

Documents Phytosociologiques

ACTES DU COLLOQUE INTERNATIONAL DE BAILLEUL 2017
« VALEURS ET USAGES DES ZONES HUMIDES »

COORDINATION : EMMANUEL CATTEAU ET MARIELLE GODET

Introduction



photo : © C. DESMIS

À l'occasion des 30 ans du Centre régional de phytosociologie et des 70 ans de la Société de botanique du nord de la France, le Conservatoire botanique national de Bailleul, en association avec la Société française de phytosociologie, les Conservatoires d'espaces naturels Nord – Pas-de-Calais et Picardie et la Société de botanique du nord de la France, a organisé un colloque destiné à échanger à la fois sur l'analyse scientifique des végétations de zones humides (caractérisation, évolution, indicateurs, valeur patrimoniale...) et sur la prise en compte des usages de ces zones humides (gestion écologique, usages, prise en compte réglementaire). Ce colloque a eu lieu du mardi 26 septembre 2017 au samedi 30 septembre 2017, au Conservatoire de botanique national de Bailleul, le samedi étant destiné au grand public.

Hommage à Bruno de FOUCAULT



photo © T. PALMELS

Dès les premières réflexions sur l'organisation de ce colloque, l'idée s'est imposée de rendre hommage à Bruno de FOUCAULT, dont la production scientifique a tant contribué à la compréhension des végétations en général et des zones humides en particulier.

Il faut dire que Bruno a su tisser une infinité de liens humains dans le nord de la France. Depuis sa prise de poste comme maître de conférences à la Faculté de Pharmacie de l'Université de Lille en 1978, il a été à la fois président de la Société de botanique du nord de la France, président du Conservatoire d'espaces naturels du Nord et du Pas-de-Calais et membre du conseil scientifique du Conservatoire botanique national de Bailleul. Il était donc difficile aux structures organisatrices de ce colloque de l'oublier.

Lorsqu'il s'agit d'un colloque traitant des zones humides, Bruno de Foucault devient incontournable, lui qui a tant fait pour la description des végétations de ces milieux, depuis sa thèse (*Systemique, structuralisme et synsystematique des prairies hygrophiles des plaines atlantiques françaises*) en 1984, jusqu'à sa synthèse sur la classe des *Montio fontanae - Cardaminetea amarae* (*Doc. Phytosoc.*, 3^e série, **7** : 6-86) en 2018, en passant par la si remarquable synthèse sur « Les végétations herbacées basses amphibies : systemique, structuralisme, synsystematique » (*Diss. Bot.*, **121**). Pour illustrer les talents de descripteur de Bruno, signalons que près d'un sixième (16 %) des unités de végétation du nord-ouest de la France lui doivent leur description !

Mais plus que tout, dans un colloque dont une des conclusions porta sur la nécessité de bien comprendre le fonctionnement des écosystèmes, il était évident de rendre hommage à la production fondamentale, théorique, de Bruno de FOUCAULT, dont les publications ont permis d'élaborer des outils conceptuels permettant de révéler la logique de la végétation. Il n'est pas possible ici de détailler la puissance heuristique de cette œuvre dont les

développements tournent autour de l'approche systémique et structuraliste, mais on me pardonnera de souligner de manière subjective l'élégance de certains concepts tels que les structures systématiques, l'appauvrissement des syntaxons aux limites chorologiques des classes ou l'adaptation de concepts thermodynamiques à la modélisation de la dynamique des végétations. Cette élégance confine à la poésie, au sens étymologique où elle est créatrice, créatrice d'une nouvelle vision du monde végétal. Dans sa conférence inaugurale, Bruno de FOUCAULT nous a livré une grille de lecture de sa production théorique sous l'angle de l'invariance. Les lecteurs retrouveront là quelques-unes des références bibliographiques que chaque phytosociologue devrait avoir lues. En conclusion de cette conférence, Bruno nous fait part de son rêve d'une phytosociologie moderne « esthétique et riche en invariants de tous ordres »...

Pourquoi un colloque sur les zones humides au Conservatoire botanique national de Bailleul ?

À l'occasion des 30 ans du Centre régional de phytosociologie, l'association qui porte le Conservatoire botanique national de Bailleul, et tout juste 20 ans après le dernier d'une longue série de colloques organisés à Bailleul, nous avons voulu renouer avec cette coutume dont nous nous étions éloignés.

Les zones humides sont par nature des écosystèmes d'interface, en connexion étroite avec leur environnement à toutes les échelles d'espace et de temps. L'eau est l'élément fondamental indispensable à la circulation des flux d'énergie, des nutriments, des diaspores, en un mot à l'organisation des cycles biogéochimiques au sein des hydrosystèmes et même plus globalement à la vie. C'est également un vecteur essentiel pour le transport des hommes et de leurs marchandises. Mais il permet également la circulation de nombreux polluants. Au sein des plaines alluviales, les crues déposent des limons qui, associées ou non à d'autres alluvions fluviales ou tourbeuses, sont sources de vie, à la fois pour la faune et la flore sauvages mais aussi pour la production agricole. Pour ces raisons, les zones humides sont le foyer d'activités et d'enjeux très divers, qui sont sources de diversité biologique, de productions agricoles originales et portent de nombreuses activités traditionnelles, culturelles, récréatives ou de bien-être, mais peuvent également s'avérer, quand elles sont mal maîtrisées, être des menaces pour leur pérennité.

Pour ces raisons, protocoles de connaissance et de gestion doivent être abordés à toutes les échelles d'espace et de temps, en abordant à la fois la composition des zones humides, leur fonctionnement et leur évolution. Il est apparu à plusieurs reprises que la prise en compte d'un compartiment particulier de l'écosystème (faune herbivore, fonge, bryoflore, réservoirs de semences, hydrologie...) pouvait révéler des paramètres capitaux de son fonctionnement. Pour ce faire, l'expert dispose d'une palette d'outils, tant pour l'analyse que pour l'interprétation : citons par exemple les démarches systémiques et structuralistes (mettant en jeu les traits fonctionnels des espèces), l'approche géohistorique, le suivi diachronique, l'approche symphytosociologique (notamment à l'échelle des cellules paysagères, qui

est proche de l'unité de gestion). En conséquence, il apparaît que le paramètre essentiel de la conservation des zones humides dans leurs valeurs et leurs usages est l'échange et le partage des connaissances et des expériences entre tous les acteurs du milieu naturel et du monde rural.

Le programme

Le Conservatoire botanique national de Bailleul a souhaité donner à chacun de ses partenaires l'occasion de s'exprimer : scientifiques de toutes disciplines (phytosociologie, écologie, hydrologie, sciences humaines...), spécialistes de l'écosystème zone humide, gestionnaires de zones humides, personnels et élus responsables de la prise en compte des zones humides et grand public. Au total, 172 congressistes ont assisté aux 24 heures d'échanges scientifiques et plus de 500 personnes ont assisté aux temps festifs.

Les 68 communications présentées à l'occasion de ce colloque se sont articulées selon les six thèmes suivants, qui correspondent aux six chapitres des actes du colloque :

- Session 1 : restaurer et recréer des zones humides ;
- Session 2 : adapter la gestion aux enjeux, contraintes et potentialités locales ;
- Session 3 : aborder les zones humides dans leur contexte territorial ;
- Session 4 : cartographier la végétation pour comprendre les zones humides ;
- Session 5 : concevoir et transmettre les outils de diagnostic ;
- Session 6 : bien connaître pour mieux gérer les végétations de zones humides.

Le colloque a été intégralement filmé. Vous pouvez retrouver les vidéos de chacune des communications et des débats qui les ont suivies, ainsi que du débat de clôture sur :

https://www.youtube.com/playlist?list=PL6fTF_SDATLz-jllxKfDreVV7COoSCdb4.

Enfin, au cours du colloque, trois excursions ont été organisées, dont vous retrouverez le descriptif dans le guide d'excursion associé à ces actes.

Remerciements

Ce colloque et ses actes n'auraient pu exister sans le soutien financier du ministère de la Transition écologique et solidaire, des Agences de l'eau Artois-Picardie et Seine-Normandie, de la Région Hauts-de-France et de la Ville de Bailleul. Mais ils n'auraient pas non plus existé sans le travail dévoué du comité d'organisation et en particulier de Marielle GODET qui en a parfaitement assuré le secrétariat, ni sans l'appui des membres du comité scientifique et notamment de certains membres qui relurent de nombreux manuscrits. Que tous ceux qui ont contribué, à quelque degré que ce soit, à la réussite de ce colloque soient ici remerciés !

Emmanuel CATTEAU

Coordinateur de la connaissance phytosociologique
Conservatoire botanique national de Bailleul

Organisation

Organisation du colloque :

- Conservatoire botanique national de Bailleul
- Société française de phytosociologie
- Conservatoire d'espaces naturels du Nord et du Pas-de-Calais
- Conservatoire d'espaces naturels de Picardie
- Société de botanique du nord de la France

Partenaires (organisation des excursions) :

- Conservatoire d'espaces naturels du Nord et du Pas-de-Calais
- Conservatoire du littoral
- Département du Nord
- EDEN62
- Office national des forêts, agence territoriale Nord-Pas-de-Calais
- Parc naturel régional Scarpe-Escaut

Avec le soutien de :

- Ministère de la Transition écologique et solidaire
- Agence de l'eau Artois-Picardie
- Agence de l'eau Seine-Normandie
- Région Hauts-de-France
- Département du Nord
- Département du Pas-de-Calais
- Communauté de communes de Flandre intérieure
- Ville de Bailleul

Comité scientifique

Frédéric BIORET	Université de Bretagne occidentale
Vincent BOULLET	Société française de phytosociologie
Guillaume CHOISNET	Conservatoire botanique national du Massif central
Bernard CLÉMENT	Université de Rennes
Gilles CORRIOL	Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées
Guillaume DECOCQ	Université de Picardie
Bruno de FOUCAULT	
Dan GAFTA	Babes-Bolyai University - Cluj-Napoca (Roumanie)
Pierre GOUBET	Cabinet Pierre GOUBET - Expertise des Écosystèmes
Philippe JULVE	Université catholique de Lille
Mohammed KAABECHE	Université de Sétif
Yamina KADID	École nationale supérieure agronomique - Alger
Mario KLESCZEWSKI	Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon
Arnault LALANNE	Ministère de la Transition écologique et solidaire
Jérémy LEBRUN	Conservatoire d'espaces naturels de Picardie
Thierry LECOMTE	Écologue et conservateur de la Réserve des Courtils
Richard LINDSAY	University of East London
Francis MULLER	Pôle-relais tourbières
Franco PEDROTTI	Université de Camerino
Jean-Marie ROYER	Société française de phytosociologie

Conférence inaugurale



photo : © J.-C. HAUGUEL

Phytosociologie et invariance ou La valeur épistémologique d'un concept transdisciplinaire

BRUNO DE FOUCAULT

4 chemin de Preixan,
F-11290 Roullens ;
bruno.christian.defoucault@gmail.
com

Introduction

Le concept que je vais illustrer à travers notre science est celui d'*invariance* (ou encore d'*invariant*) ; c'est un concept transdisciplinaire, c'est-à-dire un concept qui traverse la plupart des sciences pour s'y appliquer diversement. Un *invariant* est tout simplement quelque chose qui ne change pas lors d'une *transformation*, que celle-ci soit *réelle* (par exemple un changement dans le temps ou l'espace) ou *virtuelle*, c'est-à-dire qui se passe dans l'esprit du scientifique. L'invariance est donc elle-même un invariant à travers des transformations virtuelles inter-sciences.

Syntaxonomie et nomenclature

Déjà, l'invariance se concrétise au niveau de l'*individu d'association* (IA), l'objet concret, le phénomène élémentaire de notre science ; en effet, on exige de celui-ci qu'il soit *homogène floristiquement et structurellement*, autrement dit qu'il soit doté d'une certaine invariance interne dans toutes les directions spatiales, une certaine *isotropie*, au moins statistique. Souvent on exige en outre une « homogénéité écologique » ; je n'y crois pas vraiment, car il n'existe en définitive que des niveaux d'une telle homogénéité, qui dépendent de la *sensibilité* des êtres vivants ; le milieu écologique se rapproche un peu d'une *structure fractale* (de FOUCAULT 1986a), un objet complexe doté d'une homothétie interne, dont toute partie isolée est homothétique du tout, quoiqu'il y ait souvent émergence de nouvelles propriétés selon l'échelle considérée. Il y a donc des niveaux d'homogénéité écologique relative, nous en venons ici à l'*approche synusiale* dont j'ai été et reste un des fervents défenseurs.

La description de l'IA est le *relevé phytosociologique*, la liste la plus complète possible des taxons présents sur une aire au moins égale à l'*aire minimale*, chacun d'eux affecté d'au moins un *coefficient d'abondance-dominance*. Dans des travaux

antérieurs, j'ai déjà montré que le relevé peut être considéré comme une *mesure* du phénomène phytosociologique élémentaire ; c'est une mesure *qualitative* (car pas un nombre) *non ordonnable* (au contraire des mesures quantitatives des sciences habituelles). Un tableau *homotone* de relevés/mesures peut être synthétisé en la *colonne* dite de *fréquence*, qui correspond bien à une *moyenne de mesures qualitatives* ; d'ailleurs on peut aisément montrer que le nombre moyen de taxons par relevé coïncide avec le nombre de taxons de ce relevé moyen, qui coïncide aussi avec la somme des fréquences de la colonne synthétique habituelle. Ainsi considérée dans son extension qualitative, la mesure s'avère un nouveau concept transdisciplinaire que j'ai appliqué par exemple à l'*ethnographie* (barrières...), à la *linguistique* (jeux de mots)...

La mesure en phytosociologie pose un délicat problème. Ordinairement, dans les sciences physiques, on connaît la catégorie à laquelle se rattache l'objet à mesurer et on peut faire des statistiques classiques sur ses mesures. Ici, on ne connaît pas la catégorie (le syntaxon élémentaire, cf. § suivant), on cherche à le définir à partir d'un certain nombre de mesures de ses individus ; il peut

Résumé

Cet article est la version écrite de la conférence inaugurale du colloque consacré aux zones humides. Il vise à illustrer toute la richesse d'un concept transdisciplinaire, l'invariance, dans les diverses étapes conceptuelles de la phytosociologie sigmatiste, notamment la syntaxonomie, la nomenclature, les structures formelles systématiques, la systématique, le structuralisme, le morphisme de mesures, l'isomorphisme spatio-temporel... Ces concepts constituent la base de toute une heuristique, faisant efficacement avancer la recherche, tant fondamentale qu'appliquée.

Abstract

Plant sociology and invariance

This article is the written version of the inaugural conference of the symposium dedicated to wet zones. It aims to illustrate all the richness of a transdisciplinary concept, invariance, in the various stages of sigmatist phytosociology, in particular syntaxonomy, nomenclature, systematic formal structures, systemics, structuralism, morphism of measures, spatio-temporal isomorphism... All these concepts constitute the basis of a whole heuristic, effectively moving forward fundamental and applied research.

donc y avoir une difficulté à déterminer la limite avec des catégories voisines. La situation est un peu la même en climatologie, où l'on tente de dégager des types de climats à partir de mesures (des matrices) de données quantitatives diverses, températures, pluviométrie... (de FOUCAULT 1984, partie II).

Passons à l'étape analytique : une fois rassemblée une population suffisamment conséquente de relevés, l'invariance par des transformations virtuelles permet la définition de catégories abstraites dites *syntaxons élémentaires* (Sy E) par l'existence d'*espèces constantes*, donc statistiquement invariantes à travers les relevés de telles catégories. Elle permet aussi d'élaborer le *synsystème*, ou système hiérarchisé d'unités emboîtées les unes dans les autres, depuis le niveau fondamental de l'association végétale jusqu'à celui de la classe. Le *synsystème* n'est pas qu'une simple hiérarchie des *syntaxons*, qu'une simple classification des lois à l'image de la théorie physique selon P. Duhem, il permet aussi de déduire de petits ensembles de taxons possédant des affinités sociologiques, dénommés pour cette raison *groupes sociologiques* (GS), dont nous verrons l'utilité plus loin.

Je voudrais profiter de cette occasion pour fustiger l'emploi, trop fréquent (chez les débutants, mais pas seulement !), de phrases disant en substance qu'« un taxon appartient à tel syntaxon » (par exemple « *Aira praecox* est une espèce du *Thero-Airion praecocis* ») ; du point de vue de la théorie des ensembles, un taxon appartient à un taxon de rang supérieur, non à un syntaxon ; par contre, il peut caractériser ou différencier un syntaxon. Un minimum de précision et de rigueur scientifique ne peut pas nuire...

À l'image de la physique traditionnelle, la phytosociologie définit des lois, évidemment elles-mêmes qualitatives, en tentant d'associer à un Sy E T un ensemble de valeurs prises par les facteurs écologiques E, soit des lois du type T/E (de FOUCAULT 1997), rapprochant ainsi des invariants floristiques et des invariants synécologiques.

Pour faciliter le dialogue entre nous, la *nomenclature phytosociologique* fait appel à des règles assez strictes qui mettent en jeu des *radicaux linguistiques* universellement adoptés pour reconnaître le rang des *syntaxons* nommés, encore un cas d'invariance.

F-structures systématiques

Revenons brièvement à nos mesures qualitatives : dans le cadre quantitatif, il existe des *unités de mesure emboîtées*, par exemple pour les longueurs « ... mm \subset cm \subset dm \subset m \subset hm \subset km... » ; plus l'unité est basse, plus la mesure sera fine. On peut étendre cette idée d'unités emboîtées à la taxonomie en considérant la suite d'inclusions « taxon élémentaire TE \subset espèce \subset genre \subset famille \subset ordre... » (pas d'unité à gauche du TE justement parce qu'élémentaire). Alors que la *syntaxonomie* classique s'appuie sur l'unité de mesure « TE », il vient l'idée d'utiliser les rangs taxonomiques supérieurs pour en faire des unités de mesure certes assez, voire très, grossières et pourtant susceptibles d'apporter des informations non négligeables en les plaçant à un niveau territorial suffisamment élevé. C'est ainsi que j'ai introduit les *structures formelles systématiques* en me mettant à la place d'un phytosociologue qui travaillerait dans une région dont la flore lui serait inconnue ou inaccessible, mais pourvu d'un bagage systématique suffisant pour qu'il puisse reconnaître les genres ou au moins les familles. Ainsi la recherche d'invariants taxonomiques basés sur des niveaux taxonomiques supérieurs à l'espèce, surtout genre et famille, peut révéler une certaine logique de la végétation mondiale. Ce fut l'un des moteurs qui m'ont poussé à explorer autant que possible la végétation des zones tropicales et australes pour y rechercher des invariants relativement aux zones boréo-tempérées mieux connues. Un exemple de telles F-structures systématiques peut être pris en considérant les roselières d'atterrissement des lacs, étangs (invariant écologique) du monde, qui relèvent de la S(Typhaceae - Cyperaceae) (de FOUCAULT 1987a), c'est-à-dire qu'elles sont essentiellement constituées de Cyperaceae, Typhaceae, Equisetaceae, Alismataceae, Polygonaceae et, surtout en domaine tropical, Araceae, malgré leurs profondes différences floristiques lorsqu'elles sont mesurées à l'échelle des espèces.

Toujours à propos des mesures, je dois reconnaître que je suis assez satisfait d'avoir établi l'équivalence formelle entre l'acte de mesure quantitative à l'aide d'un détecteur matériel et l'acte de mesure qualitative fournie par l'utilisation d'êtres vivants et connu sous le nom de *bioindication*, en cherchant à associer progressivement des concepts quantitatifs et qualitatifs qui paraissent a

priori avoir fort peu de rapports entre eux en considérant le cas particulier de la bioindication de la qualité de l'air par les lichens (capteur/flore, réglage du capteur/invariant systématique... ; de FOUCAULT 1993a).

On peut enrichir la description des *syntaxons* nouveaux au moyen de *spectres*, qui sont encore des mesures qualitatives, mais basées sur des critères autres que le niveau TE. Ainsi, les structures formelles systématiques peuvent être aussi interprétées comme des *spectres systématiques*. Mais on peut encore considérer d'autres classifications : les types de dissémination des diaspores, les types phytogéographiques, les types de morphologie foliaire...

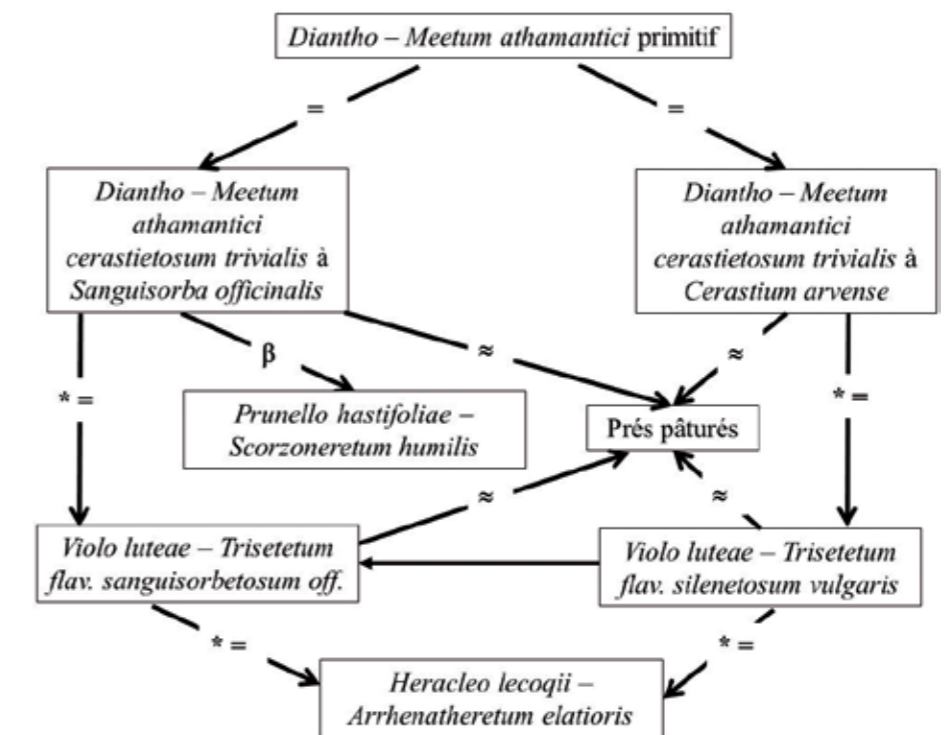
Systémique et structuralisme

Ma thèse de 1984, encore consultée de nos jours (du moins je l'espère...), a introduit l'*approche systémique* en phytosociologie, un système étant classiquement considéré comme un ensemble d'éléments unis entre eux par des *relations*, encore un invariant transdisciplinaire tant ce concept apporte de fructueuses ouvertures dans la compréhension des phénomènes naturels. En phytosociologie, un système rapproche entre eux des Sy E décrits et nommés, unis par

des relations spatiales et/ou temporelles. Évidemment, pour en faciliter l'étude, un système ne doit être ni trop petit ni trop étendu, de sorte qu'il nous faut définir des critères d'*homogénéité interne* pour le délimiter. Initialement, travaillant sur des prairies hygrophiles, j'avais posé pour un système élémentaire une invariance *géologico-climatique* (renvoyant plus ou moins à la notion de *région naturelle*) et une invariance *topographique* (en reconnaissant implicitement la séparation entre les prairies longuement inondables et les prairies simplement hygrophiles, dès lors reliées par une relation spatiale). Ultérieurement, en approfondissant ces premières idées, j'ai réalisé qu'il fallait aussi introduire une invariance *biologique*, et donc distinguer des systèmes *thérophytiques*, *hémicrypto-géophytiques*, *nanophanérophytiques* et *phanérophytiques*, tout cela allant dans le sens de la phytosociologie *synusiale*, bien que les deux approches fussent initialement indépendantes.

La description de tels systèmes, avec leurs éléments et relations, s'achève généralement sur des *graphes systémiques* (dits aussi *relationnels*), qui peuvent être interprétés comme autant de mesures qualitatives des systèmes (Fig. 1).

Figure 1
Graphe systémique du système prairial mésophile de l'Aubrac (de FOUCAULT 1986b).



Au sein d'un système, on peut isoler des sous-ensembles ordonnés d'éléments unis par une même relation, que j'ai appelés des *séries*, les éléments en étant alors les *stades* (Fig. 2). Ces séries peuvent être aussi illustrées en considérant les relevés moyens de chaque Sy E et en ordonnant les taxons de façon à faire apparaître certains qui disparaissent et/ou d'autres qui apparaissent le long de la série (Fig. 3). D'un point de vue épistémologique, ce concept de série est l'homologue qualitatif d'une *fonction d'une*

variable quantitative, la *différentielle* en un point coïncidant avec la réunion des taxons différentiels positifs et négatifs en un stade de la série, un rapprochement inattendu entre les deux sens du même mot *différentielle* en analyse mathématique et en phytosociologie. Si on associe à chaque stade d'une série un spectre issu d'une classification donnée, on peut aussi décrire des *séries spectrales* (voir des exemples *in* de FOUCAULT 1995a).

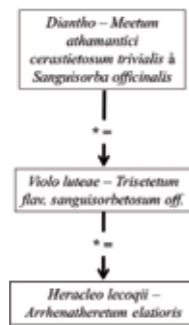


Figure 2
Série trophique en régime de fauche du système prairial mésophile de l'Aubrac (extrait de la figure 1).

Syntaxon	D-Ma c. t.	V-Ty: o.	H-Ae
Nombre de relevés	14	7	3
<i>Nardus stricta</i>	V	.	.
<i>Gentiana sagittalis</i>	V	I	.
<i>Avenella flexuosa</i> *f.	IV	.	.
<i>Potentilla verna</i>	IV	I	.
<i>Betonica officinalis</i> *o.	IV	I	.
<i>Pimpinella saxifraga</i>	III	I	.
<i>Gentiana anglica</i>	III	.	.
<i>Helianthemum nummularium</i>	III	.	.
<i>Carex coryophylla</i>	III	.	.
<i>Sagina decumbens</i> *d.	III	.	.
<i>Polygona vulgaris</i> *v.	III	.	.
<i>Frunella hastifolia</i>	III	I	.
<i>Luzula campestris</i> *c.	III	I	.
<i>Pilosella officinarum</i>	III	.	.
...			
<i>Festuca rubra</i> *r.	V	V	1
<i>Viola lutea</i> *l.	V	V	.
<i>Meum athamanticum</i>	V	V	.
<i>Dianthus seguieri</i> *o pseudocollinus	IV	V	.
<i>Gentiana lutea</i> *l.	IV	III	.
<i>Thymus "chamaedryz"</i>	V	II	.
<i>Cerastium arvense</i> *a.	IV	III	.
<i>Lotus corniculatus</i> *c.	III	II	.
<i>Trisetum flavescens</i> *f.	+	V	3
<i>Dactylis glomerata</i> *g.	+	IV	3
<i>Alickeimilla xanthochlora</i>	I	III	2
<i>Arrhenatherum elatius</i> *e.	.	III	2
<i>Heracleum sibiricum</i> *s.	.	II	3
<i>Campylosiphium schlegelii</i>	+	III	2
<i>Tragopogon pratensis</i> s. l.	I	III	1
<i>Bistorta officinalis</i>	+	II	1
<i>Poa trivialis</i> *t.	+	.	2
<i>Rumex obtusifolius</i> *o.	.	.	2
<i>Chaerophyllum aureum</i>	.	.	3
<i>Galium verum</i> *v.	V	V	3
<i>Trifolium pratense</i> *p.	V	V	3
<i>Agrostis capillaris</i> *c.	V	V	2
<i>Trifolium repens</i> *r.	IV	V	3
<i>Rhinanthus minor</i>	IV	V	2
<i>Avenula pubescens</i> *p.	IV	V	2
<i>Silene vulgaris</i> *v.	II	V	2
<i>Leucanthemum incultum</i>	III	V	3
...			

Figure 3
Représentation synfloristique de la série trophique de la figure 2.

Comme on l'a fait pour l'approche syntaxonomique, la démarche suivante consiste à rechercher des invariants entre ces mesures pour tenter de les classer dans des catégories abstraites, dites *structures formelles*, révélant une parenté méthodologique avec le *structuralisme* (ou du moins une partie) des sciences humaines élaboré par C. Lévi-Strauss. Cette démarche peut mettre en évidence des *systèmes isomorphes*, c'est-à-dire fonctionnant de la même manière, des éléments *homologues*, c'est-à-dire jouant le même rôle dans des systèmes isomorphes, des *relations universelles*, indépendantes des végétations et des régions naturelles. De la même manière, dans les ethnosciences naturelles auxquelles j'ai aussi apporté ma contribution, formalisées en associant un objet naturel et son résultat final ayant une fonction pour les hommes, il existe des relations ethniques universelles, indépendantes des objets naturels sur lesquelles elles s'appliquent et indépendantes des groupes humains qui les mettent en œuvre (de FOUCAULT 1987b), relations qui peuvent s'associer en chaînes opératoires selon la terminologie d'A. Leroi-Gourhan. À titre d'illustration, une de ces relations universelles peut être illustrée par l'*emprunt*, qui consiste pour un homme à emprunter une partie d'une plante (bois, feuilles, fleurs...) et éventuellement la transformer pour la doter d'une fonction utile pour lui.

D'une manière générale, dans un système, circulent des *flux*; c'est le cas des systèmes économiques (avec des flux financiers, de marchandises, voire de main d'œuvre), des

systèmes neuronaux (influx nerveux), des systèmes électriques (courant d'électrons), des systèmes hydrauliques (circulation de fluides), des systèmes écologiques (énergie)... On peut alors se demander ce qui circule à travers nos systèmes phytosociologiques qualitatifs. Il y a au moins de l'*information*, qui s'y décline en information *biologique* (types biologiques et formations végétales), en information *floristique* (variants et invariants floristiques entre les éléments, visualisés par la représentation synfloristique de séries, Fig. 3), en information *écologique* (à travers les relations systémiques reliant les éléments).

Morphismes de mesures

Dans l'approche systémique puis structuraliste, la mise en évidence d'isomorphismes est surtout possible avec des êtres vivants possédant approximativement la même sensibilité aux variations écologiques (les herbes en prairie). Si l'on considère maintenant des êtres vivants à la sensibilité trop différente, il est parfois possible de dégager certaines symétries fonctionnelles, mais ce ne seront plus forcément des isomorphismes; c'est ce que j'ai dénommé des *morphismes de mesures*. On peut en relever entre la végétation des roselières et la faune vertébrée subaquatique (cas d'un parc d'Afrique orientale; de FOUCAULT 1990; Fig. 4), entre la végétation herbacée forestière et la faune invertébrée tellurique (de FOUCAULT 1995b: tableau 11), entre la végétation lichénique épiphytisque et des communautés de microarthropodes corticoles (de FOUCAULT 1996).

Figure 4
Vue d'une « roselière de flamands roses » au bord d'un lac d'Afrique orientale.

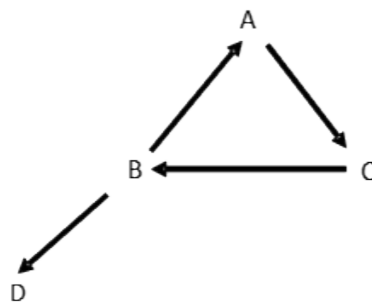


Heuristique de l'invariance

Ces multiples concepts plus ou moins sous-tendus par l'invariance offrent toute une base *heuristique*, c'est-à-dire faisant efficacement avancer la recherche, tant fondamentale qu'appliquée. Les lois du type *T/E* permettent ainsi de prédire l'existence d'un des termes en présence concrète de l'autre, soit prévision du *Sy E T* en présence de certaines valeurs écologiques, soit prévision de l'écologie *E* en présence d'un *Sy E* identifié (de FOUCAULT 1997). La reconnaissance des structures formelles autorise la *prévision à la Mendeleïev*, celle d'un élément inconnu au sein d'un système partiellement décrit. À titre d'exemple, la figure 5 replace deux syntaxons connus pionniers des substrats tourbeux dénudés décrits d'un système acide atlantique (*Anagallido - Pinguiculetum lusitanicae* B. Foucault 2008) et d'un système alcalin continental (*Triglochino - Scirpetum pauciflori* W. Koch 1926) ; elle incite à poser l'hypothèse d'un élément inconnu homologue en système alcalin atlantique ; en fait, au lieu d'un seul élément comme attendu, deux ont été finalement reconnus, l'un assez dispersé, l'*Anagallido tenellae - Eleocharitetum quinqueflorae* B. Foucault in J.-M. Royer *et al.* 2006, l'autre rarissime, le *Junco subnodulosi - Pinguiculetum lusitanicae* B. Foucault 2018.

Système	Acide	Alcalin
Atlantique	<i>Anagallido tenellae - Pinguiculetum lusitanicae</i>	?
Continental		<i>Triglochino palustris - Scirpetum pauciflori</i>

Mieux encore, la *méthode des orbites systémiques* permet de décrire un système partiel sur la base d'un unique relevé, à partir de la décomposition en GS. Dans un système, l'orbite d'un élément est l'ensemble des autres éléments qui lui sont reliés, autrement dit l'ensemble des éléments qui « gravitent » autour de lui. À titre d'exemple, dans la figure 6, l'orbite de l'élément B est formé des éléments A, C et D.



En général, lorsqu'elles ne sont pas trop intenses, les relations ou transformations systémiques laissent des invariants entre les éléments, de sorte que l'élément B de notre exemple précédent reçoit dans sa structure des traits de A, C et D : un élément accumule donc dans sa structure des informations sur son orbite. Il s'ensuit que, inversement, la considération de la structure d'un élément (recherche d'éventuels invariants) et la connaissance de lois générales reconnues par ailleurs permettent d'acquérir des informations sur son orbite et en définitive de reconstituer une partie d'un système. Une comparaison avec le *puzzle* peut être instructive : chaque pièce de ce jeu bien

connu doit s'insérer entre ses voisines qui en forment l'orbite, les bordures de chacune d'elles ayant valeur de relation ; en outre, les motifs de leur surface doivent normalement être en continuité, ce sont des invariants graphiques de l'une à l'autre (de FOUCAULT 1993b). Cette démarche heuristique, qui n'est évidemment jamais une preuve de véracité, mais seulement une hypothèse de recherche, souvent utilisée implicitement par les phytosociologues, se retrouve dans les recherches de G. Cuvier qui reconstitua des organismes à partir d'os fossilisés (ce qui provoqua l'admiration de quelques-uns de ses contemporains, dont H. de Balzac : « *Il reconstitue des mondes avec des os blanchis* »).

Figure 5
Illustration d'un cas de prévision à la Mendeleïev.

Figure 6
Exemple de système illustrant la notion d'orbite systémique.

Les symétries entre espace et temps, ou *isomorphismes spatio-temporels* (de FOUCAULT 2014), facilitent et économisent les études diachroniques en décrivant des séries spatiales convenablement orientées, puis en changeant la variable spatiale *x* en variable temporelle *t*.

À ces aspects heuristiques, se rattachent encore le génie écologique permettant

l'action en vue d'un but fixé à l'avance (de FOUCAULT 1988), l'archéophytosociologie (de FOUCAULT & MATYSIAK 1994 ; de FOUCAULT *et al.* 1998 ; en 1994, c'est le terme impropre de « paléophytosociologie » qui avait été utilisé dans le titre de l'article ; l'échelle de temps concernée relève plutôt de l'archéophytosociologie) et la paléophytosociologie (de FOUCAULT & COQUEL 1998).

Conclusion

Il y aurait encore bien d'autres concepts se rattachant à l'invariance à citer, comme la synvicariance, les variations parallèles des syntaxons (de FOUCAULT 1994), les phénomènes phytosociologiques récurrents tels que l'appauvrissement des syntaxons aux limites chorologiques (de FOUCAULT 1981), le passage entre deux unités synsystématiques supérieures (de FOUCAULT 1984, § V-8)...

Les symétries représentées par la diversité des cas d'invariance induisent un réel sentiment d'esthétique de notre science ; je me rappelle particulièrement de l'enthousiasme manifesté par E. CATTEAU lorsqu'il a découvert ma synthèse des *Adiantetea capilli-veneris* dans le cadre du programme PVF2, avec ses F-structures génériques associées à des espèces des genres *Pinguicula*, *Primula* et *Hypericum*. Dans cet ordre d'idées, je rêve vraiment d'une phytosociologie moderne esthétique, riche en invariants de tous ordres : si la végétation terrestre est logique, ce dont mes auditeurs et lecteurs ne doivent pas douter un instant, cette logique doit se retrouver dans notre science et celle-ci doit définir les outils conceptuels permettant de la révéler.

Bibliographie

- FOUCAULT B. (de) 1981. - Réflexions sur l'appauvrissement des syntaxons aux limites chorologiques des unités phytosociologiques supérieures et quelques-unes de leurs conséquences. *Lazaroa* **3** : 75-100.
- FOUCAULT B. (de) 1984. - *Systémique, structuralisme et synsystématique des prairies hygrophiles des plaines atlantiques françaises*. Thèse de doctorat d'État, Université de Haute-Normandie, Rouen, France, 675 p.
- FOUCAULT B. (de) 1986a. - Fractals, géomorphologie et phytosociologie fondamentale. *Colloques phytosociologiques XIII*, Végétation et géomorphologie : 85-100.
- FOUCAULT B. (de) 1986b. - Contribution à une étude systématique des prairies de l'Aubrac (Massif central français). *Documents phytosociologiques*, NS, **X** (1) : 255-305.
- FOUCAULT B. (de) 1987a. - Nouvelles recherches sur les structures systématiques végétales : caractérisation, ordination, signification. *Phytocoenologia* **15** (2) : 159-199.
- FOUCAULT B. (de) 1987b. - Essai de formalisation de l'ethnobotanique. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée* **34** : 31-45.
- FOUCAULT B. (de) 1988. - Sur les bases épistémologiques du génie écologique, plus spécialement phyto-écologique. *Colloques phytosociologiques XV*, Phytosociologie et conservation de la nature : 77-91
- FOUCAULT B. (de) 1990. - Impressions biosociologiques après un voyage en Tanzanie. *Documents phytosociologiques*, NS, **XII** : 175-188.
- FOUCAULT B. (de) 1993a. - La bioindication lichénique : une physique qualitative, in C. VAN HALUWYN & M. LEROND, *Guide des Lichens*. Masson-Lechevalier, Paris : 198-216.
- FOUCAULT B. (de) 1993b. - Systémique qualitative et structuralisme en phytosociologie. *Revue internationale de systématique* **7** (4) : 363-384.
- FOUCAULT B. (de) 1994. - Extension à la phytosociologie d'un concept botanique : la variation parallèle. *Candollea* **49** : 121-127.
- FOUCAULT B. (de) 1995a. - Contribution à une monographie phytosociologique de la Hague (Manche, France). *Bulletin de la Société de botanique du nord de la France* **48** (4) : 45-90.
- FOUCAULT B. (de) 1995b. - Contribution à la connaissance phytosociologique des forêts sur sable tertiaire du département du Nord. *Bulletin de la Société de botanique du nord de la France* **48** (1) : 13-26.
- FOUCAULT B. (de) 1996. - Un exemple de morphisme de mesures pour la bioindication de la pollution atmosphérique acide. *Air pur* **51** (2) : 23-25.
- FOUCAULT B. (de) 1997. - Nouvelles réflexions sur les lois qualitatives du monde végétal et leur valeur heuristique. *Acta botanica gallica* **144** (1) : 129-144.
- FOUCAULT B. (de) 2014. - Les isomorphismes spatio-temporels : approche transdisciplinaire et valeur heuristique. *Bulletin de la Société botanique du Centre-Ouest*, NS, **45** : 438-445.
- FOUCAULT B. (de) & COQUEL R. 1998. - Du fossile au paléo-paysage reconstitué. *Bulletin de la Société de botanique du nord de la France* **51** (1) : 43-49
- FOUCAULT B. (de) & MATYSIAK J.-P. 1994. - Analyse ethnobotanique et paléophytosociologique d'un inventaire floristique du Béthunois réalisé au milieu du XIX^e siècle. *Bulletin de la Société de botanique du nord de la France* **47** (2) : 40-52.
- FOUCAULT B. (de), WATTEZ J.-R. & MATYSIAK J.-P. 1998. - Applications régionales des principes de la paléo-phytosociologie récente. *Bulletin de la Société de botanique du nord de la France* **51** (2) : 3-14.

Remerciements

Remerciements à Yves Peytoureau, président de la Société botanique du Centre-Ouest, pour l'aide à la traduction du résumé en abstract, à E. Catteau et G. Corriol, dont les relectures ont contribué à améliorer le manuscrit initial.

Pour visionner cette intervention

https://www.youtube.com/watch?v=4adZ8l3Tz_c

Session 1

Restaurer et recréer des zones humides

[Président de séance : Frédéric BIORET - Rapporteur : Mohammed KAABÈCHE]



photo : © J.-C. HAUGUEL

Réintroduction de la Ciguë vireuse (*Cicuta virosa*) dans la Réserve naturelle nationale des étangs du Romelaëre à Nieurlet (Pas-de-Calais)

BERTILLE ASSET⁽¹⁾, CHRISTOPHE BLONDEL⁽¹⁾ & BENOÎT DELANGUE⁽¹⁾

⁽¹⁾ Conservatoire botanique national de Bailleul, Hameau de Haendries, F-59270 Bailleul ; b.asset@cbnbl.org

Contexte

De 2016 à 2018, le CBNBL mène un programme FEDER de « REStauratiOn de la FLOre Régionale MENacée » (REFORME) qui consiste à actualiser l'état des populations d'espèces les plus menacées du Nord et du Pas-de-Calais, à faire des propositions de gestion et, si nécessaire, à entreprendre des actions de réintroduction ou de renforcement. L'opération de réintroduction de la Ciguë vireuse (*Cicuta virosa* L.) a été menée dans le cadre de ce programme soutenu par l'Europe et la Région Hauts-de-France.

Présentation de l'espèce

Cicuta virosa est une Apiaceae à fleurs blanches dont la taille varie de 50 à 150 cm (Fig. 1).

pourtour méditerranéen et du Sud-Ouest. Elle manque dans les Alpes et les Pyrénées. Dans les régions où on la rencontre encore, elle est représentée de manière très localisée. Elle s'est en effet considérablement raréfiée suite à la disparition des milieux qui lui étaient favorables.

Situation en Hauts-de-France

En Picardie et dans le Nord-Pas de Calais, la Ciguë vireuse est devenue exceptionnelle, puisqu'on ne la rencontre que dans deux stations relictuelles [Clairmarais (Pas-de-Calais) et Saint-Quentin (Aisne)]. Elle était autrefois répandue dans la vallée de la Somme (Fig. 2). Dans le Nord-Pas de Calais, *Cicuta virosa* était autrefois présente en vallée de la Canche, dans le marais audomarois, dans le Boulonnais, dans le Douaisis, notamment en vallée de la Sensée. Sur les seize localités signalées historiquement, huit populations ont disparu dans la première moitié du xx^e siècle, six étaient encore signalées postérieurement à 1980, mais cinq ont désormais disparu. En 2018, la dernière population régionale subsiste sur la commune de Clairmarais à proximité de Saint-Omer. En vallée de la Sensée, le dernier pied a été observé en 2002, mais les prospections menées en 2013 n'ont pas permis de retrouver la Ciguë.



Figure 1
Pied de *Cicuta virosa* L. en fleur
© B. ASSET.

