10	
<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Schimp., 1853	CC	231	
<i>Anomodon viticulosus</i> (Hedw.) Hook. & Taylor, 1818	C	93	
<i>Apopellia endiviifolia</i> (Dicks.) Nebel & D.Quandt, 2016	CC	308	
<i>Barbula unguiculata</i> Hedw., 1801	CC	171	
<i>Brachythecium albicans</i> (Hedw.) Schimp., 1853	AC	45	
<i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) Schimp., 1853	CC	361	
<i>Bryoerythrophyllum recurvirostrum</i> (Hedw.) P.C.Chen, 1941	R	11	
<i>Bryum argenteum</i> Hedw., 1801	C	113	
<i>Bryum dichotomum</i> Hedw., 1801	AC	51	
<i>Bryum radiculosum</i> Brid., 1817	R	22	
<i>Bryum ruderale</i> Crundw. & Nyholm, 1963	R	10	
<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske, 1911	CC	294	
<i>Campyliadelphus chrysophyllus</i> (Brid.) R.S.Chopra	R	23	
<i>Cephaloziella baumgartneri</i> Schiffn., 1905	R	11	ZNIEFF
<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid., 1826	CC	143	
<i>Cirriphyllum crassinervium</i> (Taylor) Loeske & M.Fleisch., 1907	AR	25	
<i>Cirriphyllum piliferum</i> (Hedw.) Grout, 1898	AR	15	

Espèce	Rareté régionale	Nombre de mailles ≥ 2000 Île-de-France	ZNIEFF IDF
<i>Cratoneuron filicinum</i> (Hedw.) Spruce, 1867	CC	223	
<i>Crossidium squamiferum</i> (Viv.) Jur., 1882	NRR	1	
<i>Cryphaea heteromalla</i> (Hedw.) D.Mohr, 1814	AC	47	
<i>Ctenidium molluscum</i> (Hedw.) Mitt., 1869	C	97	
<i>Dicranella howei</i> Renaud & Cardot, 1893	R	8	ZNIEFF
<i>Dicranella varia</i> (Hedw.) Schimp., 1856	AR	26	
<i>Didymodon acutus</i> (Brid.) K.Saito, 1975	AR	38	
<i>Didymodon fallax</i> (Hedw.) R.H.Zander, 1978	AR	20	
<i>Didymodon insulanus</i> (De Not.) M.O.Hill, 1981	AR	28	
<i>Didymodon luridus</i> Hornsch., 1827	AC	73	
<i>Didymodon sinuosus</i> (Mitt.) Delogne, 1873	R	13	
<i>Didymodon vinealis</i> (Brid.) R.H.Zander, 1978	C	88	
<i>Encalypta streptocarpa</i> Hedw., 1801	AR	23	
<i>Encalypta vulgaris</i> Hedw., 1801 (*)	AR	18	
<i>Entosthodon fascicularis</i> (Hedw.) Müll.Hal., 1848	RR	4	
<i>Eucladium verticillatum</i> (With.) Bruch & Schimp., 1846	AR	40	ZNIEFF
<i>Eurhynchium striatum</i> (Hedw.) Schimp.	CC	168	
<i>Fissidens adianthoides</i> Hedw., 1801	AR	19	
<i>Fissidens dubius</i> P.Beauv., 1805	AR	28	
<i>Fissidens gracilifolius</i> Brugg.-Nann. & Nyholm, 1986	R	12	ZNIEFF
<i>Fissidens incurvus</i> Starke ex Röhl., 1813	#N/A	10	
<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw., 1801	CC	203	
<i>Fissidens viridulus</i> (Sw. ex anon.) Wahlenb.	R	22	
<i>Flexitrichum gracile</i> (Mitt.) Ignatov & Fedosov, 2016	AR	17	