Abstract

Reintroduction of *Cicuta virosa* in the national Nature reserve "Étangs du Romelaëre" in Nieurlet (Pas-de-Calais)

Within the framework of his program FEDER "the Restoration of the regional threatened flora" (REFORME) supported by Europe and region Hauts-de-France, the national botanical Conservatory of Bailleul (CBNBL) proceeded in 2016 to the reintroduction of *Cicuta virosa* L. 117 plants cultivated in the CBNBL found the trembling of the national Nature reserve "Étangs du Romelaëre" (near Saint-Omer, in Pas-de-Calais) managed by EDEN 62. The Hemlock had indeed been observed there in the 1970s. The potential sectors in the plantation were located in 2016. Seeds harvested in 1997, the origin of which is one of the two last regional stations situated a few hundred meters away from Romelaëre, served as material of multiplication. These seeds were preserved in the bank of seeds of the CBNBL. The obtained seedlings were raised up to their plantation in the swamp at the end of summer. This operation required the use of bacôves (the typical flat-bottomed boats of the Swamp audomarois), of boards and small canoes. A follow-up 10 months later showed the disappearance of feet probably consumed by muskrats.

Résumé

Dans le cadre de son programme FEDER « Restauration de la flore régionale menacée » (REFORME) soutenu par l'Europe et la Région Hauts-de-France, le Conservatoire botanique national de Bailleul (CBNBL) a procédé en 2016 à la réintroduction de la Ciguë vireuse (*Cicuta virosa* L.). Cent dix-sept plants cultivés au CBNBL ont retrouvé les tremblants de la Réserve naturelle nationale des étangs du Romelaëre (près de Saint-Omer, dans le Pas-de-Calais) gérée par EDEN 62. La Ciguë y avait en effet été observée dans les années 1970. Les secteurs potentiels à la plantation ont été repérés en 2016. Des semences (akènes) récoltées en 1997, provenant de l'une des deux dernières stations régionales, située à quelques centaines de mètres du Romelaëre, ont servi de matériel de multiplication. Ces akènes étaient conservés dans la banque de semences du CBNBL. Les plantules obtenues ont été élevées jusqu'à leur plantation dans le marais en fin d'été. Cette opération a nécessité l'utilisation de bacôves (barques à fond plat typique du marais audomarois), de planches et de petits canoës. Un suivi dix mois plus tard a montré la disparition des pieds probablement consommés par des rats musqués.

Au sein de la basse vallée de la Canche, la Ciguë vireuse a été recensée jusqu'en 1988 dans le marais de Marles-sur-Canche. Dans l'Audomarois, l'espèce était encore signalée au marais du Romelaère en 1974, (GÉHU 1980) mais n'est pas revue lors des prospections ultérieures (BARBIER 1991).

Signalons toutefois que les sites sont toujours très difficiles d'accès (privatisation, accès en barque nécessaire, zones de tremblants instables, etc.), ce qui a pour conséquence un niveau de prospection partiel des sites.

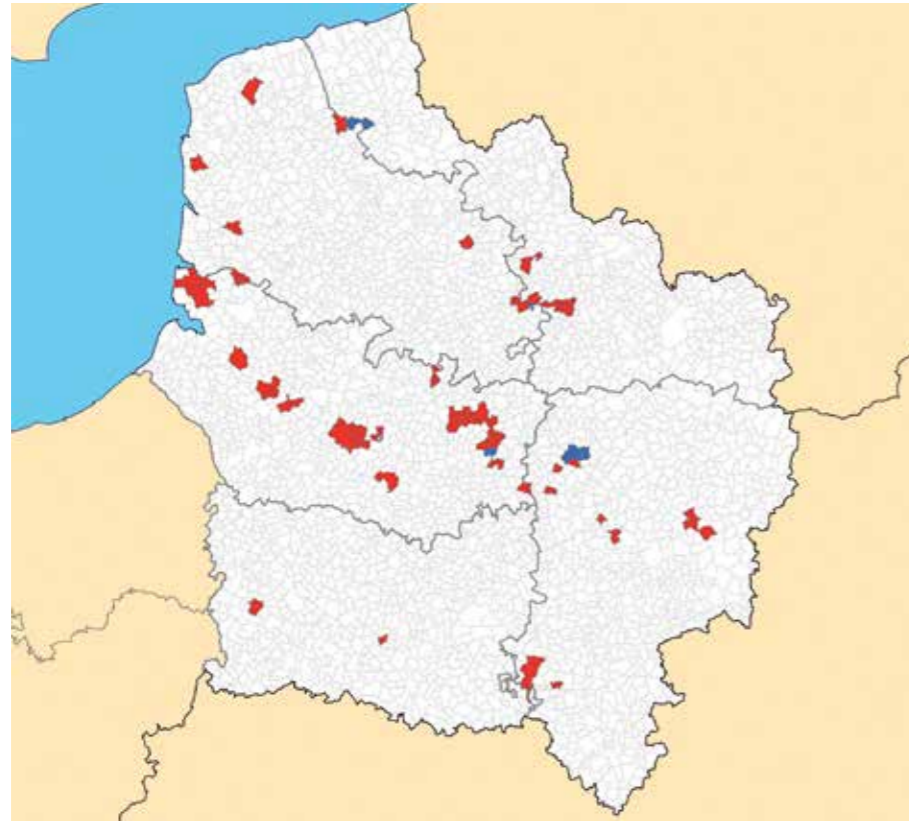


Figure 2
Carte de répartition de *Cicutavireosa* dans les Hauts-de-France (rouge : avant 1990 ; bleu : après 1990). Source : DIGITALE/Système d'informations du CBNBL.

La Ciguë vireuse est caractéristique des tremblants vaso-tourbeux et des ceintures d'atterrissement sur vases molles longuement inondées. Elle montre une nette préférence pour les substrats vaso-tourbeux et argilo-limoneux, généralement alcalins dans la région Hauts-de-France. Ailleurs, elle se rencontre également sur des substrats pauvres en calcaire. Son écologie la localise en bordure de fossés ou de rivières au cours lent dans des eaux peu profondes (20 cm) mésotrophes à eutrophes, quelquefois légèrement saumâtres, mais aussi parfois au sein d'aunaies marécageuses.

Des menaces qui pèsent sur la dernière population du Nord-Pas de Calais

Situé en bordure sud-est de la cuvette audomaroise, en limite de la forêt domaniale de Rihoult-Clairmarais, le marais de Saint-Bernard à Clairmarais fait partie intégrante du marais de Saint-Omer. Il est inclus dans une vaste ZNIEFF « Le complexe écologique du Marais audomarois et de ses versants » et fait partie du territoire du Parc naturel régional des caps et marais d'Opale.



Figure 3
Tremblant accueillant des pieds de Ciguë au sein du marais de Saint-Bernard à Clairmarais (Pas-de-Calais) © A. MILLOT (PNRCMO).

Une prospection menée en 2011 permet d'estimer la population à un peu plus de cinq cents individus. L'essentiel de ceux-ci se concentrait sur un tremblant de quelques centaines de mètres carrés (Fig. 3).

Ce marais voué au maraîchage est caractérisé par des eaux eutrophes et des berges abruptes. Les espaces aquatiques et subaquatiques n'abritent que des habitats dans leur majorité mal ou peu structurés, avec une flore appauvrie, conséquence du maraîchage intensif et de la forte pollution que recueille le marais. Ce sont néanmoins ces espaces qui recèlent la plus grande originalité et la plus importante diversité écologique du site.

Cette culture intensive entre évidemment en conflit avec les intérêts écologiques. L'utilisation d'engrais et d'herbicides, dont la diffusion est directe dans les eaux des watergangs attenants, engendre une pollution chronique impossible à gérer sans prise de conscience des acteurs locaux (Fig. 4). Par ailleurs, la mise en culture se produit jusqu'au plus près des berges, réduites à leur plus simple expression et larges d'à peine plus de quelques dizaines de centimètres. Totalement instables, elles ont tendance à s'effondrer. Régulièrement fauchées sans exportation et traitées chimiquement, leur flore évolue souvent au profit d'espèces banales et envahissantes pour les cultures.

Figure 4
Tache de nénuphar grillé par les herbicides © L. BARBIER (PNRCMO).



Sur un secteur du marais, un comblement illégal de fossé a été réalisé en 2010. Ce comblement a détruit plusieurs pieds de Ciguë. Malgré la protection nationale de l'espèce, les propriétaires privés qui habitent le marais ont des souhaits d'aménagement de loisir menaçant de détruire la plante.

Figure 5
Comblement du fossé qui a détruit des pieds de Ciguë à Clairmarais © C. BLONDEL.



Un nouvel inventaire mené en 2017 n'a permis de revoir que 125 pieds.

Une opération de sauvegarde : la réintroduction

La Réserve naturelle nationale des étangs du Romelaère est localisée au nord-est de la ville de Saint-Omer sur deux départements, celui du Pas-de-Calais (commune de Saint-Omer dans les lieux-dits « Marais de Romelaère » et « Étang Degezelle » et celui du Nord (commune de Nieurlet, au lieu-dit « le Boskopp »). Elle fait partie du marais audomarois, la plus vaste zone humide de la région, sur le territoire du Parc naturel régional des caps et marais d'Opale (PNRCMO).

La réserve a été gérée par le PNRCMO jusqu'en juillet 2009. Depuis l'acquisition des terrains par le Conseil départemental du Pas-de-Calais au titre de la politique des Espaces naturels sensibles (EDEN 62, 2014), elle est gérée par EDEN 62.

Les étangs du Romelaère constituent une zone humide qui présente différents habitats tels que des roselières, des mégaphorbiaies, des plans d'eau, des bois tourbeux et des prairies hygrophiles, tous de grand intérêt écologique. La réserve abrite no-

tamment des végétations d'hélophytes se développant sur vases molles généralement eutrophes (*Carici pseudocyperi* – *Rumicion hydrolapathi* H. Passarge 1964) et des roselières et cariçaies plus ou moins turfcôles (*Thelypterido palustris* – *Phragmitetum australis* Kuyper 1957 em. Segal & V. Westh. in V. Westh. & den Held 1969), végétations susceptibles d'accueillir la Ciguë. La plante y avait été observée en 1974.

Des prospections menées en juin 2016 ont permis de retenir trois secteurs favorables à l'introduction de *Cicuta virosa*. Des semences récoltées en 1997, dont l'origine est le marais de Saint-Bernard à Clairmarais (Pas-de-Calais), ont servi de matériel de multiplication. Ces semences ont été conservées dans la banque de semences du CBNBL. Elles ont été semées en hiver 2016 et les plantules obtenues ont été élevées au jardin conservatoire jusqu'à leur plantation dans le marais en fin d'été (Figs 6 et 7).



Figure 6
Plantules de *Cicuta virosa* en culture © B. ASSET.



Figure 7
Pieds de *Cicuta virosa* en culture © B. ASSET.

L'introduction dans la Réserve naturelle nationale des Étangs du Romelaère a eu lieu les 6 et 7 septembre 2016. Cent dix-sept pieds de *Cicuta virosa* ont été plantés sur trois secteurs. Cette opération a nécessité l'utilisation de bacôves (barques à fond plat typiques du marais audomarois), de planches et de petits canoës mis à disposition par le gestionnaire (Fig. 8).

Figure 8
Transport des pieds de *Cicuta virosa* en bacôve jusqu'aux secteurs de réintroduction © T. PAUWELS.



Un premier suivi a été réalisé dix mois plus tard en juillet 2017. Aucun pied n'a été revu (Fig. 9). Une prédation par des rats musqués a été soupçonnée.

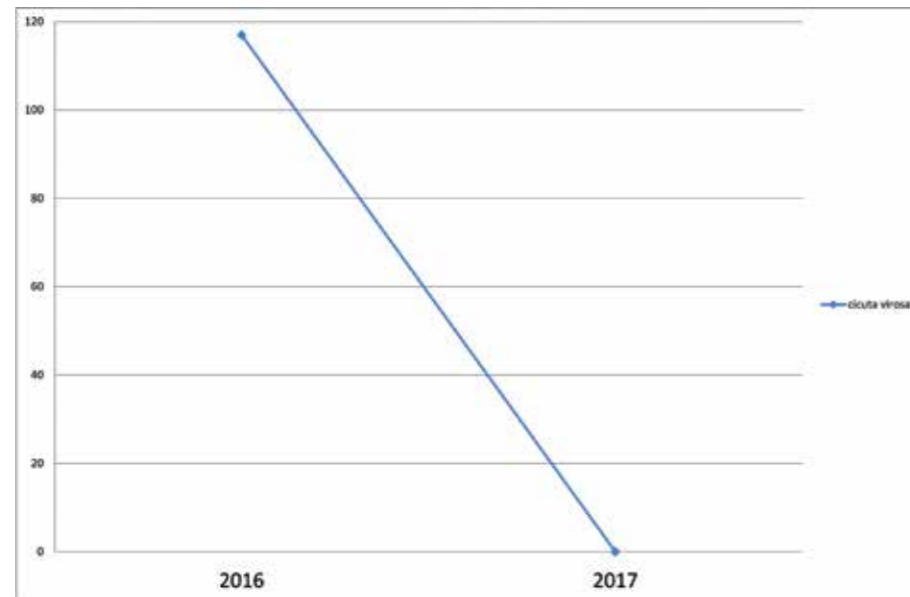


Figure 9
Résultat du suivi un an après
l'introduction : aucun pied de
Cicuta virosa n'est revu.

Cette hypothèse a été confirmée par une expérience de renforcement de la population de Saint-Quentin (Aisne) menée par le CBNBL et le Conservatoire d'espaces naturels de Picardie.

Vingt pieds de Ciguë ont été plantés pour renforcer la population et, sept jours après la plantation, tous les pieds avaient été consommés par des rats musqués (Fig. 10).

De prochaines expériences d'introduction seront menées en utilisant des cages de protection autour des pieds pour empêcher la consommation le temps de l'installation et du développement des pieds.



Figure 10
Consommation par des rats
musqués des pieds de *Cicuta*
virosa plantés à Saint-Quentin
(Aisne) © M.-H. GUISLAIN (CEN
Picardie).

Bibliographie

- BARBIER L. & BREDIN D. 1991. - *Plan de gestion Réserve naturelle volontaire des étangs du Romelaëre*. Pour le Syndicat mixte d'aménagement et de développement de l'Audomarois, 1 vol., 71 p.
- EDEN 62, 2014. - *Plan de gestion 2015-2019 de la Réserve naturelle des étangs du Romelaëre*. 422 p.
- GÉHU J.-M., BODART M., BON M., DELSAUT M., GODIN J., GÉHU-FRANCK J., TOMBAL G. & VAN HALUWYN C. 1980. - *Nieurlet - Saint-Omer. Les étangs du Romelaëre : proposition pour la création d'une réserve naturelle*. 1 vol., 68 p.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=AjljVgTORJ0>

L'Établissement public foncier Nord - Pas de Calais, un outil au service de la création et de la restauration des milieux humides

GUILLAUME LEMOINE, Référent biodiversité et ingénierie écologique

Établissement public foncier
Nord - Pas de Calais,
594 avenue Willy Brandt,
CS 20003,
F-59777 Euralille ;
g.lemoine@epf-npdc.fr

Introduction

La question que l'on pourrait se poser est comment l'Établissement public foncier Nord - Pas de Calais (EPF) peut participer à la création et la restauration des milieux humides en tant qu'opérateur du renouvellement urbain en Nord et Pas-de-Calais. L'EPF est en effet, un établissement public de l'État créé à la demande des élus de la Région, dont la mission première est de réaliser des acquisitions foncières et de procéder à la déconstruction d'anciens éléments bâtis pour permettre la production de logements, notamment sociaux, pour favoriser le renouvellement urbain. Acteur de l'aménagement du territoire du Nord et du Pas-de-Calais depuis 1990, l'EPF est ainsi un partenaire majeur des collectivités territoriales soucieuses de « refaire la ville sur la ville ». Opérateur public de l'État, il les accompagne en recyclant leur foncier usagé (usines et quartiers en déshérence), destiné à accueillir de nouveaux projets de logements, d'activités économiques et de services ou encore de biodiversité. Il favorise la densification urbaine et lutte contre la consommation d'espaces naturels et agricoles. Son intervention se déroule en plusieurs étapes : contractualisation avec les territoires, négociation, acquisition du foncier à recycler, mise en sécurité et gestion des biens acquis (mitoyenneté, dé-raccordement des réseaux, assurance, impôts...), déconstruction des bâtiments et, si besoin, traitement des sources de pollution concentrée. Le foncier remis en état est ensuite cédé à la collectivité ou à son partenaire désigné pour la mise en œuvre du projet.

Une intervention historique sur les friches industrielles, notamment minières

Créés par l'État ou les collectivités à partir de 1968, les établissements publics fonciers (EPF) sont, comme nous l'avons vu, les outils du recyclage foncier. Après leurs missions historiques sur les friches industrielles (Normandie, Lorraine et Nord - Pas-de-Calais), ils interviennent aujourd'hui principalement pour permettre aux différents territoires d'avoir du foncier disponible pour favoriser la construction de logements et le renouvellement urbain. Les articles L-321-1 et suivants du code de l'urbanisme prévoient ainsi que les EPF mettent en place des stratégies foncières afin de favoriser le développement durable et la lutte contre l'étalement urbain. Dans le cadre de leurs compétences, ils peuvent, entre autres, contribuer aux politiques de protection

contre les risques technologiques et naturels et participer à titre subsidiaire à la préservation des espaces agricoles et naturels. En Nord et Pas-de-Calais, l'axe 3 du programme pluriannuel d'intervention (PPI) 2015-2019 permet ainsi à l'EPF d'intervenir sur les « fonciers de la biodiversité et des risques ». L'intervention de l'Établissement sur cette thématique est toutefois ancienne.

En effet, pour participer à la reconversion du territoire très industriel et meurtri de l'ancienne région Nord - Pas-de-Calais, l'État crée par décret le 19 décembre 1990, à la demande des élus régionaux : l'Établissement public foncier Nord - Pas de Calais. Celui-ci est « habilité à procéder à toutes opérations immobilières et foncières de nature à faciliter l'aménagement et spécialement la re-

Abstract

Résumé

L'EPF Nord - Pas de Calais est un établissement public de l'État créé en 1990 pour la reconversion du territoire et pour faciliter le renouvellement urbain. Il travaille à la demande des collectivités territoriales pour la requalification et la mise en sécurité des friches industrielles et urbaines. Dans le bassin minier, il fut à la demande des différents partenaires, l'artisan de la préservation et de la restauration de nombreux terrils et friches minières, compte tenu de leur richesse écologique. Les sites miniers requalifiés furent par la suite cédés aux collectivités partenaires pour la constitution d'un réseau d'espaces naturels protégés et ouverts au public, constituant l'armature de la trame verte et bleue du bassin minier. La restauration et la création de zones humides furent certains des objectifs de l'intervention de l'établissement sur ce territoire.

In northern France, a state agency named EPF Nord - Pas de Calais was created in 1990 as a tool dedicated to brownfields renewal for urban development. EPF in connection with the local authorities, undertook redevelopment and security of the brownfield sites where it was deemed to be necessary. In the coalfield basin some partners and organisations appreciate the importance of this exceptional habitat and this rich and original patrimony of the mining heritage (slag heaps), and are working closely with the Établissement public foncier (EPF), project manager for the redevelopment of numerous mining sites how were now purchase by local territories. Their aim is to plan new infrastructure, both for public access and for the protection and development of biodiversity in these particular areas. Mining sites are now included in an ecological green belt where EPF decided to carry out a large-scale wetland restoration program.

conversion des friches industrielles et de leurs abords et à procéder à la réalisation des études et travaux nécessaires à l'accomplissement de cette mission ». Il s'agissait d'accompagner la reconversion industrielle de la région en traitant de nombreuses friches industrielles dans le bassin minier, la vallée de la Sambre, la métropole lilloise et le Dunkerquois. La requalification des friches industrielles permettait, d'un côté de rendre ces espaces disponibles pour une ré-industrialisation, et d'un autre côté de changer l'image de la

région en profitant des espaces disponibles pour y réaliser des opérations de pré-verdissement (boisements principalement) permettant le recyclage de ces espaces pour de multiples usages. L'EPF fut ainsi l'artisan de la requalification de très nombreux sites avec l'aide des fonds européens, de l'État et de la Région mobilisés dans le cadre des politiques visant la reconversion des friches. En vingt-neuf années d'existence, l'EPF a ainsi recyclé près de 5 500 ha de friches industrielles et urbaines.

L'acquisition de près de 2 200 ha de terrils et terrains annexes

L'exploitation du charbon pendant deux siècles et demi et les ressources fossiles abondantes ont favorisé le développement de la sidérurgie et de la métallurgie dans le bassin houiller. Mais avec la fermeture des dernières mines de charbon (1990), le bassin minier et la vallée de la Sambre ont concentré un grand nombre de friches industrielles qui présentaient de fortes opportunités pour recomposer le territoire et participer à son verdissement dans un secteur fortement déficitaire en espaces verts et naturels. La question du devenir des friches minières, que de nombreux acteurs souhaitaient voir disparaître du paysage, s'est posée avec la fin des charbonnages. Pour éviter leur cession à des entreprises privées qui auraient pu les exploiter ou les réutiliser pour des projets divers, les collectivités territoriales, par le biais d'une convention en date du 7 novembre 2002, ont sollicité l'Établissement public foncier pour qu'il puisse intervenir et empêcher leur vente programmée par l'État dans le cadre de la dissolution de l'entreprise nationalisée Charbonnages de France. Ainsi à la demande de la Région, l'EPF s'est rendu propriétaire, par actes en dates des 7 novembre 2003 et 24 juin 2004, de 2 186 ha de terrils miniers et terrains annexes. Ces sites miniers, appartenant à la filiale d'exploitation Terrils S.A. de l'entreprise nationalisée ont été par la suite remis en état (mise en sécurité, renaturation) pour être ensuite progressivement revendus aux collectivités territoriales puis aux acteurs de la conservation de la nature afin de constituer l'infrastructure de la trame verte et bleue du bassin minier.

De nombreuses friches minières comprenaient divers plans d'eau produits par l'exploitation du charbon suite au compactage des terrains superficiels, à la fragilisation du sol et sous-sol et aux effondrements miniers,

ou apparus avec l'exploitation des terrils comme sources de matériaux. Ces différents plans d'eau et zones humides afférentes ont fait l'objet d'opérations de renaturation ou de création *ex nihilo* de roselières (Fig. 1) ou de vasières sur plusieurs dizaines d'hectares sur les différents sites d'intervention de l'EPF notamment sur celui des Argales à Rieulay et Pecquencourt (59) où les berges abruptes des étangs d'exploitation furent adoucies par des remblais importants (Fig. 2). Sur les sites « du téléphérique » à Libercourt (62) et de Chabaud-Latour à Condé-sur-l'Escaut (59) ce sont les boisements notamment de saules qui furent éliminés pour recréer des roselières. Les travaux sur le terril Sainte-Marie à Auberchicourt (59) consistèrent en des décaissements pour recréer des zones très humides (Figs 3, 4). Sur le site de l'Escarpelle à Roost-Warendin (59) les décaissements des terrains (Fig. 5) furent accompagnés par la pose d'un seuil qui permit de noyer une vaste zone enclavée et initialement drainée...

Sur la quasi-totalité des sites miniers (50 terrils), c'est également la création de nombreuses dépressions humides temporaires et mares favorables aux Crapauds calamites, Pélodytes ponctués (Fig. 6) et Alytes accoucheurs qui a été réalisée pour permettre le maintien de ces espèces emblématiques fréquentant principalement ces espaces anthropiques sur le territoire régional, en dehors des habitats naturels présents en secteur littoral. Les sites miniers requalifiés ont été par la suite cédés majoritairement aux collectivités territoriales (Départements au titre de la politique des Espaces naturels sensibles, communautés d'agglomération, communes), au ministère de l'Agriculture et de la Forêt (enclaves foncières en forêt domaniale) ou au Conservatoire d'espaces naturels du Nord et du Pas-de-Calais.

Figure 1
D'importantes roselières (phragmitaies) ont été créées sur les bords de l'étang des Argales à Rieulay et Pecquencourt
© G. LEMOINE.



Figure 2
Pour créer des roselières, l'EPF a procédé à l'adoucissement des berges de l'étang des Argales
© G. LEMOINE.



Figure 3
Sur le site du terril Sainte-Marie, les terrains ont été décaissés pour recréer des zones humides
© G. LEMOINE.





Figure 4
Le site du terril Sainte-Marie (Auberchicourt) accueille actuellement de beaux complexes de roselières © G. LEMOINE.



Figure 5
Le décapage des terres agricoles à Roost-Warendin a permis le retour de *Cyperus fuscus* sur le site (réveil de la banque de graines) © G. LEMOINE.



Figure 6
Certaines opérations ont favorisé le maintien d'amphibiens remarquables, ici *Pelodytes punctatus* © G. LEMOINE.

La restauration d'autres terrains industriels

L'EPF restaure également des carrières de craie en maîtrise d'ouvrage. L'intervention sur les anciennes carrières des Plombs et des Peupliers (Abscon et Escaudain - 59) illustre une autre action assez significative de l'intervention en maîtrise d'ouvrage de l'EPF. À la demande du Département du Nord, l'EPF, maître d'ouvrage, y a réalisé une requalification originale. Les différents horizons mis en stock (terres arables et morts-terrains) ont été repositionnés mais inversés afin de créer des milieux très minéraux et oligotrophes, destinés à être colonisés par des espèces pionnières et permettant le maintien de milieux steppiques ou très minéraux, et favorisant la création de « néo-pelouses calcicoles ». Soupçonnant la présence de l'Alyte accoucheur sur ce site de carrières, les divers acteurs décidèrent du surcreusement des fonds des « fosses » pour y maintenir divers points d'eau, ainsi que la conservation d'une vaste ornière créée involontairement dans le cadre du chantier. Le Pélodyte ponctué et le Crapaud calamite, en plus de l'Alyte accoucheur, profitèrent de cette opération de restauration. Le site accueille aujourd'hui d'autres espèces (Lézard vivipare, Couleuvre à collier, Triton crêté...) et sa grande richesse herpétologique a permis à l'État dans le cadre de l'actualisation des ZNIEFF de la désigner comme une ZNIEFF de type 1.

L'intervention actuelle de l'EPF se fait dans le cadre de contractualisations avec les collectivités territoriales. Plusieurs hectares de zones humides ont ainsi été créés sur l'ancien site industriel chimique de PCUK (37 ha) à Wattrelos et Leers (Fig. 7) pour le compte de la Métropole européenne de Lille. L'EPF intervient également pour réaliser les acquisitions foncières nécessaires à la création de Zone naturelle d'expansion de crue (ZEC) sur l'Aa et ses affluents, ou pour effacer du bâti situé en zone inondable (1,2 ha d'usine à supprimer en bordure de la Liane à Isques).

Certaines zones humides restaurées par l'EPF comme Le Colombier-Virval à Calais (62) (Fig. 8), l'étang de la Galoperie à Anor (59), et les sites de Pantegnies et Marpent dans la vallée de la Sambre (59) sont aujourd'hui classées ou en cours de classement en réserves naturelles régionales. Diverses communes ont récemment sollicité l'EPF pour assurer la restauration d'espaces naturels remarquables (démontage d'une ancienne pisciculture et restauration de la continuité écologique de la Hem à Clerques, démontage d'une ancienne cressonnière à Brêmes-les-Ardres)...

Figure 7
Plusieurs hectares de zones humides ont été créés à Wattrelos et Leers sur l'ancien site industriel PCUK © G. LEMOINE.





Figure 8
La déconstruction de l'ancienne cimenterie du Colombier-Vival (Calais) s'est accompagnée par la restauration des berges de la gravière © G. LEMOINE.

L'intervention de l'EPF ne s'arrête pas au seul foncier dont il est propriétaire.

Dans certains cas, l'EPF accompagne des partenaires privés et suggère également des opérations de restauration écologique pour la réalisation d'actions similaires (création de dépressions humides, de mares et restauration de berges d'étang...) notamment avec les entreprises de carrière comme le

montrent les actions réalisées sur le site de la sablière de Hamel (59) : création de mares et d'une petite lande à Éricacées (Fig. 9) en plus des talus de sables et de limons conservés et/ou recréés pour les Hyménoptères sabulicoles), ou celles réalisées sur l'ancienne sablière de Bourbourg (59) : création de vasières et d'une dépression humide sur sable ; milieu assez proche d'une « panne » dunaire.



Figure 9
Lande à Éricacées installée à partir de mulch provenant d'une opération de gestion d'une lande existante dans le Pas-de-Calais © G. LEMOINE.

Pour visionner cette intervention

https://www.youtube.com/watch?v=K_4W1B-NUNE

Friches urbaines déconstruites et temporairement disponibles, une opportunité pour la biodiversité ?

GUILLAUME LEMOINE, Référent biodiversité et ingénierie écologique

Établissement public foncier
Nord - Pas de Calais,
594 avenue Willy Brandt,
CS 20003,
F-59777 Euralille ;
g.lemoine@epf-npdc.fr

Introduction

L'EPF un outil au service du recyclage du foncier urbain

Créé par l'État en décembre 1990, l'Établissement public foncier Nord - Pas de Calais (EPF) est un opérateur du renouvellement urbain en Nord et Pas-de-Calais dont la mission première est de réaliser des acquisitions foncières et de procéder à la déconstruction voire la dépollution d'anciens espaces bâtis pour permettre la production de logements notamment sociaux. En favorisant la densification urbaine par le recyclage des friches industrielles et urbaines, l'EPF lutte ainsi contre l'étalement périurbain. En Nord et Pas-de-Calais, l'intervention de l'EPF, conformément à son programme pluriannuel d'intervention (PPI) 2015-2019 a diverses finalités. En plus du renouvellement urbain qui correspond à son « cœur de métier », l'EPF est également une structure au service de la biodiversité, de l'équilibre social et de l'action économique. L'EPF est donc l'un des outils fonciers mis à disposition des territoires (communes et établissements publics de coopération intercommunale) afin de leur permettre la réalisation de certains de leurs projets. Dans ce sens, les articles L-321-1 et suivants du code de l'urbanisme prévoient que : « les EPF mettent en place des stratégies foncières afin de favoriser le développement durable et la lutte contre l'étalement urbain. Dans le cadre de leurs compétences, ils peuvent, entre autres, contribuer aux politiques de protection contre les risques technologiques et naturels, et participer à titre subsidiaire à la préservation des espaces agricoles et naturels ». En 29 années d'existence, l'EPF est ainsi intervenu sur près de 5 500 ha. Il achète aujourd'hui chaque année environ une cinquantaine d'hectares, qui après travaux et temps de portage, sont progressivement revendus aux collectivités ou à leurs partenaires (aménageurs, constructeurs, bailleurs sociaux...).

Les friches urbaines : des espaces de biodiversité dynamique

Comme les espaces bâtis, les espaces publics (places) et les espaces verts, les friches forment une composante permanente de la ville. Elles diffèrent toutefois des autres objets urbains par le fait qu'elles sont par nature temporaires en attente d'une réaffectation, d'un ré-usage. Elles ne sont pas toujours au même endroit et « bougent » au rythme des mutations urbaines. La place des friches dans l'espace urbain peut être comparée à la place des clairières dans une forêt primaire, où les éléments qui composent l'écosystème forestier (bois jeunes, matures ou

sénescents, espaces ouverts intraforestiers...) se créent et se déplacent au rythme des perturbations naturelles (chablis suite aux tempêtes ou à la sénescence d'arbres pluricentennaires...) et disparaissent sous les dynamiques d'enrichissement.

La friche urbaine dont les dynamiques de végétation et d'enrichissement échappent à l'Homme, correspond à une certaine forme de « nature » (Fig. 1). Elles peuvent former des réservoirs de biodiversité permanents ou temporaires, complémentaires des espaces

Abstract

Urbanized areas are characterized by constant changes depending on economic and social activities and trading. Cities evolution strongly depends on plot sales and new building projects. Abandoned brownfields are highly linked to urban renewal. After demolition, temporarily non-used lands are colonized by nature. Inhabitants and urban project managers are often embarrassed by the heterogeneity in soils and flora quality characterizing these abandoned areas. In northern France, a state agency named EPF Nord - Pas de Calais has been created in 1990 as a tool dedicated to brownfields renewal. Often faced to cleanliness requirements, EPF decided to carry out a large-scale seeding program since 2015. This program allows a more acceptable inclusion of brownfields into urban landscapes, promoting biodiversity and wild pollinators. This is one of EPF contributions to the creation of a "sustainable city".

Keywords: urban ecology, seeding program, revegetation, brownfields, sustainable city, wild pollinators, protected species, exotic species, country planning and development plans.

Résumé

La ville est un espace dynamique qui vit au rythme des mutations économiques, commerciales, sociales et foncières. En certains endroits apparaissent ainsi des friches qui une fois déconstruites et en attente d'affectation voient l'expression de vives dynamiques naturelles notamment de colonisation végétale. La qualité variable des sols en place et des végétations urbaines qui s'y installent peuvent parfois poser quelques problèmes aux riverains et aux aménageurs. En Nord et Pas-de-Calais, l'EPF, outil du renouvellement urbain, confronté à cette problématique a décidé depuis 2015 de réaliser des verdissements à grande échelle. Ceux-ci favorables à l'intégration du site dans son territoire et à la préservation de la biodiversité veulent également être une contribution de l'Établissement au concept de « ville durable ».

Mots-clés : écologie urbaine, végétalisation, friches, ville durable, pollinisateurs sauvages, espèces protégées, espèces exotiques, aménagement du territoire.

Keywords: urban ecology, seeding program, revegetation, brownfields, sustainable city, wild pollinators, protected species, exotic species, country planning and development plans.

verts (s'ils sont bien gérés) et disparaître ainsi au rythme de leur réaffectation. En fonction de la présence de milieux sources à proximité et de leurs conditions édaphoclimatiques propres, ces espaces non gérés et non « maîtrisés » permettent l'installation de nombreuses espèces (souhaitées ou non) et plus ou moins caractéristiques de l'écosystème urbain. Les friches et délaissés urbains sont caractérisés par des espaces fortement minéraux (pavés, enrobés, ballasts) ou correspondent souvent à des technosols (zones remblayées de gravats ou bétons concassés) (Fig. 2). Une flore thermophile s'y développe. Molènes (*Verbascum* sp.), Panais brûlant (*Pastinaca sativa* subsp. *urens*), Mil-lepertuis perforé (*Hypericum perforatum*), Vipérine commune (*Echium vulgare*), Diplo-taxis à feuilles ténues (*Diplo-taxis tenuifolia*), Saxifrage tridactyle (*Saxifraga tridactylites*), Centranthe rouge (*Centranthus ruber*), Laitue scariole (*Lactuca scariola*), picrides (*Picris echinoides* et *P. hieracioides*), Pourpier pota-ger (*Portulaca oleracea*), Laitue des murs (*Mycelis muralis*), Linaire commune (*Linaria vulgaris*) et Linaire striée (*Linaria repens*)... s'y rencontrent. Des espèces plus rares peuvent s'y développer également comme les Cotonnière naine (*Filago minima*), Linaire couchée (*Linaria supina*), Acinos des champs (*Acinos arvensis*), Gesse des bois (*Lathyrus sylvestris*), Plantain corne de cerf (*Plantago coronopus*), Potentille argentée (*Potentilla argentea*)... que l'on rencontre par exemple

sur certaines friches de la métropole lilloise. Les grandes villes, lieux cosmopolites par excellence, accueillent également une quantité d'espèces exotiques voire envahissantes qui y trouvent des conditions écologiques proches de celles de leurs contrées d'origine. La flore des villes, quel que soit l'en-droit, s'homogénéise avec une grande part d'espèces exotiques comme les Renouée du Japon et Renouée de Sakhaline (*Fallopia japonica* et *F. sachalinensis*), Ambrosie à feuilles d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia*), Solidage du Canada (*Solidago canadensis*), Conyze de Bilbao (*Conyza bilbaoana*), Conyze du Canada (*Conyza canadensis*), Conyze de Sumatra (*Conyza sumatrensis*), Séneçon du Cap (*Senecio inaequidens*), Séneçon lui-sant (*Senecio squalidus*), Matricaire discoïde (*Matricaria discoidea*), Amarante réfléchie (*Amaranthus retroflexus*), Galinsogas cilié et à petites fleurs (*Galinsoga quadriradiata* et *G. parviflora*), Dittriche fétide (*Dittrichia graveolens*), Onagre bisannuelle (*Oenothera biennis*), Passerage à larges feuilles (*Lepidium latifolium*), Gaura de Lindheimer (*Gaura lindheimeri*), Herbe de la Pampa (*Cortaderia selloana*), Ailante glanduleux (*Ailanthus altissima*), Arbres à papillons (*Buddleja davidii*), Catalpa commun (*Catalpa bignonioides*), Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*), Vignes-vierges commune et à cinq feuilles (*Parthenocissus inserta* et *P. quinquefolia*), Vrillée de Chine (*Fallopia aubertii*)...



Figure 1
Les friches correspondent à une certaine « image » de la nature, dont les dynamiques échappent à l'Homme © G. LEMOINE.

Figure 2
Après travaux de déconstruction les sites présentent des champs de cailloux et pierres diverses (ici le site de Saint-Liévin à Wattrelos - 59) © G. LEMOINE.



Les espèces protégées ne sont pas forcément les bienvenues

Espaces de « spontanéité des processus », c'est probablement ici, et de façon paradoxale sur ces espaces très anthropogéniques, que la « nature en ville » (la nature : ce qui échappe à l'homme) prend toute sa dimension. La réinstallation de la flore et de la faune (oiseaux et insectes principalement) pose *in fine* de cruels dilemmes aux aménageurs et naturalistes. Quelle politique de reconquête urbaine souhaite-t-on entreprendre ? Une première série d'acteurs souhaite bénéficier d'espaces souvent bien situés en ville pour y développer une « ville sur la ville », la « ville dense, la ville intense ». Les autres protagonistes, sous l'argument que la ville a besoin d'espaces de respiration, souhaitent la préservation de certains espaces en friches (riches en espèces et en nature) ou leur transformation en espaces verts. Ces dernières positions risquent toutefois d'entraîner des situations paradoxales avec le développement de la ville hors de ses murs... Et concourir ainsi à l'extension urbaine et à la consommation d'espaces agricoles et naturels.

Laisser faire les dynamiques naturelles sur les espaces déconstruits peut entraîner le meilleur comme le pire. L'espace disponible peut être colonisé de diverses manières. Nous l'avons vu, les espèces xéro-thermophiles sont bien présentes et la présence de certaines espèces sur la liste des plantes protégées en région [Linaire couchée (*Lin-*

aria supina), Gesse des bois (*Lathyrus sylvestris*), Ophrys abeille (*Ophrys apifera*), Astragale à feuilles de réglisse (*Astragalus glycyphyllos*)... pour le Nord et Pas-de-Calais] ou sur la liste nationale de faune protégée [Lézard des murailles (*Podarcis muralis*)...] ne sont pas de nature à favoriser l'émergence d'un projet urbain (contraintes réglementaires, délais et coûts supplémentaires liés à la compensation). Lorsqu'il ne s'agit pas de l'installation spontanée d'espèces patrimoniales, les friches peuvent accueillir des espèces rudérales sur sols plus ou moins naturels et plus ou moins eutrophes [Morelle noire (*Solanum nigrum*), Chénopode blanc (*Chenopodium album*), Conyze du Canada (*Conyza canadensis*), Matricaire inodore (*Matricaria maritima* subsp. *inodora*), Armoise commune (*Artemisia vulgaris*), moutardes (*Sinapsis arvensis* et *Brassica nigra*), Panais brûlant (*Pastinaca sativa* subsp. *urens*)...] à l'esthétisme peu partagé par les riverains, ou sur des sols plus « contraints » des espèces exotiques envahissantes [Séneçon du Cap (*Senecio inaequidens*), Ambrosie à feuilles d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia*), Arbre à papillons (*Buddleja davidii*), Renouée du Japon (*Fallopia japonica*)...] d'intérêt relatif, ou encore des boisements de saules (*Salix* sp.), peupliers (*Populus* sp.) et de Bouleaux verruqueux (*Betula pendula*) qui vont donner au lieu un caractère progressivement boisé.

Ces jeunes boisements peuvent favoriser la présence de passereaux courants ou moins courants [Rousserolle verderolle (*Acrocephalus palustris*), Fauvette grisette (*Sylvia communis*) et Pouillot fitis (*Phylloscopus trochilus*) par exemple] qui, eux aussi, pourraient entraîner quelques contraintes réglementaires si l'aménagement des friches finit par détruire des nids, œufs, oisillons ou habitats de reproduction...

En fonction de leurs tailles, localisations, âges et natures de sols : les friches peuvent ainsi accueillir une mosaïque de végétations [friches sèches patrimoniales (avec des espèces protégées)], rudérales, boisées et/ou colonisées par des espèces invasives peu « appréciées », voire clairement anxiogènes pour les aménageurs et les habitants du quartier (développement d'activités illicites à l'abri des boisements par exemple) (Fig. 3).



Figure 3
Quelques années après travaux, les dynamiques arbustives peuvent être impressionnantes (ici le site de la Lainière à Wattrelos) © G. LEMOINE.

Le traitement des friches temporairement disponibles par des opérations de verdissement

Devant cette situation jugée insatisfaisante, l'EPF a décidé dans le cadre de son actuel programme pluriannuel d'intervention (PPI) de généraliser les verdissements des espaces sur lesquels il a entrepris des travaux, et de réaliser deux opérations pilotes (de préfiguration) sur une grande échelle. Deux sites de plus de sept hectares chacun furent ainsiensemencés au cours du printemps à Arques (62), et de l'été 2015 à Wattrelos (59). À Arques, des pelouses et prairies sèches furent installées pour profiter de l'oligotrophie des sols et des « champs de cailloux » présents (gravats issus de la démolition). Les espèces thermophiles furent choisies dans la flore régionale et sont d'origine régionale certifiée (Ecosem). Prairies fleuries diversifiées (Figs 4, 5), mélanges xéro-thermo-

philes, pelouses de graminées et à Silène enflé (*Silene vulgaris* subsp. *vulgaris*) ont été ainsi installées. Un éco-pâturage par des moutons a été mis en place sur une partie du site à la fin de l'année 2016 jusqu'en juin 2018.

Sur le second site (Wattrelos), les mélanges installés sont faits à base de Poacées plus courantes et diversifiées (*Festuca* sp., *Poa* sp., *Dactylis glomerata*, *Agrostis capillaris* sp., *Phleum pratense*) (Fig. 6), et de Fabacées, afin de couvrir rapidement les sols et être favorables comme à Arques aux invertébrés et principalement aux pollinisateurs sauvages, tant pour l'alimentation des larves que celle des imagos comme les Lépidoptères, Orthoptères, Hyménoptères anthophiles (*Megachile*, *Osmia*, *Bombus*...).

Pour avoir des coûts de gestion les plus réduits et une meilleure acceptation sociale, il était opportun de choisir des espèces de faible croissance. Pour les Fabacées, l'espèce implantée la plus petite est le Trèfle rampant (*Trifolium repens*), mais pour varier et limiter les risques de reprise difficile ou d'échec compte tenu de la grande hétérogénéité des technosols en place, ont été essayés les Lotier corniculé (*Lotus corniculatus*) et Trèfle des prés (*Trifolium pratense*) ainsi que l'Anthyllide vulnérable (*Anthyllis vulneraria*) et le Sainfoin cultivé (*Onobrychis viciifolia*). Ces dernières espèces furent choisies pour leur forte attractivité pour les Hyménoptères (abeilles, *Anthophila*) sauvages et domestiques.

Sur de plus petites surfaces (sur les différents sites de l'EPF, dont Wattrelos), d'autres espèces et mélanges sont testés pour essayer de trouver le mélange « idéal » présentant le meilleur compromis entre les coûts d'installation et de gestion, la reprise et les

intérêts esthétiques et écologiques. L'ensemble des mélanges fait l'objet d'une évaluation tant sur leur adéquation aux contraintes de sol et de gestion, que sur leurs intérêts pour la faune sauvage (invertébrés principalement). Ces opérations d'ensemencement dirigé qui concernent de nombreux sites sur un total de plusieurs dizaines d'hectares s'inscrivent dans le plan national d'actions (PNA) « France, terre de pollinisateurs » et dans le projet transfrontalier Interreg SAPOLL (SAUvons nos POLLinisateurs) pour lequel l'EPF est partenaire technique. Cette démarche a été reconnue au niveau national. Elle a obtenu le Prix du Génie écologique 2018 (novembre 2018) dans la catégorie « aménagement des espaces publics et privés ». Le prix est décerné par le ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, l'Agence Française de la Biodiversité, et l'A-IGÉco (Association fédérative des acteurs de l'Ingénierie et du Génie Ecologiques).