Espèce	Rareté régionale	Nombre de mailles ≥ 2000 Île-de-France	ZNIEFF IDF
<i>Frullania dilatata</i> (L.) Dumort., 1835	CC	231	
<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw., 1801	C	82	
<i>Grimmia crinita</i> Brid., 1806	C	61	
<i>Grimmia orbicularis</i> Bruch ex Wilson, 1844	AR	21	
<i>Grimmia pulvinata</i> (Hedw.) Sm., 1807	CC	180	
<i>Gymnostomum calcareum</i> Nees & Hornsch., 1823	NRR	5	
<i>Gymnostomum viridulum</i> Brid., 1826	R	5	ZNIEFF
<i>Homalothecium lutescens</i> (Hedw.) H.Rob., 1962	C	151	
<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Schimp., 1851	CC	194	
<i>Hylocomiadelphus triquetrus</i> (Hedw.) Ochyra & Stebel, 2008	CC	124	
<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Schimp., 1852	AR	29	
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw., 1801	CC	361	
<i>Isothecium alopecuroides</i> (Lam. ex Dubois) Isov., 1981	AC	53	
<i>Isothecium myosuroides</i> Brid., 1827	C	70	
<i>Kindbergia praelonga</i> (Hedw.) Ochyra, 1982	CC	274	
<i>Leucodon sciuroides</i> (Hedw.) Schwägr., 1816	AR	28	
<i>Lewinskya fastigiata</i> (Bruch ex Brid.) Vigalondo, F.Lara & Garilleti, 2019	#N/A	17	
<i>Lewinskya striata</i> (Hedw.) F.Lara, Garilleti & Goffinet, 2016	AR	20	
<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort., 1835	C	109	
<i>Mesoptychia turbinata</i> (Raddi) L.Söderstr. & Vá?a, 2012	NRR	3	
<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Corda, 1829	CC	153	
<i>Microbryum curvicolium</i> (Hedw.) R.H.Zander, 1993	RR	8	
<i>Microbryum davallianum</i> (Sm.) R.H.Zander, 1993	R	10	
<i>Microbryum floerkeanum</i> (F.Weber & D.Mohr) Schimp., 1860	NRR	2	

Espèce	Rareté régionale	Nombre de mailles ≥ 2000 Île-de-France	ZNIEFF IDF
<i>Microbryum rectum</i> (With.) R.H.Zander, 1993	RR	1	
<i>Myriocoleopsis minutissima</i> (Sm.) R.L.Zhu, Y.Yu & Pócs, 2014	NRR	2	
<i>Orthotrichum anomalum</i> Hedw., 1801	AC	55	
<i>Orthotrichum diaphanum</i> Schrad. ex Brid., 1801	C	72	
<i>Oxyrrhynchium hians</i> (Hedw.) Loeske, 1907	CC	193	
<i>Palustriella commutata</i> (Hedw.) Ochyra, 1989	R	13	ZNIEFF
<i>Plagiomnium affine</i> (Blandow ex Funck) T.J.Kop., 1968	AC	52	
<i>Plagiomnium undulatum</i> (Hedw.) T.J.Kop., 1968	CC	120	
<i>Plasteurhynchium striatulum</i> (Spruce) M.Fleisch., 1925	RR	4	ZNIEFF
<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb., 1879	AR	12	
<i>Porella platyphylla</i> (L.) Pfeiff., 1855	AC	44	
<i>Pseudocrossidium hornschuchianum</i> (Schultz) R.H.Zander, 1979	AC	42	
<i>Pseudoscleropodium purum</i> (Hedw.) M.Fleisch., 1923	CC	301	
<i>Pterygoneurum ovatum</i> (Hedw.) Dixon, 1934	NRR	2	
<i>Ptychostomum bornholmense</i> (Wink. & R.Ruthe) Holyoak & N.Pedersen, 2007	NRR	2	
<i>Ptychostomum capillare</i> (Hedw.) Holyoak & N.Pedersen, 2007	CC	317	
<i>Ptychostomum rubens</i> (Mitt.) Holyoak & N.Pedersen, 2007	AC	44	
<i>Pulvigerella lyellii</i> (Hook. & Taylor) Pláček, Sawicki & Ochyra, 2015	#N/A	58	
<i>Radula complanata</i> (L.) Dumort., 1831	C	131	
<i>Rhynchostegiella tenella</i> (Dicks.) Limpr., 1890	AR	44	
<i>Rhynchostegium murale</i> (Hedw.) Schimp., 1852	NRR	3	
<i>Rhytidium rugosum</i> (Hedw.) Kindb., 1883	R	11	ZNIEFF
<i>Schistidium apocarpum</i> (Hedw.) Bruch & Schimp., 1845	AR	25	