Figure 4
Prairie fleurie sur le site d'Arc International (Arques) © G. LEMOINE.





Figure 5
Mélange à base de Lotier corniculé (*Lotus corniculatus*) et trèfles divers (*Trifolium* sp.) sur le site d'Arc International (Arques)
© G. LEMOINE.



Figure 6
Prairie à graminées et Rhinanthus à petites fleurs (*Rhinanthus minor*) introduit (site de Saint-Liévin à Wattrelos) © G. LEMOINE.

Des friches verdies : une contribution à la ville durable

Les sites de l'EPF en attente de la réalisation du projet urbain peuvent ainsi participer à la notion de « ville durable » en assurant diverses fonctions et en participant à sa résilience, comme au renforcement et à la préservation de la biodiversité (biodiversité banale – non réglementairement protégée), ainsi qu'à l'atténuation du changement du climat. Végétaliser les friches urbaines (espaces très minéraux), en plus de bloquer

d'éventuels envols de poussières, permet de lutter contre la sécheresse des villes et la formation d'îlots de chaleur, tout en offrant un cadre de vie plus qualitatif aux riverains de ces anciennes usines et îlots bâtis en déshérence. Ces opérations permettent de montrer aux habitants, visiteurs et promoteurs des espaces et un quartier dynamiques que le territoire espère attractifs pour d'éventuels investisseurs.

Session 2

Adapter la gestion aux enjeux, contraintes et potentialités locales

[Président de séance : Thierry LECOMTE - Rapporteur : Bernard CLÉMENT]



photo : © C. BLONDEL

Impacts croisés de la consommation primaire sur les trajectoires des végétations.

Application à la gestion conservatoire des zones humides

THIERRY LECOMTE

Réserve naturelle des Courtils de Bouquelon,
730, chemin des Courtils,
F-27500 Bouquelon ;
courtils.de.bouquelon@gmail.com

Introduction

Limites de l'intervention et constat général

La consommation primaire en milieu terrestre met en jeu des dizaines de milliers d'espèces au rang desquels Insectes, Mollusques et autres invertébrés se taillent une grande part. Dans cette présente conférence introductive, nous restreindrons notre propos aux mammifères ongulés qui concourent, de plus en plus souvent, à la gestion conservatoire des zones humides. D'une façon grossière, les végétations colonisant un espace humide « neuf » s'avèrent particulièrement instables ; le moteur principal s'avère être la compétition pour la lumière faisant en sorte que les végétations qui se succèdent vont s'élever de plus en plus et en particulier au moment où, la strate herbacée ne pouvant aller guère au-delà de deux mètres, les ligneux vont prendre la relève. La compréhension de la légitimité naturelle des herbivores à exercer leur action dans les écosystèmes terrestres - humides ou non - nécessite cependant de s'accorder auparavant sur quelques préalables et de considérer l'ensemble des modes d'action d'un herbivore.

Les milieux ouverts ont aussi une origine naturelle

Si chaque zone humide est un cas particulier, les mécanismes d'évolution se ressemblent néanmoins dans le sens où, le plus souvent, une prairie humide ou un bas-marais livré à lui-même va évoluer vers une mégaphorbiaie encore riche en dicotylédones ou vers une structure dominée par des monocotylédones : moliniaie, phragmitaie, calamagrostidaie, cladiaie, jonchaie...

Les ligneux de bois tendres prendront ensuite le relais : saulaies, aulnaie, bétulaie, tremblaie, préparant alors, si les conditions édaphiques le permettent, l'arrivée d'une chênaie.

Cet itinéraire qui fait abstraction de l'herbivorie correspond à la notion de climax tel

qu'il fut défini autrefois avec seulement trois composantes : le sol, le climat, la végétation en absence du compartiment faunistique qui représente quand même près de 80 % de la biodiversité spécifique décrite à ce jour.

Si d'un point de vue de la biodiversité, chaque stade apporte des éléments intéressants et ce dans pratiquement tous les règnes (faune, flore, fonge, microorganismes...), l'évolution de nombreuses zones humides en déprise vers les boisements condamne de fait tous les pans de biodiversité attachés aux espaces ouverts et semi-ouverts.

Dans le cadre de la gestion conservatoire des zones humides, il apparaît utile de

Résumé

Dans le cadre de ce colloque consacré aux zones humides, cette conférence introductive a pour but de resituer la naturalité de l'herbivorie et son rôle fondamental de facteur antagoniste de la dynamique seule de la végétation.

La destruction anthropique de la plupart des espèces européennes de grands herbivores et la densification du boisement qui en a résulté ont contribué à faire émerger l'idée de la naturalité des boisements en opposition aux milieux ouverts ce qu'une analyse plus fine, multidisciplinaire (histoire, préhistoire, paléontologie, mammalogie...) dément. Les herbivores interagissent avec les autres compartiments de la biocénose dans le cadre d'une coévolution plurimillénaire, déjà opérationnelle à l'ère secondaire, et s'imposent en fait comme espèces clef de voûte de la grande majorité des écosystèmes terrestres.

Les interactions avec la végétation peuvent être directes mais passent aussi par des actions sur la microtopographie et des compartiments faunistiques comme les insectes pollinisateurs, les lombriciens.

Cette façon de comprendre les écosystèmes contribue à intégrer l'herbivorie dans la gestion conservatoire de nombreuses zones humides européennes mais s'oppose aux théories de la « libre évolution » dès lors que, comme c'est le plus fréquent, cette dernière n'intègre pas l'herbivorie et ses conséquences écosystémiques.

Abstract

In this Conference on Wetlands, this introductory conference aims to re-situate the naturalness of herbivory and its fundamental role as an antagonistic factor in plant dynamics.

The anthropogenic destruction of most European species and the resulting densification of the forests has contributed to the emergence of the idea that woodlands are natural, in opposition to the open environments. A detailed, multidisciplinary analysis (history, prehistory, paleontology, mammalogy...) shows that this view is wrong. Herbivores interact with the other compartments of ecosystems as part of a multi-millennial coevolution, already operational in the Mesozoic, so herbivores are keystone species for the vast majority of terrestrial ecosystems.

Plant-herbivore interactions can be direct, but also involve microtopography and faunal compartments such as pollinators and earthworms.

This view of ecosystem functioning contributes to integrating herbivory into the conservation management of many European wetlands, but opposes the theories of "uncontrolled plant dynamics" since, as is usually the case, the theories of "uncontrolled plant dynamics" do not integrate herbivory and its ecosystem consequences.

maintenir, par une gestion appropriée, les stades ouverts et semi-ouverts afin de préserver les pans de biodiversité comme de fonctionnalité attachés à ces stades.

La consultation d'une flore récente du Nord de la France fait apparaître que 63 % des espèces sont inféodées aux milieux ouverts contre 15 % pour les milieux boisés, 15 % pouvant être rattachés à des lisières qui nécessitent, par définition, la présence d'espaces ouverts.

Si pendant longtemps, on a rattaché les milieux ouverts à des origines anthropiques (défrichements), il est clair aujourd'hui que

Les Ongulés sauvages sont une partie prenante naturelle de nos écosystèmes

On est donc conduit à imaginer un fonctionnement d'écosystèmes où, à la dynamique de la végétation s'opposerait une action antagoniste qui tendrait à ré-ouvrir le milieu.

En sus de facteurs catastrophiques (inondations, incendies...), il apparaît que la faune, en particulier la grande faune herbivore et/ou lignivore constitue le facteur antagoniste naturel à cette dynamique de la végétation.

Ainsi peut être proposée une vision écosystémique - et non plus seulement botanique - de la notion de climax où la composante faunistique joue un rôle prépondérant dans une forme de rajeunissement des séries de végétation déterminant alors une mosaïque spatio-temporelle sans doute assez instable sur des pas de temps dépassant l'échelle humaine et ayant permis aux espèces végétales mais aussi animales des milieux ouverts de perdurer et d'évoluer à travers les millénaires.

L'herbivorie est en fait une constante sur la plupart des écosystèmes terrestres. Déjà à l'ère secondaire, des grands dinosaures pesant parfois jusqu'à plusieurs dizaines de tonnes exercent une consommation primaire qui nécessairement influe sur la végétation ; on peut aisément comprendre qu'au fil des millions d'années s'est mise en place une coévolution de la végétation et des herbivores déterminant un équilibre qui vient à être rompu dès lors que l'une des deux composantes du couple - les herbivores en l'occurrence - vient à disparaître. Le prolongement jusqu'au Quaternaire de reptiles herbivores s'est poursuivi pendant la période historique sur beaucoup d'îles

la spéciation ayant conduit à la formation d'autant d'espèces n'a pas pu intervenir sur un pas de temps aussi bref que ces premières actions de l'Homme sur son écosystème. Force est de constater que des milieux ouverts ont existé bien avant que l'Homme en détermine de nouveaux de par les défrichements qui ont commencé en général autour du néolithique.

La question se pose de l'origine de ces espèces puisque la dynamique végétale vers le boisement les condamne à très court terme sur les échelles écologiques et *a fortiori* géologiques.

des océans indien et pacifique où, en absence de mammifères, ce sont des tortues « éléphantines » qui ont maintenu des milieux ouverts jusqu'à ce que les navigateurs les exterminent quasiment toutes en les montant à bord pour en faire des réserves de viande fraîche.

En termes de mode de fonctionnement, les successions écosystémiques du Tertiaire et du Quaternaire, si elles ont vu les espèces en présence changer, n'ont sans doute guère évolué avec le maintien d'une coévolution flore-faune où l'herbivorie joue un rôle important.

Bien sûr, l'état actuel des faunes dans les régions du globe les plus marquées par l'anthropisation comme l'Europe occidentale a pu laisser à penser que la forêt était l'archétype de la naturalité et que corollairement, l'espace ouvert était par nature anthropique.

De plus en plus d'études internationales démontrent aujourd'hui le poids de l'Homme, lequel, chaque fois qu'il a investi un nouveau continent, a fait disparaître nombre d'espèces, et en premier lieu les espèces mammaliennes de grande taille dont les herbivores (SMITH *et al.* 2018).

Il ne reste en effet sur la planète que quelques secteurs d'Afrique (OWEN-SMITH 1988) où on observe une guilda à peu près complète de grands (entre 100 kg et une tonne) herbivores (buffles, zèbres, antilopes de diverses espèces) mais aussi et surtout de méga-herbivores (plus d'une tonne) mais très menacés sur leur aire naturelle de répartition : éléphants, girafes, rhinocéros, hippopotames...

En Europe, les méga-herbivores ont disparu assez précocement mais des grands herbivores grégaires n'ont disparu définitivement qu'à la période historique : cheval sauvage (tarpan), bovin sauvage (aurochs ; 1626 semblant être la dernière date d'observation d'un auroch sauvage), ces deux espèces cependant domestiquées avant la disparition de la fraction sauvage de l'espèce.

C'est aussi la période historique qui voit la quasi-extinction du bison européen, sauvé *in extremis* par les zoos, ou la relégation d'espèces à des latitudes (élan, présent en Europe occidentale dont la France jusqu'au ^{ix}e siècle) ou des altitudes (chamois, bouquetins) élevées, c'est-à-dire en des lieux où la pression humaine moins forte permet à ces espèces de survivre (LECOMTE 2015). Le Cerf élaphe (*Cervus elaphus* L.), le plus petit des grands herbivores ouest-européens et animal de milieux ouverts trouvera refuge en milieu forestier et se raréfiera for-

L'herbivorie, une notion à préciser

Au sens strict, la notion d'herbivorie concerne la consommation d'herbacées et c'est ce qui se passe pour la plupart des herbivores domestiques car la mise en réserve hivernale du surplus de la production primaire estivale sous forme de foin ou d'ensilage sécurise la saison hivernale. Mais cette pratique anthropique est très récente au regard de l'herbivorie en milieu naturel.

En effet, dans la nature, les herbivores subissent l'alternance d'une « belle » et d'une « mauvaise » saison. Ils bénéficient d'une adaptation aux conditions alimentaires contrastées par la présence de réserves corporelles (gras de couverture, gras intramusculaire, gras abdominal, moelle osseuse...) constituées quand la nourriture est abondante et mobilisées pendant les périodes de disette.

Plus précisément, l'accumulation de réserves corporelles va se terminer en automne avec la consommation de substances farineuses issues de fruits d'arbres durs : glands, châtaignes, faines... ce qui compromet d'autant le recrutement de jeunes classes d'âge pour ces essences. Cependant les réserves corporelles des bovidés, équidés, cervidés ne peuvent se mobiliser que si l'animal ingère quand même une ration quotidienne, même pauvre sur le plan énergétique, et ce, contrairement à d'autres

temment jusqu'à ce que des mesures de gestion à finalité cynégétique (plan de chasse) permettent un retour conséquent de l'espèce (et la montée d'une inquiétude chez les forestiers).

Cette dépression de l'herbivorie a profité aux boisements et pénalisé *a contrario* les milieux ouverts naturels.

Contraint alors pour se nourrir à élever et cultiver, l'Homme, avec sa population sans cesse croissante, a rouvert secondairement ces milieux en particulier avec du cheptel devenu domestique à partir des espèces sauvages préexistantes. Les derniers spécimens survivants de ces espèces sont devenus de par leur rareté croissante des gibiers de chasse très recherchés en même temps que leur présence compromettait précisément les acquis de cette domestication par le risque de métissage avec des animaux entrés dans le processus de domestication

mammifères qui hivernent dans un abri sans se nourrir en ne mobilisant que les seules réserves corporelles.

Avec une strate herbacée relativement tondue et ne croissant plus beaucoup en période hivernale, les herbivores vont se rabattre sur la nourriture végétale disponible à savoir le matériel ligneux à portée de bouche : rameaux et écorces. Les jeunes ligneux sont alors fortement sollicités avec des stratégies variables selon les espèces.

Ainsi l'Élan, (*Alces alces*) qui consomme quotidiennement en hiver environ 25 kg de rameaux est parfaitement capable de se dresser sur ses pattes postérieures et atteindre des branches à plusieurs mètres de hauteur à moins qu'il ne choisisse de coucher des arbustes en s'affalant dessus (ce sont les « ravages » comme il est dit au Québec).

Les bovins domestiques primitifs dès lors que leur cornage reste comparable à celui de leur ancêtre sauvage, l'Aurochs, (*Bos primigenius*) coincent les jeunes troncs sous une corne et avancent jusqu'à ce que l'arbuste se brise, le bruit engendré fait arriver les animaux du troupeau non encore suffisamment encornés qui profitent alors de la provende ainsi mise à disposition. Les chevaux adoptent une autre stratégie car, s'ils n'ont pas de cornes, ils possèdent en re-

vanche des incisives à la mâchoire supérieure : ils vont alors pincer l'écorce et si la structure de cette dernière le permet ils vont en décoller des lambeaux jusqu'à une hauteur dépassant souvent la tête de l'animal (l'écorçage direct par les incisives de la mandibule inférieure des bovidés est parfois observé sur différentes essences).

Chaque espèce d'herbivore a ainsi sa stratégie pour survivre en incluant plus ou moins de ligneux. Les bisons naturellement consomment davantage de ligneux que les bovins, c'est pourquoi les forestiers de la mythique forêt de Bialowieza, craignant pour la régénération de ladite forêt suite à la réintroduction récente de quelques bisons européens, ont décidé d'affourager les bisons réintroduits. Chez les équidés, les ânes ont également une digestibilité de la lignine supérieure de 20 % à celle des chevaux.

Enfin, rappelons que le Cerf élaphe, même s'il est le plus léger des grands herbivores européens, est parfaitement capable d'empêcher toute régénération forestière dès lors que ses effectifs deviennent conséquents car son régime alimentaire se compose pour moitié de végétation ligneuse.

On comprend mieux, lorsqu'une guilda complète de grands herbivores parcourait les espaces naturels de l'ouest européen, que la dynamique de boisement avait du mal à s'imposer laissant alors place à des milieux ouverts, supports d'une biodiversité remarquable, en coévolution avec la grande faune consommatrice primaire d'origine parfaitement naturelle.

C'est l'extinction progressive de ces espèces de grands herbivores, pour la majorité d'entre elles (et *a fortiori* des méga-herbivores, encore plus agressifs sur les ligneux), qui les ont accompagnés pendant des centaines de milliers d'années, qui a refermé les écosystèmes, ré-ouverts secondairement par les défrichements anthropiques.

De son côté, l'espèce humaine s'est en quelque sorte scindée en deux :

- le forestier dont le but est la production forestière et donc l'élimination des Ongulés dès que ces derniers menacent la pérennité du boisement ;

- l'agriculteur, qu'il soit laboureur ou éleveur dont le propos est au contraire de limiter au maximum les ligneux quitte à les tolérer en bordure de parcelles dans le cadre de la constitution de bocages.

Dans ces deux situations, les herbivores sauvages ont été perçus comme des concurrents d'où leur élimination progressive et quasi-totale.

Au fil des décennies, le milieu forestier a été considéré comme naturel en opposition avec les milieux ouverts, gérés comme tels par du cheptel domestique, considérés comme d'origine anthropique.

Le retrait de l'élevage de diverses régions à fortes contraintes édapho-climatiques modifie le forçage des végétations qui évoluent vers le boisement, laissant croire à une évolution naturelle, sorte de « retour à la nature » alors qu'il ne faut considérer cette évolution que comme une évolution spontanée en l'absence de la composante supportée par les grands herbivores sauvages.

C'est pourquoi, depuis 40 ans déjà, des gestionnaires, de zones humides en particulier, introduisent dans des espaces abandonnés par l'élevage traditionnel des bovins et des chevaux, certes domestiques à défaut des espèces sauvages disparues, mais de races anciennes, voire archaïques, encore assez proches des espèces sauvages et aptes à vivre sans les soins particuliers qu'exigent à présent les races les plus sélectionnées (LECOMTE *et al.* 1981 ; GORDON *et al.* 1990 ; LECOMTE & LE NEVEU 1992 ; LECOMTE & PROFFIT 1997 ; LECOMTE *et al.* 1995).

L'herbivore : un « outil multifonctions »

Pour mieux comprendre le rôle de l'herbivore, on peut le comparer utilement au matériel agricole en remarquant le caractère spécifique « tout en un » de l'animal. En effet l'herbivore est à la fois :

- un « broyeur » : pour se nourrir l'animal broie des végétaux qu'il contribue ainsi à limiter, mais contrairement à une machine qui broierait sans discernement, l'animal possède deux propriétés :
 - il est tout d'abord bon botaniste car il sait reconnaître les espèces qui lui sont toxiques de celles qui sont comestibles parfois au terme d'un apprentissage du jeune aux côtés de sa mère. Chaque espèce a évidemment ses propres préférences et pour ne citer qu'un exemple en zone humide, le cheval refusera de consommer le Lycopus d'Europe (*Lycopus europaeus*) qui sera au contraire consommé par les bovins ;
 - il est ensuite un bon agronome dans le sens où il exploitera autant que faire se peut les végétaux quand ces derniers présentent le meilleur pic de valeur fourragère ou en concentration en oligo-éléments. Ainsi, la Molinie bleue (*Molinia caerulea*) n'est pas considérée comme une bonne fourragère sauf cependant au mois de juin et c'est bien à cette période que les herbivores vont choisir de la prélever dans un contexte où ils ont le choix. Les saules cendrés, riches en zinc, seront eux fortement appréciés en fin d'hiver, à la montée de la sève.
- un « digesteur méthaniseur » : sur cette fonction, l'herbivore se fait aider par un pan de biodiversité - en général jamais pris en compte dans les plans de gestion d'espaces protégés, ni ailleurs, d'ailleurs, dans tout le discours traitant de la biodiversité - qui est le faciès microbien du tube digestif. Ce faciès est une biocénose à part entière dont la composition s'adapte à la nourriture ingérée, plus ou moins riche, plus ou moins sèche, plus ou moins cellulosique... On y trouve des dizaines d'espèces de bactéries plus ou moins prédatées par des phages, des my-

coplasmes, des protozoaires ; sans cette biocénose interne, la digestion des herbivores serait quasiment impossible.

- un « rouleau » : doté de quatre membres totalisant de quatre (équidés) à seize sabots (cervidés), les herbivores exercent une pression au sol qui est loin d'être négligeable. La structure propre à chaque espèce induit une action spécifique et la charge au centimètre carré varie de l'ordre de 800 g pour bovins et chevaux à 440 g pour l'Elan voire 200 g pour le Renne. L'impact de ce piétinement joue un rôle important sur la végétation en particulier sur le tassement de la litière dont un meilleur contact avec la vie microbienne et fongique du sol permettra un recyclage à la fois plus rapide et plus complet. Le tassement du sol est imputable aussi à l'action des herbivores, tassement pouvant être contrebalancé par l'augmentation de la biomasse lombricienne sous l'action des herbivores (*cf infra*). L'impact sur la végétation n'est pas négligeable avec des espèces de structures basses qui seront favorisées du fait de l'accès à la lumière ou de leur adaptation au piétinement ou au contraire certaines espèces rhizomateuses et de structure haute qui seront défavorisées par le cisaillement induit par la muraille des sabots (partie externe plus dure et en légère saillie) ce qui est le cas pour le Phragmite commun (*Phragmites australis*).
- un « épandeur » : tout au long de sa vie, l'herbivore excrète :
 - des restitutions quotidiennes en particulier des urines et des fèces qui rejoindront la litière. Ce passage de la végétation par l'appareil digestif de l'herbivore n'est pas sans conséquence par rapport à une végétation non consommée et qui arriverait sous forme de litière ; pour donner un exemple tiré de l'élevage, un bovin de 500 kg pâturant sur un hectare produit environ 25 kg par jour de bouses correspondant à neuf tonnes par an de matière organique d'origine végétale mais aussi micro-

bienne impactant alors 3,6 % de l'espace alloué. Différentes communautés - bryologiques (Splachnacées), fongiques (LECOMTE 2008) avec au moins 200 espèces fimicoles en France métropolitaine, diptérologiques, coléoptérologiques, lombriciennes - prendront alors en charge le recyclage de cette matière organique. Au rang des restitutions quotidiennes, on peut également mentionner les larmes et la sueur qui intéresseront des diptères spécialisés mais susceptibles aussi de se retrouver sur des fleurs (pollinisation) ;

- des restitutions saisonnières, lesquelles d'une façon ou d'une autre se retrouveront recyclées tôt ou tard : mue de printemps de toutes les espèces perdant leurs poils de

bourre quand le réchauffement printanier intervient, bois des cervidés, placentas de femelles ayant reproduit, dents de lait des jeunes herbivores... ;

- une restitution finale quand l'animal meurt avec là encore une prise en charge du cadavre par des biocénoses parfois hyper spécialisées comme ces champignons peu communs (*Onygena equina*) qui contribuent au recyclage de la corne des sabots et des cornes des bovidés.

Ce qu'il faut en outre comprendre c'est que ces quatre modalités d'action n'agissent pas indépendamment les unes des autres mais en synergie ce qui va fortement influencer sur les trajectoires des végétations et particulièrement en zones humides.

Quels impacts de l'herbivorie sur la végétation en zones humides ?

La productivité des zones humides (terrestres c'est-à-dire non amphibies ou aquatiques) est en général très largement supérieure à celle des écosystèmes mésophiles et de ce fait les dynamiques végétales y sont généralement plus rapides. L'action antagoniste de ces dynamiques via des herbivores va dépendre cependant de plusieurs paramètres.

Le premier d'entre eux est le chargement allant de l'extensif très large (0,1 UGB/ha, voire moins encore) à l'intensif (2 UGB/ha et plus).

L'action va dépendre aussi de la complétude de la guilda d'herbivores en présence. Une seule espèce : bovin ou cheval ? Par rapport aux ruminants, les équidés agissent de façon assez particulière avec une consommation axée principalement sur les monocotylédones (FLEURANCE *et al.* 2011 ; FLEURANCE *et al.*, 2012). Deux espèces : bovin et cheval ? Plusieurs espèces incluant des espèces sauvages comme le Bison d'Europe (*Bison bonasus*), le Cerf élaphe, l'Élan ? Ou des espèces exogènes comme le Buffle asiatique (*Bubalis bubalis*) de plus en plus utilisé en zone humide ?

Cela dépend aussi de la portance des sols et des capacités de chacune des espèces à évoluer sur des sols peu porteurs. La forte salinité peut aussi être un facteur limitant de même qu'une inondabilité longue et récurrente.

Cela dépend aussi de la productivité consommable par des herbivores. Ainsi une zone humide où l'aulnaie s'est fortement développée sera assez peu attractive et nutritive du fait des tanins que produit l'aulne et qui inhibent les enzymes contribuant à la digestion chez les herbivores peu lignivores.

En fait, dans une nature non clôturée, les herbivores ont la capacité de se déplacer d'un écosystème à un autre en fonction de critères écologiques liés aux écosystèmes mais aussi de critères éthologiques liés à chaque espèce d'herbivore. La fragmentation actuelle des continuums d'écosystèmes par des infrastructures ou de simples clôtures altère la naturalité de l'herbivorie. Nous considérerons dans ce qui suit un pâturage plutôt extensif dans le sens d'une adéquation entre le chargement et la production primaire annuelle moyenne en sachant qu'il existe aussi une variabilité interannuelle de cette production.

En s'attardant sur la strate herbacée, de façon très schématique et du point de vue de l'herbivorie, on peut considérer qu'il existe des sortes de bipôles repérables ainsi :

- les espèces végétales de structure basse et les espèces de structures hautes ;
- les monocotylédones et les dicotylédones ;

- les plantes rhizomateuses souvent monopolistes et les végétaux disposant de stratégies autres (pivotantes, bulbeuses...).

Si l'on observe des zones humides qui ne sont plus pâturées (et non gérées par d'autres moyens mécaniques comme la fauche ou le broyage) on observe en quelques années une évolution où des plantes de structure hautes, souvent rhizomateuses et appartenant le plus souvent au super-ordre des monocotylédones (Calamagrostide, Molinie bleue, Phragmite commun, Marisque...) vont prendre le pas sur les autres espèces contribuant à appauvrir momentanément la phytocénose et, par effet domino, l'écosystème entier et en particulier le cortège d'espèces d'invertébrés sténophages dont les plantes-hôtes auront disparu.

À cette évolution va se surajouter une accumulation de litière « perchée », faute de piétinement, laquelle, se décomposant mal en particulier au regard du cycle de l'azote, entraînera l'apparition d'espèces nitrophiles souvent assez banales au demeurant.

L'introduction d'herbivores permettra l'action plurielle de la consommation, du piétinement de la litière et des rhizomes, la resti-

tution au sol d'une matière organique déjà fortement évoluée et attractive pour une série d'organismes qui finaliseront son recyclage. La végétation évoluera alors très vite avec l'augmentation du nombre d'espèces en particulier de plantes de structures basses où l'on compte des espèces considérées comme patrimoniales (*Hydrocotyle vulgaris*, *Anagallis tenella*, *Triglochin palustris*, *Isolepis setacea*,) un déplacement du curseur vers davantage de dicotylédones tout ceci étant permis par une régression des espèces monopolistes.

L'expérience du Marais Vernier tourbeux (LECOMTE & LE NEVEU 1986) montre que, sur une prairie en friche depuis une dizaine d'années avec une strate herbacée très fortement dominée par *Calamagrostis epigeios*, piquetée déjà par de nombreux saules cendrés et quelques jeunes chênes pédonculés, et présentant une accumulation de litière non recyclée d'une année sur l'autre, la mise en pâturage à raison de 0,5 UGB/ha retourne en cinq ans complètement la situation. La Calamagrostide disparaît à plus de 80 %, cependant que plus de 70 espèces végétales, dont des espèces bien caractéristiques de cet habitat, réapparaissent avec recyclage quasi-total de la litière et impact très fort sur la dynamique de boisement qui est alors stoppée.

L'impact des herbivores sur la topographie

Un espace naturel ou semi-naturel est rarement homogène en termes de topographie. Par divers phénomènes fréquents en zones humides - tassements sélectifs, solifluxion, circulations d'eau de surface... - se créent des petites dépressions ou encore de légères surélévations qui apportent une diversité au niveau du sol et, par les gradients d'humidité induits, concourent à une mosaïque floristique naturelle.

En situation de déprise agricole, les monocotylédones rhizomateuses évoquées ci-dessus vont en général « gommer » cette microtopographie qui ne sera alors plus révélée par la végétation. Pareillement, mais pour d'autres raisons, une gestion par exemple par la fauche va produire un résultat comparable en terme d'uniformisation car lors d'une opération de fauchage, le passage répété des roues d'engins agricoles (tracteur, presse, remorque) lors des différentes opérations (coupe, fanage, mise en andain, pressage, ramassage) nivelle ces petites irrégularités topographiques.

Au contraire, le pâturage, en provoquant une structure de végétation plus rase que ne l'est un espace laissé à l'abandon, va préserver cette microtopographie et les mosaïques végétales spontanées pouvant en résulter.

Plus encore, l'herbivore diversifie, principalement pour des raisons éthologiques, une microtopographie qui lui est spécifique :

- les taureaux de race ancienne (donc avec un cornage conséquent), et à condition qu'il y en ait plusieurs dans un même site, manifestent leur territorialité en marquant le sol de dépressions réalisées avec leur cornes qu'ils plantent dans le sol pour expédier à quelques mètres des mottes de terre. Il en résulte des dépressions d'environ deux mètres de diamètre et de quelques centimètres de profondeurs qui évolueront alors de façon spécifique sur le plan floristique ;

- les chevaux, au cuir plus fin que celui des bovins, craignent les piqûres d'insectes hématophages. Ils recherchent alors des sites où les courants d'air qui gênent la pose de ces insectes où ils passent les heures non occupées à s'alimenter. Il en résulte des « places à vent » plus tassées, déterminant des surfaces conséquentes d'où disparaîtra la végétation la première année mais qui se recoloniseront secondairement avec des espèces pionnières adaptées à ces nouvelles conditions ;
- bovins et chevaux sont en fait assez « routiniers » dans leurs déplacements.

Pour se rendre d'un point à un autre (un lieu d'abreuvement par exemple), ils utilisent le même itinéraire, souvent à la queue leu leu, ce qui détermine à la longue des cheminements (les « drailles » dans les systèmes pastoraux) souvent marqués en creux dans les zones humides et qui contribueront eux aussi à développer le caractère hétérogène de la surface du sol ;

- enfin, et particulièrement en zones humides, les sabots déterminent un poinçonnement du sol contribuant encore à augmenter le caractère hétérogène de la surface du sol.

L'impact des herbivores sur les Lombriciens

Là aussi des effets dominos encore peu documentés sont à prendre en compte. Les Lombriciens sont volontiers coprophages et interviennent dans la décomposition des fèces d'herbivores à la suite des insectes qui représentent les premières cohortes. Ainsi, si une prairie humide en friche ou soumise à la fauche abrite en général moins d'une tonne de lombriciens par hectare, une prairie pâturée, surtout si les herbivores ne sont pas traités aux vermifuges, offrira une biomasse lombricienne de deux tonnes par hectares et plus. L'expérimentation réalisée sur les rives du Rhône avec trois espèces d'herbivores montre aussi l'accroissement spectaculaire de la biomasse lombricienne sous l'action principalement des équins et des bovins (NICAISE 1996).

Le rôle des lombriciens par rapport à la végétation sera certes de participer au recyclage de la matière organique aux côtés des

bactéries et des champignons du sol mais aussi de brasser la banque de graines qu'ils feront voyager pendant des années au travers de divers horizons jusqu'au jour où certaines graines, remontées à la surface, trouveront un endroit dénudé (par le sabot d'herbivores par exemple) et pourront alors germer.

Les vers de terre sont par ailleurs considérés comme des espèces « fourrages » en ce sens qu'ils participent peu ou prou à l'alimentation d'environ 200 espèces de vertébrés européens. Le Sanglier est un consommateur important de vers de terre et la rentabilisation de son effort de recherche de nourriture le conduit à fouiller préférentiellement les prairies pâturées ; en soulevant des mottes herbues, les vermillis constitués vont alors encore contribuer à une diversification de la flore.

L'impact des herbivores sur les insectes floricoles

On considère que, en moyenne, (chiffre à considérer avec précaution car entre un chêne et une lentille d'eau, l'écart à la moyenne est important !) chaque espèce végétale possède un cortège d'une vingtaine d'Arthropodes strictement inféodés car fortement sténophages. Les floraisons par la diversité de la ressource offerte (pollen, nectar, ovaires, graines pièces florales diverses, ...) assurent tout ou partie du cycle de vie de nombreux insectes.

« C'est dans ces campagnes fleuries qu'on voit mille troupeaux errants » (Jean Racine,

1656). Le lien entre l'herbivore et les fleurs a été remarqué de longue date !

Le fait d'un pâturage extensif va, en limitant les espèces de monocotylédones rhizomateuses à caractère monopoliste, permettre l'expression de nombreuses dicotylédones dont les floraisons, étalées sur une grande période, vont permettre l'alimentation de quantité d'insectes floricoles avec parfois des spécificités alimentaires comme deux espèces d'abeilles sauvages *Macropis labiata* sur les fleurs de la Lysimaque vulgaire (*Lysimachia vulgaris*) et *Melitta nigricans* sur la

Salicaire commune (*Lythrum salicaria*). En échange, la présence de beaucoup de pollinisateurs est un gage d'une pollinisation optimale, à la base d'une production de graines élevée alimentant alors la banque de graines du sol, garante de la pérennité des phytocénoses, et que la population lombricienne pourra déplacer dans les trois dimensions du sol.

Chez beaucoup d'insectes, en particulier chez des diptères, les larves peuvent, comme chez le Syrphidé *Rhingia campestris*, être coprophiles cependant que les adultes, en tant que floricoles, joueront le rôle de pollinisateur des végétaux entomogames.

Les herbivores, corridors écologiques

La faculté de déplacement des herbivores qui peuvent parcourir des kilomètres est une chance pour de nombreuses plantes dont la dispersion de graines ou de spores sera assurée aussi par des herbivores dans le cadre de l'ecto- ou de l'endo-zoochorie.

Si certaines espèces comme les bidents sont particulièrement adaptées à se fixer sur les toisons animales beaucoup d'autres espèces peuvent aussi être transportées ne

serait-ce que par des graines incluses dans des fractions de sol adhérant temporairement aux sabots. Des plantes aquatiques peuvent aussi être concernées car pour aller boire, ou pour traverser un milieu aquatique ou tout simplement pour se rafraîchir, les herbivores n'hésitent pas à entrer dans l'eau où des graines d'hydrophytes peuvent alors se fixer sur le pelage.

Conclusion

L'herbivore agit très fortement sur les communautés végétales, les assemblages d'espèces, les dynamiques, et constituent un forçage très particulier lié d'une part aux différents modes d'actions directes sur l'écosystème mais aussi de par tous les effets dominos et les interrelations - y compris avec divers compartiments faunistiques - qui déterminent des synergies complexes.

La perte, au fil des millénaires et des siècles, de la majorité des espèces sauvages d'Ongulés a fait oublier leur rôle, laissant penser que le milieu forestier dense est l'expression de la naturalité alors qu'il ne représente que l'extrémité d'un dipôle, l'autre extrémité présentant un espace ouvert, relevant alors de l'action anthropique.

Replacés dans leur contexte initial de naturalité, les herbivores contribuent au contraire à imaginer des paysages primitifs beaucoup plus « clairiérés », vraisemblablement instables dans le temps comme dans l'espace, instabilité ingérable pour l'espèce humaine qui a, au contraire, cherché à stabiliser les paysages et les productions qui en résultent.

Les zones humides, malgré leur spécificité, relèvent de ce fonctionnement où l'herbivore, surtout dans le cadre d'une guilda la plus complète possible et en équilibre avec la production primaire, porte naturellement l'écosystème dont il vit et qu'il fait vivre à son plus haut niveau de biodiversité.

En cas de disparition de ses herbivores, un écosystème terrestre, et plus rapidement en zone humide, se déconstruit en perdant peu à peu des pans de biodiversité et de fonctionnalité associée.

En conséquence, les herbivores répondent bien à la notion d'« espèce clef de voûte » (SIMBERLOF 1998), rôle qu'on leur reconnaît de plus en plus dans une perception plus complète de l'écologie avec en corolaire une utilisation de plus en plus fréquente à des fins conservatoires d'herbivores - domestiques ou sauvages - dans de nombreuses zones humides européennes.

Remerciements

L'auteur remercie vivement Patrick Duncan pour l'aimable traduction du résumé.

Bibliographie

- FLEURANCE G., DUNCAN P., FARRUGGIA A., DUMONT B. & LECOMTE T. 2011. - Impact du pâturage équin sur la diversité floristique et faunistique des milieux pâturés. *Fourrages* (2011) **207** : 189-199.
- FLEURANCE G., EDOUARD N., COLLAS C., DUNCAN P., FARRUGGIA A., BAUMONT R., LECOMTE T. & DUMONT B. 2012. - How do horses graze pastures and effect the diversity of grassland. *Forage and grazing in horses nutrition*, pp 147-159.
- GORDON I.J., DUNCAN P., GRILLAS P. & LECOMTE T. 1990. - The use of domestic herbivores in the conservation of the biological richness of European wetlands. *Bull. Ecol.* **21**(3) : 49-60.
- LECOMTE T. 2008. - La gestion conservatoire des écosystèmes herbacés par le pâturage extensif : une contribution importante au maintien de la diversité fongique fmicole. *Bull. mycol. bot. Dauphiné-Savoie* **191** : 11-22.
- LECOMTE T. 2015. - *La répartition actuelle des Ongulés ouest-européens : une répartition « contre nature » ; l'exemple de l'Elan, Alces alces*. 11^e Rencontre Bourgogne-Nature et 37^e colloque francophone de Mammalogie, les mammifères sauvages – recolonisation et réémergence pp 136-145.
- LECOMTE T. & LE NEVEU C. 1986. - *Le Marais Vernier : contribution à l'étude et à la gestion d'une zone humide*. Thèses, Université de Rouen, 630 p.
- LECOMTE T. & LE NEVEU C. 1992. - *Dix ans de gestion d'un Marais par le pâturage extensif : comparaison des phytocénoses induites par des chevaux et des bovins (Marais Vernier - Eure - France)*. 18^e journée d'étude du CEREOPA. Paris. pp. 29-36.
- LECOMTE T., LE NEVEU C. & JAUNEAU A. 1981. - Restauration de biocénoses palustres par l'utilisation d'une race bovine ancienne (Highland Cattle) : cas de la Réserve Naturelle des Manneville (Marais Vernier - Eure). *Bull. Ecol.* **12**(2/3) : 225-247.
- LECOMTE T., NICAISE L., LE NEVEU C. & VALOT E. 1995. - *La gestion écologique par le pâturage : l'expérience des Réserves naturelles*. Réserves naturelles de France, Atelier technique du Ministère de l'Environnement, 79 p.
- LECOMTE T. & PROFFIT C. 1997. - La gestion des espaces sensibles par les herbivores rustiques dans le Parc naturel régional de Brotonne : l'exemple du Marais Vernier, in *Séminaire Animaux domestiques et gestion de l'espace Theix 18-19 mai 1997. Les Dossiers de l'Environnement de l'INRA* **11** : 61-66.
- NICAISE L. 1996. - *L'Herbivore, facteur d'augmentation de la diversité biologique des milieux artificiels : l'exemple des digues aménagées par la Compagnie nationale du Rhône*. Thèse, Université de Rouen, 253 p.
- OWEN-SMITH R.N. 1988. - *Megaherbivores, the influence of very large body size on ecology*, Cambridge University Press, 369 p.
- SIMBERLOF D. 1998. - Flagships, umbrellas and keystones: is single-species management passed in the landscape area. *Biological Conservation* **83** : 247-257.
- SMITH F.A., ELLIOTT SMITH R.E., LYONS S.K. & PAYNE J.L. 2018. - Body size downgrading of mammals over the late Quaternary. *Science* **360** : 310-313.

Figure 1

Prairie marécageuse en juin abandonnée depuis dix ans : environ 35 espèces végétales mais largement dominées par *Calamagrostis epigeios* avec une litière épaisse mal décomposée visible sur la droite du cliché. Une dynamique de boisement à *Salix cinerea* et *Quercus robur* est en cours. Les bovins de race Highlands ne sont là que depuis quelques heures et consomment déjà les ligneux © Th LECOMTE.



Figure 2

Après cinq ans de pâturage, la même prairie, la même vache, la même période ; *Calamagrostis epigeios* a quasiment disparu, la litière a été recyclée par le piétinement, la dynamique de boisement est stoppée et régresse, plus de 100 espèces végétales caractéristiques, voire patrimoniales, dont de nombreuses espèces favorables aux insectes floricoles sont présentes © Th LECOMTE.



Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=wCuiYD2Klog>

Retour sur 15 ans de gestion d'une tourbière alcaline : l'expérience de la Réserve naturelle nationale du marais de Vesles-et-Caumont (Aisne)

MARION SAVAUX⁽¹⁾ & SÉBASTIEN LECUYER^{*(2)}

Abstract

Feedback over 15 years of management of an alkaline fen : the experience of the Nature Reserve of Vesles-et-Caumont (North of France)

The swamp of Vesles-et-Caumont provides some vegetation types that are characteristic of open alkaline fens such as *Caricion lasiocarpae* or *Hydrocotylo vulgaris* - *Schoenion nigricantis*. Those habitats are endangered or vulnerable at the regional and national scales. Since 2001, the reserve has set up a program of environmental management in order to preserve or restore those habitats. This program began with clearing of shrubs to restore open habitats. Then, grazing (cattle and/or horses) or mowing in the wetter contexts have been set up. At the end of the second management plan of 5 years, first conclusions can be drawn about the impact of these environmental management practices on the evolution of the most threatened vegetation types.

Grazing appears able to maintain re-opened habitats but is not enough, with such a low grazing pressure, to restore the earlier stages of the dynamic. In contrast, annual mowing seems to be able to maintain or restore *Caricion lasiocarpae* or *Hydrocotylo vulgaris* - *Schoenion nigricantis*. Mowing every 3 years can maintain Cladietum marisci habitat type and contribute to the coexistence of both very dense and species-rich forms of these habitats.

Résumé

La Réserve naturelle nationale du Marais de Vesles-et-Caumont présente des végétations de tourbières alcalines ouvertes particulièrement menacées à l'échelle régionale comme nationale telles que les végétations de gouilles du *Caricion lasiocarpae* ou les jonchaies de l'*Hydrocotylo vulgaris* - *Schoenion nigricantis*. Depuis 2001, la réserve met en place des mesures de gestion pour sauvegarder ou restaurer ces habitats. Des campagnes de déboisements ont permis de rouvrir les milieux. Elles ont été suivies d'une mise en pâturage bovin et/ou équin ou, dans les contextes les plus humides, d'une gestion par fauche exportatrice. À l'issue du deuxième plan de gestion, un bilan est dressé de l'impact de ces pratiques de gestion sur les végétations patrimoniales de la réserve. Ainsi, le pâturage permet d'entretenir efficacement les espaces ré-ouverts mais ne permet pas, avec une pression de pâturage faible, de restaurer les stades les plus pionniers de la dynamique. À l'inverse, la fauche annuelle permet le maintien ou la restauration des végétations du *Caricion lasiocarpae* ou de l'*Hydrocotylo vulgaris* - *Schoenion nigricantis*. La fauche triennale permet, quant à elle d'entretenir les cladiaies et de favoriser la coexistence de cladiaies denses, paucispécifiques et de cladiaies plus ouvertes au cortège floristique plus riche.