Espèce	Rareté régionale	Nombre de mailles ≥ 2000 Île-de-France	ZNIEFF IDF
<i>Schistidium crassipilum</i> H.H.Blom, 1996	AC	57	
<i>Seligeria calcarea</i> (Hedw.) Bruch & Schimp., 1849	RR	3	ZNIEFF
<i>Seligeria pusilla</i> (Hedw.) Bruch & Schimp., 1846	NRR	1	ZNIEFF
<i>Southbya nigrella</i> (De Not.) Henriq., 1886	NRR	1	
<i>Streblotrichum convolutum</i> (Hedw.) P.Beauv., 1805	#N/A	129	
<i>Syntrichia laevipila</i> Brid., 1819	AR	21	
<i>Syntrichia montana</i> Nees, 1819	AC	34	
<i>Syntrichia papillosa</i> (Wilson) Jur., 1882	AC	29	
<i>Syntrichia ruraliformis</i> (Besch.) Mans., 1904	#N/A	53	
<i>Syntrichia ruralis</i> (Hedw.) F.Weber & D.Mohr, 1803	C	91	
<i>Thamnobryum alopecurum</i> (Hedw.) Gangulee	C	86	
<i>Thuidium tamariscinum</i> (Hedw.) Schimp., 1852	CC	333	
<i>Tortella inflexa</i> (Bruch) Broth., 1902	NRR	3	ZNIEFF
<i>Tortella squarrosa</i> (Brid.) Limpr., 1888	AC	53	
<i>Tortella commutata</i> Köckinger & Hedenäs, 2023	#N/A	0	
<i>Tortella tortuosa</i> (Hedw.) Limpr., 1888	R	19	
<i>Tortula acaulon</i> (With.) R.H.Zander, 1993	AR	28	
<i>Tortula caucasica</i> Broth.	RR	6	
<i>Tortula lindbergii</i> Broth., 1892	RR	15	
<i>Tortula muralis</i> Hedw., 1801	CC	203	
<i>Trichostomum crispulum</i> Bruch, 1829	R	9	ZNIEFF
<i>Ulota bruchii</i> Hornsch. ex Brid., 1827	AR	24	
<i>Weissia brachycarpa</i> (Nees & Hornsch.) Jur., 1882	AR	19	ZNIEFF
<i>Weissia controversa</i> Hedw., 1801	R	11	
<i>Weissia longifolia</i> Mitt., 1851	R	6	

Espèce	Rareté régionale	Nombre de mailles \geq 2000 Île-de-France	ZNIEFF IDF
<i>Zygodon rupestris</i> Schimp. ex Lorentz, 1865	AR	32	
<i>Zygodon viridissimus</i> (Dicks.) Brid., 1826	AR	30	
<i>Zygodon stirtonii</i> Schimp. ex Stirt.	RR	2	

(*) Le taxon observé sur la réserve présente un péristome développé, mais correspond végétativement à *Encalypta vulgaris* et non *E. rhaptocarpa*. Une mise à jour des clefs permettrait de mieux cerner ce taxon, à rattacher pour l'instant à *vulgaris*.