⁽¹⁾ Association pour le développement de la recherche et de l'enseignement sur l'environnement (ADREE), 1 chemin du pont de la planche, F-02000 Barenton-Bugny ; m.savaux@naturagora.fr

⁽²⁾ La Roselière (Association gestionnaire de la Réserve naturelle nationale du marais de Vesles-et-Caumont), 2 rue du fort, F-02350 Vesles-et-Caumont ; la.roseliere@wanadoo.fr

Introduction

La Réserve naturelle nationale du marais de Vesles-et-Caumont a été créée en 1997. Elle couvre environ 108 ha et correspond à la partie nord des marais de la Souche dont l'intérêt patrimonial est reconnu par la délimitation du site Natura 2000 du même nom (ZPS FR2212006 et SIC/ZPS FR2200390). Situés dans le département de l'Aisne, les marais de la Souche constituent un vaste ensemble tourbeux alcalin de plus de 2 000 ha suivant le cours de la rivière Souche. Ces espaces sont, du fait de la disparition des pratiques traditionnelles de gestion, très majoritairement boisés. Ils présentent des végétations et des populations d'espèces patrimoniales qui correspondent le plus souvent aux stades les plus pionniers de la dynamique des végétations. Ainsi, la patrimonialité se concentre dans les rares espaces encore ouverts. La Réserve naturelle constitue le plus large espace ouvert sous gestion pour la préservation de la biodiversité au sein des marais de la Souche. Cette physionomie est le résultat de nombreuses années de déboisement qui ont permis la reconquête d'espaces qui avaient connu, faute de gestion régulière, une colonisation par les fourrés de saules cendrés voire les boisements de peupliers trembles, de bouleaux ou d'aulnes. Ces opérations de restauration par le déboisement ont été complétées par des mesures d'entretien par le pâturage (équin et/ou bovin) et la fauche. Après plus de 15 ans de gestion et à la faveur de la fin du deuxième plan de gestion de la réserve, un premier bilan peut être établi de l'impact de ces pratiques de gestion sur les secteurs les plus patrimoniaux de la réserve.

Les végétations herbacées patrimoniales des tourbières alcalines sur la Réserve naturelle du marais de Vesles-et-Caumont

Les enjeux de conservation de la Réserve naturelle du marais de Vesles-et-Caumont se concentrent sur les végétations ouvertes caractéristiques des tourbières basses alcalines et notamment sur les stades les plus pionniers de cette série dynamique depuis les herbiers à Characées et les gouilles tourbeuses jusqu'aux roselières et cariçaies tourbeuses.

Les herbiers à Characées des eaux oligo-mésotrophes basiques permanentes du Charion fragilis Krausch 1964

Les herbiers à Characées se trouvent dans quelques mares présentes au sein de la réserve. Ils se développent également dans les gouilles et certaines zones temporairement inondées mais ceux-ci sont alors mêlés à d'autres végétations aquatiques ou plus ou moins amphibies dont ils constituent la strate inférieure. Ils ne peuvent alors pas être qualifiés de *Charion fragilis*. Ils sont néanmoins intéressants car il s'agit des herbiers les plus riches en *Chara* sp.

Les herbiers aquatiques des eaux stagnantes à faiblement courantes oligo à mésotrophes du Potamion polygonifolii Hartog & Segal 1964

Ces herbiers sont présents au sein des fossés qui traversent la réserve. Le cortège de cette alliance comporte de nombreuses espèces patrimoniales telles que le Potamot coloré (*Potamogeton coloratus* Hornem.) ou le Rubanier nain (*Sparganium natans* L.). Ces herbiers sont particulièrement sensibles à la qualité de l'eau mais également aux pratiques de gestion et notamment au faucardage.

Les végétations neutro-alcalines des gouilles tourbeuses du *Scorpidio scorpioidis* – *Utricularion minoris* Pietsch ex Krausch 1968

Ces végétations hautement patrimoniales, présentent des cortèges parfois proches des végétations du *Potamion polygonifolii* avec notamment la présence récurrente du Potamot coloré (*Potamogeton coloratus*). Cependant, il ne s'agit pas ici de végétations correspondant à des espaces en eau de façon permanente et présentant un léger courant mais bien de végétations de gouilles se développant sur des substrats hydrophiles temporairement exondés et déconnectés du réseau hydrographique.

Le cortège s'étoffe ainsi par la présence de deux utriculaires : *Utricularia minor* L. et *Utricularia* groupe *vulgaris* L.. On retrouve également quelques espèces de Characées.

Les végétations hygrophiles des tourbières alcalines et de transitions sur tremblants et radeaux du *Caricion lasiocarpae* Vanden Berghen in Lebrun, Noïrfalise Heinemann & Vanden Berghen 1949

Les végétations du *Caricion lasiocarpae* constituent un enjeu majeur pour la réserve. En effet, ces végétations sont très rares et menacées d'extinction à l'échelle de la Picardie (CENTRE RÉGIONAL DE PHYTOSOCIOLOGIE agréé CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE BAILLEUL 2016). La réserve présente des surfaces importantes de cet habitat. Son niveau de responsabilité pour sa conservation est donc très élevé.

Il s'agit de végétations de gouilles tourbeuses et de tremblants dominées par *Carex lasiocarpa* Ehrh., espèce protégée au niveau régional dont les populations présentent des effectifs importants sur la réserve. Le cortège est complété par d'autres espèces protégées telles que le Trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata* L.) ou le Comaret des marais (*Comarum palustre* L.).

Les communautés de bas-marais alcalins des sols tourbeux oligotrophes de l'*Hydrocotylo vulgaris* – *Schoenion nigricantis* B. Foucault 1984

Les communautés de l'*Hydrocotylo vulgaris* – *Schoenion nigricantis* succèdent aux groupements du *Caricion lasiocarpae* et précèdent les roselières et cariçaies tourbeuses du *Magnocaricion elatae* Koch 1926. Elles sont caractérisées par une végétation basse dominée par le Jonc subnoduleux (*Juncus subnodulosus* Schrank) accompagné du Choin noirâtre (*Schoenus nigricans* L.).

Ces végétations peu stables, donc très dépendantes de la gestion, sont bien représentées sur la réserve. Elles se développent en mosaïque avec les stations du *Caricion lasiocarpae* dont elles partagent une partie du cortège. Leur délimitation sur le terrain est donc difficile.

Les roselières et cariçaies tourbeuses du *Magnocaricion elatae* Koch 1926

L'alliance du *Magnocaricion elatae* couvre des surfaces importantes sur la réserve. Elle est représentée principalement par quatre associations. Le *Thelypterido palustris* – *Phragmitetum australis* Kuyper 1957 et le *Lathyro palustris* – *Lysimachietum vulgaris* Passarge 1978 correspondent à des roselières tourbeuses dominées par le Roseau commun [*Phragmites australis* (Cav.) Steud.] et le Calamagrostide blanchâtre [*Calamagrostis canescens* (Weber) Roth]. Le *Thelypterido palustris* – *Phragmitetum australis* connaît souvent un développement important après des campagnes de déboisements de fourrés de saules cendrés (*Salix cinerea* L.).

Le *Lathyro palustris* – *Lysimachietum vulgaris* est très rare et menacé d'extinction en Picardie (CENTRE RÉGIONAL DE PHYTOSOCIOLOGIE agréé CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE BAILLEUL 2016). Bien que largement représentée dans la réserve, cette végétation est menacée par son évolution, en l'absence de gestion, vers les mégaphorbiaies mais également par le développement de stations importantes d'*Aster lanceolatus* Willd., espèce exotique envahissante.

Au sein de l'alliance du *Magnocaricion elatae*, se trouve également le groupement à *Carex acutiformis* et *Carex riparia* Duhamel & Catteau in Catteau, Duhamel et al. 2009 qui couvre une surface conséquente des es-

paces restaurés sur la réserve. Ces cariçaies apparaissent essentiellement sur les secteurs déboisés puis mis en pâturage. Ces communautés, ici dominées par *Carex acutiformis* semblent d'une grande stabilité et ne font pas partie des groupements les plus patrimoniaux présents sur la réserve. Les mesures de gestion consistent le plus souvent à favoriser leur mutation vers les roselières turfcôles ou les jonchaies de l'*Hydrocotylo vulgaris* – *Schoenion nigricantis*.

Enfin, les cladiaies du *Cladietum marisci* Koch 1926 complètent la liste des associations du *Magnocaricion elatae* présentes sur la réserve.

Considérées comme très rares et vulnérables à l'échelle de la Picardie, les cladiaies sont historiquement très présentes sur la réserve. Cependant, le vieillissement de ces communautés a conduit au développement

de cladiaies denses et paucispécifiques présumées peu favorables à la faune. Ces cladiaies atteignent une densité qui les rend impénétrables pour la plupart des espèces faunistiques. Certains secteurs sont néanmoins maintenus en « îlots de vieillissement » afin que les différents stades de densification du *Cladium* soient présents dans la réserve.

À l'inverse, en l'absence de gestion, les jonchaies de l'*Hydrocotylo vulgaris* – *Schoenion nigricantis* sont progressivement colonisées par *Cladium mariscus* et peuvent muter en des cladiaies physiologiques ouvertes et diversifiées.

Il est également à noter que le *Cladietum marisci* est une végétation considérée d'intérêt communautaire prioritaire par la Directive « Habitats-Faune-Flore » (Directive 92/43/CEE).

Méthode d'évaluation de l'impact de la gestion pratiquée sur les végétations patrimoniales

En 2001, lors de la première cartographie de ses végétations (CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE BAILLEUL 2001), le territoire de la réserve apparaissait comme essentiellement boisé ou en cours de fermeture. Les rares espaces de végétations ouvertes caractéristiques des tourbières alcalines étaient cantonnés à des layons entretenus annuellement pour la pratique de la chasse.

Ce premier état des lieux de la végétation a servi de base à la rédaction du premier plan de gestion (LA ROSELIÈRE 2006). Celui-ci a consisté, sur la période 2006-2010, à entreprendre d'importants travaux de restauration par des campagnes de déboisements suivis d'opérations d'entretien par la fauche ou le pâturage.

Le deuxième plan de gestion (2013-2017) (LA ROSELIÈRE 2013) est venu affiner la gestion pratiquée sur les parcelles restaurées tout en continuant dans une moindre mesure les opérations de restauration.

L'année 2018 voit le démarrage du troisième plan de gestion (SAVAUX et al. 2017) dans la continuité directe du précédent.

La rédaction de chacun de ces plans de gestion s'est adossée à un bilan du patrimoine naturel de la réserve et notamment aux cartographies de végétations.

Ainsi, on dispose des cartes de végétations datant de 2001 (réalisation Conservatoire botanique national de Bailleul), de 2010 (réalisation ADREE) et de 2016 (réalisation ADREE).

La cartographie réalisée par le Conservatoire botanique national de Bailleul a été effectuée à une échelle moins fine que les cartographies suivantes notamment en raison des difficultés de prospection liées à l'état des végétations en 2001. De même, la dénomination des végétations décrites dans cette étude ne fait pas appel au référentiel syntaxonomique actuel et les groupements sont décrits en français. Même si une réinterprétation de ces groupements est souvent possible, le choix est ici fait d'utiliser préférentiellement les dénominations françaises d'origine.

Les données relevant des deux cartographies de l'ADREE sont plus précises notamment car les espaces déboisés étaient plus faciles à prospecter mais également par l'utilisation de délimitations au GPS des entités de végétations. Les différents groupements sont nommés selon la nomenclature phytosociologique.

Afin d'observer l'impact de la gestion entreprise depuis 2001 sur les végétations patrimoniales de la réserve, une étude de comparaison des surfaces des différentes

végétations est réalisée entre les données de 2001, 2010 et 2016 sur deux parcelles de la réserve présentant des modalités de gestion différentes.

Ainsi les données de gestion correspondant aux deux plans de gestion sont intégrées à

La parcelle de Derrière les Aulnes, exemple de gestion par le pâturage

En 2001, la parcelle de Derrière les Aulnes présente une végétation de saulaie arbus-tive sur plus de 70 % de sa surface.

Gestion entreprise lors du plan de gestion 2006-2010

L'objectif opérationnel du premier plan de gestion concernant cette parcelle consiste en la restauration de végétations herbacées et plus spécifiquement de mégaphorbiaies du *Thalictro flavi - Filipendulion ulmariae* B. Foucault in J.M. Royer *et al.* 2006. Compte-tenu de l'état boisé de la parcelle au début de ce plan de gestion, il ne paraissait pas réaliste d'envisager dans un délai de 5 ans la restauration de végétations plus pionnières de la dynamique des tourbières alcalines. Cet objectif a donc été ici formulé comme une réouverture du milieu, le stade herbacé le plus facile à restaurer étant le stade de mégaphorbiaies.

Pour cela, un déboisement sans essouchage est réalisé sur 12 ha suivi d'une mise en pâturage mixte bovin/équien.

Dans le détail, ce pâturage a lieu d'avril à décembre avec une pression moyenne de 0,5 UMB/ha/an. Pour effectuer ce pâturage, la Roselière, association gestionnaire de la réserve a passé convention avec l'association Nature et Pâturage pour la mise à disposition d'un troupeau de races à faible effectif, des vaches Bretonnes pie noir et des chevaux Ca-

l'interprétation de l'évolution des surfaces de ces végétations sur la parcelle de Derrière les Aulnes (déboisée puis pâturée) et sur la parcelle du Pré Lecomte (déboisée puis fauchée).

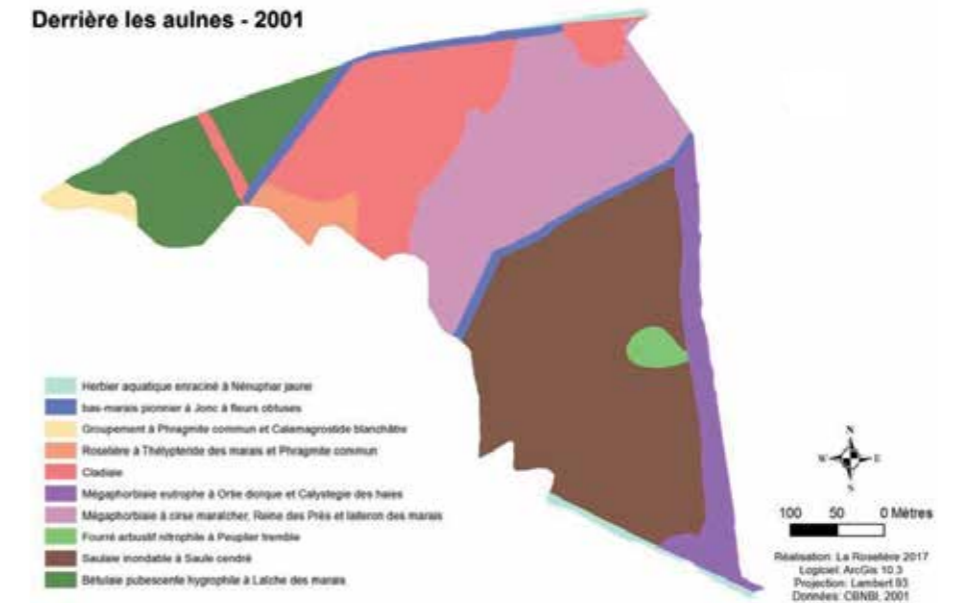
margue. Ces deux races sont, en effet, particulièrement adaptées de par leur rusticité à la vie au marais. Enfin, le gestionnaire a fait le choix de la non utilisation d'antiparasitaires afin de préserver la biodiversité.

Évolution de la végétation entre 2001 et 2010

L'évolution de la végétation sur la parcelle de « Derrière les Aulnes » est réalisée sur la base de la comparaison entre la cartographie réalisée en 2001 et celle réalisée en 2010. En effet, l'édification du premier plan de gestion n'a pas donné lieu à la réalisation d'une nouvelle cartographie de la végétation en 2005-2006. Les données de 2001 sont donc les seules disponibles avant la mise en place de la gestion. La parcelle n'a pas connu de gestion active sur la période 2001-2006 et est restée telle que décrite en 2001 jusqu'au démarrage du premier plan de gestion.

La cartographie de 2001 laisse apparaître un boisement décrit comme « saulaie inondable à Saule cendré » rattachable au *Salicion cinerae* T. Müll. & Görs 1958 sur la moitié sud de la parcelle (Fig. 1). De même, l'extrémité ouest de la parcelle présente une végétation de « Bétulaie pubescente hygrophile à Laïche des marais ». Le reste de la parcelle est occupée par des végétations de mégaphorbiaies et de cladiaies dont les taux de boisement décrits dans l'étude sont localement très importants.

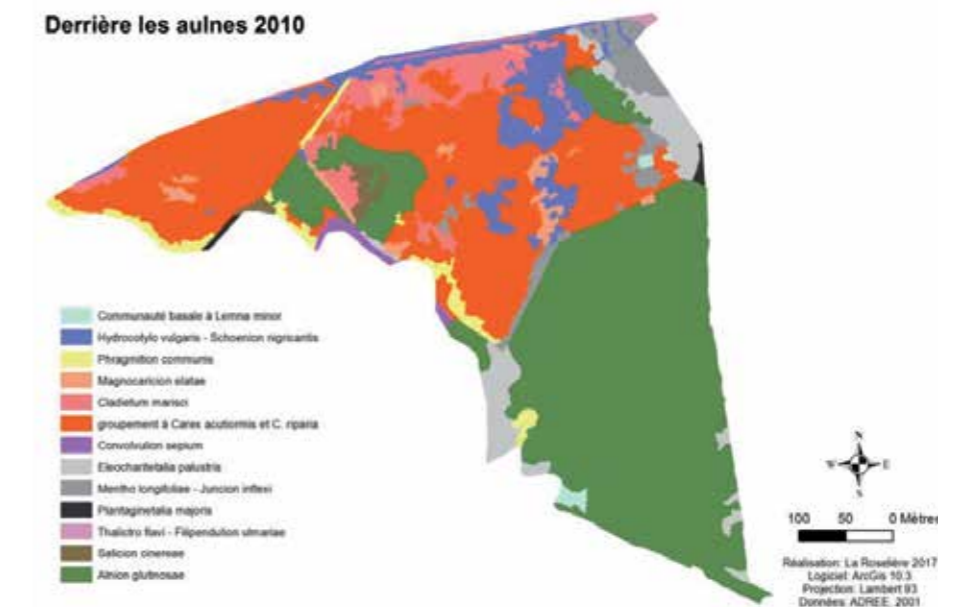
Figure 1
Cartographie de la végétation de la parcelle de Derrière les Aulnes en 2001 (données : CBNBI, 2001).



En 2010, le boisement au sud de la parcelle est toujours en place mais a été classé au sein des boisements hygrophiles de l'*Alnion glutinosae* Malcuit 1929 (Fig. 2). Le boisement à l'est de la parcelle a, quant à lui, disparu laissant la place à un groupement à *Carex acutiformis* et *Carex riparia*. Les travaux de déboisement sur le cœur de la parcelle ont également permis le développement de ces cariçaies. Cependant, l'apparition des végétations de jonchaies tourbeuses de l'*Hydrocotylo vulgaris - Schoenion nigricantis* dominée par *Juncus subnodulosus* accompa-

gné par *Hydrocotyle vulgaris*, *Carex panicea* et *C. lepidodarpa* constitue le fait majeur de cette cartographie. On note enfin la présence de végétations de prairies hygrophiles du *Mentho longifoliae - Juncion inflexi* T. Müll. & Görs ex B. Foucault 2008 et des *Eleocharitetalia palustris* de Foucault 2008 au nord de la parcelle. Ces végétations sont à mettre directement en relation avec la mise en pâturage, les secteurs concernés étant situés à l'entrée de la parcelle pour le troupeau et sur des espaces moins hygrophiles.

Figure 2
Cartographie de la végétation de la parcelle de Derrière les Aulnes en 2010 (données : ADREE, 2010).



Le premier plan de gestion s'achève donc avec le développement des cariçaies, de jonchaies et le maintien d'îlots boisés.

Gestion entreprise lors du plan de gestion 2013-2017

L'objectif opérationnel du deuxième plan de gestion concernant cette parcelle s'articule autour de la diversification des cariçaies et de la restauration de végétations herbacées patrimoniales.

Pour parvenir à cet objectif, 5 ha supplémentaires sont déboisés et le pâturage mixte bovin/équin est maintenu selon les

mêmes modalités que lors du premier plan de gestion. Cependant, afin d'éviter le surpâturage de l'entrée de la parcelle par le troupeau, la parcelle est subdivisée en plusieurs zones de pâturage.

Évolution de la végétation entre 2010 et 2016

Les campagnes de déboisements ont permis l'apparition d'une mégaphorbiaie du *Thalictro flavi - Filipendulion ulmariae* B. Foucault in J.M. Royer et al. 2006 ainsi que le développement des cariçaies à *Carex acutiformis* (Fig. 3).

Derrière les aulnes 2016

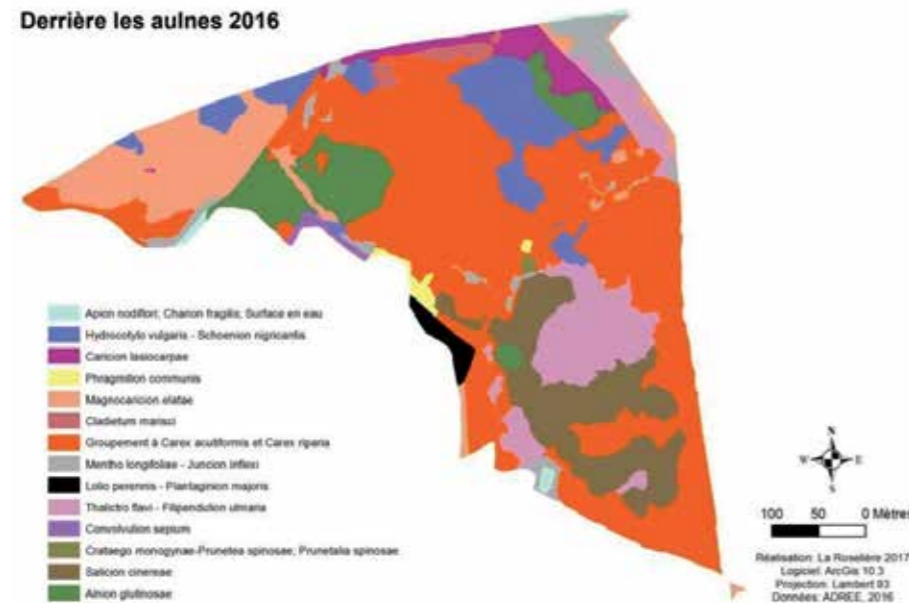


Figure 3
Cartographie de la végétation de la parcelle de Derrière les Aulnes en 2016 (données : ADREE, 2016).

Sur les secteurs déjà ré-ouverts en 2010, on observe le maintien de larges surfaces de cariçaies à *Carex acutiformis* mais également le développement de jonchaies de l'*Hydrocotylo vulgaris - Schoenion nigricantis*. On note également l'évolution de certaines végétations vers des groupements du *Magnocaricion elatae* autres que le groupement à *Carex acutiformis* voire localement une régression vers des groupements du *Caricion lasiocarpae*.

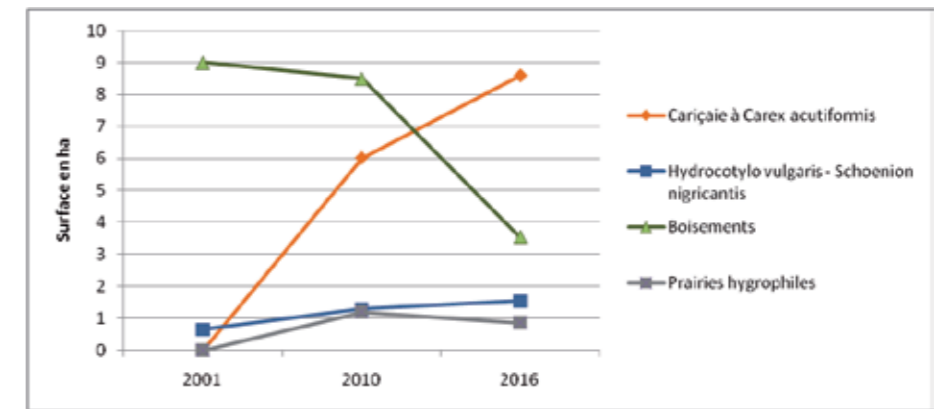
Enfin, les patches de végétations de prairies hygrophiles à l'entrée de la parcelle ré-

gressent au profit de végétations des mégaphorbiaies mésophiles.

Bilan de l'évolution de la végétation de la parcelle de Derrière les Aulnes entre 2001 et 2016

Les campagnes de déboisement successives ont permis la régression des boisements sur plus de la moitié de leur surface initiale (Fig. 4). Ces déboisements, par la remise en lumière ont induit une explosion de la surface des cariçaies à *Carex acutiformis*.

Figure 4
Évolution des surfaces relatives des différents groupements végétaux sur la parcelle de Derrière les Aulnes entre 2001 et 2016.



En parallèle, les végétations de l'*Hydrocotylo vulgaris - Schoenion nigricantis* connaissent une progression régulière mais faible. Enfin, les végétations de prairies hygrophiles, après avoir connu une progression importante sont en légère régression sur la durée du deuxième plan de gestion.

La situation semble donc indiquer une forte stabilité des cariçaies à *Carex acutiformis* malgré les efforts de pâturage pour faire régresser ces végétations vers des jonchaies tourbeuses. Cependant, le chemin parcouru depuis les boisements denses présents en

2001 est important et la progression constante des surfaces de jonchaies tourbeuses encourage le gestionnaire à poursuivre sur cette voie. Le maintien des animaux sur la parcelle l'hiver pourrait permettre une accélération de la transition des cariçaies vers les jonchaies tourbeuses. Cependant la pression de pâturage est volontairement maintenue à un niveau faible (moyenne de 0,6UMB/ha/an) afin d'éviter les phénomènes de dégradation de la tourbe en surface.

La parcelle du Pré Lecomte, exemple de gestion par la fauche

En 2001, la parcelle du Pré Lecomte présentait une végétation de cladiaie dense du *Cladietum marisci* colonisée par les fourrés de saules du *Salicion cinereae* sur au moins 30 % de sa surface. En limite nord de la parcelle persistait une végétation de l'*Hydrocotylo vulgaris - Schoenion nigricantis* le long d'un layon de chasse.

Gestion entreprise lors du plan de gestion 2006-2010

L'objectif opérationnel concernant cette parcelle consiste en la restauration d'habitats herbacés patrimoniaux depuis les végétations du *Scorpidio scorpioidis - Utricularion minoris* jusqu'au *Cladietum marisci* en passant par le *Caricion lasiocarpae* et les jonchaies de l'*Hydrocotylo vulgaris - Schoenion nigricantis*. Pour cela, un déboisement sans essouchage est réalisé sur 4 ha suivi d'une fauche exportatrice annuelle ou triennale selon les secteurs.

Compte tenu des caractéristiques de la parcelle (espace le plus humide de la tourbière, sols peu portants), des outils de gestion sont adaptés par une entreprise locale afin de pouvoir assurer la fauche et l'exportation des résidus. Ainsi, une faucheuse légère sur chenille est conçue pour la gestion. Les produits de fauche sont valorisés auprès d'un agriculteur local.

Évolution de la végétation entre 2001 et 2010

En 2001, la parcelle présente une végétation de cladiaie du *Cladietum marisci* avec localement des taux de recouvrement arbustifs importants et ceinturée par des layons relevant des végétations de jonchaies tourbeuses de l'*Hydrocotylo vulgaris - Schoenion nigricantis* ou des gouilles tourbeuses à *Potamogeton coloratus* (Fig. 5).

Pré Lecomte 2001

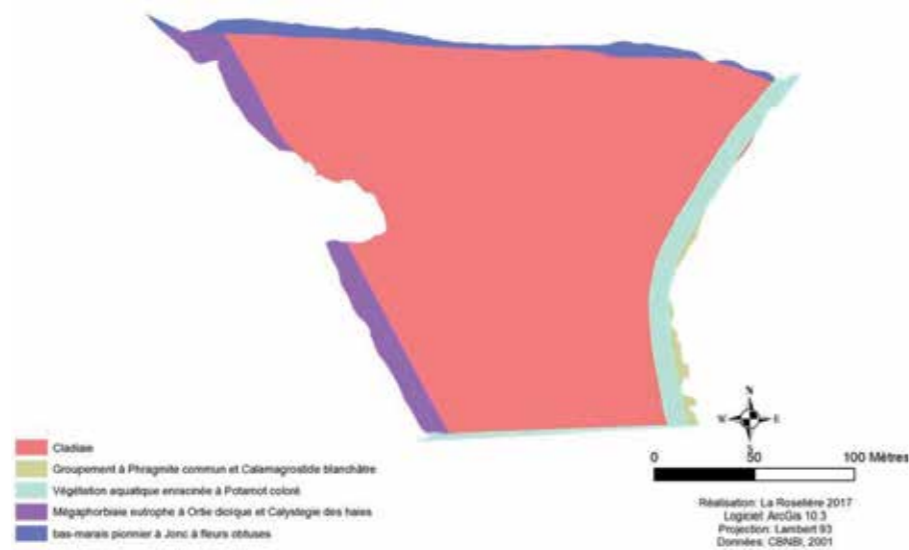


Figure 5
Cartographie de la végétation du Pré Lecomte en 2001 (données : CBNBI, 2001).

En 2010, la végétation de cette parcelle semble s'être largement diversifiée (Fig. 6). Si le taux de boisement a augmenté au sud de la parcelle au point de définir une végétation de saulaie arbustive du *Salicion cinereae*, les cladiaies sont encore majoritaires. Cependant, au sein de ce massif des patches de végétation du *Caricion lasiocarpae* et de l'*Hydrocotylo vulgaris - Schoenion nigricantis* apparaissent.

La fauche annuelle du layon au nord de la parcelle a conduit à une transition de la végétation depuis les jonchaies vers les cortèges de gouilles tourbeuses du *Caricion lasiocarpae*.

Cette évolution est le résultat non seulement de la fauche annuelle exportatrice pratiquée durant ce premier plan de gestion mais également du maintien avant la mise en place de la gestion conservatoire de pratique régulière de gestion pour la pratique de la chasse. En d'autres termes, cette transition vers des stades précoces de la dynamique a été plus facile au niveau de ce layon car la situation de départ était moins dégradée que sur le reste de la parcelle.

Pré Lecomte 2010

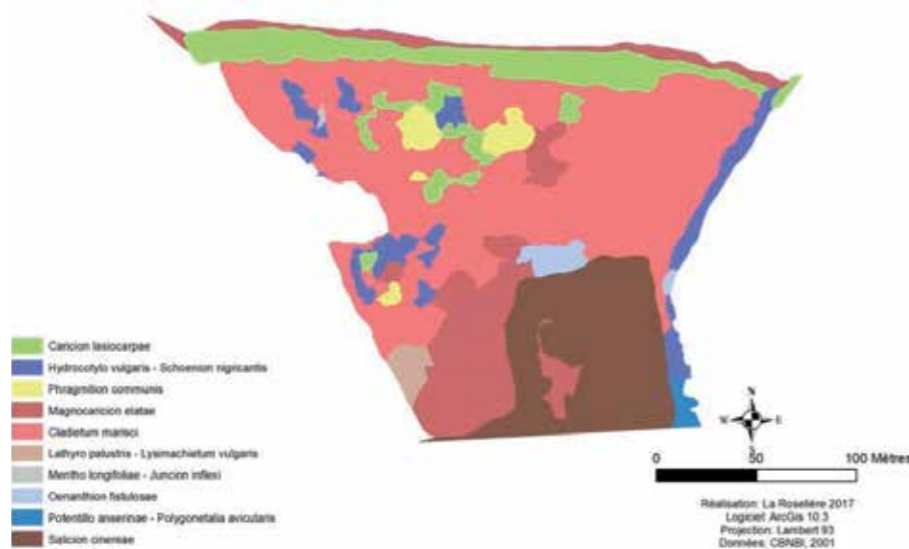


Figure 6
Cartographie de la végétation du Pré Lecomte en 2010 (données : ADREE, 2010).

Gestion entreprise lors du plan de gestion 2013-2017

Fort de ces premiers résultats, le deuxième plan de gestion confirme l'objectif de maintien d'une mosaïque d'habitats herbacés patrimoniaux. Un objectif complémentaire est ajouté. Il consiste à viser la diversification des cladiaies et le développement des espèces floristiques patrimoniales.

Pour cela, la fauche exportatrice est maintenue mais les rythmes de fauche sont adaptés aux végétations en place. Une fauche annuelle est réalisée sur les secteurs présentant des végétations de l'*Hydrocotylo vulgaris - Schoenion nigricantis* et des gouilles tourbeuses du *Caricion lasiocarpae* ainsi que sur le secteur sur lequel se développe une population de *Gentiana pneumonanthe* (*Gentiana pneumonanthe* L.). Le secteur fauché annuellement correspond au layon nord ainsi qu'à la moitié ouest de la parcelle.

Le reste de la parcelle est fauchée une fois tous les trois ans. L'objectif est ici de maintenir les cladiaies en favorisant la coexistence de surfaces de cladiaies denses et de sur-

faces de cladiaies plus ouvertes et diversifiées à l'échelle de la réserve.

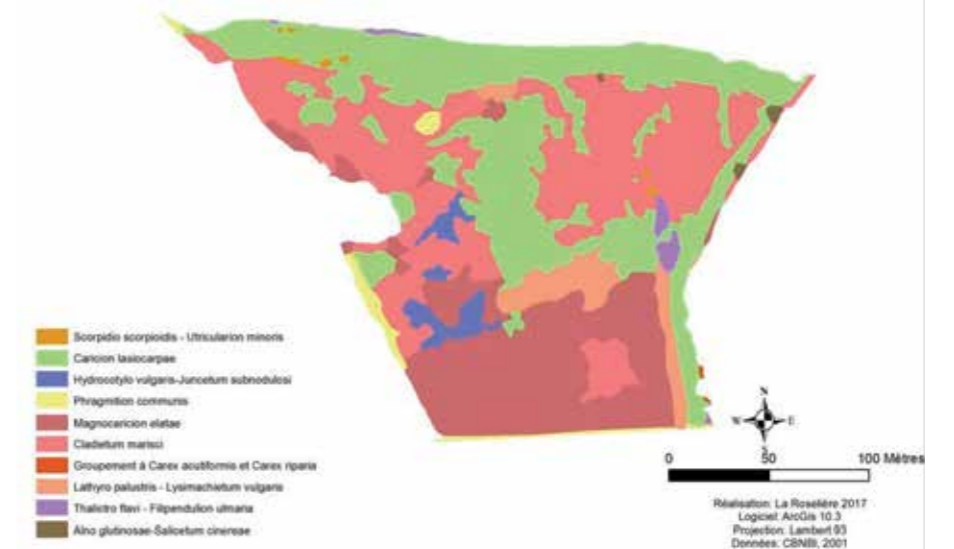
Évolution de la végétation entre 2010 et 2016

La fauche annuelle semble avoir favorisé le développement des surfaces de végétations du *Caricion lasiocarpae* (Fig. 7). On observe également une transition de la végétation du layon est vers les communautés de gouilles tourbeuses du *Scorpioides scorpioidis - Utricularion minoris*. D'une manière générale, les pratiques de gestion semblent extrêmement favorables au développement de la population de *Carex lasiocarpa* dont les effectifs ont fortement augmenté.

Sur le secteur en fauche triennale et fauché pour la dernière fois en 2014, on observe également des patches de végétations du *Caricion lasiocarpae* se développant sur les secteurs où les engins de fauche effectuent leurs manœuvres augmentant ainsi le nombre de passages, le tassement du sol et l'hydroporphie de surface.

Figure 7
Cartographie de la végétation du Pré Lecomte en 2016 (données : ADREE, 2016).

Pré Lecomte 2016



Bilan de l'évolution de la végétation de la parcelle de Pré Lecomte entre 2001 et 2016

L'étude de l'évolution des surfaces relatives des différentes végétations patrimoniales suivies (Fig. 8) indique une relative stabilité des surfaces des végétations de l'*Hydrocotylo vulgaris - Schoenion nigricantis*. À l'inverse, les surfaces des végétations du *Cladion marisci* et du *Caricion lasiocarpae* varient for-

tement confirmant la transition du cortège des cladiaies vers celui des tremblants tourbeux. Cette transition s'effectue sans passage par les végétations de tourbières basses de l'*Hydrocotylo vulgaris - Schoenion nigricantis* ou les autres groupements du *Magnocaricion elatae*.

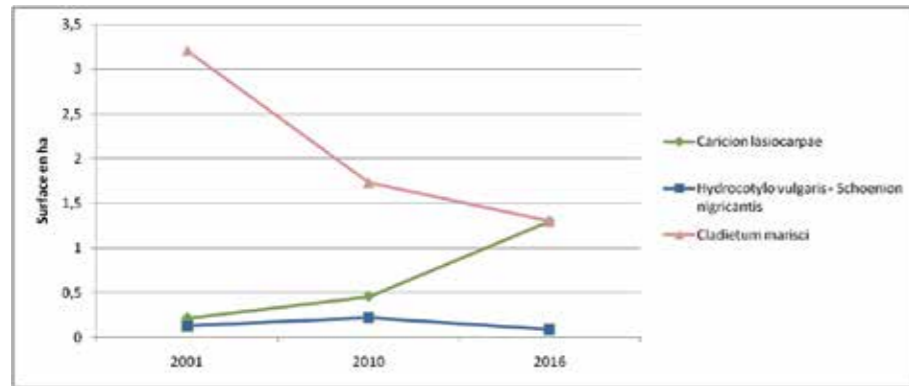


Figure 8
Evolution des surfaces relatives des différents groupements végétaux sur la parcelle du Pré Lecomte entre 2001 et 2016.

La baisse importante des surfaces de cladiaie indique également que la pression de fauche est suffisante, notamment sur la moitié est, aujourd'hui en fauche triennale, si l'objectif reste le maintien et un enrichissement du cortège floristique de ce groupement.

En définitive, les 15 ans de gestion de cette parcelle ont permis l'atteinte des objectifs des deux plans de gestion. La composition phytocénotique de la parcelle est passée d'une couverture presque intégrale de la

cladiaie à une mosaïque, à parts égales, de végétations du *Caricion lasiocarpae*, notamment du *Juncus subnodulosi* - *Caricetum lasiocarpae* (Wattez 1968) B. Foucault 2008 et du *Cladietum marisci*. Cette mosaïque se traduit notamment par la présence d'unités de végétation de surfaces conséquentes où *Carex lasiocarpa* se développe en populations denses et où *Cladium mariscus* est souvent absent des relevés.

La gestion pratiquée s'est ainsi avérée adaptée aux objectifs suivis.

Discussion

Les parcelles étudiées constituent un échantillon représentatif des pratiques de gestion mises en œuvre sur les secteurs les plus patrimoniaux de la réserve.

Ainsi, la remise en lumière, suite aux déboisements, conduit le plus souvent à l'apparition d'une cariçaie à *Carex acutiformis*. Celle-ci semble relativement stable malgré la mise en pâturage. Seule une augmentation de la pression de pâturage pourrait permettre de restaurer des végétations de jonchaies tourbeuses. Cette augmentation de la pression annuelle passe notamment par le maintien des troupeaux en période hivernale. En effet, les animaux consomment d'autant plus les *Carex* sp. qu'il n'y a plus d'autres sources d'alimentation.

Dans les secteurs fauchés qui correspondent le plus souvent aux espaces les plus hygrophiles, impropres au pâturage, les végétations semblent particulièrement réactives. Ainsi, quatre à cinq ans de fauche annuelle exportatrice pratiquée sur une cladiaie en cours de boisement permet de restaurer des jonchaies de l'*Hydrocotylo vulgaris* - *Schoenion nigricantis* voire des végétations de gouilles du *Caricion lasiocarpae* et par là

même de favoriser des espèces comme *Carex lasiocarpa* ou *Gentiana pneumonanthe*. Ces résultats doivent cependant être mis en relation avec l'évolution des niveaux d'eau sur la parcelle afin de déterminer quelle est la part de la gestion dans l'évolution constatée. Les données hydrologiques sont disponibles sur la réserve mais n'ont pas, à ce jour, fait l'objet d'une étude de confrontation avec les données de gestion et d'évolution des végétations.

La fauche triennale, quant à elle, permet d'entretenir des végétations du *Cladietum marisci* et d'éviter leur densification. Les données annuelles de végétations collectées en parallèle des cartographies quinquennales permettent de comprendre la dynamique de ces végétations entre chaque fauche. Ainsi, un an après la coupe de la cladiaie, on observe généralement une végétation proche de l'*Hydrocotylo vulgaris* - *Schoenion nigricantis*, la fauche favorisant le redéploiement de *Juncus subnodulosus* et de *Carex lepidocarpa*. Progressivement, *Cladium mariscus* se redéveloppe en une cladiaie d'abord diversifiée et au bout des trois ans, la cladiaie dense est de nouveau en

place. Cependant, on peut considérer que le rythme de réapparition de la cladiaie dense est tributaire notamment de la charge tro-

phique du milieu, le Pré Lecomte correspondant à une station particulièrement humide et oligotrophe.

Conclusion

La gestion conservatoire mise en œuvre sur la Réserve naturelle du marais de Vesles-et-Caumont depuis plus de 15 ans répond aux enjeux et aux responsabilités de préservation et de restauration de végétations de tourbières alcalines ouvertes. Ainsi, en fonction des végétations présentes et des contraintes liées à la sensibilité des milieux, des mesures de gestion telles que le pâturage ou la fauche ont été mises en place. En parallèle, un programme ambitieux de suivi des végétations à une échelle très fine a été mis en place afin d'évaluer l'impact de cette gestion.

Le bilan de ces 15 années de gestion montrent que la fauche permet d'atteindre les objectifs identifiés à conditions de moduler les rythmes d'intervention. De même, le pâturage permet d'entretenir les espaces après déboisement mais ne permet pas, avec la charge actuelle, de restaurer des végétations pionnières.

Au fil des années, les techniques de gestion se sont perfectionnées permettant aujourd'hui des interventions sur de larges surfaces. Cependant, cette gestion à l'échelle de la parcelle peut induire une uniformisation des végétations.

L'ensemble des enseignements tirés de la gestion mise en place doit permettre, notamment par l'identification des facteurs influençant la gestion, d'affiner non seulement les enjeux et les menaces pesant sur le patrimoine naturel de la réserve mais également les pressions de gestion à appliquer pour atteindre les objectifs conservatoires. Pour cela, des données complémentaires sur la trophie du milieu, le taux de minéralisation de la tourbe, les niveaux et la qualité des eaux doivent être collectées et mises en relation avec ces résultats de gestion afin d'affiner encore la compréhension du fonctionnement de ces végétations. Une étude prenant en compte les données climatologiques et les niveaux d'eau constatés depuis des années sur les parcelles est prévue au cours du nouveau plan de gestion. Cette étude devra permettre de déterminer le rôle des niveaux d'eau dans l'évolution des végétations. L'évolution constatée vient-elle renforcer ou freiner les efforts du gestionnaire ? L'expérience de la Réserve naturelle nationale du marais de Vesles-et-Caumont peut également être confrontée à d'autres expériences de gestion sur des milieux similaires afin de contribuer à une amélioration de la connaissance sur le fonctionnement et la gestion de ces écosystèmes particulièrement sensibles.