Annexe 5 : Publications utilisées pour la détermination

Taxon	Ouvrage ou publication utilisé
Mousses s.s	Casas (2020)
Hépatiques	Hugonnot (2021)
Genre <i>Orthotrichum</i> (sens large)	Lara (2009)
Complexe <i>Lewinskya affinis</i>	Vigalondo (2020)
Complexe <i>Schitidium apocarpum</i>	Guerra (2021)
Genre <i>Bryum</i>	Holyoak (2021)
Complexe <i>Bryum erythrocarpum</i>	Bijlsma et al. (2020)
Complexe <i>Tortella tortuosa</i>	Köckinger (2023)

Annexe 6 : Script R concernant le calcul des estimateurs de richesse

```
# librairie
library (vegan)

# import des données
# datas est un jeu de données comprenant en première colonne les espèces
# observées et en seconde les localités
# les localités doivent permettre de regrouper les données à l'échelle choisie,
# ici au relevé près
datas = read.csv(file ="datas.csv", sep=";")

# modification de la fonction specpool
# script issu de J. Vallet et al., 2013
new_specpool <- function (x, pool)
{
  x <- as.matrix(x)
  if (missing(pool))
    pool <- rep("All", nrow(x))
  if (length(pool) != NROW(x))
    stop("length of 'pool' and number rows in 'x' do not match")
  if (any(nas <- is.na(pool))) {
    pool <- pool[!nas]
    x <- x[!nas, , drop = FALSE]
  }
  out <- seq(1:nrow(x))
  groups <- table(pool)
  inds <- names(groups)
  S <- var.chao <- chao <- var.jack1 <- jack.1 <- jack.2 <- var.boot <- bootS <- rep(NA,
                                         length(inds))
  names(S) <- names(var.chao) <- names(chao) <- names(var.jack1) <- names(jack.1) <-
  names(jack.2) <- names(var.boot) <- names(bootS) <- inds
  for (is in inds) {
    a1 <- a2 <- NA
    gr <- out[pool == is]
    n <- length(gr)
    if (n <= 0)
      next
    X <- table(as.factor(as.vector(x[gr,2])),as.factor(x[gr,1]))
    freq <- colSums(X > 0)
    p <- freq[freq > 0]/n
  }
}
```



```

S[is] <- sum(freq > 0)
if (S[is] == 0)
  next
if (n >= 1)
  a1 <- sum(freq == 1)
if (n >= 2)
  a2 <- sum(freq == 2)
else 0
chao[is] <- S[is] + if (!is.na(a2) && a2 > 0)
  a1 * a1/2/a2
else 0
jack.1[is] <- S[is] + a1 * (n - 1)/n
jack.2[is] <- S[is] + a1 * (2 * n - 3)/n - a2 * (n -
  2)^2/n/(n - 1)
bootS[is] <- S[is] + sum((1 - p)^n)
aa <- if (!is.na(a2) && a2 > 0)
  a1/a2
else 0
var.chao[is] <- a2 * (0.5 + (1 + aa/4) * aa) * aa * aa
if (!is.na(a1) && a1 > 0) {
  jf <- table(rowSums(X[, freq == 1, drop = FALSE] >
    0))
  var.jack1[is] <- (sum(as.numeric(names(jf))^2 * jf) -
    a1/n) * (n - 1)/n
}
pn <- (1 - p)^n
X <- X[, freq > 0, drop = FALSE]
Zp <- (crossprod(X == 0)/n)^n - outer(pn, pn, "")
var.boot[is] <- sum(pn * (1 - pn)) + 2 * sum(Zp[lower.tri(Zp)])
}
out <- list(Species = S, chao = chao, chao.se = sqrt(var.chao),
  jack1 = jack.1, jack1.se = sqrt(var.jack1), jack2 = jack.2,
  boot = bootS, boot.se = sqrt(var.boot), n = as.vector(groups))
out <- as.data.frame(out)
attr(out, "pool") <- pool
out
}

```

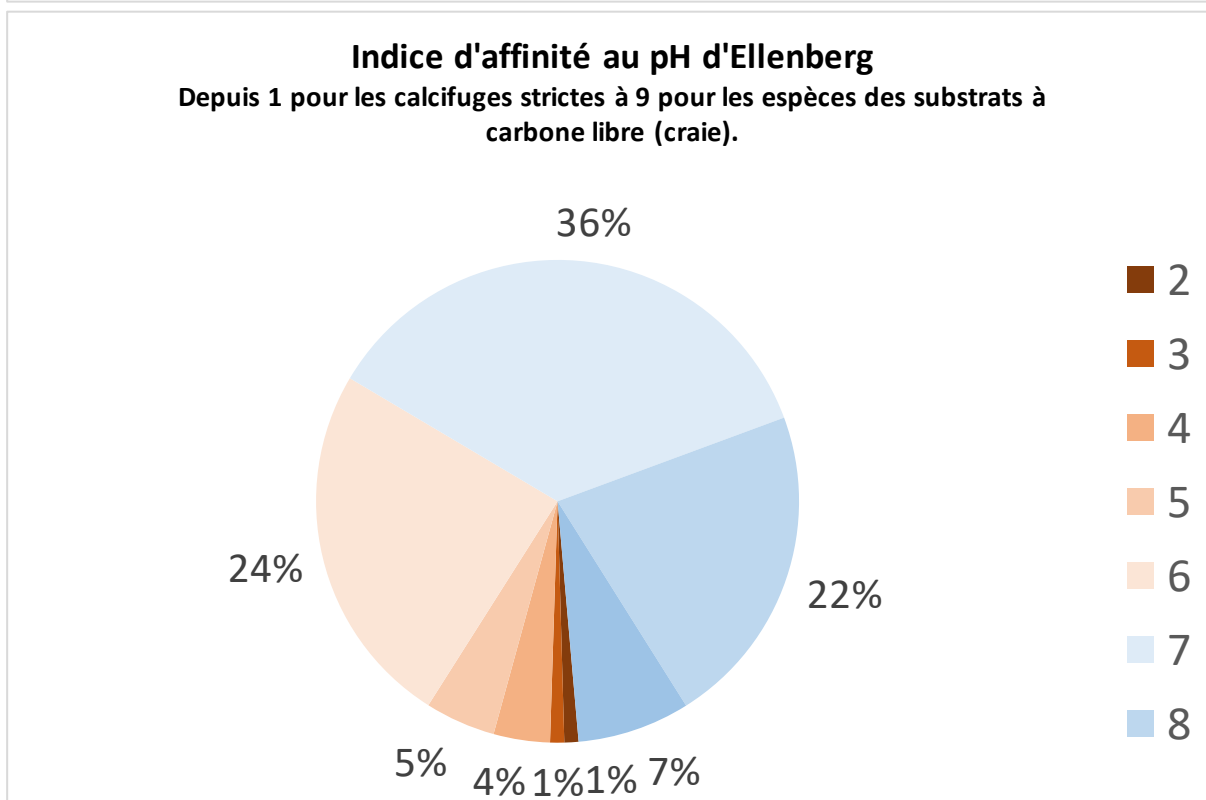
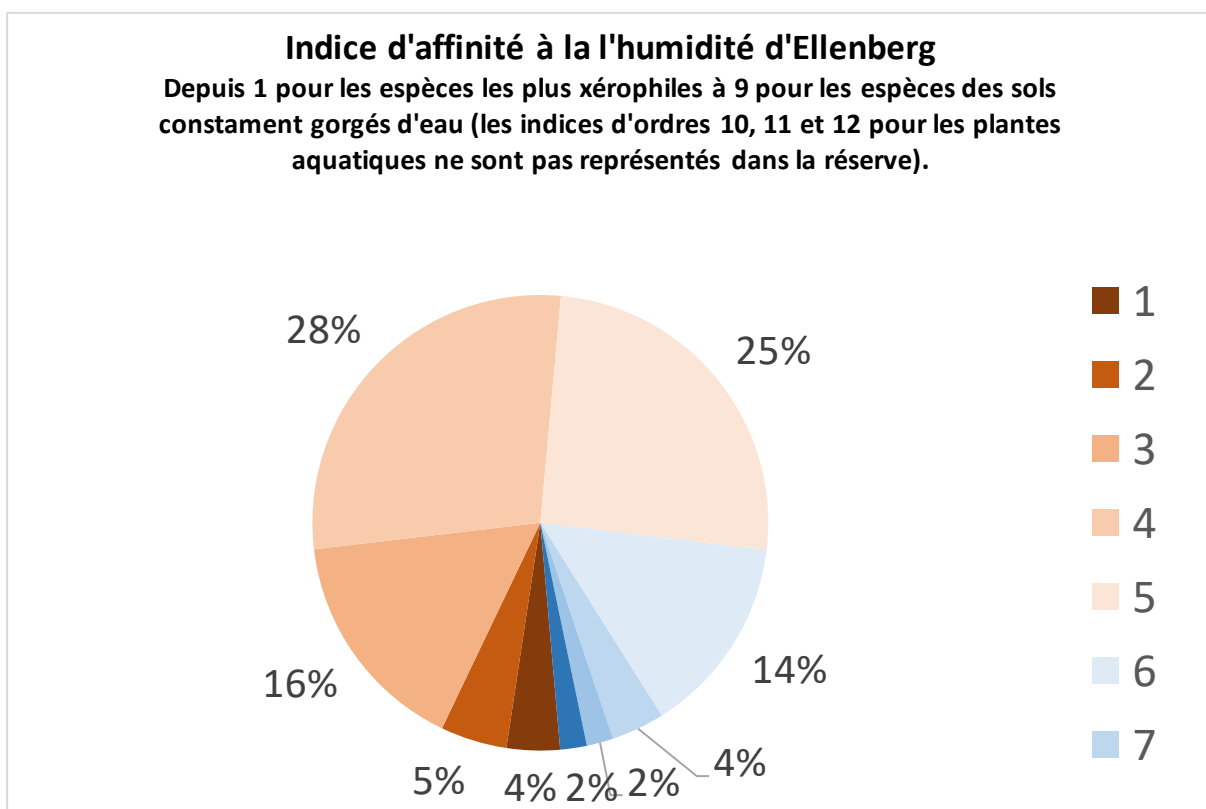
résultats

```
results = new_specpool(datas)
```

```
results
```