Bibliographie

- ADREE (Association pour le développement de la recherche et de l'enseignement sur l'environnement) 2007. – Étude de la végétation de la Réserve naturelle de marais de Vesles-et-Caumont. 56 p.
- ADREE (Association pour le développement de la recherche et de l'enseignement sur l'environnement) 2016. – *Mise à jour de la cartographie des végétations de la Réserve naturelle nationale du marais de Vesles-et-Caumont*. 22 p.
- CENTRE RÉGIONAL DE PHYTOSOCIOLOGIE AGRÉÉ CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE BAILLEUL, 2016. - *Liste des végétations du nord-ouest de la France (région Haute-Normandie, région Nord - Pas de Calais et région Picardie) avec évaluation patrimoniale et correspondance vers les typologies EUNIS et Cahiers d'habitats. Référentiel syntaxonomique et référentiel des statuts des végétations de DIGITALE. Version 1.2. DIGITALE (Système d'information floristique et phytosociologique) [Serveur]. Bailleul : Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 1994-2016 (date d'extraction: 14/10/2016).*
- CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE BAILLEUL 2001. – *Réserve naturelle du marais de Vesles-et-Caumont (Département de l'Aisne) Diagnostic typologique et cartographie des habitats d'intérêt patrimonial*. 127 p.
- LA ROSELIÈRE 2006. - *Plan de gestion 2006-2010*. 129 p.
- LA ROSELIÈRE 2013. - *Plan de gestion 2013-2017*. 249 p.
- SAVAUX M., LECUYER S., CANIVE J., DEVYST. & GREGOIRE F. 2017. - *Réserve naturelle nationale du Marais de Vesles-et-Caumont, Plan de gestion 2018-2022. Tome 1 : État des lieux des éléments déterminants pour la gestion de la Réserve naturelle*. 133 p.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=gripkeFh-5c>

Abstract

Evolution of a man's vision and his management of a private peaty marsh, in the Avre valley (Somme, France). In a few years, a cynegetic management enriched by a conservative management.

This presentation laid out the itinerary of a teenager with a passion for waterfowl hunting, who gradually developed the hunting management, initially deployed in 2005, towards a conservatory management integrating the floristic and phytosociological potential of an alkaline peaty marsh. This evolution in management practices has taken place in conjunction with a personal evolution, shaped by a school, scientific and naturalist curriculum. Ten years of marsh management are thus exposed in conjunction with the evolution of the vision of its manager who became a botanist over time.

Interested in improving waterfowl reception conditions, the first management operations in this family marsh consisted of reopening the area by cutting woodland. The need to keep an opening environment has gradually led to the establishment of a goat pasture. In parallel with these management actions, the increase of my botanical skills enabled me to undertake an inventory of the flora and vegetation community and to evaluate the impact of management practices. These have proved beneficial with the appearance of heritage interest plants and threatened vegetation.

In 2017 the marsh is still managed for hunting purposes, but with a complete integration of floristic and phytosociological potential. That's why, the goats now graze rather late on the islets (which concentrate the heritage), not before the end of June so that the plants have time to complete their biological cycle. If necessary, the refusals are mowed manually in September and burned on swath. The reed-bed and tall herbs are managed manually each year at the end of winter to limit the recovery of woody plants.

The objective today is to carry out a coherent management according to the stakes and the potentialities of the site, in order to maintain and even to optimize the expression of the local floristic and phytosociological heritage, this with limited human and financial means, while maintaining the initial vocation of the site. This presentation is a testimony of conservatory and hunting management applied to the preservation of a private marsh.

Keywords: Avre valley, alkaline peat marshes, hunting management, flora, phytosociology.

Résumé

Ce témoignage retrace l'itinéraire d'un adolescent passionné de chasse au gibier d'eau, qui a progressivement fait évoluer sa gestion cynégétique initialement déployée sur un marais tourbeux alcalin, vers une gestion conservatoire intégrant les potentialités floristiques et phytocénologiques. Cette évolution des pratiques de gestion s'est faite parallèlement à une évolution personnelle, façonnée par un cursus scolaire, professionnel et personnel, scientifique et naturaliste. Dix années de gestion d'un marais sont ainsi exposées conjointement avec l'évolution de la vision de son gestionnaire devenu botaniste au fil du temps.

La volonté de restaurer un milieu ouvert favorable au gibier d'eau a conduit progressivement à la mise en place d'un pâturage caprin. Parallèlement à ces actions de gestion, l'acquisition de compétences en botanique a permis d'entreprendre un recensement de la flore et des phytocénoses et d'évaluer l'impact des pratiques de gestion. Celles-ci se sont avérées favorables avec l'apparition de nombreuses plantes et végétations d'intérêt patrimonial.

En 2017, le marais est géré dans l'objectif d'optimiser l'expression du patrimoine floristique et phytocénologique, dans un contexte de moyens financiers et humains limités. Cette présentation met en lumière la compatibilité d'une gestion à la fois conservatoire et cynégétique d'un marais tourbeux privé.

Mots-clés : vallée de l'Avre, tourbière alcaline, gestion cynégétique, flore, végétations.

Évolution de la vision d'un homme et de sa gestion d'un marais tourbeux privé, en vallée de l'Avre (Somme, France). Une gestion cynégétique enrichie par une gestion conservatoire en quelques années

RAPHAËL COULOMBEL

Figure 1
Vue aérienne du site : les étangs de la Buerie, à Boves (Somme), novembre 2016 © R. COULOMBEL.



Conservatoire botanique national de Bailleul,
antenne Picardie,
14 allée de la Pépinière,
Village Oasis,
F-80044 Amiens Cedex 01 ;
r.coulombel@cbtnl.org

Introduction

En région Hauts-de-France et au cœur du département de la Somme, ce marais tourbeux alcalin se situe au sein de la vallée de l'Avre, affluent du fleuve Somme, sur la commune de Boves au lieu-dit les « Étangs de la Buerie » (Fig. 1). C'est à l'âge de quinze ans (en 2005), que mon attention s'est portée sérieusement sur la gestion de ce petit marais familial de deux hectares. Il était alors intégralement fermé par une végétation arborescente spontanée et dense, de plus de trente ans. En effet, le marais était initialement à l'abandon de tous usages, sans activités cynégétiques et pastorales. C'est pourquoi les premiers travaux de gestion entrepris furent la coupe de ligneux. L'intérêt pour moi à cette époque était uniquement cynégétique, avec l'objectif de rouvrir le milieu pour favoriser l'accueil des anatidés.

2005 : une gestion purement cynégétique

Déboisement et début en botanique

Les premières années d'intervention sur le site (de 2005 à 2010) se résumèrent à de la réouverture du milieu avec d'importants travaux d'abattage d'arbres et de fourrés de saules, massivement présents sur le site (Figs 2 & 3). Les boisements relevaient de l'alliance de l'*Alnion incanae* Pawl. in Pawl., Sokolowski & Wallisch 1928, et les fourrés du *Salicion cinereae* T. Mull. & Görs ex H. Passarge 1961. C'est à l'occasion de ces travaux de restauration cynégétique que j'ai commencé à m'interroger sur l'identité des plantes observées régulièrement, notamment celles qui apparaissaient après les travaux. J'ai ainsi cherché à mettre un nom sur la flore évoluant sous mes yeux en quelques années.

À l'aide d'une simple flore en couleur et d'un premier herbier, j'identifiais des taxons communs de zones humides comme *Carex paniculata* L., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Eupatorium cannabinum* L., *Phragmites australis* (Cav.) Steud., *Cirsium oleraceum* (L.) Scop.,...

J'ai pressenti rapidement l'existence de ce que j'appellerai plus tard une série dynamique, en découvrant notamment à quoi ressemble une mégaphorbiaie issue d'un déboisement, ou encore une roselière et des bas-marais s'installant après la restauration de fourrés du *Salicion cinereae* T. Mull. & Görs ex H. Passarge 1961. Ces observations de terrain se sont faites à l'époque sans connaître le nom de la science qui se cachait derrière, à savoir la phytosociologie. Ce n'est que bien plus tard que je me familiariserai avec cette science et ses concepts.



Figure 2
Illustration de la fermeture du milieu par des boisements spontanés de plus de trente ans, cliché du site en 2007
© R. COULOMBEL.

Figure 3

Illustration d'un boisement de l'*Alnion incanae*, en 2006 avant restauration © R. COULOMBEL.



2010-2015 : une gestion cynégétique « enrichie »

Le pâturage caprin dès 2011

Dès 2011, un pâturage caprin à l'aide de deux chèvres de race alpine a été mis en place sur les îlots récemment déboisés. Initialement, l'objectif était uniquement d'alléger le travail manuel d'entretien, en substituant par un pâturage les deux fauches annuelles réalisées à la débroussailluse. Pour ce faire, les chèvres ont été installées uniquement sur des îlots afin de s'affranchir de la pose de clôtures (Fig. 4).

Bien que cette race ne soit pas particulièrement réputée comme rustique ou adaptée

aux zones humides, ces chèvres (laitières à la base) se sont bien adaptées au milieu et à ses ressources. En effet, à leur arrivée sur un îlot, elles commencent toujours par consommer les feuilles de ligneux, puis elles consomment les plantes de mégaphorbiaie (à larges feuilles, donc relativement appétentes), comme *Cirsium oleraceum* (L.) Scop., *Eupatorium cannabinum* L. ou encore *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. Enfin, elles terminent par brouter les tiges et inflorescences peu appétentes, de *Juncus subnodulosus* Schrank, *Carex paniculata* L. et même *Cirsium palustre* (L.) Scop.

Figure 4

Pâturage caprin sur les îlots tourbeux, couverts par des végétations de l'*Hydrocotylo-Schoenion* suite aux travaux de restauration © R. COULOMBEL.



Au regard des bons résultats obtenus par le pâturage, le cheptel caprin s'est étoffé à partir de 2013 pour atteindre cinq animaux en 2015. Les îlots sont pâturés chaque année entre fin juin et début novembre. Exceptionnellement, certains îlots ont été pâturés dès la fin du mois de mai, notamment dans le cadre d'un « pâturage de restauration » après une coupe de ligneux, où la maîtrise

des rejets est l'objectif premier. Le pâturage de restauration est à distinguer d'un « pâturage courant » ou « d'entretien » qui a pour unique vocation de « bloquer » la dynamique naturelle de colonisation des ligneux. Ce pâturage a permis le maintien de milieux ouverts et le retour progressif de bas-marais alcalins sur les îlots tourbeux (Fig. 5), là où auparavant *Salix cinerea* L. dominait.



Figure 5
Cliché d'un des îlots tourbeux, pâturé par les chèvres depuis 2011 © R. COULOMBEL.

Un parcours personnel naturaliste entre 2013 et 2015

Étudiant en 2^e année de DUT, en 2013, j'ai découvert la botanique et la phytosociologie à travers un stage de cinq mois au Conservatoire botanique national de Bailleul (CBNBL). J'ai acquis ainsi de solides compétences en botanique sur les tourbières alcalines de la vallée de la Somme. J'ai commencé également à m'intéresser à la détermination des Characées avec l'aide précieuse et l'encadrement rigoureux d'Aymeric WATTERLOT et de Timothée PREY (CBNBL).

À l'occasion des premiers inventaires floristiques, j'ai enfin pu mettre un nom latin sur l'ensemble des Cypéracées, Poacées et

autres plantes vasculaires que je côtoyais depuis des années dans ce petit marais familial.

J'ai également découvert le fonctionnement des bas-marais alcalins, notamment le lien entre la flore, les phytocénoses et les caractéristiques trophiques, hydriques et pédologiques du sol. Je comprendrais plus tard le fonctionnement des séries dynamiques selon une approche symphytosociologique. Les travaux de gestion cynégétique se sont poursuivis, mais ont été enrichis par un regard naturaliste en visant des développements et des retours d'espèces et de phytocénoses rares et menacées.

2015-2017 : une « gestion cynégétique écologiquement responsable »

Un parcours personnel scientifique entre 2015 et 2017

Entre 2015 et 2017, mon parcours personnel a connu les jalons suivants :

- 2015 : étudiant en Master 1 « Patrimoine naturel et biodiversité » à Rennes 1 ;
- 2016 : étudiant en Master 2 « Expertise faune-flore » au Muséum national d'Histoire naturelle de Paris ;
- 2017 : Chargé d'études au CBNBL (botanique et phytosociologie).

Ce parcours scientifique et naturaliste a façonné chez moi un vaste intérêt pour la botanique et la phytosociologie, avec une prédilection pour les zones humides.

Depuis le premier *Carex paniculata* déterminé en 2008 à Boves (80) avec une flore en couleur, je traque aujourd'hui les Characées et les petits carex turfcocoles de groupes difficiles comme *Carex appropinquata*, *C. flava*, *C. mairei*, *C. diandra*...

Résultats depuis 2015

Aujourd'hui, un peu plus de la moitié du site (soit plus d'un hectare) a été déboisée, représentant quatre-vingt stères de bois évacués. Des mégaphorbiaies du *Valeriano repentis - Cirsietum oleracei* (Chouard 1926) B. Foucault 2011 ont succédé aux boisements sur les zones topographiques les plus hautes et de la roselière atterrie du *Solano dulcamara - Phragmitetum australis* (Krausch 1965) Succow 1974 sur les zones plus basses. Quatre îlots déboisés sont désormais couverts par une végétation de bas-marais tourbeux de *Hydrocotylo vulgaris - Juncetum subnodulosi* (Wattez 1968) B. Foucault in J.M. Royer *et al.* 2006, notamment grâce au pâturage caprin (qui assure la pérennité de ces végétations prairiales). Les chèvres effectuent un pâturage tournant et plutôt tardif entre les différents îlots. En effet, les périodes de pâturage sont adaptées : pas avant fin juin pour que les plantes vasculaires aient le temps de fructifier. Si nécessaire, les refus de pâturage sont fauchés manuellement en septembre et brûlés sur andains avec un feu courant superficiel (pratique habituelle en vallée de la Somme et affluents, qui permet de ne pas dégrader la tourbe). C'est d'ailleurs sur ces îlots que se concentre aujourd'hui la patrimonialité floristique et

phytocénotique du site. Un retour de plusieurs taxons turfcocoles des bas-marais ouverts a été constaté depuis 2015 : *Peucedanum palustre* (L.) Moench, *Carex lepidocarpa* Tausch, *Carex nigra* (L.) Reichard et *Carex distans* L. Outre l'expression de la banque de semences du sol suite aux déboisements, des apports exogènes sont supposés, en particulier par hydrochorie (*Peucedanum palustre*) et notamment à partir d'un vaste marais cynégétique situé à l'amont.

Une bonne entente avec le propriétaire privé de ce vaste marais voisin de soixante-dix hectares permet depuis trois ans de gérer d'autres îlots par pâturage sur sa propriété. Sur ce site limitrophe, les hutteurs mènent eux aussi des travaux de restauration similaires, depuis une dizaine d'années, avec d'importants déboisements et la restauration de bas-marais à travers la création puis l'entretien annuel de platières à bécassines. Nos bonnes relations humaines et nos échanges réguliers sur notre gestion respective nous amène aujourd'hui à travailler ensemble pour réaliser un pâturage caprin tournant sur une dizaine d'îlots répartis sur les deux propriétés (les chèvres sont alors déplacées en barque entre les îlots). Par ailleurs, mon regard de botaniste a permis une meilleure prise en compte des enjeux floristiques et phytocénocotiques de ce site voisin. Ce travail partenarial contribue au maintien de continuités écologiques favorables à la faune et la flore, grâce à l'ampleur locale des zones ouvertes.

En 2017, ce petit marais familial est toujours géré à des fins cynégétiques, mais avec une complète intégration des potentialités floristiques et phytocénocotiques. Des étrépages localisés et des creusements de petites mares, effectués manuellement, ont eu lieu dans un objectif expérimental en faveur des végétations pionnières de Characées et de Cypéracées. La gestion menée sur le site pourrait être qualifiée de « cynégético-écologique », dans la mesure où elle allie les deux objectifs.

Les taxons d'intérêt patrimonial observés sur le site en 2017

Le site de deux hectares abrite aujourd'hui vingt espèces d'intérêt patrimonial pour l'ex-région Picardie (selon HAUGUEL & TOUSSAINT 2012).

Liste d'espèces d'intérêt patrimonial (ordre alphabétique) :

- *Carex distans* L.
- *Carex lepidocarpa* Tausch
- *Carex nigra* (L.) Reichard
- *Carex panicea* L.
- *Equisetum fluviatile* L.
- *Hydrocotyle vulgaris* L.
- *Hydrocharis morsus-ranae* L.
- *Hippuris vulgaris* L.
- *Juncus subnodulosus* Schrank
- *Lychnis flos-cuculi* L.
- *Myriophyllum verticillatum* L.
- *Nymphaea alba* L.
- *Potamogeton berchtoldii* Fieb.
- *Peucedanum palustre* (L.) Moench
- *Ribes nigrum* L.
- *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla
- *Sparganium emersum* Rehm.
- *Thalictrum flavum* L.
- *Thelypteris palustris* Schott
- *Utricularia* gr. *australis/vulgaris*

Figures 6, 7 & 8

Inflorescence de *Schoenoplectus lacustris* / Inflorescence de *Carex nigra* / Ombelle de *Peucedanum palustre*
© R. COULOMBEL.



Quelques pieds de *Schoenoplectus lacustris* (Fig. 6) sont présents de manière sporadique sur le site ; des centaines de *Thelypteris palustris* et *Carex panicea* sont observables sur les îlots et sur les bords de chemins fauchés.

De nombreux pieds de *Lychnis flos-cuculi* sont apparus sur les îlots suite au déboisement puis à la mise en place du pâturage, tout comme *Hydrocotyle vulgaris* et *Juncus subnodulosus*.

Le pâturage a favorisé également certains *Carex* comme *Carex distans*, *C. lepidocarpa*, *C. panicea*, *C. nigra* (Fig. 7) qui sont apparus sur les îlots tourbeux après plusieurs années de pâturage de restauration. Un délai de deux à trois ans constitue souvent le temps nécessaire pour que les végétations de bas-marais s'installent progressivement, après un déboisement et une mise en pâturage.

Deux espèces protégées régionalement (ex-région Picardie) sont présentes sur le marais, à savoir :

- *Peucedanum palustre* (Fig. 8), apparu suite aux déboisements sur les berges d'étangs où il se développe fréquemment sur des touffes de *Carex paniculata*. La population s'étend chaque année grâce à la gestion ;

- *Utricularia* gr. *australis/vulgaris*, à la dérive dans la pièce d'eau et en bord de berges. (Attention : un seul de ces deux taxons est protégé, mais la distinction entre les deux espèces est délicate et fait parfois l'objet de nombreuses confusions selon TISON & de FOUCAULT, 2014).

Les végétations observées sur le site en 2017

Les travaux de restauration et de coupe de ligneux ont permis l'installation de quatre végétations d'intérêt patrimonial pour la Picardie :

- le bas-marais de l'*Hydrocotylo vulgaris* - *Juncetum subnodulosi* (Wattez 1968) B. Foucault in J.M. Royer *et al.* 2006 (très rare et vulnérable), sur les îlots déboisés puis pâturés (Fig. 9) ;
- la roselière du *Thelypterido palustris* - *Phragmitetum australis* Kuyper 1957 em. Segal & V. Westh. in V. Westh. & den Held 1969 (rare et vulnérable), apparue après le déboisement de fourrés de l'*Alno glutinosae* - *Salicetum cinereae* H. Passarge 1956 (Fig. 10) ;
- la mégaphorbiaie du *Valeriano repentis* - *Cirsietum oleracei* (Chouard 1926) B. Foucault 2011 (peu commune et quasi

menacée), qui a succédé, après déboisement, à une végétation forestière de l'*Alnion incane* Pawl. in Pawl., Sokolowski & Wallisch 1928 ;

- une communauté fragmentaire du *Charetum vulgaris* Corill. 1949 (car il manque *Chara aspera* et *Chara contraria*), apparue sur quelques mètres carrés après le creusement (en 2014) d'une petite mare déconnectée des étangs, au sein d'une mégaphorbiaie du *Valeriano repentis* - *Cirsietum oleracei*.

L'objectif de ce creusement était de mettre en évidence l'expression de la banque de semences du sol concernant les Charophytes. Le résultat fut concluant avec le développement rapide d'un herbier de *Characeae*, contenant deux taxons : *Chara vulgaris* var. *vulgaris* L. et *Chara globularis* Thuill.

(Les statuts de rareté et de menace des végétations sont issus de l'évaluation patrimoniale des végétations de Picardie par PREY & CATTEAU 2014).

Figure 9
Végétation de l'*Hydrocotylo vulgaris* - *Juncetum subnodulosi*, observable sur les îlots pâturés © R. COULOMBEL.



Figure 10
Végétation du *Thelypterido palustris* - *Phragmitetum australis*, succédant aux fourrés de l'*Alno glutinosae* - *Salicetum cinereae* © R. COULOMBEL.



Conclusion

La gestion mise en place sur ce site a un double objectif : optimiser l'expression du patrimoine floristique et phytocénotique, tout en maintenant la vocation initiale des lieux, à savoir la chasse du gibier d'eau. Cette gestion est réalisée sur du temps libre par l'auteur, aidé ponctuellement de quelques amis, et sans financement particulier.

Ce retour d'expérience d'une gestion « cynégétique et écologiquement responsable » met en avant la compatibilité et l'articulation possible d'une gestion à la fois conservatoire et cynégétique des marais tourbeux, notamment lorsqu'il s'agit d'un site chassé pour le gibier d'eau.

En effet, les objectifs de gestion (floristique et phytocénotique) sont convergents, entre un gestionnaire de milieu naturel et un sauvaginer (chasseur à la hutte). Car ce mode de chasse nécessite de restaurer ou de maintenir des milieux ouverts pour favoriser l'accueil et l'alimentation de l'avifaune migratrice. Donc, tout comme le gestionnaire de bas-marais souhaite maintenir des espaces pâturés ou fauchés pour conserver le patrimoine floristique et phytocénotique d'un site, le hutteier fauche ou fait pâturer les abords de sa mare de chasse ou de ses « platières à bécassines », afin de maintenir le milieu ouvert et donc accueillant pour l'avifaune. Ces propos ne peuvent pas être généralisés à toutes les pratiques cynégétiques, effectivement certains modes de chasse, comme la chasse au gros gibier ou encore à la Bécasse des bois, n'ont pas vocation à maintenir des zones humides ouvertes et pâturées. Au contraire, ils privilégient l'évolution spontanée et la fermeture du milieu.

Cependant, les hutteiers quant à eux gèrent des végétations de bas-marais (parfois sur des dizaines d'hectares), non pas pour leurs valeurs intrinsèques en tant que patrimoine phytocénotique (car la plupart du temps ils l'ignorent), mais pour la fonction d'habitat d'espèces (chassables) qu'elles remplissent, notamment en accueillant l'avifaune migratrice tant convoitée.

Il serait souhaitable de voir ce type de gestion « cynégético - écologique », s'étendre à d'autres sites chassés pour le gibier d'eau et présentant des potentialités écologiques notables. En effet, ce qui semble incompatible pour deux « mondes » présumés en opposition, est en réalité parfaitement compatible. Ces deux « mondes » issus de cultures différentes ne s'opposent pas en tous points, bien au contraire, mais généralement ils se méconnaissent et donc se craignent. L'Homme a toujours peur de ce qu'il ne connaît pas. Favoriser le dialogue et accepter quelques divergences d'opinions pourrait être un premier pas partenarial en faveur de la conservation du patrimoine floristique et phytocénotique. Rapprocher le monde naturaliste et le monde cynégétique (à minima autour des bas-marais) est faisable, et c'est notre souhait.

Bibliographie

- BAILLY G. & SCHAEFER O., 2010. - *Guide illustré des Characées du nord-est de la France*. Conservatoire Botanique national de Franche-Comté. 96 p.
- CRASSOUS C., KARAS F. 2007 - *Guide de Gestion des Tourbières & marais alcalins des vallées alluviales de France septentrionale*. Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, Pôle relais tourbières. 199 p.
- FRANÇOIS R., PREY T. (coord.), HAUGUEL J.-C., CATTEAU E., FARVACQUES C., DUHAMEL F., NICOLAZO C., MORA F., CORNIER A. WATTERLOT V., LEVY T., VALET J.-M., 2012. - *Guide des végétations des zones humides de Picardie*. CRP/CBN Bailleul. 656 p.
- HAUGUEL J.-C. & TOUSSAINT B. (coord.) 2012. - *Inventaire de la flore vasculaire de la Picardie (Ptéridophytes et Spermatophytes) : raretés, protections, menaces et statuts*. Version n°4d - novembre 2012. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, Société Linnéenne Nord-Picardie, mémoire n.s. n°4, 132 p. Amiens.
- LAMBINON J., VERLOOVE F., DELVOSALLE L., TOUSSAINT B., GEERINCK D., HOSTE I., VAN ROSSUM F., CORNIER B., & SCHUMACKE R., VANDERPOORTEN A., & VANNEROM H. 2012. - *Sixième édition de la Nouvelle flore de la Belgique, du grand-duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines*. Edition du Jardin botanique national de Belgique. 1 195 p. Meise.
- MOURONVAL J.-B., BAUDOUIN S., BOREL N., SOULIÉ-MÄRSCHÉ I., KLESCZEWSKI M. & GRILLAS P. 2015. - *Guide des Characées de France méditerranéenne*. Office national de la chasse et de la faune sauvage, Paris. 214 p.
- PREY T. & CATTEAU E. (coord.), 2014. - *Inventaire des végétations du Nord-Ouest de la France. Partie 2b : évaluation patrimoniale des végétations de Picardie*. Vers° 1 / avr. 2014. CRP/CBN Bailleul, avec la collaboration du Collectif phytosociologique du Nord-Ouest de la France. 36 p.
- PREY T. & WATTERLOT A. 2016. *Inventaire des végétations à Characées (Charetea fragilis F. Fukarek 1961) sur le territoire picard (Aisne, Oise et Somme) : évaluation patrimoniale*. Version n° 1 / décembre 2016. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 16 p. Bailleul. Doc. PDF. Disponible sur http://www.cbnbl.org/IMG/pdf/cat_taxon_chara_v2.pdf.
- TISON J.-M. & de FOUCAULT B. 2014. - *Flora gallica : flore de France*. Biotope édition. Mèze. xx + 1 196 p.

Pour visionner cette intervention

https://www.youtube.com/watch?v=sKlj_Ehpqvw

Résumé

Dans le monde et notamment en Algérie, l'importance des mares temporaires a été longtemps ignorée, mais depuis quelques années leur intérêt n'est plus à démontrer. Malgré cet état d'avancement sur leurs enjeux, de nombreuses mares restent méconnues, principalement sur le plan de conservation. C'est le cas des mares temporaires du djebel Megriss, situé au nord de l'Algérie. Elles sont menacées de pollution, de surexploitation (surpâturage, abreuvement, pompage d'eau pour l'irrigation) et de comblement.

Conserver veut dire garder intact ce qui est précieux à nos yeux. La préservation des mares sous-entend la préservation *a priori* des milieux avoisinants. Cette préservation ne peut se concevoir qu'en prenant en considération les continuités écologiques intra et inter mares.

Notre constat sur l'état des mares temporaires inventoriées dans djebel Megriss, montre que ces habitats n'entrent dans aucune politique de conservation du patrimoine naturel.

Pour remédier à cette lacune, nous proposons quelques pratiques permettant d'aménager les mares selon une approche locale.

Afin de minimiser l'impact anthropique et de contribuer à la préservation de ces ressources, nous proposons la sensibilisation des populations locales notamment les propriétaires des terres (par exemple leur expliquer l'impact de la disparition des mares sur le rendement de leur produits agricoles), la dépollution des mares, la délimitation de sites accessibles au public afin de limiter l'accès aux habitats situés près des mares. Le choix de ces sites sera en fonction du type, de l'accessibilité et de l'importance écologique de l'habitat.

Nous invitons les autorités à prendre en considération les mares du djebel Megriss dans toute stratégie de conservation et d'aménagement.

La conservation des mares temporaires repose d'une part sur l'implication de la population locale, et, d'autre part, sur les services forestiers, les associations, les politiciens et les scientifiques (écologues, aménagistes, paysagistes et environnementalistes).

Mots-clés : djebel Megriss, mares temporaires, menaces, état de conservation, propositions.

Abstract

State of conservation of temporary pools in djebel Megriss (High Plateaus within Setif Province, North of Algeria)

In the world and especially in Algeria, temporary ponds are often poorly known and their importance is ignored. This is also the case of the temporary ponds in djebel Megriss which is located in northern Algeria. They are threatened by pollution, overexploitation (overgrazing, watering, pumping of water for irrigation) and filling.

To preserve means to keep intact what is precious to us. The preservation of ponds implies in prior the preservation of the surrounding environments; this preservation can only be conceived by taking into consideration the ecological continuities within and between ponds.

Our assessment of the state of the temporary ponds inventoried in djebel Megriss showed that they are marginalized by the government. These habitats are not part of any natural heritage conservation policy.

To overcome this shortcoming, we suggest some practices allowing to develop the ponds according to a local approach. To minimize the anthropogenic impact and to contribute to the preservation of these resources we propose:

- The sensitization of the local populations and in particular the owners of the lands, it must be important to explain to them the impact of the disappearance of the ponds on the yield of their agricultural products.
- The depollution of temporary ponds of all wastes and invasive plants by volunteers (students, forest agents, rural people).
- The delimitation of the sites accessible to the public. The choice of these sites will depend on the type of accessibility and the ecological importance of the habitat.

We incite the authorities to consider djebel Megriss ponds in any conservation and management strategy.

The conservation of temporary ponds is based on the involvement of the local population on forest services, associations, politicians and scientists (ecologists, forest managers, landscapes and environmentalists).

Keywords: djebel Megriss, temporary ponds, threats, state of conservation, propositions.

Premier aperçu sur l'état de conservation des mares temporaires du djebel Megriss (Hautes plaines sétifiennes, nord de l'Algérie)

NACIRA BOULAACHEB⁽¹⁾, FAROUK AMRAOUI⁽²⁾, CHEMEDINE BOUGUERNE⁽²⁾, NACIRA SAOULI⁽²⁾, KARIMA YAICI⁽²⁾ & RACHID GHARZOULI⁽²⁾

⁽¹⁾Département de pharmacie, Faculté de médecine Université Ferhat ABBAS Sétif 1, Algérie ;

⁽²⁾Département de biologie et écologie végétales, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université Ferhat ABBAS Sétif 1, Algérie ; boulaacheb1bv@yahoo.fr

Introduction

L'intérêt des zones humides a été démontré par de nombreuses études (ALLAM *et al.*, 2017 ; LARIBI *et al.*, 2016 ; MOLINA, 2005 ; HAMMADA *et al.*, 2004 ; MEDAIL *et al.*, 1998 ; etc.).

Néanmoins, la croissance démographique et l'extension des aires agricoles ont conduit à leur régression, voire à leur disparition partielle ou totale. Aujourd'hui, ces écosystèmes suscitent l'intérêt de nombreuses organisations (Convention de Ramsar, Directive Habitats, Medwet, IUCN, etc.).

Après son adhésion à la convention de Ramsar en 1982, l'état algérien soucieux de la protection de son patrimoine naturel, a mis en place une stratégie nationale qui implique l'ensemble des ministères, les collectivités locales et la société civile. La réalisation de cette stratégie est sous la tutelle de la direction générale des forêts. Cette stratégie consiste en l'inventaire des zones humides et en l'élaboration de plans de gestion de leurs ressources. La wilaya de Sétif, située au nord de l'Algérie, est connue par ses zones humides salées. Elles sont au nombre de cinq (Chott El Beida, Chott El Fraina, Chott El Hamiet, Sebkhath Guellel, Sebkhath Bazer). Trois de ces zones sont classées site Ramsar : Chott El Hamiet, Sebkhath Bazer et Chott El Beida (DIRECTION GÉNÉRALE DES FORÊTS 2004).

Le climat et la nature du territoire de la wilaya permettent de déterminer un autre hydrosystème. Il s'agit des mares temporaires qui ne sont pas moins importantes que les trois zones humides inscrites sur la liste Ramsar.

En Algérie, notamment à Sétif, les mares temporaires appelées localement « Madjene », sont nombreuses et diversifiées par leur taille, leur profondeur, leur forme et leurs conditions écologiques. Elles sont des niches écologiques pour de nombreux taxons faunistiques (Plus de 80 % d'invertébrés principalement des insectes et des crustacés...) et floristiques parmi lesquels les ptéridophytes caractéristiques de l'habitat (*Isoetes*, *Marsilea*, *Pilularia*, SAMRAOUI 2004).

En raison de la vulnérabilité de ces habitats et de leur exploitation par la population locale, nous avons jugé utile de faire le point sur leur état de conservation.

Les groupements végétaux des mares du djebel Megriss

Les mares recensées à djebel Megriss depuis 2005 jusqu'à 2016 sont au nombre de trente-sept (AMRAOUI et BOUGUERNE 2016). En mai 2017, quatre autres mares viennent enrichir l'inventaire en montrant l'importance

patrimoniale et l'originalité du site. Au total, quarante et une mares sont recensées. Selon l'espèce ou les espèces dominantes et la durée de submersion, neuf types de mares ont été définis : mares à *Ranunculus*

aquatilis L., mares à *Butomus umbellatus* L., mares à *Glyceria fluitans* (L.) R. Br. et *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult., mares à *Alisma lanceolatum* With., mares à *Ranunculus hederaceus* L., mares à *Callitriche stagnalis* Scop., mares à *Helosciadium nodiflorum* (L.) W.D.J. Koch, mares à *Sparganium erectum* L. subsp. *neglectum* (Beeby) K.Richt et mares à *Chara* (BOULAACHEB *et al.*, 2007). La nomenclature des espèces suit celle de DOBIGNARD et CHATELAIN selon la base des données : AFRICAN PLANT DATABASE, VERSION 3.4.0.

ALLAM *et al.* (2017), définissent cinq types de mares dans la région d'Annaba située dans la Numide littorale au Nord-est de l'Algérie. Deux mares se trouvent dans djebel Megriss, il s'agit des mares à *Ranunculus aquatilis* L. et mares à *Alisma lanceolatum* With.

Les zones humides en montagne varient considérablement, tant dans leurs dimensions que dans leur régime hydrique permanent ou non. Selon la taille, nous pouvons distinguer les grandes mares dont la circonférence atteint 1 km et les petites mares (de 1 à 60 mètres). D'une manière générale, les eaux des mares sont des eaux stagnantes, à régime saisonnier lié aux fluctuations pluviométriques. Selon l'indice biologique d'ELLENBERG (1988), les mares sont peu minéralisées à minéralisées, alcalines et riches en azote et en phosphore. La valeur du pH varie de 6,5 à 8. La turbidité est nulle à élevée. Le courant est faible à moyen.

La profondeur de l'eau varie de quelques centimètres à un mètre et demi. La plupart des mares, particulièrement celles de faible

dimension, sont asséchées en été, notamment aux mois de juillet et août, période la plus sèche de l'année.

Selon BOULAACHEB *et al.* (2011), la végétation des mares forme des parvoroselières méso-eutrophes fermées, avec la présence d'*Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult., *Alisma lanceolatum* With., *Alopecurus bulbosus* Gouan, *Galium palustre* L., *Sparganium erectum* L. infiltrées par *Ranunculus ophio-glossifolius* Villars, *Ranunculus aquatilis* L., *Ranunculus lateriflorus* DC. Ces formations se caractérisent par un niveau d'eau élevé et par une longue période d'inondation. Les parvoroselières méso-eutrophes ouvertes se caractérisent par la présence de *Ranunculus philonotis* Ehrh., *Juncus heterophyllus* Desf., *Ranunculus macrophyllus* Desf., *Juncus bufonius* L., *Cerastium atlanticum* Dur., *Anacamptis palustris* (Jacq.) R. M. Bateman, Pridgeon et M. W. Chase, *Cyperus esculentus* L., *Mentha suaveolens* Ehrh. Elles correspondent à des prairies inondées ouvertes, pâturées par les troupeaux en raison de leur herbe abondante.

Des groupements végétaux héliophytes longuement inondés semblables à ceux du djebel Megriss ont été décrit en Corse par PARADIS *et al.* (2009). En Algérie, LARIBI (2016), a distingué différents groupements inféodés aux mares temporaires dans le nord-est de la grande Kabylie. Parmi ces groupements des parvoroselières à *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult. et *Glyceria notata* Chevall., des parvoroselières à *Alisma lanceolatum* With. et des parvoroselières à *Galium elongatum* C. Presl et *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult.

Ces habitats constituent un bon refuge pour les espèces végétales et animales. La majorité des espèces végétales recensées appartiennent à l'élément européen. Elles trouvent refuge dans ces habitats (*Alisma lanceolatum* With., *Oenanthe globulosa* L., *Barbarea vulgaris* subsp. *intermedia* (Bor.) M., *Butomus umbellatus* L., *Carex distans* L., *Carex pendula* Hudson, *Lythrum hyssopifolia* L., *Lythrum portula* (L.) D. A. Webb, *Montia fontana* subsp. *chondrosperma* (Fenzl) Walters, *Groenlandia densa* (L.) Fourr. etc.). Ces plantes contribuent à l'équilibre de l'écosystème, en enrichissant l'eau en oxygène, en améliorant l'eau par épuration, en servant

Intérêt et usage des mares

Elles présentent un intérêt écologique, économique et social. Leur importance biologique et écologique a été démontrée par une analyse floristique et biogéographique de la végétation (BOULAACHEB *et al.* 2007 ; BOULAACHEB *et al.* 2011).

Situées au pied des falaises, près des rochers ou en aval des talwegs, les mares jouent le rôle de bassins. Elles récupèrent l'eau des pluies ou de la fonte des neiges, évitant ainsi l'inondation des terres et la perte de l'eau. Il y a moins de ruissellement ; elles absorbent l'excès d'eau, qu'elles restituent progressivement en période de sécheresse.

d'abri aux animaux et en diminuant le phénomène de l'érosion. Elles constituent l'habitat nécessaire à la reproduction et à l'alimentation d'une faune menacée: Amphibiens (*Rana*, *Bufo*,...), Insectes (*Odonata*, *Meliphetes*,...) Crustacés (*Diaphanosoma*, *Daphnia* ...), Oiseaux (*Anas*, *Ciconia*, *Bubulcus*...).

Les mares influent sur le climat local par évaporation et évapotranspiration. Par évaporation, les mares submergées chargent l'air d'humidité et participent à la formation des nuages qui, à leur tour, vont restituer cette

État de conservation

Les zones humides, leur eau et leur biodiversité constituent les supports incontournables et incontestables de tout développement durable en Algérie (DIRECTION GÉNÉRALE DES FORÊTS 2004).

La petite superficie de ces habitats et leur inclusion dans une matrice paysagère agricole où les pressions anthropiques sont fortes rendent leur conservation difficile (GRILLAS *et al.* 2004).

La conservation des mares nécessite la mobilisation de tous les acteurs, principalement les acteurs locaux (publics, politiques, administrateurs, scientifiques...).

La préservation des biotopes et écosystèmes nationaux en Algérie a été classée

Propositions de conservation

Notre contribution dans la préservation des mares se veut à une intervention rapide selon une approche locale.

Sensibilisation

Montrer les intérêts écologiques et socio-économiques des mares temporaires par des panneaux éducatifs (Fig. 1). Pour ne pas nuire à l'esthétique du site et respecter son harmonie paysagère, il est préféré

eau. Par évapotranspiration, les plantes, en dégageant de l'eau, contribueront au maintien de l'humidité atmosphérique de l'air. Elles sont utilisées pour l'irrigation des cultures maraîchères principalement la culture de la pomme de terre. L'eau de certaines mares est pompée et transportée dans des citernes. Les plantes sont soit broustées par le troupeau, soit récoltées pour la médication traditionnelle (*Helosciadium nodiflorum* (L.) W.D.J. Koch, *Rorippa nasturtium-aquaticum* (L.) Hayek,...).

priorité nationale numéro un dans le Plan d'action et stratégie nationale sur la biodiversité. Malgré les efforts déployés par l'État Algérien et les nombreux plans établis pour la protection et la conservation des habitats et leur biodiversité, les mares temporaires n'ont pas fait l'objet d'identification et d'inventaire national. De ce fait, elles n'entrent dans aucun des programmes d'aménagement et de gestion des habitats à ressources biologiques importantes.

L'accroissement des usages et des usagers, et l'absence de toute stratégie de conservation ont conduit à la disparition de quatre mares situées au sud du djebel Megriss.

rable de mettre des panneaux de pierres taillées. Mais à cause de leur coût élevé et la nature du climat (hiver froid et été sec) qui n'encourage pas l'installation des panneaux en bois, les panneaux métalliques sont les mieux adaptés. Leur emplacement *ex situ* pour une large diffusion auprès du public est très souhaité.



Figure 1
Panneau éducatif : « les petites zones humides, un patrimoine à préserver »

Nous proposons de créer un site internet publicitaire informatif et éducatif et de mobiliser les médias. Il est très important d'expliquer au public et en particulier à la population locale les conséquences qui résultent de la perturbation de ces milieux sur l'état de la biodiversité faunistique et floristique, de ce fait les conséquences sur les activités agricoles, pastorales et l'apiculture pratiquées par la population locale. Nous devons la convaincre que la qualité et la quantité du rendement de leurs produits va diminuer avec le temps, car les mares abritent une flore et une faune qui ne peuvent pas exister dans les habitats avoisinants (prairies, pelouses).

Pour une utilisation durable des mares, il est important d'expliquer à la population que :

- la captation et le pompage de l'eau va accélérer le dessèchement des mares ce qui aura pour conséquence la disparition de deux éléments vitaux pour l'animal : l'eau et l'herbe. La disparition des espèces dont certaines sont palatables (*Alopecurus bulbosus* Gouan, *Isolepis setaceus* (L.) R. Br., *Glyceria fluitans* (L.) R. Br.,...), et d'autres mellifères (*Helosciadium nodiflorum* (L.) W.D.J. Koch, *Rorippa nasturtium-aquaticum* (L.) Hayek, *Mentha aquatica* L.), induit une diminution dans la qualité et la quantité des produits d'élevage (lait, viande, laine) et de l'apiculture ;

- le dépôt de pierres et le rejet de déchets (fil barbelé, sachets en plastiques,...) entraînent la pollution et le comblement des mares. Elles sont des bassins de récupération des eaux des pluies et de ruissellement, elles peuvent éviter l'inondation et l'érosion des cultures céréalières.

Délimitation de site

Le djebel Megriss est un site ouvert au public, les visiteurs ont accès libre à tous les habitats durant toutes les saisons. Ils pratiquent l'équitation, le parapente, les randonnées en bicyclette, etc.

Nous proposons de délimiter les sites ouverts au public, pour empêcher le piétinement et la pollution. Le choix de ces sites sera en fonction du type, de l'accessibilité et de l'importance écologique de l'habitat. Néanmoins, nous pouvons parler de :

- site accessible à tous les visiteurs (pelouses) ;
- site d'accessibilité limitée ou clos (mares), accessibles uniquement en visite accompagnée (Madjene Lehnache par exemple).

Dépollution et nettoyage des mares

Sur les quarante et une mares inventoriées, cinq sont polluées, les principaux polluants sont des déchets solides. Par rapport à ce nombre, nous pouvons effectuer des travaux de nettoyage. Cette démarche consiste

d'une part à enlever les pierres déposées par les habitants soit au bord des mares soit à l'intérieur des mares pour créer des sentiers, d'autre part à enlever la terre et les déchets qui les envahissent pour que les mares reprennent leur taille, leur forme et leur esthétique. Certaines espèces autochtones, telles que *Asphodelus ramosus* L., peuvent devenir invasives, nous pouvons limiter leur extension par arrachage. Ces travaux peuvent être effectués par des bénévoles (amateurs de la nature ou étudiants) ou par les agents forestiers.