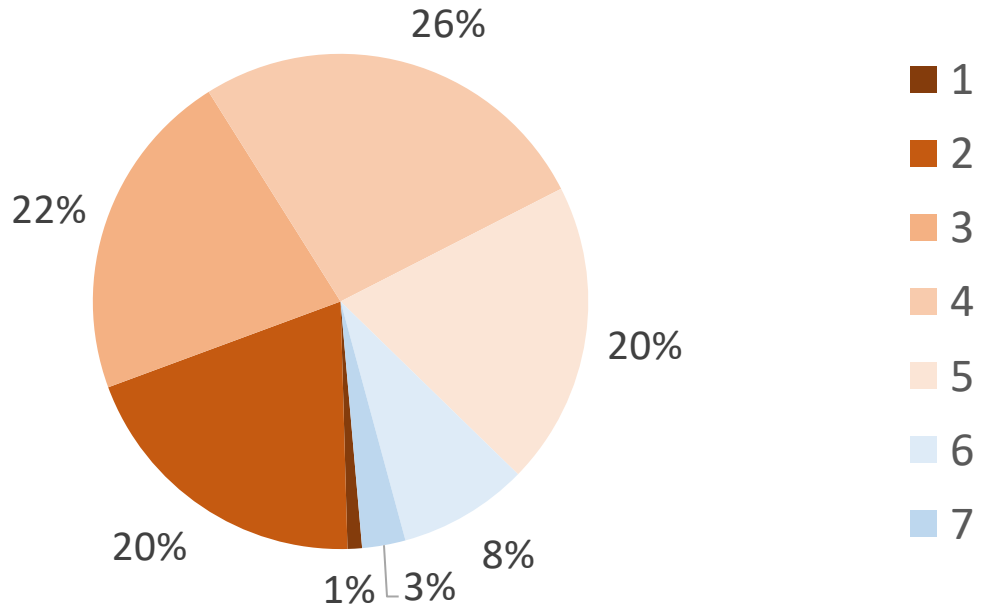
Annexe 7 : Indices d'Ellenberg pour les espèces de la réserve (d'après Bryoatt)

Pour plus de détails quant à la signification des différentes classes, se reporter à la publication originale (voir bibliographie).



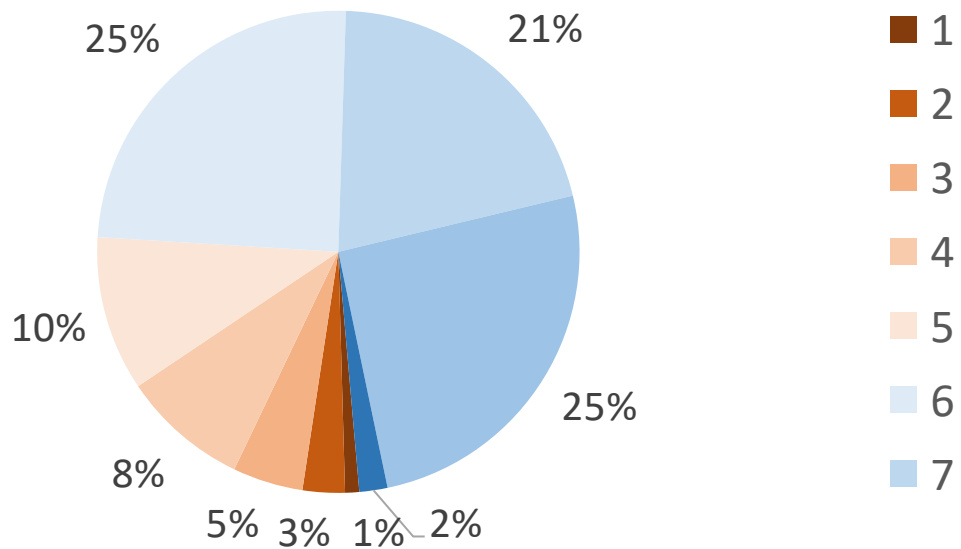
Indice d'affinité au nitrates d'Ellenberg

Depuis 1 pour les espèces de substrats extrêmement oligotrophes, à 7 pour les espèces de substrats très riches en nutriments.



Indice d'affinité à la lumière d'Ellenberg

Depuis 1 pour les espèces de pénombre, à 9 pour les espèces exposées en permanence.



Annexe 8 : espèces indicatrices utiles à la gestion

Calliergonella cuspidata (Hedw.) Loeske, 1911

Identification : Très facile, seule espèce sur la réserve avec tige rouge ou parfois verte et aux pointes cuspidées, formant une pointe rigide à l'extrémité des rameaux. La confusion n'est possible qu'avec les *Calliergon*, qui poussent en milieux tourbeux, et *Pleurozium schreberi*, qui pousse dans les milieux acides, dont les feuilles forment une pointe moins prononcée et dont la tige est très visible par transparence des feuilles (peu visible chez *Calliergonella*).

Signification écologique : Espèce nitrophile, indifférente à l'hygrométrie. Sur les sites de pelouse elle est le signe d'un enrichissement du sol. On la retrouve typiquement sous les fourrés. Sa progression dans les pelouses serait annonciatrice de l'ourlification.



Calliergonella cuspidata avec sa pointe typique, et l'apex de la tige verdissant © C. Wolff



Pleurozium schreberi, avec les feuilles très transparentes, la tige rouge jusqu'à l'apex. L'espèce n'est pas connue sur le site © T. Walker

Funaria hygrometrica Hedw., 1801

Identification : Les capsules de l'espèce sont typiques, avec leur soie flexueuse et recourbée vers le bas. Aucune autre espèce ne possède ces deux caractéristiques. Les feuilles basales sont larges et ovales.



Rosette basales de *Funaria hygrometrica*, à ce stade elle ne peut être distinguée d'autres espèces proches © L. DAMAS - CBN du Bassin



Funaria hygrometrica, avec ses soies flexueuses et ses capsules qui pointent vers le bas © L. DAMAS - CBN du Bassin

Signification écologique : C'est une espèce rudérale pionnière, annuelle, qui apprécie particulièrement les places à feux. Sur la réserve on la retrouve sur les parkings, les anciens feux et les zones réouvertes avec des outils thermiques. Elle indique toujours une perturbation anthropique du milieu.