Réglementation

Il est temps d'intégrer les mares dans la stratégie de valorisation des ressources biologiques et en eau. En Europe, la directive « habitat faune flore » impose aux états membres la désignation des zones spéciales de conservation (ZSC). Aucune plante reprise dans l'Annexe II de la directive habitat faune flore n'est représentée dans le djebel Megriss. Pour le désigner zone de conservation spéciale au titre de la directive habitat, nous pouvons nous baser sur les types d'habitats de l'annexe I (3. HABITATS D'EAUX DOUCES ; 31. Eaux dormantes : 3170 * Mares temporaires méditerranéennes). C'est principalement la richesse du djebel Megriss en mares (41 mares recensées) qui justifie cette désignation. Cette proposition se fonde sur :

- la loi 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement abrogée par la loi n° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la gestion et la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;
- le décret n° 82-440 du 11 décembre 1982 portant ratification de la convention africaine sur la conservation de la nature et des ressources naturelles, signée à Alger le 15 septembre 1968 ;
- le décret n° 82-439 du 11 décembre 1982 portant adhésion de l'Algérie à la convention relative aux zones humides, d'importance internationale, signée à Ramsar (Iran) le 2 février 1971 ;
- le décret présidentiel n° 95-163 du 6 juin 1995 portant ratification de la convention sur la diversité biologique signée à Rio de Janeiro le 5 juin 1992 ;
- le décret exécutif n° 12-03 du 4 janvier 2012 fixant la liste des espèces végétales non cultivées protégées ;
- la loi n° 83-17 du 16 juillet 1983 portant code des eaux, réaménagé en 1996 ;
- la loi n° 01-20 du 12 décembre 2001 re-

lative à l'aménagement et au développement durable du territoire ;

- la loi n° 04-03 du 23 juin 2004 relative à la protection des zones de montagnes dans le cadre du développement durable ;
- la loi n° 14-07 du 9 août 2014 relative aux ressources biologiques.

Pour cette désignation, nous proposons les critères suivants :

1 - Types d'habitats :

Ruisseaux, sources, mares temporaires, oueds, pelouses, prairies.

- Habitats prioritaires : Prairies et mares temporaires.
- Habitats en danger : Mares temporaires.

2 - Types d'espèces

La diversité spécifique compte des espèces vulnérables endémiques, rares, menacées et protégées à l'échelle nationale (**en gras**): *Dactylorhiza battandieri* Raynaud, ***Dactylorhiza elata*** (Poir.) Soó, ***Butomus umbellatus*** L., *Jacobaea gigantea* (Desf.) Pelsler, ***Ancampsis coriophora*** (L.) R.M. Bateman, Pridgeon & Chase **subsp. fragrans** (Pollini) R.M. Bateman, Pridgeon & Chase, *Ranunculus lateriflorus* DC., ***Cyperus longus*** L., ***Isolepis setaceus*** (L.) R. Br., *Serapias lingua* L., ***Epilobium parviflorum*** Schreb. **var. numidicum** Batt., ***Wolffia arrhiza*** (L.) Horkel ex Wimm., *Epilobium tetragonum* L., ***Sparganium erectum*** subsp. **neglectum** (Beeby) K.Richt, *Scrofularia laevigata* Vahl.

Espèces en danger : *Dactylorhiza battandieri* Raynaud, *Ancampsis coriophora* (L.) R.M. Bateman, Pridgeon & Chase subsp. *fragrans* (Pollini) R.M. Bateman, Pridgeon & Chase, *Butomus umbellatus* L., *Jacobaea gigantea* (Desf.) Pelsler, *Epilobium parviflorum* Schreb. var. *numidicum* Batt., *Wolffia arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm., *Epilobium tetragonum* L., *Groenlandia densa* (L.) Fourr., *Scrofularia laevigata* Vahl.

Notre inventaire justifie une protection légale des mares soit nationale soit régionale, compte tenu de la disparition historique de certaines mares et de la pollution et des comblements actuels menaçant de disparition les mares restantes.

Le statut des mares temporaires du djebel Megriss

Dans la Résolution VIII.33, relative à l'identification, la gestion durable et la désignation des mares temporaires comme zones humides d'importance internationale, les parties contractantes à la convention de Ramsar (Iran, 1971), sont appelées à (8^e Session de la Conférence des Parties contractantes sur les zones humides, Valence, Espagne 2002) :

- inventorer les mares temporaires, dans la mesure du possible ;
- à faire connaître leur présence, leurs valeurs et leurs fonctions spécifiques ;
- à veiller à ce que leur fonctionnement hydrologique propre soit maintenu ;
- à veiller à ce que leurs ressources naturelles soient utilisées d'une façon durable et non surexploitées ;
- à reconnaître l'engagement des communautés locales envers les mares temporaires et l'importance que ces zones humides revêtent pour elles ;
- à soutenir leur gestion et leur protection ;
- à assurer leur surveillance continue, pour identifier et contrer toute menace sur leurs valeurs et fonctions ;

- à tenir compte en permanence des usages et gestions traditionnels.

Au plan national, ces types de milieux ne sont pas spécifiquement mentionnés dans le Plan gouvernemental d'action (2011) pour la conservation de la biodiversité et des zones humides. Cependant, l'adhésion de l'Algérie à la convention de Ramsar en 1982 fait que ces écosystèmes, en tant qu'habitats vulnérables, doivent être inclus dans tout inventaire national.

En effet, la Recommandation 5.3 demande la mise en œuvre de mesures strictes de protection dans les sites Ramsar et autres réserves de zones humides de petites dimensions ou particulièrement vulnérables ; l'Action 5.2.5 du Plan stratégique de la convention pour la période 1997-2002, adoptée par la Résolution VI.14, indique que les parties contractantes devaient promouvoir l'établissement et la mise en œuvre de mesures de protection pour ces zones humides.

Les mares du djebel Megriss, peu connues du grand public et menacées de disparition, sont à préserver.

Conclusion

Un inventaire est toujours riche d'enseignements et la connaissance est un premier pas vers une meilleure gestion. C'est dans cette optique que nous avons lancé le projet de recherche sur les mares du djebel Megriss. Ainsi, l'inventaire des mares a été élargi sur tout le territoire des Hautes plaines sétifiennes, Nous espérons que cette démarche va aider à mettre en place un plan de gestion et de suivi à long terme des mares des Hautes plaines Sétifiennes

Toutes les opérations d'aménagement, de conservation et de développement doivent être sous la tutelle des services forestiers de la wilaya et pour les réussir il est indispensable d'impliquer la population locale.

Bibliographie

- AFRICAN PLANT DATABASE (VERSION 3.4.0) - Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève and South African National Biodiversity Institute, Pretoria, «Retrieved : July 2018», from <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/>
- ALLEM M., HAMEL T., TAHRAOUI C., BOULEMTAFES A. & BOUSLAMA Z. 2017. - Diversité floristique des mares temporaires de la région d'Annaba (Nord-Est Algérien). *International Journal of environmental Studies*, 1-20.
- AMRAOUI F. & BOUGUERNE C. 2016. - *Évaluation de l'état actuel des mares temporaires du Djebel Megriss*. Mémoire de Master II, Université Ferhat ABBAS Sétif1, 121 p.
- BOULAACHEB N., GHARZOULI R., DJELLOULI Y. & CLÉMENT B. 2007. - Les mares temporaires du djebel Megriss (Nord de Sétif, Algérie). *Symbioses* **19** : 56-60.
- BOULAACHEB N., CLÉMENT B. & GHARZOULI R. 2011. - Les groupements végétaux des mares temporaires des montagnes des hauts plateaux Sétifiens (Djebel Megriss, Nord Tellien). *Bulletin mensuel de la société Linnéenne*, **80**(7-8) : 149-189.
- DIRECTION GÉNÉRALE DES FORÊTS, 2004. - Atlas IV des zones humides Algériennes d'importance internationale. Ed. Diwan. 105 p.
- ELLENBERG H. 1988. - *Vegetation ecology of Central Europe*. Cambridge: Cambridge University Press. 4^e ed. 781 p.
- GRILLAS P., GAUTHIER P., YAVERCOVSKI N. & PERENNOU C. 2004. - *Mediterranean Temporary Pools: (1) Issues Relating to Conservation, Functioning and Management*. Tour du Valat, Le Sambuc, Arles. 121 p.
- HAMMADA S., DAKKI M., IBN TATTOU M., OUYAHYA A. & FENNANE M. 2004. - Analyse de la biodiversité floristique des zones humides du Maroc. Flore rare, menacée et halophile. *Acta Botanica Malacitana* **29** : 43-66.
- LARIBI M., ACHERAR M., MEDDOUR R. & DERRIDJ A. 2016. - Sur une nouvelle station algérienne de *Damasonium alisma* subsp. *polyspermum* (coss.) Maire (Alismataceae) : syntaxonomie et implications conservatoires. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)* **71**(2) : 129-141
- MEDAIL F., MICHAUD H., PARADIS G., MOLINA J. & LOISEL R. 1998. - Biodiversité et conservation des mares temporaires dulçaquicoles et oligotrophes de France méditerranéenne. *Ecologia Meditanea* **24**(2) : 119-134.
- MOLINA J. A. 2005. - The vegetation of temporary ponds with *Isoetes* on the Iberian Peninsula. *Phytocoenologia* **35** : 219-230.
- PARADIS G., LORENZONI-PIETRI C., POZO DI BORGIO M.-L. & SORBA L. 2009. - Flore et végétation des mares temporaires du massif de Frasselli (Sud de la Corse). *Journal de Botanique Société Botanique France* **45** : 7-61.
- SAMRAOUI B. 2004. - *Temporary pools in Algeria and the Maghreb*. Station Biologique de la tour du Valat. Medwet publication, 1-12.

Pour visionner cette intervention

https://www.youtube.com/watch?v=ArqPf0W_nhQ

Réseau de mares et bras-morts inondables de la vallée de l'Oise amont (Picardie) : espèces et végétations patrimoniales, exemples de conservation/restauration

RÉMI FRANÇOIS⁽¹⁾, MORGANE BETHELOT⁽²⁾ & MARIE-HÉLÈNE GUISLAIN⁽³⁾

Introduction

Dans le nord-ouest de l'Europe, rares sont les rivières et fleuves qui disposent encore d'espaces de mobilité avec une dynamique morphogénétique active. Dans le Bassin parisien, la majorité des cours d'eau a été canalisée et endiguée pour les besoins de la navigation et la protection contre les inondations.

Dans le bassin de la Seine, seules quelques portions amont de cours d'eau présentent encore des rythmes de crues avec morphogénèse marquée. C'est le cas de la rivière Oise à l'amont de Thourotte (Oise). Prenant sa source dans les Ardennes belges à Chimay, l'Oise est très dynamique, alimentée par le château d'eau de ces « petites montagnes ardennaises ». Son nom celte initial, Isara, signifie « impétueuse, rapide ». Les inondations y surviennent presque chaque année. Crue après crue, l'Oise rabote puis recoupe les méandres, façonnant des bras-morts. Un réseau d'une trentaine de bras-morts naturels s'est ainsi créé. Une cinquantaine de mares anthropiques récentes le complète.

Ces dizaines de pièces d'eau s'inscrivent dans un vaste ensemble plus large de prairies et boisements inondables d'intérêt national/international [zone de protection spéciale (ZPS) et zone spéciale de conservation (ZSC) au titre de la directive « Habitats, Faune, Flore », une des cent zones humides majeures en France].



Carte 1
Localisation de la Moyenne Vallée de l'Oise au sein de l'ancienne région Picardie.

⁽¹⁾ Conservatoire botanique national de Bailleul, 13 allée de la pépinière, Village Oasis, Dury, F-80044 Amiens Cedex 01 ; r.francois@cbnbl.org

⁽²⁾ Fédération départementale des chasseurs de l'Oise, 155 rue Siméon de la Roque, BP 50017, Agnetz, F-60603 Clermont Cedex ; m.bethelot@fdc60.com

⁽³⁾ Conservatoire d'espaces naturels de Picardie, 1 place Ginkgo, Village Oasis, Dury, F-80044 Amiens Cedex 01 ; mh.guislain@conservatoirepicardie.org

Résumé

La vallée de l'Oise à l'amont de Compiègne présente encore un hydrosystème dynamique, avec des crues morphogénétiques régulières, qui créent des espaces de mobilité de la rivière. Bon nombre de bras-morts sont en cours de création, avec des évolutions visibles à échelle humaine. D'autres, déconnectés de l'Oise, se combrent et évoluent vers des mares inondables. Les inondations assurent une hydrochorie importante. La flore, la faune et les végétations, qui colonisent rapidement les milieux aquatiques des bras-morts et mares néoformés, présentent une valeur patrimoniale très élevée pour les plaines du nord-ouest de la France. La moyenne vallée de l'Oise est ainsi reconnue comme zone humide de valeur européenne. Divers acteurs interviennent sur la connaissance, la protection et la restauration du patrimoine naturel des mares et bras-morts de cette plaine inondable. Plusieurs résultats d'actions de restauration écologique, halieutique ou de simple gestion cynégétique de mares et bras-morts sont présentés.

Abstract

The Oise valley upstream to Compiègne still have a dynamic hydrosystem, with regular morphogenetic floods which create spaces of mobility of the river. Many oxbow lakes are created, with visible evolutions on a human scale. Others, disconnected from the Oise river, fill up and evolve towards ponds. The floods provide an important hydrochory. The flora, fauna and vegetation, which rapidly colonize the aquatic environments of new oxbow lakes and ponds, have a very high heritage value for the plains of northwestern France. The middle valley of the Oise is thus recognized as a wetland of European value. Various actors take part to the knowledge, the protection and the restoration of the natural heritage of these ponds and oxbow lakes of this floodplain. Several results of actions of ecological or halieutic restoration, or of simple hunting management of ponds and oxbow-lakes are presented.

Sur le plan cynégétique, ce réseau de mares et bras-morts présente également un intérêt majeur pour la chasse au gibier d'eau. Ces milieux sont chassés irrégulièrement, surtout après inondations (« huttes de débordement »).

Sur le plan ichtyologique, ces milieux aquatiques liés aux inondations sont essentiels pour la reproduction de plusieurs espèces de poissons, dont le Brochet.

Ces bras-morts et mares au sein de vastes prairies alluviales font l'objet de programmes de préservation et de mise en valeur, surtout menés par le Conservatoire d'espaces naturels de Picardie (CEN Picardie), en collaboration étroite avec le monde agricole depuis 1993.

Depuis 2016, la Fédération des chasseurs de l'Oise a initié un projet OIZH'EAU d'accompagnement des chasseurs au gibier d'eau pour la préservation et la gestion des « mares à huttes », de la moyenne vallée de l'Oise. Les mares creusées pour la chasse présentent en effet, comme les autres mares ou les bras-morts de cette vallée, des enjeux phytocénologiques et floreo-faunistiques élevés.

Nous présentons brièvement les particularités écologiques de l'hydrosystème de l'Oise dans son cours moyen entre Thourotte et La Fère (carte 1), décrivons l'intérêt écologique de ce réseau de bras-morts et mares, et soulignons l'importance de l'action pluripartenariale pour en assurer la conservation.

Caractéristiques physiques de la moyenne vallée de l'Oise

La moyenne vallée de l'Oise s'inscrit au contact des terrains crayeux secondaires du Plateau picard et des terrains argilo-sableux du Tertiaire parisien (Fig.1) :

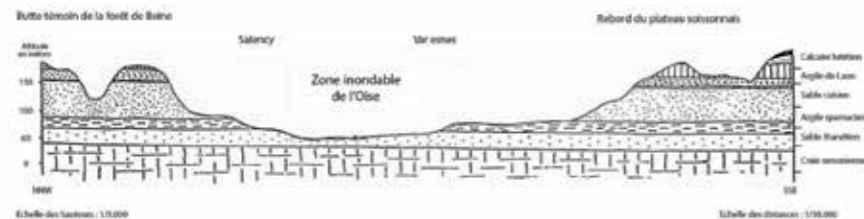


Figure 1
Transect géomorphologique nord-sud au cœur de la moyenne vallée de l'Oise au niveau de Salency-Varesnes (Oise).
Source : DOCOB moyenne vallée de l'Oise (CEN Picardie 2002).

Le mésoclimat de la moyenne vallée de l'Oise s'inscrit dans le climat général atlantique du nord-ouest de la France, ici à la transition avec des influences plus continentales.

Le régime hydraulique de l'Oise est dynamique et contrasté. À Condren, son débit moyen passe de 15 m³/s à l'étiage de septembre à 55-60 m³/s en janvier-février. 300 m³/s peuvent être atteints lors des plus fortes crues, comme celle de décembre 1993 (www.hydro.eaufrance.fr). Ce dynamisme favorise une érosion active des berges.

Répartition des bras-morts et mares alluviaux

Une plus forte concentration de bras-morts naturels s'observe entre Pimprez (Oise) et La Fère (Aisne). La dynamique morphogénétique y a créé un réseau d'une trentaine de bras-morts et continue d'en créer. La densité des mares anthropiques, notamment cynégétiques, y est également la plus élevée de la vallée.

Plus à l'aval, la rivière a été totalement canalisée et le lit majeur n'y présente presque plus aucune annexe hydraulique fonctionnelle.

Figure 2
Exemple de mare cynégétique à Baboeuf (Oise) © M. BETHELOT et de bras-mort ancien, ici pâturé (à Morlincourt / Pontoise-les-Noyon (Oise) © R. FRANÇOIS.



Figure 3
Dynamique morphogénétique avec érosion des concavités et dépôts dans les méandres convexes : 1 – En vallée de l'Oise amont (Thiérasche) vers Guise (Aisne) ; 2 – En moyenne vallée à Manicamp (Aisne) à la confluence avec l'Ailette © R. FRANÇOIS..



Figure 4
Évolution des méandres d'Ourscamp-Carlepont (Oise) : à gauche, le méandre non recoupé sur la carte d'État-major du XIX^e siècle (Source : Géoportail, 2017) ; au centre, en décembre 2006 (cliché B. COUVREUR – CEN Picardie) le recoupement du méandre ; à droite été 2014 : le méandre recoupé s'atterrit rapidement (Source : Géoportail, 2017).



Intérêt phytocénologique et floristique des mares et bras-morts

De nombreux habitats aquatiques et amphibies d'intérêt patrimonial se développent dans les systèmes aquatiques et amphibies de la moyenne vallée de l'Oise. Ils ont été étudiés dans les années 1970 par BOURNÉRIAS *et al.* (1978), puis par le Conservatoire d'espaces naturels et le Conservatoire botanique national de Bailleul après 1993.

Végétations hydrophytiques des mares et bras-morts

Le caractère fluctuant de l'hydrosystème est marqué. En 2016, fait inhabituel, la moyenne vallée de l'Oise était totalement inondée durant tout le mois de juin, formant un vaste plan d'eau de plusieurs milliers d'hectares. Inversement, l'année 2017 a été très sèche ; la majorité des bras-morts et mares était à sec en fin d'été.

Les végétations à pleustophytes, adaptées à ces variations fortes, sont largement répandues. La végétation dominante est le *Lemna minoris - Spirodeletum polyrhizae* (Kelhofer 1915) W. Koch 1954 *em.* Scoppola 1982. Les formations à *Lemna trisulca* y sont irrégulièrement réparties dans les eaux claires méso-eutrophes, de même que le rare *Ricciatum fluitantis* Slavnič 1956 et que l'*Hydrocharitetum morsus-ranae* (Oberd. 1957) H. Passarge 1978 et des végétations à préciser à utriculaires du groupe *australis/vulgaris*. Les groupements eutrophiles à *Lemna minor* dominant le plus souvent, mais on note un développement récent des communautés basales à *Lemna minuta*. Parmi les végétations hydrophytiques enracinées, on peut citer la présence régulière de l'*Elodea canadensis - Potametum crispum* Pignatti *ex* H. Passarge 1994 et du *Potametum lucentis*

Hueck 1931, et parfois aussi dans la rivière Oise. Des herbiers à Characées des *Charetea fragilis* F. Fukarek 1961 sont irrégulièrement présents dans quelques mares aux eaux transparentes.

Globalement, la richesse en végétations hydrophytiques des annexes hydrauliques de la moyenne vallée de l'Oise apparaît assez limitée. Les végétations oligotrophiles sont absentes et les phytocénoses méso-eutrophiles dispersées. La rivière Oise génère une eutrophisation des mares et bras-morts quand les matières en suspension s'y déposent lors des débordements. Cependant, hormis les Elodées et *Lemna minuta*, on peut noter l'absence d'autres hydrophytes exotiques envahissantes.

La diversité des végétations hélophytiques apparaît plus élevée.

Végétations hélophytiques

Les étagements des ceintures hélophytiques sont souvent caractéristiques et répétitifs en moyenne vallée de l'Oise. Le cœur des mares et bras-morts est occupé par de l'eau libre quand la profondeur excède un mètre, puis par l'*Oenanthe aquatica* - *Rorippetum amphibiae* (Soó 1927) W. Lohmeyer 1950 quand la profondeur décroît ; légèrement au-dessus topographiquement, s'étend parfois le rare *Rorippo amphibiae* - *Sietum latifolii* (G. Phil. 1973) H. Passarge 1999. Le *Leersietum oryzoidis* (Egler 1933) H. Passarge 1957, exceptionnel en Hauts-de-France (FRANÇOIS *et al.* 2012), est occasionnel. Un peu plus haut apparaissent l'*Eleocharito palustris* - *Oenanthe fistulosae* B. Foucault 2008 ou l'*Oenanthe fistulosae* - *Caricetum vulpinae* Trivaudey 1989, remplacés par le *Rumici crispi* - *Alopecuretum geniculati* Tüxen (1937) 1950 en contexte de berges pâturées et piétinées.



Figure 5
Lemno minoris - Hydrocharitetum morsus-ranae ; mare cynégétique avec l'Eleocharito palustris - Oenanthe fistulosae à Baboeuf (Oise) ; Oenanthe fistulosae - Caricetum vulpinae à La Fère (Aisne) ; Rorippo amphibiae - Sietum latifolii à Manicamp (Aisne) © R. FRANÇOIS.

Les mégaphorbiaies riveraines des mares et bras-morts contiennent souvent le *Thalictrum flavi* - *Althaeetum officinalis* (Molin. et Tallon) B. Foucault in J.-M. Royer *et al.* 2006, favorisé par des teneurs notables en sels minéraux, et ponctuellement le *Cuscuta europaea* -

Convolvuletum sepium Tüxen ex W. Lohmeyer 1953.

Dans les prairies alentours dominant en général le *Senecioni aquatici* - *Oenanthe mediae* (Bournérias 1961) Bournérias *et al.* 1978 en système fauché, décrit pour la pre-

mière fois en moyenne vallée de l'Oise, et l'*Hordeo secalini* - *Lolietum perennis* P. Allorge ex B. Foucault in J.-M. Royer *et al.* 2006 en système pâturé.

Intérêt floristique

Les coefficients de rareté et de menaces régionaux mentionnés sont ceux du Conservatoire botanique national de Bailleul (HAUGUEL & TOUSSAINT 2012).

La vallée de l'Oise constitue un vaste corridor fluvial reliant les Ardennes à la Seine. Les disséminations par hydrochorie lors des inondations, par ornithochorie (lors des migrations notamment : GREEN *et al.* 2002 ; BROCHET *et al.* 2009) et par anthropochorie jouent des rôles dynamiques essentiels pour de nombreux taxons patrimoniaux (FRANÇOIS *et al.* 2006), notamment les suivantes.

- *Pulicaria vulgaris* Gaertn. 1791 (Ex, CR, PN), la Pulicaire vulgaire

La moyenne vallée de l'Oise abrite les plus importantes populations connues des Hauts-de-France, dans des dépressions sablo-limoneuses, chemins inondables et bordures de mares. Hydrochore, nous suppo-

Ces végétations, outre leur intérêt patrimonial intrinsèque, abritent aussi des populations d'espèces rares et menacées à diverses échelles géographiques.

sons qu'elle est dispersée sur de longues distances lors des inondations, puis localement avant tout par la boue collée aux roues des tracteurs (anthropochorie) et aux sabots du bétail ;

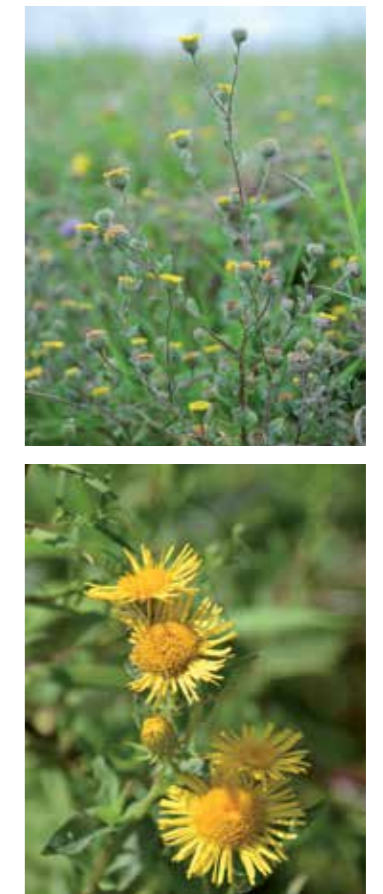
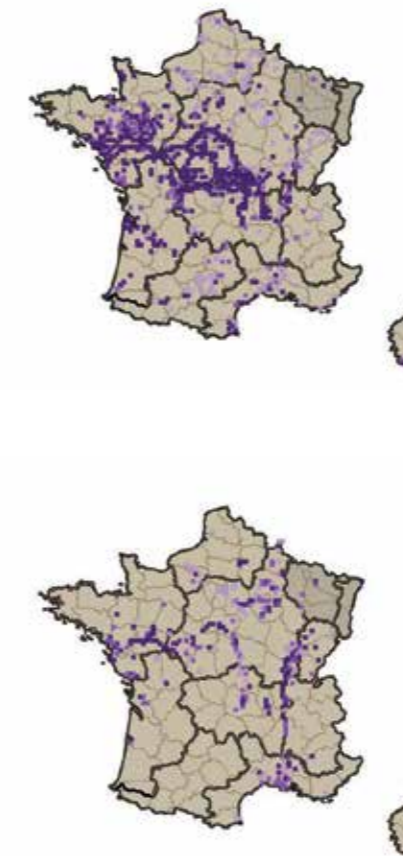
- *Inula britannica* L. 1753 (E, VU), l'Inule des fleuves

La moyenne vallée de l'Oise accueille également les seules populations connues des Hauts-de-France. Nous supputons que sa répartition dans les mares et bras-morts est à la fois issue de l'hydrochorie (à longue distance) et de l'anémochorie (au niveau local).

- *Mentha pulegium* L. 1753, la Menthe pouillot (E, CR)

Les mares et bras-morts de la moyenne vallée de l'Oise accueillent également les basses de ses populations en Hauts-de-France, là encore probablement disséminées notamment par hydrochorie.

Figure 6
Cartes de répartition de *Pulicaria vulgaris* (en haut) et d'*Inula britannica* (en bas) en France (SIFLORE). Consultations du 26/02/2018. *P. vulgaris* à Manicamp (Aisne) et *I. britannica* à Morlincourt (Oise) © R. FRANÇOIS et M. BETHELOT.



De nombreux autres taxons à forte valeur patrimoniale sont bien représentés dans les bras-morts et mares, comme *Sium latifolium* L. 1753, *Stellaria palustris* Ehrh. ex Hoffm. 1791, *Jacobaea paludosa* (L.) G.Gaertn., B. Mey. & Scherb. 1801 (FRANÇOIS 1999), *Myosurus minimus* L. 1753 sur le pourtour de mares pâturées, *Teucrium scordium* L. 1753, *Alisma lanceolatum* With. 1796, *Ulmus laevis* Pall. 1784 en boisements, *Hydrocharis morsus-ranae* L. 1753, *Butomus umbellatus* L. 1753, *Rorippa sylvestris* (L.) Besser 1821, *Veronica scutellata* L. 1753...

Leurs populations sont souvent impactées par la prolifération de plantes exotiques envahissantes.

Les plantes exotiques envahissantes

Les vallées de l'Oise et de ses affluents constituent également un corridor de développement de plantes exotiques envahissantes, avec en particulier :

- l'Euphorbe de Sarato (*Euphorbia esula* subsp. *saratoi* (Ardoino) P.Fourn., 1936) (dont l'ancien nom est l'Euphorbe fausse baguette - *Euphorbia x pseudo-virgata* Schuur Soó) dans les prairies de fauche et les bourrelets alluviaux des bras-morts ;
- la Lindernie couchée (*Lindernia dubia* (L.) Pennell 1935) : notée pour la première fois en 2015 sur un bras-mort au sud de Beautor, elle a été recensée depuis sur un linéaire de 80 km de berges

- de l'Oise (A. WATTERLOT, comm. pers.) ;
- le Souchet vigoureux (*Cyperus eragrostis* Lam. 1791) : ce taxon a été observé depuis quelques années sur plusieurs communes au niveau de mares, berges et bras-morts (A. WATTERLOT, comm. pers.) ;
- l'Aster lancéolé (*Symphotrichum lanceolatum* (Willd.) G.L.Nesom, 1995), qui envahit toutes les prairies où fauche et pâturage ont été abandonnés (peupleraies en particulier).

Diverses autres plantes exotiques envahissantes sont en train de coloniser progressivement la moyenne vallée de l'Oise, le plus souvent par hydrochorie, notamment le long des mares et bras-morts : *Ludwigia grandiflora* (Michx.) Greuter & Burdet 1987, *Acer negundo* L. 1753, *Heracleum mantegazzianum* Sommier et Levier 1895, *Impatiens glandulifera* Royle 1833... L'impact de ces plantes exotiques envahissantes est variable : problèmes de santé publique (*Heracleum mantegazzianum*), économiques (foin devenu toxique pour les bovins et équins : *Euphorbia esula* subsp. *saratoi*), écologiques (régression de végétations et de plantes patrimoniales). Les plans de gestion des mares et bras-morts édictent des préconisations d'éradication/limitation.

Les cortèges faunistiques de la moyenne vallée de l'Oise apparaissent aussi de grand intérêt patrimonial.

Intérêt faunistique des bras-morts et mares

La gestion des mares et bras-morts, que ce soit dans une perspective cynégétique, ichtyologique ou de conservation de la biodiversité, amène à prendre en compte tout autant les enjeux faunistiques que les éléments patrimoniaux végétaux. Nous soulignons simplement quelques éléments d'enjeux faunistiques majeurs.

Avifaune

La moyenne vallée de l'Oise est reconnue comme zone importante pour la conservation des oiseaux (ZICO) et zone de protection spéciale (ZPS) au titre de la Directive européenne Oiseaux, en particulier pour sa population nicheuse de Râle des genêts (*Crex crex*), la deuxième de France. Les abords non fauchés des mares et bras-morts jouent un rôle majeur de zones-refuges pour l'avifaune prairiale menacée suite aux fauches précoces de juin [Râle des genêts

(*Crex crex*), Courlis cendré (*Numenius arquata*), Tarier des prés (*Saxicola rubetra*) etc.]. Cette complémentarité fonctionnelle entre les prairies et les annexes hydrauliques est importante.

Des petites populations d'oiseaux d'intérêt patrimonial se reproduisent sur les mares et bras-morts de la moyenne vallée de l'Oise : Sarcelle d'été (*Anas querquedula*), Canard souchet (*Anas clypeata*), Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*)...

Surtout, la guildes des oiseaux en halte migratoire est très importante sur les espaces inondés. La vallée de l'Oise, important corridor de migration parallèle aux flux généraux ouest-européen axés nord-est / sud-ouest, est largement utilisée par les limicoles, Anatidés, Ardéidés, Ciconidés, Laridés etc., qui font halte sur les mares, bras-morts, gravières... Ces oiseaux d'eau assurent aussi une dissémination à longue

distance de propagules (GREEN *et al.* 2002 ; BROCHET *et al.* 2009).

Poissons

Le réseau de mares et bras-morts a fait l'objet d'études ichtyologiques détaillées dans des sites gérés et des frayères aménagées. Le Brochet (*Esox lucius*), espèce phare, est indicateur de la fonctionnalité latérale de ces milieux. D'autres taxons menacés sont présents : Bouvière (*Rhodeus amarus*), Lote de rivière (*Lota lota*)...

Batraciens

La moyenne vallée de l'Oise est l'une des zones humides les plus riches en batraciens des Hauts-de-France, avec le Triton crêté (*Triturus cristatus*), la Rainette verte (*Hyla arborea*) abondante... Les mares et bras-morts constituent un réseau majeur pour leurs populations, en connexion avec celui des mares des forêts domaniales adjacentes qui s'étirent du massif de Saint-Gobain à

ceux de Laigue-Ourscamps (FRANÇOIS 2005).

Entomofaune

Quelques espèces dépendent des annexes hydrauliques pour tout ou partie de leur cycle biologique. Ainsi, le Cuivré des marais (*Lycaena dispar*), rare et protégé au niveau national et d'intérêt européen, butine régulièrement les espèces fleuries des bords des eaux, en particulier *Rorippa amphibia* (L.) Besser 1821. Surtout, ce papillon pond sur les Rumex, dont *Rumex hydrolapathum* Huds. 1778, régulier sur les bords des eaux.

La guildes des Odonates, qui utilise ce réseau, présente des populations parfois abondantes d'espèces rares et menacées à diverses échelles : *Gomphus vulgatissimus*, *Lestes virens*, *L. dryas*, *L. sponsa*, *Ischnura pumilio*, *Aeschna affinis*...

Figure 7
Oenanthe aquatica - *Rorippetum amphibie* avec nichée de Sarcelle d'été (*Anas querquedula*) sur une mare du CEN Picardie, Bichancourt (Aisne)
 © R. FRANÇOIS.
 Cuivré des marais (*Lycaena dispar*) sur *Jacobaea erratica*.
 Rainette verte (*Hyla arborea*)
 © M. BETHELOT.
Gomphus vulgatissimus
 © R. FRANÇOIS.



Analyse générale

Les enjeux généraux du réseau de bras-mort et mares

La fonctionnalité naturelle de cette portion d'hydrosystème est encore globalement préservée. Les inondations, respirations annuelles irrégulières de la rivière, sont conservées, malgré des impacts occasionnels sur les installations humaines. Le réseau de mares et de bras-morts est interconnecté à chaque crue inondante. La densité du réseau et ces interconnexions rendent possible un fonctionnement métapopulationnel pour de nombreuses espèces animales et végétales.

L'hydrochorie lors des crues agit comme un vecteur de dissémination très important pour les propagules végétales et probablement aussi pour de nombreuses espèces animales. Parmi les espèces emblématiques, l'Inule des fleuves (*Inula britannica*), le Brochet (*Esox lucius*), la Rainette verte (*Hyla arborea*) et la guilde des oiseaux d'eau et des Odonates sont des révélateurs de cette fonctionnalité encore « sauvage ».

Ce réseau de mares et bras-morts présente aussi une patrimonialité élevée car :

- il est inscrit au sein d'un ensemble de milliers d'hectares de prairies inondables, véritable corridor alluvial fonctionnel entre les Ardennes et le Tertiaire parisien ;
- il est géré à des fins conservatoires dans une logique de conciliation de l'économie (élevage), des activités de loisirs (chasse, pêche, tourisme...) et de limitation naturelle des risques d'inondation (plaine d'épandage des crues), avec de nombreux partenaires.

Le partenariat avec les acteurs du monde rural

Le partenariat avec les acteurs du monde rural, que sont les éleveurs, les chasseurs, pêcheurs, propriétaires, élus..., est très important en moyenne vallée de l'Oise depuis 25 ans.

Depuis le début des années 1990, différents programmes ont été engagés par le CEN Picardie pour préserver la moyenne vallée de l'Oise : animation du site Natura 2000, mise en place des mesures agro-environnementales successives [opérations locales agro-environnementales (OLAE) initiées dès 1994, jusqu'aux mesures agro-environnementales et climatiques (MAEC), en cours].

À l'issue de la campagne de contractualisation de 2017, environ 1 300 ha de prairies sont engagés dans de telles mesures, avec environ 685 ha de retard de fauche et 76 km de bandes-refuges.

Le maintien des surfaces prairiales, dans lesquelles s'inscrit la quasi-totalité des annexes hydrauliques de la vallée, a ainsi pu être assuré. Ainsi, entre 1997 et 2016, sur le site Natura 2000 de la moyenne vallée de l'Oise, la surface en prairies est passée de 3 179 ha à 3 162 ha. Cette quasi-stabilité est remarquable au vu de la perte de presque un tiers de la surface toujours en herbe (STH), majoritairement au profit de grandes cultures, dans les Hauts-de-France sur la même période (422 436 ha en 1988, 302 143 ha en 2010), dans l'Aisne (94 567 ha en 1988, 64 960 en 2017), ou encore dans l'Oise (44 947 ha en 1988, 31 400 en 2017) (MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION 1988 et 2017).

En 2017, 363 ha de prairies, parmi lesquelles figurent plus de quarante mares et de nombreux fossés et anciens bras-morts, faisaient l'objet d'une maîtrise foncière et d'usage par le CEN Picardie, dont la majorité en propriété ou baux emphytéotiques. À cela s'ajoutent 64 ha de milieux autres, principalement des boisements humides, au sein desquels le caractère inondable de la vallée peut également s'exprimer.

Gestion du réseau de mares

Au fil des années, de nombreuses actions ont été entreprises sur les mares gérées par le CEN Picardie pour restaurer, entretenir et développer le réseau de mares à l'échelle du site Natura 2000 et de sa périphérie, depuis Mayot (Aisne) jusque Chiry-Ourscamp (Oise). De 1999 à 2017, 25 mares ont ainsi été créées, et 8 mares ont été reprofiliées ou recréées suite à leur atterrissement naturel.

La gestion d'entretien des mares passe par une gestion localisée de l'Aster lancéolé (*Symphotrichum lanceolatum*) sur les pourtours immédiats, avec des résultats concluants. La fauche annuelle sur trois à cinq ans permet en effet d'éradiquer localement l'espèce (souvent apparue suite à une absence d'entretien durant plusieurs années ou à une perturbation du sol) et la reconstitution par la suite des végétations héliophytiques initialement présentes.

La gestion courante vise à maintenir les berges ouvertes par fauche ou faucardage, qui peut être assurée par les exploitants agricoles ayant l'usage de la prairie. La protection des berges par des clôtures est mise en place en cas de pâturage.

Les niveaux d'eau sont naturellement très variables, aucun pompage n'ayant lieu. Ils suivent donc ceux de la nappe alluviale. Ce fonctionnement concourt à la richesse phytocénotique et floristique de ces mares, en association avec des berges systématiquement profilées en pente douce lors des restaurations ou créations.

Richesse floristique des mares gérées par le CEN Picardie

Quinze espèces patrimoniales ont pu être recensées sur ces mares, sans compter d'autres espèces à caractère hygrophile, qui font transition avec les prairies inondables, telles que *Carex vulpina* L. 1753 ou *Oenanthifistulosa* L. 1753. Sur 41 mares en gestion directe, 31 présentent au moins une espèce patrimoniale typique des milieux aquatiques à hygrophiles (jusqu'à six sur certaines mares) ; 19 mares présentent au

moins une espèce légalement protégée, soit presque la moitié des mares.

Plusieurs anciens bras-morts au sein des prairies sont gérés, principalement via la gestion agricole courante, avec une fauche en fin d'été. La fréquence est variable, car dépendante de l'assèchement (et donc des conditions météorologiques).

La maîtrise foncière et d'usage sur ces mares et annexes hydrauliques permet de mettre en place des programmes d'actions originaux. Un programme de renforcement de *Pulicaria vulgaris* est actuellement en cours de réalisation en partenariat avec le CBN Bailleul (WATTERLOT, *in prep.*). La création de dépressions temporaires à proximité des stations connues a été associée en 2018 à un renforcement par apport de semences prélevées *in situ* dans les années 90.

L'Entente Oise-Aisne de lutte contre les inondations a également été, entre autres, maître d'œuvre de plusieurs projets de restauration d'annexes hydrauliques, dont la création d'une frayère sur un bras-mort à Tergnier en 2015, avec l'appui du CEN Picardie.

Figure 8
Réunions multipartenariales de terrain : avec l'Entente Oise-Aisne, l'AFB, la FDAPPMA60, le CENP et le CBNBL pour l'aménagement d'une frayère à Brochet sur un bras-mort à Chiry-Ourscamp (Oise) © R. FRANÇOIS ; à Morlincourt (Oise) avec le CBN Bailleul et la Fédération départementale des chasseurs de l'Oise sur la gestion des mares © R. FRANÇOIS.



Une réflexion de fond est menée depuis des années sur l'extension d'un réseau de mares fonctionnel, notamment pour la métapopulation de Triton crêté. Outre la création de nouvelles mares relais par le CEN Picardie, ce réseau s'enrichit des mares de chasse. Sur la partie Aisne du site Natura 2000, six contrats Natura 2000 ont été souscrits en 2004 et 2005 par des particuliers pour l'entretien des mares, avec l'assistance de la Fédération des chasseurs de l'Aisne. Cette dernière oriente les chasseurs soucieux d'une gestion durable de leur mare vers l'animateur du site Natura 2000.

Actions de la Fédération des chasseurs de l'Oise sur les mares cynégétiques

Sur la partie Oise de la moyenne vallée de l'Oise, l'action du CEN Picardie est complétée depuis 2016 par la Fédération des chasseurs de l'Oise. La valorisation des zones humides chassées est un des axes prioritaires des schémas départementaux de gestion cynégétique 2012-2018 et 2018-2024. Dans ce cadre, en plus de l'assistance technique que la Fédération départementale des chasseurs de l'Oise assurait déjà auprès des acteurs cynégétiques, est né le projet OIZH'EAU. Son objectif principal est de conseiller et sensibiliser les chasseurs au gibier d'eau pour favoriser l'épanouissement de la biodiversité sur les territoires qu'ils gèrent, tout en valorisant et adaptant l'entretien qu'ils effectuent.

La moyenne vallée de l'Oise, sur une voie de migration importante, fait partie des zones humides emblématiques de l'Oise pour les chasseurs au gibier d'eau. Trente-et-une huttes y sont immatriculées sur quatorze communes. Sur ces mares, se concentre le projet OIZH'EAU. Entre janvier 2016 et janvier 2018, dix sites, soit 66 ha, ont fait l'objet d'inventaires floristiques, phytocénocotiques et faunistiques, en partenariat avec les autres acteurs intervenant sur le territoire (CBNBL, CEN Picardie, Fédération de pêche de l'Oise).

Au total, 22 espèces végétales rares à exceptionnelles en Picardie, dont 7 légalement protégées (*Sium latifolium*, *Veronica scutellata*, *Ulmus laevis*...) ont été contactées sur les mares et dans les prairies adjacentes, sur neuf des dix sites étudiés. De nombreuses végétations présentent aussi un intérêt patrimonial, par exemple le *Rorippo amphibiae* - *Sietum latifolii*, les herbiers des *Charetea fragilis* (très appréciés par les Anatidés) ou le *Thalictro flavi* - *Althaeetum officinalis*.

La valeur patrimoniale des mares cynégétiques reste cependant très variable. Elles peuvent être divisées en deux catégories :

- les mares peu transformées par l'Homme, qui suivent les fluctuations des niveaux d'eau de la vallée avec un assec estival fréquent, et dont une partie des berges est en pente douce. La « morphologie » de ces mares permet le développement des ceintures de végétations patrimoniales, accueillantes pour les Odonates, l'avifaune, les Amphibiens, notamment le Triton crêté...
- les mares fortement modelées par l'Homme, creusées pour la plupart dans les années 1970 à partir de dépressions naturelles. Le souhait de garder de l'eau sans autre apport que les débordements de l'Oise a poussé les propriétaires de l'époque à les approfondir. Leurs berges abruptes limitent fortement le développement des végétations et l'absence d'assec favorise la présence de végétations présentant peu d'intérêt, dont les tapis d'*Elodea canadensis* Michx. 1803. Ces mares servent cependant de refuge à certaines espèces (notamment les Odonates) lors des asssecs estivaux comme en 2017.