Colonie sur du gravier, ici les soies sont plus ou moins droites, car le temps est sec. Elles deviennent très vite flexueuses lorsque humidifiées.

© L. DAMAS - CBN du Bassin

Tortella squarrosa (Brid.) Limpr., 1888

Identification : Grande acrocarpe de couleur jaune, dont les feuilles à l'état humide sont enroulées autour de la tige à la manière d'une hélice de bateau. À l'état sec, les feuilles se crispent par-dessus la tige. Elle forme des tapis sur la terre, contrairement aux espèces semblables, vertes plus sombres, qui forment des coussins sur la roche.

Signification écologique : Quand elle domine la strate muscinale en pelouse, elle indique une fermeture du milieu à l'échelle des Bryophytes. Compétitrice, elle étouffe les autres mousses et peut former de grands faciès monospécifiques sur le plan bryologique.



Tortella squarrosa à l'état humide © L. Keene



Tortella squarrosa à l'état sec © D.G. Del Olmo

POUR EN SAVOIR PLUS

www.cbnbp.mnhn.fr

Le Conservatoire botanique national du Bassin parisien est un service scientifique du Muséum national d'Histoire naturelle, agréé par le Ministère en charge de l'environnement sur les Régions Île-de-France et Centre-Val de Loire, ainsi que les Départements de Champagne-Ardenne (Région Grand Est) et de Bourgogne (Région Bourgogne-France-Comté).



5 MISSIONS D'INTÉRÊT GÉNÉRAL

Le CBN du Bassin parisien est un des membres fondateurs de la Fédération des Conservatoires botaniques nationaux. Il agit ainsi au sein d'un réseau de 12 CBN, coordonnés par l'Office français pour la Biodiversité. Dans ce cadre, le Conservatoire mène sur son territoire d'agrément 5 missions d'intérêt général au service de la flore, de la fonge et de leurs habitats :



Développer et améliorer les connaissances



Contribuer à la gestion conservatoire et à la restauration écologique



Gérer et valoriser les données



Conseiller à travers l'expertise scientifique et technique



Informier, sensibiliser et mobiliser

CONTACTS

DIRECTION

Directeur Frédéric HENDOUX

Directeur scientifique adjoint Sébastien FILOCHE

61 rue Buffon - 75005 Paris

01 40 79 35 54

cbnbp@mnhn.fr

DÉLÉGATION BOURGOGNE

Responsable Olivier BARDET

Maison du PNR du Morvan - 58230 Saint-Brissson

03 86 78 79 60

cbnbp-bourg@mnhn.fr

DÉLÉGATION CENTRE-VAL DE LOIRE

Responsable Jordane CORDIER

5 avenue Buffon - BP6407 - 45064 Orléans Cedex 2

02 36 17 41 31

cbnbp-cvl@mnhn.fr

DÉLÉGATION CHAMPAGNE-ARDENNE

Responsable François DEHONDT

30 Chaussée du Port - 51035 Châlons-en-Champagne

03 26 65 28 24

cbnbp-ca@mnhn.fr

DÉLÉGATION ÎLE-DE-FRANCE

Responsable Jeanne VALLET

61 rue Buffon - 75005 Paris

01 40 79 35 54

cbnbp-idf@mnhn.fr

PÔLE CONSERVATION

Responsable Philippe BARDIN

01 40 79 56 25

philippe.bardin@mnhn.fr

PÔLE PHYTOSOCIOLOGIE

Responsable Gaël CAUSSE

03 86 78 79 61

gael.causse@mnhn.fr

PÔLE SYSTÈME D'INFORMATION

Responsable Silvère CAMPONOVO

01 40 79 56 49

silvere.camponovo@mnhn.fr



CONTACT

CBN du Bassin parisien - Délégation Île-de-France
61 rue Buffon - CP 53 | 75005 PARIS
01 40 79 56 48 • cbnbp-idf@mnhn.fr

www.cbnbp.mnhn.fr



**CONSERVATOIRE
BOTANIQUE NATIONAL
BASSIN PARISIEN**

MUSÉUM NATIONAL
D'HISTOIRE NATURELLE