Dans la première catégorie, l'assistance portée aux propriétaires et/ou gestionnaires concerne surtout la validation ou l'ajustement des mesures de gestion : périodes de fauche des bordures et/ou des prairies attenantes, gestion des végétations aquatiques et des espèces exotiques envahissantes (*Symphyotrichum lanceolatum* surtout). Les mares transformées font l'objet d'aménagements visant à restaurer des ceintures hydrophytiques et héliophytiques *ad hoc* : reprofilage des berges en pente douce, parfois un curage lorsque l'envasement est trop important. Les travaux font l'objet d'une convention avec le propriétaire, garantissant la pérennité de ces derniers.

L'action de la Fédération départementale des chasseurs de l'Oise se poursuivra dans les années à venir en partenariat avec les structures, afin de promouvoir une gestion concertée à l'échelle de la moyenne vallée de l'Oise.

Conclusion

L'amont de la vallée inondable de l'Oise constitue une infrastructure naturelle exceptionnelle pour les Hauts-de-France. Son réseau de mares et bras-morts entre Noyon (Oise) et Hirson (Aisne), baignés par les alluvionnements lors des crues, présente une fonctionnalité et une richesse patrimoniale élevées.

Ce fonctionnement naturel de cet hydrosystème est remarquable à l'échelle du nord-ouest du Bassin parisien, où les rivières et fleuves ont été canalisés et corsetés, les lits majeurs aménagés et mis hors d'atteinte des crues. Les inondations régulières constituent pourtant le rythme régulier, la respiration indispensable à la qualité écologique de la rivière et du lit majeur. Les annexes hydrauliques de la rivière constituent autant de zones-tampons, de milieux humides, qui épurent l'eau, et abritent une richesse patrimoniale de valeur, en particulier phytocénocotique.

Les changements agricoles (retournement des prairies, intensification des pratiques...), la prolifération des gravières depuis plusieurs décennies et l'extension des peupleraies ont pendant longtemps fait régresser ces milieux.

Les programmes actuels de soutien aux activités d'élevage extensif et de bonne gestion des bras-morts et mares (à vocations écologiques et/ou cynégétiques) par les différents acteurs : Conservatoire d'espaces naturels avec le monde agricole (chambres, syndicats...), Fédération des chasseurs de l'Oise, acteurs halieutiques pour les frayères à Brochet... ont freiné et localement inversé cette tendance.

La poursuite de ces programmes est déterminante pour l'avenir de ce vaste biocorridor hydraulique du bassin de la Seine. Les partenariats entre tous les acteurs du monde rural, éleveurs, chasseurs, pêcheurs, propriétaires, naturalistes, élus, administrations..., donnent des résultats très encourageants depuis 25 ans.

Seuls des réseaux humains fonctionnels et de qualité permettent de préserver sur une longue durée des réseaux écologiques fonctionnels de qualité.

Remerciements

Nous remercions Aymeric WATTERLOT et Jean-Christophe HAUGUEL pour leurs données et leurs relectures.

Bibliographie

- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION 2018. - *Agreste Hauts-de-France. Mémento de la statistique agricole. Edition 2018*. Doc PDF, 32 p.
- BTHELOT M. 2017. - *Plan de gestion de la mare Labarre à Appilly 2017-2022. Programme OIZ'HEAU*. Fédération départementale des chasseurs de l'Oise, Doc PDF, 51 p.
- BOURNÉRIAS M., DELPECH R., DORIGNY A., GÉHU J.-M., LECOINTE A., MAUCORPS J., PROVOST M., SOLAU J.-L., TOMBAL P. & WATTEZ J.-R. 1978. - Les groupements de prairies et leurs satellites dans la vallée inondable de l'Oise. *Colloques phytosociologiques V*, « Les prairies humides », Lille, 1976 : 90-139.
- BROCHET A.-L., GUILLEMAIN M., FRITZ H., GAUTHIER-CLERC M. & GREEN A. J. 2009. - The role of migratory ducks in the long-distance dispersal of native plants and the spread of exotic plants in Europe. *Echography* **32** (2009) : 919-928.
- CONSERVATOIRE DES SITES NATURELS DE PICARDIE 1996. - Étude de l'hydrosystème alluvial de la moyenne vallée de l'Oise. A.C.N.A.T.-LIFE Vallées alluviales du Nord et de l'Est de la France. Tome I. Doc. PDF, 101 p.
- CONSERVATOIRE DES SITES NATURELS DE PICARDIE 2002. - *Document d'objectifs du site Natura 2000 de la moyenne vallée de l'Oise*. Vol. 1. PDF, 520 p.
- CONSERVATOIRE DES SITES NATURELS DE PICARDIE 2009. - *Étude des annexes hydrologiques de la moyenne vallée de l'Oise 2009-2010*. Doc PDF, 33 p.
- FRANÇOIS R. 1999. - Le Sénéçon des marais (*Senecio paludosus* L.) dans la moyenne vallée de l'Oise entre Thourotte (60) et Travecy (02). *Bulletin de la Société Linnéenne Nord-Picardie* **17** : 63-68.
- FRANÇOIS R. 2005. - Observations récentes de Rainette arboricole (*Hyla arborea*) dans les étangs et mares du sud de la Picardie. Problématique de métapopulations et de corridors. *L'Avocette* : 18-28.
- FRANÇOIS R. 2012. - Le Rôle des genêts (*Crex crex*). In X. COMMECY (coord.), BAVEREL D., MATHOT W., RIGAUX T., ROUSSEAU C., *Les Oiseaux de Picardie. Historique, statuts et tendances*. Picardie Nature, Amiens : 130-131.
- FRANÇOIS R., GROSSIORD F. & LEMAIRE T. 2006. - *Projet « Réseaux de sites et d'acteurs » en Picardie*. CD en diffusion large. Conservatoire des sites naturels de Picardie, 330 p.
- FRANÇOIS R., PREY Th., HAUGUEL J.-Ch., CATTEAU E., DUHAMEL F., NICOLAZO C., MORA F., CORNIER Th., WATTERLOT A. & VALET J.-M. 2012. - *Guide des végétations des zones humides de Picardie*. CRP/CBN Bailleul, 656 p.
- GREEN A.J., FIGUEROLA J. & SÁNCHEZ M.I. 2002. - Implications of waterbird ecology for the dispersal of aquatic organisms. *Acta Oecologica* **23** : 177-189.
- HAUGUEL J.-Ch. & TOUSSAINT B. (coord.) 2012. - *Inventaire de la flore vasculaire de la Picardie (Ptéridophytes et Spermatophytes) : raretés, protections, menaces et statuts*. CRP/CBNBL.
- LEMAIRE T. & FRANÇOIS R. 1996. - *Étude de l'hydrosystème fluvial et des milieux aquatiques de la moyenne vallée de l'Oise. 3^e partie, Synthèse*. Conservatoire des sites naturels de Picardie, rapport, 93 p.
- WATTERLOT A. 2018. - *Plan régional d'action conservatoire Pulicaria vulgaire (Pulicaria vulgaris Gaertn. 1791) en Picardie*. CBN Bailleul, rapport.

Sites internet consultés :

- digitale.cbnbl.org : CBN Bailleul, mars 2018 ;
- [Sflore.fcbn.fr](http://sflore.fcbn.fr) : (FCBN), mars 2018 ;
- agreste.agriculture.gouv.fr/en-region/ ;
- <http://www.hydro.eaufrance.fr>, mars 2018.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=oR2CiviB7tl>

Pour une nouvelle gouvernance autour des usages des mares des Hauts-de-France

JÉRÔME CANIVÉ⁽¹⁾, ARIANE VIVIEN⁽¹⁾ & KATIA RANNOU⁽¹⁾

⁽¹⁾ Association pour le développement de la recherche et de l'enseignement sur l'environnement (ADREE), 1 chemin du pont de la planche, F-02000 Barenton-Bugny ; j.canive@naturagora.fr

Introduction

Bien que souvent présentes dans des espaces naturels de forts enjeux, les mares constituent généralement un élément marginalisé. Reléguées à une vocation éducative pour la plupart des gestionnaires, alibi compensatoire des aménageurs, les mares ne sont pas considérées à leur juste valeur. Cette situation trouve en partie sa source dans le fait qu'elles sont difficiles à appréhender, tant sur le plan écologique que juridique. Cependant, toutes ont en commun d'être étroitement liées aux activités humaines, et constituent à ce titre les zones humides les plus anthropiques. La très grande majorité d'entre elles résulte, en effet, d'une volonté humaine d'aménagement. Leur préservation ne peut pas reposer uniquement sur des préceptes scientifiques et naturalistes, mais impose de réinvestir le champ de la conservation pour y introduire une dimension culturelle et sociétale jusqu'à présent bien peu prise en considération. Cet article s'emploie ainsi à démontrer qu'une nouvelle approche des zones humides par le filtre de leurs usages ouvre des voies prometteuses pour leur préservation.

Les mares, des zones humides à part entière

Les mares sont les zones humides les plus présentes en France (environ 600 000 mares) (SAJALOLI & DUTILLEUL 2001), mais ce sont aussi probablement celles qui sont les plus mal connues, et les plus difficiles à cerner juridiquement. Un programme spécifique intitulé : « Les mares, des potentialités environnementales à revaloriser » a été lancé en 1995, dans le cadre du Programme national de recherche sur les zones humides (PNRZH) pour tenter de mieux les appréhender. À ce jour, ce programme offre la principale avancée scientifique d'envergure

nationale sur le thème des mares. Il propose ainsi une définition de la mare qui fait aujourd'hui autorité¹. Il a également permis d'expérimenter différentes techniques d'inventaires, d'étudier la relation qui existe entre la mare et son environnement, ses caractéristiques physico-chimiques, sa biodiversité, et enfin ses usages et ses perceptions. Ce programme met en avant la grande diversité des mares au niveau national, de pointer leur grande fragilité, ainsi que leur rapide disparition depuis les années 50 (30 à 50 %).

Des enjeux de biodiversité majeurs

Par leur nombre, les mares sont les principales composantes des zones humides continentales (CHAÏB *et al.* 1997), mais elles présentent également un grand intérêt environnemental en raison de leur richesse biologique et de la multitude de fonctions biophysiques qu'elles remplissent. La recherche a ainsi montré que ces milieux

abritent une des diversités biologiques les plus importantes par unité de surface (HILL *et al.* ; 2018). Il n'est ainsi pas inhabituel que des mares abritent des habitats rares, voire très rares, ainsi que des espèces protégées (DAVIES *et al.* 2008, ROBSON & CHESTER 2013).

Résumé

La préservation des mares représente un enjeu majeur pour la biodiversité des Hauts-de-France. Cependant, elle constitue une tâche trop vaste pour les réseaux naturalistes en place. La dimension humaine originale et spécifique, qui caractérise les mares, doit stimuler une nouvelle approche de la conservation tenant davantage compte de sa dimension anthropique. L'approche suggérée s'appuie sur la notion de socio-écosystème, qui s'efforce de dépasser la frontière du naturel et du culturel, et permet de pénétrer au cœur des territoires, des pratiques humaines et des usages, dans une perspective de démocratisation du savoir.

Abstract

The preservation of ponds is a major issue for biodiversity in Hauts-de-France. However, it represents a task too wide for naturalists. The original human dimension which characterizes ponds has to stimulate a new approach of conservation which takes more into account its anthropic dimension. The approach suggested in this text is based on the notion of socio-ecosystem which crosses the boundary of natural and cultural assets. It allows to penetrate the heart of territories, human practices and customs with the objective of democratizing knowledge.

¹ Définition d'une mare d'après le PNRZH : « La mare est une étendue d'eau à renouvellement généralement limité de taille variable pouvant atteindre un maximum de 5 000 m². Sa faible profondeur, qui peut atteindre environ 2 m, permet à toutes les couches d'eau d'être sous l'action du rayonnement solaire et aux plantes de s'enraciner sur tout le fond. De formation naturelle ou anthropique, elle se trouve dans des dépressions imperméables, en contexte rural, périurbain voire urbain. Alimentée par les eaux pluviales et parfois phréatiques, elle peut être associée à un système de fossés qui pénètrent et en ressortent ; elle exerce alors un rôle tampon au ruissellement. Elle peut être sensible aux variations météorologiques et climatiques, et ainsi être temporaire. La mare constitue un écosystème au fonctionnement complexe, ouvert sur les écosystèmes voisins, qui présente à la fois une forte variabilité biologique et hydrologique interannuelle. Elle possède un fort potentiel biologique et une forte productivité potentielle » (SAJALOLI & DUTILLEUL, 2001).

Depuis quelques années, on constate que les mares deviennent des objets d'études et d'inventaires pour elles-mêmes. À cet effet, des programmes de réhabilitation et de valorisation des mares ont pu être initiés, tels que le « programme mare » du Pays du Cam-

La mare, un objet socio-écologique

Le PNRZH (2004) a démontré la dimension anthropique de cet écosystème si particulier qu'est la mare, en lien, notamment, avec son origine généralement artificielle, ainsi qu'à sa forte valeur culturelle. La grande majorité des mares n'aurait en effet pas existé, si un homme n'avait pas eu besoin, à un moment donné, de collecter de l'eau, que ce soit pour sa survie ou celle de son bétail. Le maintien dans le temps d'une mare constitue ainsi le témoignage d'un ensemble de valeurs à la fois symboliques (PNRZH 2006), culturelles et historiques liées aux activités humaines.

Par conséquent, contrairement au discours univoque qui inscrit la gestion des ressources naturelles dans une perspective de renforcement d'une naturalité idéalisée, il est nécessaire d'admettre la co-évolution

de ces milieux aquatiques avec les sociétés humaines (GODET & MATHEVET 2015). D'autres programmes d'inventaires des mares ont également pu être menés², concluant notamment au déclin de ces écosystèmes fragiles.

de ces milieux aquatiques avec les sociétés humaines (GODET & MATHEVET 2015).

Les mares constituent par conséquent d'excellents modèles de l'interpénétration des faits biologiques et anthropiques (DESCOLA 2005) et posent de fait la question de la manière dont se bâtit cette co-évolution. L'étude de cet écosystème au travers de notions explicitement anthropocentrées, telles que celles de « mare orpheline » (Maison de l'Estuaire 2013), semble ainsi incontournable, lorsqu'il s'agit d'analyser cet objet socio-écologique. Il est finalement impératif, dans l'étude et la mise en œuvre de mesures de préservation des mares, de prendre en compte chaque composante du système d'interactions abiotique-biotique-anthropique (CHENORKIAN & ROBERT 2014).

Des énergies nombreuses mais insuffisantes au regard du défi que représente leur préservation

Pour faire suite au PNRZH, des programmes liés à la restauration et au recensement des mares se sont concrétisés sur l'ensemble du territoire national. Généralement animés à l'échelon régional, ils s'efforcent d'améliorer les connaissances sur la répartition et l'état des mares. Les principaux objectifs de ces programmes visent l'amélioration des connaissances, des suivis réguliers pour favoriser leur protection et la création d'un réseau de mares et d'acteurs³. Le PRAM Normandie, par exemple, recense aujourd'hui

près de 20 590 mares sur un territoire de 5 548 km², soit un *ratio* d'environ quatre mares au km². Si l'on se réfère aux 600 000 mares estimées par le PNRZH sur l'ensemble du territoire, la densité serait de moins d'une mare au km². Ce chiffre n'est donc pas significatif et probablement très sous-estimé. Il démontre qu'il est difficile d'envisager la protection des mares en souhaitant uniquement les comptabiliser et les répertorier.

Vers l'invention d'une nouvelle gouvernance et d'une approche systémique des usages

Les mares ont joué un rôle fondamental dans l'organisation, le maintien et le développement du lien entre la société et la nature, dans la mesure où de nombreuses activités domestiques, agricoles et artisanales s'organisaient autour de ces espaces (SNPN & CAUE 2016). La mare est aujourd'hui encore aménagée pour la chasse, des activités

de loisirs ou encore dans la lutte contre les incendies. Il semble ainsi indispensable d'évoquer ces usages, d'exprimer les valeurs culturelles et historiques qui y sont attachées, afin de réinscrire cet objet dans une trame sociale. Caractériser les mares, comme élément identitaire du paysage local et comme support d'usages, permet ain-

² Un exemple local est le programme d'inventaire des mares à l'échelle du bassin versant du Goujon en Thiérache mené en 2012 par l'ADREE. Ce programme visait à identifier et à analyser l'évolution du nombre de mares depuis 1949 jusqu'à 2006. Cette étude a notamment mis en évidence la diminution de leur nombre sur ce territoire, qui reste pourtant dominé par le bocage et l'élevage, un paysage et des usages favorables au maintien des mares.

⁴ SDAGE des Agence de l'eau Seine-Normandie et Artois-Picardie.

⁵ La Fédération de Pêche, la Fédération des Chasseurs de l'Aisne, La Maison de la Nature et de l'Oiseau, les associations de sports de nature et l'Association pour le développement de la recherche et de l'enseignement en environnement.

³ Programme régional d'action en faveur des mares de Normandie organisé par les Conservatoires d'espaces naturels de Normandie en 2006. Programme de la Tour du Valat « mares temporaires méditerranéennes », PERRENOU Christian, 2001.

si leur réinscription dans les schémas de pensée des acteurs des territoires ruraux et urbains, stimulant par conséquent un passage à l'action. La sensibilisation et l'action ne semblent en effet n'avoir de sens que si les actions sont déclinées par filières d'usage, la mare de forêt riche en espèces valorisées auprès des forestiers, la mare d'habitat support de loisirs et esthétique à proximité des habitations.

Une forte demande provenant avant tout des acteurs locaux à la recherche d'informations et de formations pour la gestion de leur bien (chasseurs, pêcheurs, agriculteurs, riverains, etc.) s'affirme depuis quelques années. S'inspirant des programmes développés à l'échelle régionale, des dispositions des SDAGE⁴ en cours en région et du pôle

Relais mares, zones humides et vallée alluviale, l'association NaturAgora et l'ensemble de ses partenaires⁵ est à l'origine d'un programme « Mares en Hauts-de-France (2017-2021) ». L'approche systémique développée vise *in fine* à démultiplier l'action au plus près des territoires en dotant notamment les acteurs locaux de compétences et de savoir-faire techniques, qu'ils ne maîtrisent pas encore tout en profitant de leur retour d'expérience souvent très précieux pour comprendre la réalité territoriale d'un projet. Ainsi, ce sont des projets interdisciplinaires mêlant les savoirs vernaculaires et scientifiques qui tendent à se rapprocher des attentes locales, recherchant plus qu'un plan de gestion clé en main, un partage technique, administratif et intellectuel.

Conclusion

Les mares des Hauts-de-France abritent une remarquable biodiversité et assurent des services écosystémiques de premier plan. Pourtant, elles sont parmi les milieux humides qui disparaissent le plus vite ces dernières années. Trop petites, trop dispersées, trop anthropiques, elles sont comblées, détruites, polluées au profit d'une mise en valeur de court terme. Certaines sont créées, mais le bilan global est négatif. Si cette forte dimension anthropique est la cause de leur disparition, elle est aussi paradoxalement le principal vecteur sur lequel une politique de conservation ambitieuse a des chances d'aboutir. C'est par l'invention d'un nouveau type de gouvernance et la recherche d'une association étroite des usagers des espaces ruraux, qu'on redonnera du sens à la valorisation des mares de cette région. C'est en cherchant à rendre les acteurs plus autonomes en leur permettant d'enrichir leurs compétences techniques et scientifiques, qu'il sera possible de démultiplier une action de sauvetage des mares des Hauts de France à la hauteur des enjeux.

Bibliographie

- ARNABOLDI F & ALBAN N. 2007. - *La gestion des mares forestières de plaine*. Guide technique de l'Office national des forêts, France 215 p.
- BAUDRIBOS E. 2003. - *Diversité floristique et modes de gestion des mares de la Moyenne vallée de l'Oise* – Étude mare en Moyenne vallée de l'Oise, Fédération des chasseurs de l'Aisne, Barenton-Bugny, France, 43 p.
- CHAIB J., MANNEVILLE O. & PONSERO A. 1997. - Les plantes des mares. *Le courrier de la nature* **161** : 16-21.
- CHENORKIAN R. & ROBERT S. 2014. - *Les interactions hommes-milieus. Questions et pratiques de la recherche en environnement*, Quae, Indisciplines, France, 182 p.
- DAVIES B.R., BIGGS J., WILLIAMS P.J., LEE J.T. & THOMPSON S. 2008. - A comparison of the catchment sizes of rivers, streams, ponds, ditches and lakes: implications for protecting aquatic biodiversity in an agricultural landscape, *Ecology of European Ponds, Hydrobiologia* 597:7–17 DOI 10.1007/s10750-007-9227-6, 11 p.
- DESCOLA P. 2005. - *Par-delà nature et culture*, « Bibliothèque des sciences humaines », Gallimard, Paris, 640 p.
- ECOSPHERE, 2006. - PNRZH. Gestion des zones humides, cahier technique, 64 p.
- European Pond Conservation Network. 2008. - *The Pond Manifesto* [en ligne]. Disponible à : www.europeanponds.org/wp-content/uploads/2014/12/EPCN-manifesto_english.pdf [cité le 28 mai 2018]
- GODET L. & MATHEVET R. 2015. - *Pour une géographie de la conservation. Biodiversité, natures et sociétés*. L'Harmattan, Paris, 404 p.
- HILL M.J. et al. 2018. - *New policy directions for global pond conservation*, *Conservation Letters*, 2018.
- MAISON DE L'ESTUAIRE. 2013. - *3^e plan de gestion tome 1 Diagnostique de la réserve*. 236 p.
- ROBSON B. & CHESTER E. 2013. - Anthropogenic refuges for freshwater biodiversity: Their ecological characteristics and management. *Biological Conservation*. 166. DOI 64-75. 10.1016/j.biocon.2013.06.016.
- SAJALOLI B. & DUTILLEUL C. 2001. - Les mares des potentialités environnementales à revaloriser, rapport de synthèse du programme de recherche mené dans le cadre du PNRZH, 150 p.
- SNPN & CAUE-IDF, Ecriture collective, 2016. *À vos mares ! Prendre en compte les mares dans les projets d'aménagement communaux*. Guide à l'usage des collectivités territoriales. 24 p.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=M0giQ5rHTx0>

Session 3

Aborder les zones humides dans leur contexte territorial

[Président de séance : Pierre GOUBET - Rapporteur : Jérémy LEBRUN]



photo : © B. DELANGUE

Le Mont-Saint-Michel et sa baie peuvent-ils se réconcilier ?

ALAIN CANARD⁽¹⁾, LIONEL PRIGENT⁽²⁾, FRÉDÉRIC YSNEL⁽¹⁾, THIERRY ROBIN⁽³⁾, ALEXANDRE CARPENTIER⁽¹⁾, JEAN-CLAUDE LEFEUVRE⁽¹⁾ & FRÉDÉRIC BIORET⁽²⁾

⁽¹⁾ EA 7462 - Géoarchitecture, Université de Rennes 1, Campus de Beaulieu, bâtiment 25, F-35042 Rennes Cedex ;

⁽²⁾ Univ Brest, EA 7462 - Géoarchitecture, F-29200 Brest, France ;

⁽³⁾ Association Centre de découverte de la Baie, Maison de la Baie Le Vivier Cherreix ; F-35960 Le Vivier-sur-Mer ; alain.canard@univ-rennes1.fr

Introduction

Le Mont-Saint-Michel accueille chaque année près de trois millions de visiteurs, ce qui en fait la première destination touristique en France, après Paris. En conséquence, il est cerné par un certain nombre d'équipements touristiques et commerciaux et se trouve sous le feu de toutes les attentions. Mais c'est « le Mont-Saint-Michel et sa baie » qui sont inscrits au patrimoine mondial de l'UNESCO. La délimitation du « bien » est assez restreinte mais la zone tampon, approuvée en 2007, englobe une bonne partie de l'ensemble naturel qu'est la baie et ses bassins versants. La baie est probablement moins connue que le Mont mais elle est tout aussi exceptionnelle que la « merveille ». Jusqu'ici, le Mont et sa baie étaient envisagés séparément et considérés selon des approches différentes (culturelle et touristique pour le Mont ; élevage, culture, conchyliculture et patrimoine naturel pour la baie).

Le Mont, un peu d'histoire

Le Mont-Tombe était un rocher aride, battu par les flots et isolé au milieu d'une baie immense. La préhistoire du sanctuaire est relativement mal connue. Il semble que les Gaulois y développèrent un culte dédié au dieu du soleil (Bélénos). D'après le texte fondateur la *Revelatio*, dès le VI^e siècle, on peut noter la construction d'un édifice dû à Bainus. Mais, plus connu, l'évêque Aubert d'Avranches fut à l'origine de la fondation d'un oratoire au début du VIII^e siècle sur le Mont, devenu « Saint-Michel-en-Tombe », qui devint l'objet d'un pèlerinage. Les fluctuations de territoires attribuent le Mont aux bretons puis aux normands, avec quelques inversions de possession, et il ne devint définitivement normand qu'en 1009. Les ducs de Normandie s'y investirent en embellissant le site. Richard I^{er}, en 966, fit construire une première abbaye. Trente ans plus tard, cet édifice de style roman est frappé par la foudre et détruit par l'incendie qui s'ensuit. Une seconde abbaye bénédictine,

de style gothique, fut construite au début du XI^e siècle, mais des agressions de la foudre, les attaques des anglais ou des bretons ainsi que quelques erreurs de construction feront qu'elle n'atteindra son aspect actuel que vers le XVI^e siècle. Cette abbaye remarquable, nommée parfois la « merveille de l'Occident », trône majestueusement au sommet du rocher devenu le Mont-Saint-Michel. Elle est, dès le Moyen-âge, un lieu d'importants pèlerinages et attire des pèlerins de toute l'Europe du Nord. Le site, fortifié en raison des attaques anglaises ou bretonnes, est devenu une place-forte du Duché de Normandie. L'abbaye servira de prison de la révolution jusqu'en 1863. Elle est classée monument historique en 1874. Elle est ensuite restaurée et reliée au continent par une digue-route. Un tramway achemine alors les visiteurs qui affluent et sont de plus en plus nombreux d'année en année (LEFEUVRE *et al.*, 2014).

Abstract

Résumé

Le Mont-Saint-Michel et sa baie, inscrits au patrimoine mondial de l'UNESCO, n'ont pas encore de plan de gestion. Les atouts culturels et touristiques du Mont sont aussi remarquables que ceux, environnementaux et économiques, de la baie. Il faut espérer que cette opportunité permettra d'envisager une gestion intégrée du Mont et aussi de sa baie avec ses bassins-versants.

Although the Mont-Saint-Michel and its bay are on the UNESCO list of World Heritage, it can be stressed that the development of an elaborate management plan including the surrounding watersheds is still needed. Considering the importance of the cultural, ecological, economic and touristic values of this unique natural site, the development of a concerted management plan requires both collective and integrative approaches in order to maintain the outstanding universal value of the bay.

Classement au patrimoine mondial de l'UNESCO

En 1979, le « Mont-Saint-Michel et sa baie » sont classés sur la liste des sites du patrimoine mondial de l'UNESCO. Le site (le « bien ») correspond au Mont avec le fond oriental de la baie et une étroite bande littorale atteignant Cancale à l'Ouest et Julouville au Nord, soit 6 550 ha. Il est actuellement entouré d'une zone de protection de 57 510 ha. (Fig. 1). Un nouveau périmètre est à l'étude, il sera soumis prochainement à l'UNESCO pour instruction. Cette nouvelle inscription devrait garantir une bonne ges-

tion environnementale du territoire et pas seulement du Mont.

L'UNESCO est particulièrement vigilante quant à la qualité du paysage autour du Mont-Saint-Michel. La mission d'expertise, conduite en 2011, remet en cause l'inscription du site en raison de projets d'installation d'éoliennes visibles depuis le Mont et l'implantation envisagée de ces nouveaux équipements. Suite à cette mission d'expertise, les projets ont été abandonnés.

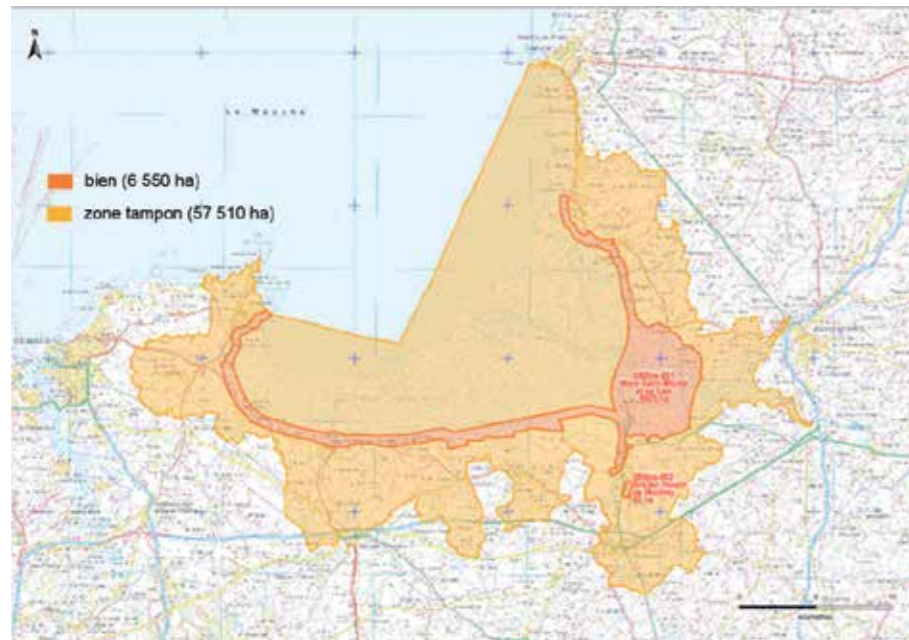


Figure 1

Le Mont-Saint-Michel et sa baie : délimitation du bien lors de son inscription en 1979 et de sa zone tampon approuvée en 2007. Ce périmètre est actuellement en cours de révision. L'enveloppe actualisée sera prochainement soumise à l'UNESCO pour instruction.

Les travaux de rétablissement du caractère maritime au Mont-Saint-Michel

La baie se comble progressivement, comme toutes les baies, mais les interventions humaines, principalement à partir de la seconde moitié du XIX^e siècle, ont accéléré ce comblement : canalisation du Couesnon (1858) en vue de la poldérisation du côté ouest du Mont (1860-1934), création de la digue-route (1879), puis d'un parc de stationnement sur les grèves (1966), construction d'un barrage estuarien sur le Couesnon (1969). Les effets de l'atterrissement se font très rapidement ressentir aux abords du Mont-Saint-Michel. Aussi, dans les années 1970, sous l'impulsion de l'ingénieur général des ponts et chaussées Jean DOULCIER, un premier ensemble de travaux de grande envergure est défini. Après bien des péripé-

ties et des attermolements, c'est en 1995 que l'État et les collectivités territoriales engagent réellement un projet de rétablissement du caractère maritime du Mont-Saint-Michel. Les collectivités locales normandes constituent un syndicat mixte en 1997 auquel la Région Bretagne adhère en 2005. Outre ces collectivités, l'Union européenne, l'État, la Région Bretagne et le Département d'Ille-et-Vilaine participent aux financements. Le syndicat mixte aura la maîtrise d'ouvrage. Un défi d'ingénieurs est relevé, avec calculs et simulations sur maquettes. L'élaboration et le lancement du projet sera confié à Jean-Pierre Morelon qui, de 1995 à 2001, exercera la responsabilité de chef de projet (MORELON, 2017). L'objectif est de

desserrer l'emprise des marais salés (ou herbous selon leur nom local) autour du Mont, en entourant celui-ci par deux bras d'eau issus du Couesnon, dont le barrage existant est supprimé pour être remplacé par un barrage chasse d'eau (Fig. 2). Les parcs de stationnement qui constituaient une véritable verrue paysagère au pied du Mont sont déplacés à l'intérieur des terres. L'ancienne digue-route est arasée pour être remplacée par une nouvelle digue d'accès dont la partie terminale est transformée en pont-pas-

serelle pour laisser passer l'un des deux bras du Couesnon. Les travaux commencent en 2005 et s'achèvent dix ans plus tard. Ils ont coûté, après plusieurs révisions et actualisations, près de 184 millions d'euros. Il est encore trop tôt pour évaluer la réussite de l'intervention. Il est aussi trop tôt pour savoir si la baisse observée de fréquentation du Mont, résultant en grande partie de l'éloignement des parkings et de l'accès au Mont au moyen de navettes, n'est que provisoire.

Figure 2
Aperçu des travaux réalisés sur la partie terminale du Couesnon dans le programme de restitution du caractère maritime du Mont-Saint-Michel.



La baie et ses enjeux environnementaux

Les courants de marée s'engageant dans la Manche se heurtent à la presqu'île normande et se concentrent dans un fond de baie assez plat. En conséquence, la zone intertidale subit des hauteurs de marée record pour l'Europe, avec l'estuaire de la Severn (14 à 15 m) en Angleterre.

Les marais salés sont, ou ont été, la source d'une forte exportation de matière organique vers la mer. Cette matière organique, issue de la végétation des marais, est à l'origine très importante. En effet, ces milieux intertidaux sont connus comme étant parmi les plus productifs, mais la matière organique formée n'est pas fixée comme elle l'est dans une forêt et elle est très vite renouvelée. Les produits de décomposition partent en mer (Fig. 3). Dans la baie, la part

respective des entrées massives d'eau marine à chaque marée et celle des produits de décomposition du marais (outwelling) est encore peu connue. On sait toutefois que ces abondances de matière organique et de sels minéraux concourent au développement des diatomées sur les sédiments intertidaux et du plancton qui est particulièrement riche dans la baie. Les activités conchylicoles (moules et huîtres) bénéficient de ces ressources trophiques et constituent d'importantes ressources économiques de la région. Dans la chaîne alimentaire, enrichie par la matière organique, des invertébrés (Polychètes, Amphipodes, Mollusques) servent de ressource pour des prédateurs : oiseaux et poissons (bars, soles, mullets, ...). La baie est ainsi un lieu important de nurserie pour de nombreuses es-

pèces de poissons du Golfe normanno-breton (en particulier pour les juvéniles de bars dont une partie vient se nourrir jusque dans les marais salés, quand la marée le permet. Pour cette espèce, la baie est reconnue comme l'une des plus importantes nourriceries de France. Pour les oiseaux d'eau (Anatidés, Limicoles, Laridés, ...), la baie est un site d'hivernage et de halte migratoire. Chaque année à la mi-janvier, 100 000 à 150 000 oiseaux y sont dénombrés, ce qui lui confère un statut international (Site RAMSAR). Parmi les richesses naturelles exceptionnelles, on peut citer également les récifs d'Hermelles qui sont les plus étendus des côtes européennes.

Depuis les années 1990, une évolution de la végétation des marais salés semble remettre en cause l'équilibre antérieur. Le développement du Chiendent du littoral [*Elytrigia acuta* (DC.) Tzvelev, 1973 = *Elymus athericus*] modifie la composition floristique et la structuration spatiale des végétations, conduisant à une banalisation écologique et paysagère, des marais salés. Sa progression est spectaculaire, passant d'environ 3 % de la surface des marais salés en 1984 à 45 % en 2013 (Fig. 4). La raison principale de cette évolution importante et rapide du Chiendent du littoral est, *a priori*, l'eutrophisation, c'est-à-dire l'augmentation toute aussi rapide des teneurs en nutriments dans les eaux de la baie en provenance notamment des bassins versants dont ceux de la Sée, de la Sélune et du Couesnon, ce dernier recevant également une partie des eaux drainées dans les polders. Une étude de l'Inter-SAGE (VALÉRY, 2018) indique que l'alti-

métrie des herbues n'a pas varié entre 1981 et 2016, excluant ce facteur. Par contre, il a été montré, qu'en présence d'azote (LEPORT *et al.*, 2006), le Chiendent du littoral développe une osmo-protection qui le protège contre le sel. Il peut alors descendre sur l'estran vers les niveaux inférieurs du marais. Les autres espèces végétales sont en régression telles l'Obione faux-pourpier [*Halimione portulacoides* (L.) Aellen, 1938 = *Atriplex portulacoides*] et la Puccinellie maritime [*Puccinellia maritima* (Huds.) Parl., 1850] dont les zones colonisées ont perdu la moitié de leur superficie depuis 1995. Le principal problème pour le fonctionnement global de cet écosystème est que, contrairement à l'Obione faux-pourpier et à la Puccinellie maritime, le Chiendent du littoral fixe plus la matière organique, qui est donc moins relâchée dans le milieu, et l'enrichit en lignine, ce qui limite encore plus son intégration dans la chaîne trophique marine. En plus de ces changements, la microstructure du milieu est modifiée, surtout par rapport aux végétations à l'Obione faux-pourpier. Le réseau racinaire est plus important et la surface de sol libre réduite, ce qui limite en conséquence la présence de certains invertébrés halophiles spécifiques de ce milieu réduit à une étroite frange littorale, et augmente d'autant les risques de régression ou de disparition de ces espèces (PETILLON *et al.*, 2004). Il en est de même pour diverses petites espèces végétales halophiles associées aux micro-cuvettes au sein des «obionaires», ces cuvettes pouvant notamment héberger plusieurs taxons de salicornes annuelles.

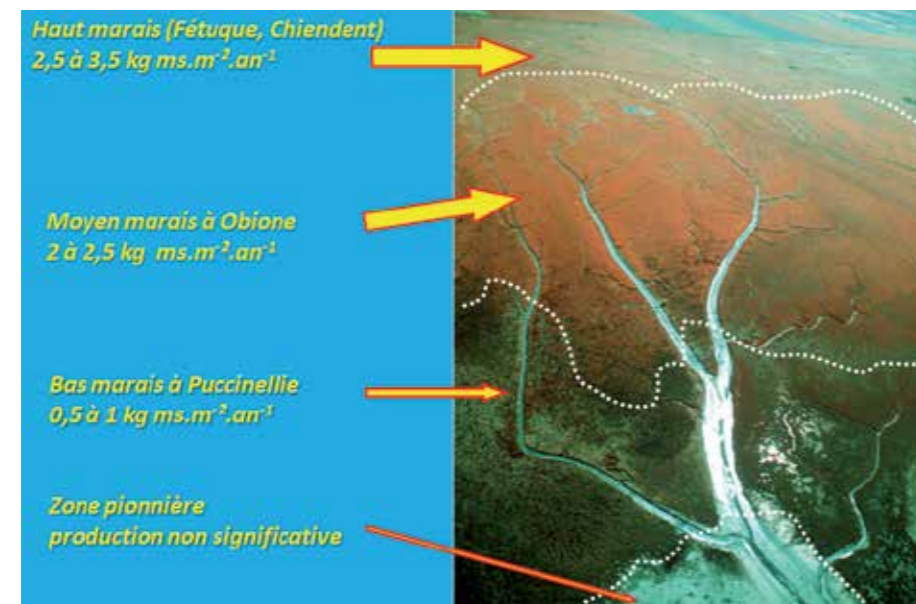
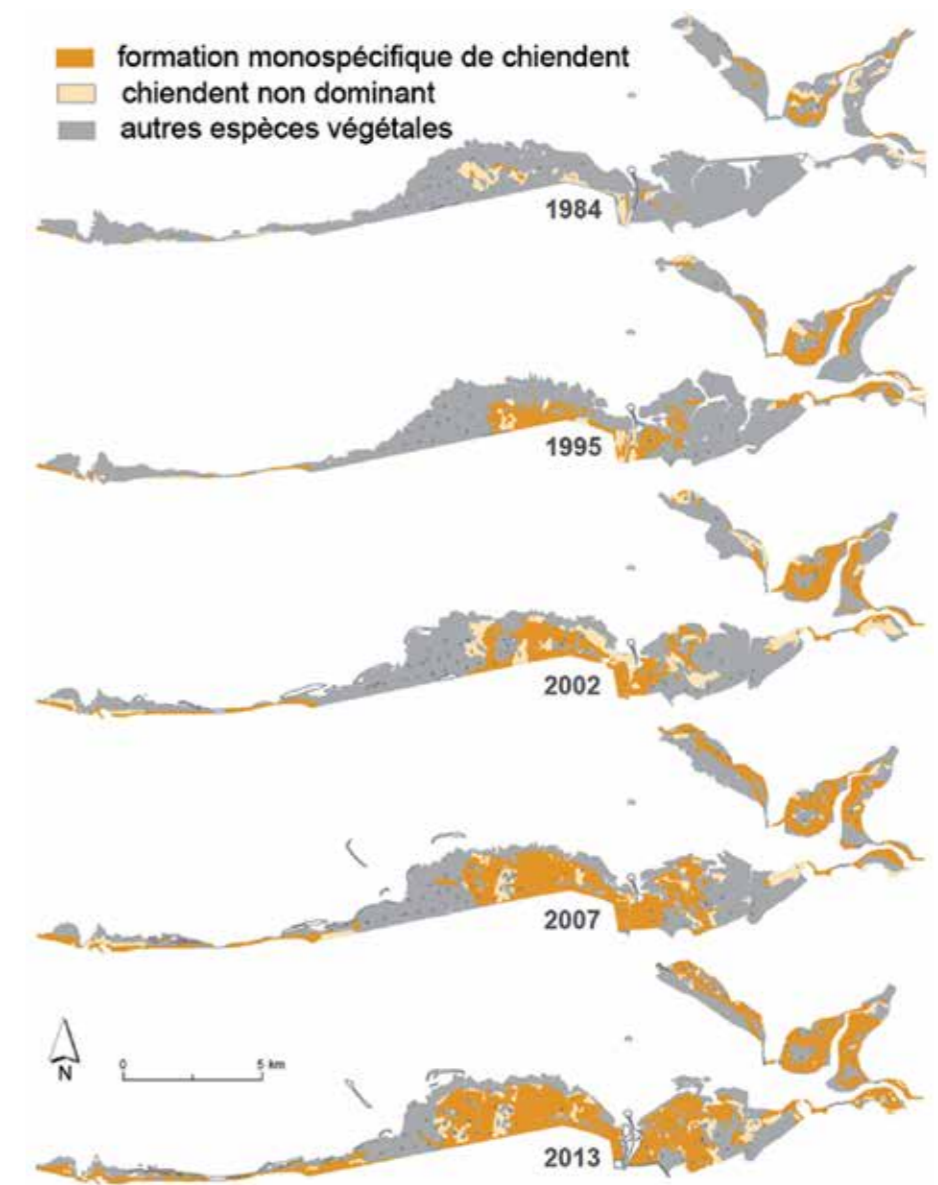


Figure 3
Les marais salés et l'exportation de matière organique (étude de 1994).

Figure 4
Aperçu de l'extension spatiale du Chiendent du littoral (en jaune) dans les marais salés de 1999 à 2007 (d'après VALÉRY et RADUREAU, 2014).



Un milieu structuré par plusieurs siècles d'activités humaines

La tanguie, mélange d'alluvions marines, de sables et de limons, constitue un substrat particulièrement fertile, riche en calcaire, lorsqu'il est dessalé. Cette qualité est connue depuis longtemps, et les marais ont par conséquent été récupérés sur la mer grâce à un système de digues (polders). Ces polders ne nécessitent pas d'irrigation, le réseau de canaux de drainage et les limons souples et profonds permettent de maintenir l'humidité. Les digues de protection sont très anciennes (digue de la duchesse Anne : X^e-XI^e siècles) ou plus récentes (1860-1934) [Fig.5]. Les polders sont des lieux de cultures,

souvent intensives, qui forment un autre paysage caractéristique de la baie. Ces terres sont notamment dédiées aux cultures maraîchères : carottes, poireaux, salades, échalote, navets, ...

Mais ces productions entraînent un enrichissement en azote et en matières en suspension (du fait d'une plus faible couverture des sols), provoquant une modification des marais salés (développement du Chiendent du littoral) et un changement de la chaîne trophique marine qui devient source de conflit d'intérêts, avec les exploitations conchylicoles notamment.

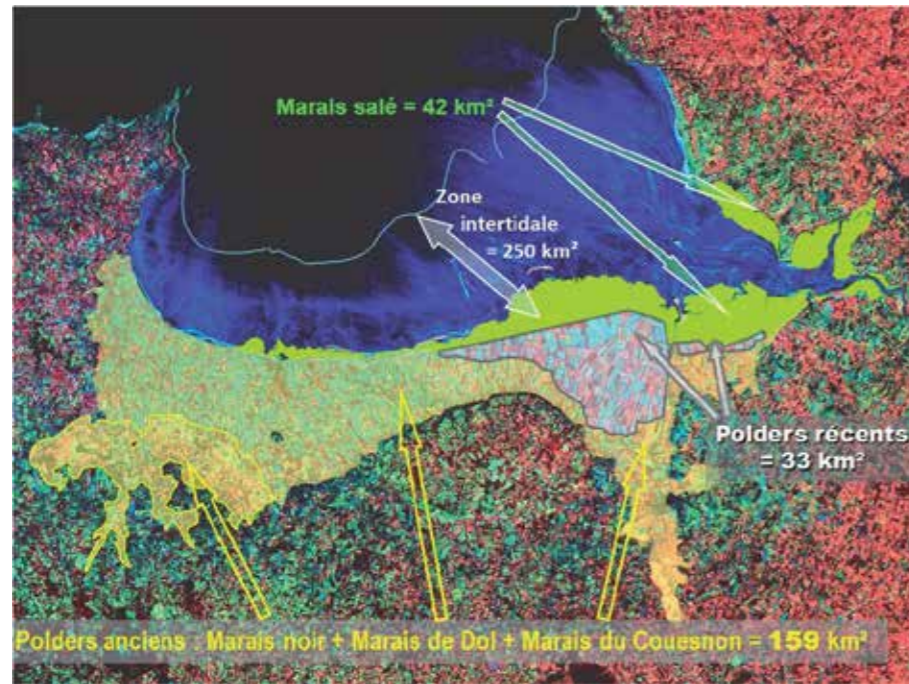


Figure 5
Les marais salés et les polders.

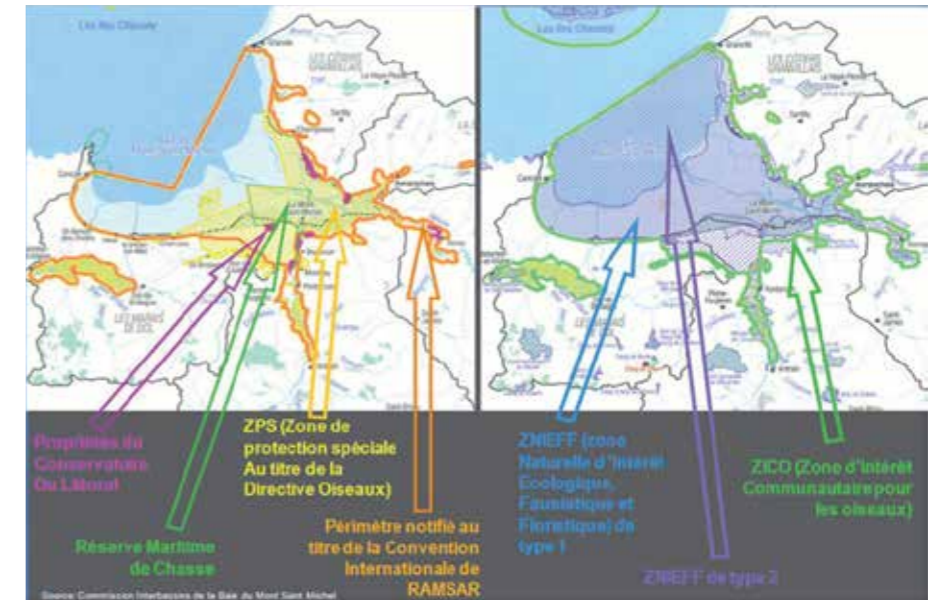


Figure 6
Les zones de protection du milieu naturel en baie du Mont.

Gestion globale du Mont-Saint-Michel et de sa Baie

La baie du Mont fait l'objet de plusieurs inventaires et de statuts de protection réglementaires du patrimoine naturel : ZNIEFF, Natura 2000, ... (Fig. 6). Il existe une gestion séparée de ces différentes zones. Les milieux terrestres adjacents à la baie ne sont pas complètement inclus dans le périmètre de la zone tampon classée au patrimoine mondial de l'UNESCO, mais constituent des ensembles fonctionnels avec la baie, tels les bassins-versants des rivières et les zones de repos d'oiseaux aquatiques (Fig. 7).

Une structure embrasse une gestion globale de la baie et de ses bassins-versants, c'est l'inter-SAGE qui a pour objet de coordonner la gestion des eaux littorales sur les bassins de la baie. Cette gestion implique de mieux connaître le fonctionnement du milieu, mais également les facteurs environnementaux donc aussi humains.

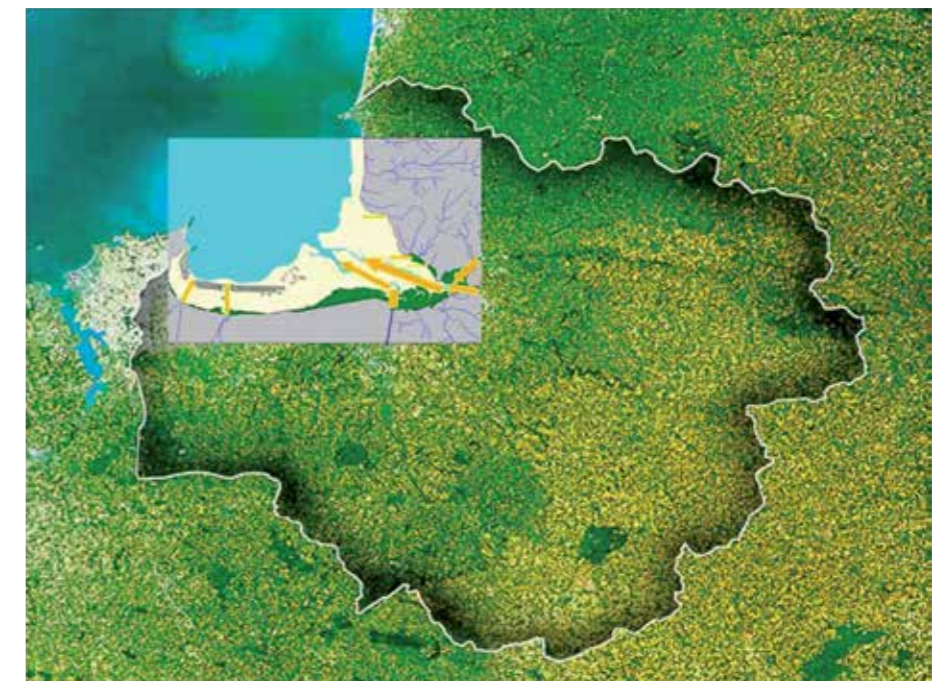
Les activités professionnelles sont nombreuses: cultures maraîchères, élevage (moutons), conchyliculture (huîtres et moules), pêche à pied. Les activités de loisirs ne manquent pas non plus, elles concernent autant les touristes que les autochtones. La chasse est probablement la plus ancienne et de nouvelles activités se sont ajoutées telles la randonnée, le char à voile, les courses pédestres. L'imbrication de toutes ces activités professionnelles et de loisirs nécessiterait une organisation spatiale et temporelle concertée, afin de concilier tous

ces usages avec la préservation du patrimoine naturel.

De plus, la baie appartient à deux régions administratives (Bretagne et Normandie), ce qui rend compliqué une gestion unitaire de l'ensemble. L'idée bien perçue par l'UNESCO, mais également par ceux qui s'intéressent aux marais salés (comme le Conservatoire du littoral) ou bien à la gestion des eaux (Inter-SAGE), doit se traduire par un même mot d'ordre : la baie, le Mont-Saint-Michel, les fleuves et leurs bassins versants forment une entité fonctionnelle et devraient être reconnus comme tels.

L'UNESCO impose, depuis 2007, que les sites inscrits au patrimoine mondial soient dotés d'un plan de gestion. Celui du Mont-Saint-Michel et de sa baie manque encore. S'il apparaît qu'un plan de gestion se profile avec une conception réduite de la baie, on peut toutefois souhaiter que ce plan s'élargisse en prenant en compte le patrimoine naturel exceptionnel de cette baie, incluant tout l'ensemble fonctionnel, à l'échelle des bassins-versants. On peut donc espérer que la réflexion s'élargisse en prenant en compte les activités professionnelles et de loisirs de toute la baie et pas seulement les activités touristiques du Mont. En raison de la morosité actuelle en termes de fréquentation du Mont, il est certain que la richesse de la baie peut bénéficier au Mont. Le Mont-Saint-Michel sera-t-il sauvé par sa baie ?

Figure 7
L'ensemble des bassins-versants des rivières de la baie.



Bibliographie

- LEFEUVRE J.-C. 2010. - *Histoire et écologie de la baie du Mont-Saint-Michel*. Editions Ouest-France, 270 p.
- LEFEUVRE J.-C. & MAUXION A. 2012. - *Découvrir la baie du Mont-Saint-Michel*. Editions Ouest-France, 144 p.
- LEFEUVRE J.-C., MOUTON J.-P. & MAUXION A. 2017. - *L'histoire de la baie du Mont-Saint-Michel et de son abbaye*. Editions Ouest-France, 304 p.
- LEPORT L., BAUDRY J., RADUREAU A. & BOUCHEREAU A. 2006. - Accumulation de sodium, de potassium et de produits azotés en relation avec l'adaptation à l'environnement salin chez *Elytrigia pycantha*, une plante invasive des marais salés de la Baie du Mont-Saint-Michel. <http://www.intersage-baiedumont.fr/>
- MORELON J.-P. 2017. - Projet de rétablissement du caractère maritime du Mont-Saint-Michel. *Les Amis du Mont-Saint-Michel*, **122-II** : 65-108, **122-III** : 129-184.
- PÉTILLON J., GEORGES A., YSNEL F., VALÉRY L., CANARD A. & LEFEUVRE J.-C. 2004. - Changes in salt marsh arthropod fauna after an invasion by *Elymus athericus* (Poaceae): conservation and functional consequences in the Mont-Saint-Michel bay. 7th INTECOL INTERNATIONAL Wetlands Conference, Utrecht (The Netherlands), July 25-30.
- SCHRICKE V. & VALÉRY L. 2016. - Aménagements en faveur des oiseaux d'eau. Une expérience réussie sur les marais salés de la Réserve de chasse et de faune sauvage en Baie du Mont-Saint-Michel. *Connaissance & gestion des habitats*, **311** : 30-36.
- Site de l'Inter-SAGE Baie du Mont-Saint-Michel, Compte-rendu des réunions du Conseil scientifique : www.intersage-baiedumont.fr/
- VALÉRY L. 2018. - L'invasion des marais salés par le chiendent maritime - Etat des études menées par l'Université de Rennes 1 et perspectives de recherche. *Groupe de travail NATURA 2000 «Prés salés», Conservatoire du Littoral, Pontorson, 18 juin.*
- VALÉRY L., BOUCHARD V. & LEFEUVRE J.-C. 2004. - Primary production, litter accumulation, and decay rates: potential changes of organic matter fluxes in salt marsh after *Elymus athericus* invasion. *Workshop of Coastal Ecology, Saint-Malo (France), October 4-6.*
- VALÉRY L., PÉTILLON J., RADUREAU A., BOUCHARD V. & LEFEUVRE J.-C. 2004. - Modification of detrital pools and fluxes by an invasive native species in salt marsh. 7th INTECOL INTERNATIONAL Wetlands Conference, Utrecht (The Netherlands), July 25-30.
- VALÉRY L. & RADUREAU A. 2014. - Cartographie de la végétation des marais salés de la baie du Mont-Saint-Michel : approche méthodologique. *Séminaire «Suivi des Prés Salés - Quels descripteurs pour quels objectifs de conservation ?» - Réserves Naturelles de France, Agence des Aires Marines Protégées & Agence de l'Eau Seine-Normandie, Agon-Coutainville, 19-20 Juin.*

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=QyGjtcp-wc8>

In the Seine estuary, part of the last bend of the Seine, the Vernier marsh bend, has been isolated from the mineral and hydraulic inputs of the river, making possible the formation of one of the largest peat bogs in France. Environmental issues are important and so is institutional involvement. At the same time, the mire undergoes socio-environmental changes impacting its current and future functioning.

There is a lot of knowledge about the Vernier marsh which enable to highlight very important issues: it is an essential link of a local and even international ecological network, and a peaty environment hosting an exceptional heritage. Environmental policies and local actors have engaged many planning documents but also singular management.

Part of this peat bog is included in the protected area of the National Nature Reserve of the Marais Vernier. Its management must take into account the multiple users of the site. The design of a trajectory could help answering the stakes' demand and implementing coherent, effective and complementary environmental policies. It will also help to share elements of understanding of the system, an essential prerequisite for the potential commitment of actors and users in a management and preservation approach. This reflection must therefore lead to a common basis on the actual potential of the site and the definition of a trend trajectory compared to the elements that can't be controlled by Man and to the societal evolution.

The development of this trajectory requires to analyse many diverse information. This work has been carried out since the end of 2015 by the multidisciplinary team of the Park, which relies on its Scientific Council with various skills (including social, cultural skills...).

This approach being new and ambitious, the method of development evolves as we go along. This highlights the following work steps:

- choice of the spatial and temporal scale
- summary of the initial state and sectorisation
- studies of the dynamics of the parameters
- cross analysis by sector and distinction of trend potentialities by sector
- analysis of operational responsibilities by sector
- multi-sector cross analysis

By the end of 2017, the first stages of "diagnosis" have been completed and will be able to begin to be shared, contrary to the analysis of trend processes and responsibilities that are under way, and to the last stage which is not yet initiated. The present work puts more emphasis on the intellectual process, taking an acidic peat bog as an example.

Résumé

Au sein de l'estuaire de la Seine, une partie de la dernière boucle du fleuve, celle du marais Vernier, a été isolée des apports latéraux d'eau et de minéraux, ce qui a permis la formation d'une des plus grandes tourbières de France. Les enjeux environnementaux y sont importants et les engagements institutionnels forts. En parallèle, la tourbière subit des influences socio-environnementales impactant son fonctionnement actuel et futur. La Réserve naturelle nationale du marais Vernier est un site protégé au sein de cette tourbière. La gestion de cette aire protégée est dépendante de la vision et de la gestion collective du marais dans son ensemble. Une approche globale et prospective pourrait permettre de faire émerger ces orientations collectives et partagées. La définition d'une trajectoire tente de relever ce défi afin d'appréhender les potentiels et les complémentarités des gestions et des ambitions des acteurs en présence qui sont actuellement très diverses. Le travail présenté dans cet article et lors du colloque correspondant met davantage en avant une démarche avec, comme exemple, un secteur de tourbière acide.

Élaboration d'une trajectoire du marais Vernier, un préalable à la gestion

LOÏC BOULARD

Maison du Parc naturel régional
des Boucles de la Seine
Normande,
F-76940 Notre-Dame-de-Bliquetuit ;
loic.boulard@pnr-seine-normande.com



Pourquoi et comment ?

Au sein de l'estuaire de la Seine, de nombreuses connaissances sont disponibles sur le marais Vernier permettant de mettre en évidence des enjeux très importants : un maillon essentiel d'un réseau écologique local à international et un milieu tourbeux hébergeant un patrimoine exceptionnel. Les politiques environnementales et les acteurs locaux ont élaboré bon nombre de documents de planification mais aussi de gestions singulières.

Dans le marais Vernier ancien, La Réserve naturelle nationale du marais Vernier doit être gérée de manière complémentaire aux autres utilisations du site, afin de préserver les patrimoines et les fonctions de la partie tourbeuse qui l'héberge. La définition d'une trajectoire pourrait être une aide pour répondre aux enjeux et mettre en œuvre des politiques environnementales cohérentes entre elles, efficaces et complémentaires. Cela permettrait aussi de partager des éléments de compréhension du système, préalable indispensable à un engagement éventuel des acteurs et usagers dans une démarche de gestion et de préservation. Cette réflexion doit donc conduire à une base commune sur le potentiel actuel du site et la définition d'une trajectoire au regard des éléments non maîtrisables par l'Homme et de l'évolution sociétale.

L'élaboration de cette trajectoire demande de mobiliser et traiter de nombreuses informations diverses. Ce travail est porté depuis fin 2015 par l'équipe pluridisciplinaire du Parc qui s'appuie sur son conseil scientifique aux compétences diverses (sociales, culturelles...).

La systématisation de cette démarche étant nouvelle et ambitieuse pour le Parc naturel régional des Boucles de la Seine, elle évolue chemin faisant. Cela permet de mettre en évidence les étapes de travail suivantes :

- choix de l'échelle spatio-temporelle ;
- synthèse de l'état initial et sectorisation ;
- études des dynamiques des paramètres ;
- analyse croisée par secteur et distinction des potentialités et des tendances de paramètres par secteur ;
- analyse des responsabilités opérationnelles par secteur ;
- analyse transversale multi-secteurs.

Fin 2017, les premières étapes de « diagnostic » ont abouti et pourront commencer à faire l'objet d'un partage. L'analyse des processus tendancielles et des responsabilités est en cours. La dernière étape n'a pas encore été initiée.

Périmètre du diagnostic

Limites temporelles

Les limites temporelles de la réflexion ont été fixées arbitrairement à 2050. Cela permet de travailler sur un pas de temps assez court (une trentaine d'années). De plus, l'échelle de temps correspond bien souvent

aux travaux prospectifs menés à l'échelle régionale (projet PERCEES du GIP Seine-Aval par exemple). Le principe n'est pas de définir comment sera 2050 mais quel serait le parcours jusqu'à 2050.

Limites spatiales

Les limites spatiales ont fait l'objet de plusieurs ajustements pour finalement aboutir à un travail multi-échelles. Celui-ci doit tout de même se centrer sur un secteur cible : le marais Vernier tourbeux. L'ambition première était de partir d'un petit secteur afin de stabiliser la méthode et d'aboutir à un premier résultat pour 2018, année de révision du plan de gestion de la Réserve naturelle nationale (RNN) du marais Vernier. Selon le type de données disponibles et selon l'influence des paramètres pris en compte dans cette trajectoire, plusieurs périmètres sont alors à considérer (Fig. 1) :

- périmètre cible, le marais tourbeux : gestion hydraulique commune et définie par une particularité pédologique, la tourbe. Premier périmètre envisagé (comme lors de l'élaboration du premier plan de gestion de la RNN

du marais Vernier en 2013), mais contraint de dépasser ses frontières pour bon nombre de paramètres et d'interprétations ;

- périmètre d'interprétation : deuxième périmètre envisagé et demandé par le conseil scientifique, il correspond pour la partie coteaux au périmètre Natura 2000 et s'arrête au Nord, au niveau de la digue de l'autoroute, afin d'exclure la problématique de gestion estuarienne pouvant empêcher un premier travail abouti en 2018 et dépassant largement la problématique du marais Vernier ;
- périmètre diagnostic : principalement l'aire d'influences hydrogéologiques majeures (crête piézométrique de la nappe de la craie et Seine estuarienne). Pour certains aspects comme l'air, aucun périmètre n'a pu être défini.



Diagnostic du fonctionnement actuel : une sectorisation nécessaire

Sont traités ici de manière synthétique uniquement les éléments géologiques et hydrogéologiques. Le travail a produit d'autres éléments non présentés lors du colloque tel que les forçages anthropiques durables à 2050 (canal...).

Formation de la tourbière

Le marais Vernier occupe un ancien méandre de la Seine dont le recoupement serait intervenu au cours de la dernière glaciation (Vistulien). Sa géomorphologie ré-

sulte du creusement par la Seine des formations crayeuses du Crétacé supérieur (plateau du Roumois au Sud et du pays de Caux au Nord), qui constituent le *substratum* géologique de la vallée, et du remplissage sédimentaire de l'estuaire par des alluvions anciennes (alluvions grossières périglaciaires composées de sables, graviers et cailloux) surmontées d'alluvions récentes (dépôts holocène constitués de silts argileux, sable, argile et tourbe) (LEFEBVRE 1998).

Figure 2
Situation géologique du marais après 7 500 années avant 1950 (HYDRATEC, 1998).

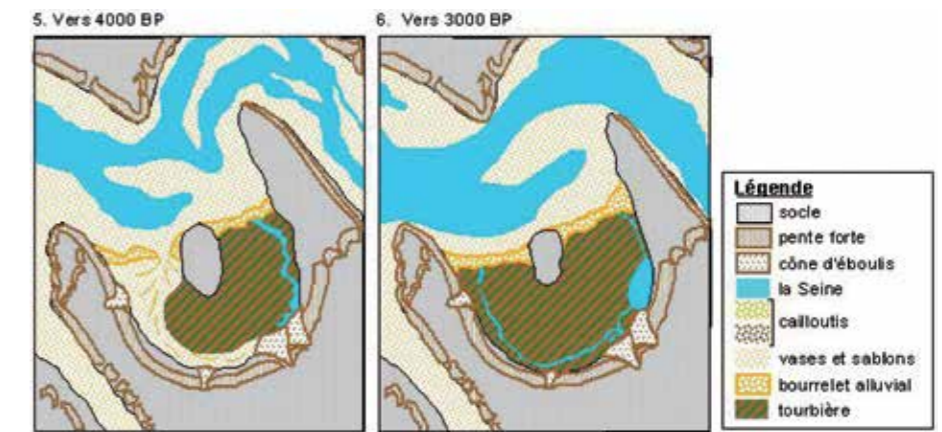


Figure 1
Périmètres d'élaboration de la trajectoire du marais Vernier.

Au XIX^e siècle, les travaux d'endiguement de l'estuaire vont profondément changer la morphologie du marais Vernier en éloignant la Seine de plusieurs kilomètres vers le Nord. La surface du marais Vernier est alors quasiment doublée avec la création d'un vaste polder : le marais alluvionnaire.

Fonctionnement hydrogéologique

Situé dans une dépression de la basse vallée de Seine, le marais se trouve à l'interface entre la nappe de la craie et la nappe alluviale de la Seine. Le niveau de base de l'hydrosystème repose essentiellement sur les eaux souterraines, dont le niveau est conditionné par le niveau piézométrique de la nappe de la craie et par le niveau de la Seine qui constitue l'exutoire des nappes et du marais (HYDRATEC 1998).

Au niveau du marais Vernier, le niveau de la nappe de la craie contenue dans le plateau du Roumois recoupe le niveau topographique et rejoint la nappe alluviale de la Seine, localement mise en pression par la tourbière. Cette configuration donne naissance à de nombreuses sources en pied de coteau : il s'agit à la fois de sources pérennes ou saisonnières issues de la nappe de la craie, parfois diffuses, liées à l'affleurement des nappes et à l'infiltration des eaux de ruissellement dans les colluvions de bas de pente. On notera également la présence potentielle de réseaux karstiques au sein du

(FROUIN 2007). Le marais poursuit alors son évolution avec le développement de la tourbière (Fig. 2). La formation de tourbe et l'évolution naturelle de la tourbière ne dépendent alors plus que de facteurs autocy-cliques dont le plus déterminant est le niveau d'eau (SEBAG 2002).

plateau crayeux pouvant engendrer un transfert plus rapide des eaux du bassin versant vers le marais.

La carte en figure 1 présente le secteur des eaux de nappe souterraine qui se dirigent vers le marais Vernier (limite des crêtes piézométriques). Les eaux de la nappe de la craie débouchent en pied de coteaux, via les sources et suintements (Fig. 3), mais également par le sous-sol, de manière plus ou moins diffuse selon le remplissage pédologique. En effet, ce phénomène serait plus important au niveau du bourrelet alluvial et du dôme central de craie. Si le sol est moins perméable, la nappe est sous-pression. Sur les parties tourbeuses, la nappe peut être artésienne (niveau théorique plus haut que le sol) une partie de l'année sur certains secteurs. Les eaux de pluie et de ruissellement (issu du coteau et du bourrelet alluvial) s'ajoutent aux entrées globales d'eau.

Sur le marais nord alluvionnaire, le niveau du sol est plus élevé et la pression de la nappe est plus faible. Les sorties vers la Seine sont nombreuses pour ce secteur et les connexions de la nappe avec celle de la Seine sont effectives. Pour le marais ancien tourbeux, les relations entre les nappes souterraines et la nappe de surface dans la tourbe sont mal connues. Néanmoins, des pressions hydrogéologiques et de la drainage verticale agissent sur la surface.

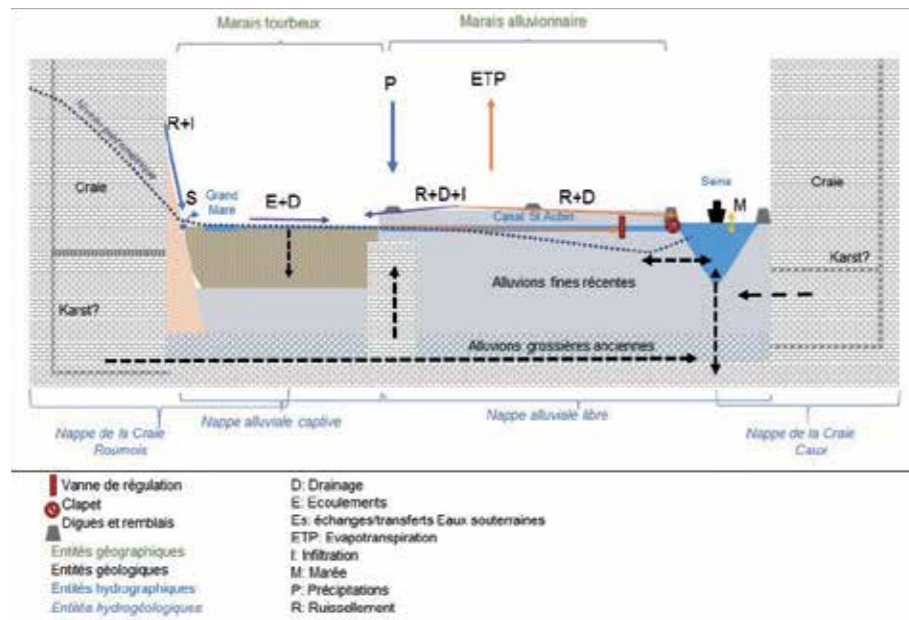


Figure 3
Situation hydrogéologique et hydraulique du marais Vernier.

Propriétés pédologiques

Du point de vue pédologique, la tourbe au niveau de la surface est dégradée (histosol mésique assaini en surface le plus souvent en l'absence d'étrépage). Il existe également un recouvrement limono-argileux sur une partie du marais (Fig. 5). D'après les connaissances actuelles, les gradients de pH des premiers décimètres des sols se répartissent de la manière suivante :

- sol acide au centre tourbeux (pH<6), pouvant héberger ponctuellement un bombement à sphaignes accentuant

cette acidité (pH=4,1 sur le marais de Bouquelon) ;

- sol neutre proche des sources sur tourbe (Courtils Bouquelon, Bordure Grand'Mare) ;
- sol basique (ou alcalin) au niveau du recouvrement (pH>7).

L'influence de la proximité des sources, de la situation topographique et de la faible épaisseur de tourbe donne aux histosols de surface des propriétés plus alcalines et moins salées.



Figure 5
Cartographie de la répartition spatiale des recouvrements minéraux des sols tourbeux.

Fonctionnement hydrologique

Le marais vernier est également parcouru par un important réseau hydrographique constitué de plans d'eau naturels et artificiels, et de réseaux hydrauliques constitués de canaux, fossés et dans le marais tourbeux, de petits cours d'eau alimentés par les sources en pied de coteaux (Fig. 4). Ce réseau hydraulique est en grande partie artificiel. Les eaux du marais tourbeux sont collectées et drainés vers la Grand'Mare, reliée à la Seine par un exutoire unique, le canal Saint-Aubin. Le réseau hydraulique du marais alluvionnaire conduit les eaux vers la Seine par plusieurs exutoires munis

de clapets ; ou vers l'ancienne digue au Sud, où des connexions existent avec le réseau hydraulique du marais tourbeux.

Aujourd'hui, les réseaux hydrauliques collectent les eaux de surface et drainent la zone humide une partie de l'année. Dans le marais tourbeux, le niveau d'eau est régulé par plusieurs ouvrages situés sur le canal Saint-Aubin. Le règlement d'eau associé à ces ouvrages définit un niveau d'eau de référence permettant un stockage des eaux grâce au vannage (avec vidange possible via le canal si dépassement de la cote) et interdit les remontées d'eau de Seine (clapet à marée).



Figure 4
Situation hydraulique du marais Vernier ancien.

Sectorisation hydrogéologique et pédologique

La sectorisation s'est révélée être nécessaire pour avoir, par secteur, une certaine cohérence fonctionnelle facilitant la réflexion sur la trajectoire. Au sein du marais tourbeux, trois grands secteurs peuvent être identifiés : le bourrelet alluvial, le marais Sud-Est et le marais centre Est dont le fonctionnement hydrogéologique se différencie du précédent par un remplissage alluvionnaire au sein du remplissage tourbeux (Fig. 2).

Les différences pédologiques influencent les déplacements des eaux et le développement des végétations. Le réseau de drainage oriente les eaux provenant des coteaux vers l'étang de la Grand'Mare dès la fin des Courtils. Cela a également un impact sur les propriétés des secteurs de part et d'autre de cette déviation. Plusieurs secteurs sont alors identifiés, dont le centre tourbeux acide qu'illustre la suite de cet article (Tableau 1).

Tableau 1
Éléments concourant à la sectorisation du marais Vernier tourbeux.

Sectorisation hydrogéologique	Sectorisation pédologique	Sectorisation hydrologique
bourrelet alluvial	alluvions	Partie Sud de la digue
dôme de craie	alluvions	
	tourbe recouverte d'alluvions	
marais Sud- Ouest	tourbe recouverte d'alluvions	
	tourbe affleurante neutre	Réseau des Courtils
	tourbe recouverte de colluvions	Réseau des Courtils
Marais Centre- Est	tourbe recouverte d'alluvions	
	tourbe affleurante neutre	
	tourbe affleurante acide	

Diagnostic des dynamiques tendanciennes des paramètres : exemple du centre tourbeux acide

Afin d'identifier les potentiels, un travail sur les dynamiques des secteurs est indispensable.

Dynamiques des sols

La compaction de la tourbe est naturelle. Selon la densité de l'horizon superficiel et la permanence de la présence de l'eau, cette compaction peut être plus ou moins forte. On note également des variations annuelles (gonflement de la tourbe) liées à la pression de la nappe et à l'engorgement.

Lorsque le niveau de la nappe dans la tourbe est trop bas, par gestion du vannage et par l'entretien continu du réseau de drainage, la minéralisation et le tassement des horizons histiques (tourbe) persistent. Le piétinement par pâturage et le passage d'engins est ici un facteur aggravant du tassement. La modification des particularités chimiques des sols tourbeux peut également s'aggraver. L'apport de matières azotées (fertilisants, fèces de cheptels) peut aggraver ce changement par stimulation des organismes décomposeurs.

De manière plus ponctuelle, il est probable que des nappes soient isolées partiellement en surface par un horizon assez perméable (nappe semi-captive). Ce serait le cas sur les tourbes tassées. Si la présence d'eau est suffisante (drainance ascendante et latérale, atmosphère ombragée et humide des boisements, éloignement des drains) et de qualité chimique correcte (pH acide, faible présence de nutriments...), la création de bombements à sphaignes est possible. La topographie, ainsi que l'équilibre physico-chimique de ce secteur, s'en trouveraient modifiés. Au vu des problèmes de qualité de l'eau et de l'air, ces milieux seront peu favorisés selon la proximité et l'intensité des apports nutritifs.

Dynamiques des eaux

Les perspectives disponibles auprès du GIP Seine-Aval expriment une montée des eaux de l'estuaire : 30 cm en 2050 (100 cm en 2100) (FISSON & LEMOINE 2016). Cela implique une intensité grandissante de la pression de la nappe de la Seine. De plus, il y aurait une réduction du temps de sortie des eaux au clapet. La pluviométrie serait en légère baisse avec des événements plus intenses (pluie ou sécheresse). L'eau dans le marais s'infiltrant de moins en moins en raison des sols tassés et peu perméables, les conditions d'inondation risquent d'être prolongées, surtout dans le contexte d'une baisse topographique encore active.

Parmi les perspectives au sein de l'estuaire, le GIP Seine-Aval évoque également le déplacement vers l'amont du bouchon vaseux de l'estuaire qui est, entre autres, à l'origine du blocage des remontées de Seine. Lorsque celui-ci sera en amont du clapet de sortie, un apport d'eau de Seine pourrait contrebalancer les effets des sécheresses estivales.

Du point de vue qualitatif, bien que l'eau de la Seine soit en constante amélioration, des contaminants seront toujours présents. Le problème qualitatif vient également d'ailleurs. En effet, les niveaux de nitrates des eaux de la nappe de la craie sortant au niveau des coteaux sont en constante augmentation (50 % en 20 ans) et très élevés aujourd'hui : plus de 30 mg/L.

Dynamique végétale

Le tableau 2 suivant illustre les séries dynamiques des végétations se développant sur la tourbe acide selon les conditions hydro-pédologiques. Cette organisation sera reprise par la suite afin de cibler les gestionnaires principaux de chaque entité.

Tableau 2
Série dynamique des végétations selon les stades de développement de tourbière dans le marais Vernier¹.

Végétations	Stade minéralisé avec dégradation trophique	Stade géotrophe - Tourbe acide	Stade ombrotrophe
Aquatiques flottantes	<i>Lemnion minoris</i> O. Bolòs & Masclans 1955, <i>Lemnion trisulcae</i> Hartog & Segal 1964	<i>Utricularietea intermedio-minoris</i> Pietsch ex Krausch 1968	
Algues immergées	<i>Charetalia hispidae</i> Sauer ex Krausch 1964	<i>Nitelletalia flexilis</i> Krause 1969 ²	
Aquatiques immergées	<i>Potametea pectinati</i> Klika in Klika & V. Novák 1941 : végétation à cératophylles, najades, callitriche, nénuphar	<i>Potamion polygonifolii</i> Hartog & Segal 1964	
Amphibies pionnières basses	<i>Elatino triandrae - Eleocharition ovatae</i> (Pietsch & Müll.-Stoll 1968) Pietsch 1969	<i>Elodo palustris - Sparganion</i> Br.-Bl. & Tüxen ex Oberdorfer 1957	<i>Rhynchosporion albae</i> Koch 1926
Bas-marais acide / prairies tourbeuses	<i>Juncenion acutiflori</i> Delpech in Bardat et al. 2004 prov.	<i>Caricion fuscae</i> Koch 1926 ²	
Amphibies pionnières hautes	<i>Phragmition communis</i> Koch 1926, <i>Oenanthion aquaticae</i> Hejny ex Neuhäusl 1959	<i>Magnocaricion elatae</i> Koch 1926 : <i>Thelypterido palustris - Phragmitetum australis</i> Kuyper 1957 em. Segal & Westhoff in Westhoff & den Held 1969, <i>Cladietum marisci</i> Allorge 1922, <i>Caricetum paniculatae</i> Wangerin 1916	
Ourllets herbacées	<i>Junco effusi - Lotetum uliginosi</i> Passarge 1975 ex 1988	<i>Thalictro flavi - Filipendulion ulmariae</i> de Foucault in Royer et al. 2006	
Fourrés / ourlets ligneux	<i>Salici cinerea - Rhamnion catharticae</i> Géhu, de Foucault & Delelis ex Rameau in Bardat et al. 2004 prov.	<i>Salicion cinerea</i> Müller et Görs 1958	<i>Oxycocco palustris - Sphagnetea magellanici</i> Br.-Bl. & Tüxen ex V. West., Dijk & Paschier 1946 ²
Jeunes boisements	<i>Lonicero periclymeni - Betulion pubescentis</i> Géhu 2005	<i>Alnion glutinosae</i> Malcuit 1929	<i>Sphagno - Alnion glutinosae</i> (Doing-Kraft in Maas 1959) Passarge & Hofmann 1968
Boisements	<i>Molinio caeruleae - Quercion roboris</i> Scamoni & Passarge 1959		

¹Les végétations correspondant aux habitats de la Directive Européenne Natura 2000 sont en jaune et orange, cette dernière couleur indiquant le caractère prioritaire de l'habitat.

²Syntaxon non observé dans le secteur d'étude.

Tendance du secteur tourbeux acide central

Ce secteur est soumis aux conditions reprises dans la figure 6 ci-dessous. Les pratiques socio-économiques mobilisables sur ce secteur central sont majoritairement cynégétiques : soit pour le grand gibier (boisement plein), soit pour les oiseaux d'eau.

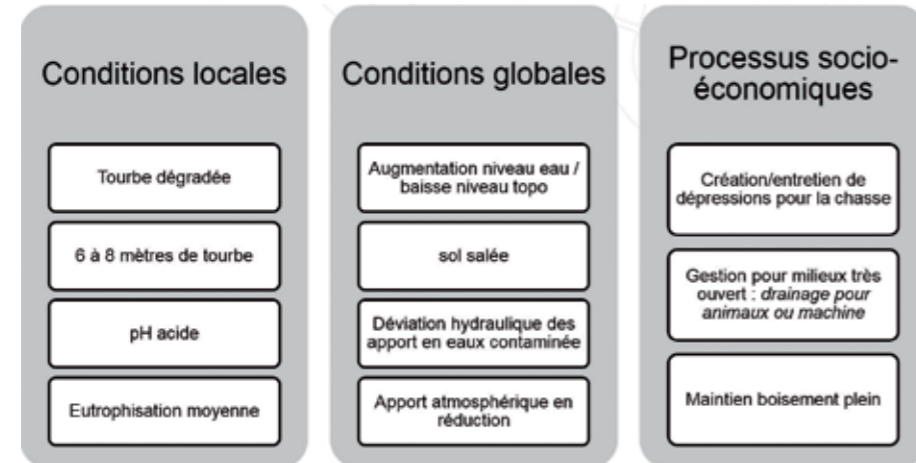


Figure 6
Synthèse des forçages environnementaux et anthropiques présents sur le secteur tourbeux acide du marais Vernier.

Les responsabilités parmi les fonctions environnementales sont d'éviter les émissions de gaz à effet de serre (carbone anciennement stocké par exemple) et de réactiver la tourbière offrant stockage de carbone et d'eau. Une humidification permanente des horizons tourbeux est alors requise. La tendance à l'augmentation du niveau d'eau du marais associée à l'existence d'une réglementation favorable permettrait de tendre vers la restauration de ces fonctions.

Du point de vue patrimonial, les responsabilités seraient ciblées sur les habitats végétaux turfcloles acides (stade géotrophe et ombrotrophe du tableau 2). L'absence de gestion des boisements pleins turfcloles serait garantie par les activités de chasse au grand gibier. Cependant, pour les bas-marais et les bombements de sphaignes, les outils de gestion disponibles paraissent aujourd'hui inadaptés : par exemple, la vidange des dépressions au printemps pour sa gestion suivie du remouillage par pompage dans la nappe de surface pour les chasses de l'été. Une gestion « amphibie » serait alors à développer (Fig. 7).

Concernant les prairies sur tourbes dégradées, les attentes sociales sont peu connues sur ce secteur précis. Cependant, les prairies sont globalement plébiscitées à la défaveur des ourlets et des boisements. Le soutien aux filières agricoles particulières serait une piste : animaux peu portants, résistants, avec une alimentation très diverse, chargement réduit... Il existe également une filière en plein essor qui pourrait être mobilisée : la gestion du petit ligneux pour la production de granules pour le chauffage. Du matériel amphibie serait également utile si les conditions estivales sont défavorables (Fig. 7).

L'espace à vocation principalement écologique présent sur ce secteur est la RNN du marais Vernier. Les perspectives de gestion du couvert végétal peuvent être visualisées dans la figure 7. La RNN du marais Vernier semble porter pour les années futures des responsabilités non négligeables sur les ourlets et fourrés turfcloles acides.

Figure 7
Répartition des forçages de gestion au sein des végétations du marais Vernier.

Végétations	Stade minéralisé avec dégradation trophique	Stade géotrophe - Tourbe acide	Stade ombrotrophe
Aquatiques flottantes	<i>Lemnion minoris</i> - <i>Lemnion trisulcae</i>	<i>Utricularieta intermedio-minoris</i>	
Algues immergées	<i>Charetalia hispidae</i>	<i>Nitelletalia flexilis</i> ²	
Aquatiques immergées	<i>Potametea pectinati</i>	<i>Potamion polygonifolii</i>	
amphibies pionnières basses	<i>Elatino triandrae</i> - <i>Eleochariton ovatae</i>	<i>Elodo palustris</i> - <i>Sparganion</i>	<i>Rhynchosporion albae</i>
bas-marais acide / prairies tourbeuses	<i>Juncenion acutiflori</i>	<i>Caricion fuscae</i> ¹	
amphibies pionnières hautes	<i>Phragmiton communis</i> - <i>Oenanthon aquaticae</i>	<i>Magnocaricion elatae</i> - <i>Thelypterido palustris</i> - <i>Phragmitetum australis</i> - <i>Cladietum marisci</i> - <i>Caricetum paniculatae</i>	
Ourlets herbacées	<i>Juncus effusi</i> - <i>Lotetum uliginosi</i>	<i>Thalictro flavi</i> - <i>Filipendulion ulmariae</i>	
Fourrés / ourlets ligneux	<i>Salici cinereae</i> - <i>Rhamnion catharticae</i>	<i>Salicion cinerea</i>	<i>Oxycocco palustris</i> - <i>Sphagnetea magellanica</i>
Jeunes boisements	<i>Lonicero periclymeni</i> - <i>Betulion pubescentis</i>	<i>Alnion glutinosae</i>	<i>Sphagno - Alnion glutinosae</i>
Boisements	<i>Molinio caeruleae</i> - <i>Quercion roboris</i>		
	« filières amphibies »	« élevage rustique »	Résponsabilité RNN

Conclusions et perspectives de gestion

Par rapport à l'état d'avancement de la démarche et du secteur présenté, plusieurs perspectives émergent. Tout d'abord, le diagnostic a mis en évidence une priorité majeure : avoir de l'eau pour l'engorgement permanent des sols tourbeux. Les clarifications techniques de l'état de la tourbière et des perspectives hydropédologiques ont motivé le comité institutionnel de la gestion hydraulique à faire évoluer la gestion actuelle. De plus, cela a accentué les attentes et les motivations sur l'étude hydrogéologique (BRGM) et pédologique (laboratoires de recherche) du marais.

Aussi, les questions hydrauliques débattues entre acteurs du marais entraînent le développement de l'accompagnement des activités socio-économiques. Cibler les filières possibles et pertinentes sera un atout important pour les patrimoines du marais.

Enfin, cette démarche met en lumière des leviers nouveaux pour aider à la décision et à la définition d'objectifs influençant la gestion de la RNN. En effet, sur la partie tourbeuse acide, les priorités depuis 2002 sont les mares et les prairies. Les responsabilités émergentes de cette démarche ne présentent pas les mêmes cibles (ourlets et fourrés). Ces conclusions devront être approfondies et intégrées dans une gestion globale du site (périmètre de gestion sur deux secteurs pédologiques) et en intégrant les problématiques de quiétude des milieux naturels (gibier par exemple).

La démarche demande d'élargir la réflexion. Les conclusions demanderont aussi un élargissement des actions de la RNN. En effet, les responsabilités et la réussite des objectifs partagés sont dépendants des autres usages. L'accompagnement territorial socio-économique est donc un point primordial de réussite pour le marais Vernier. L'anticipation des problématiques sera là un atout important pour l'efficacité de cette animation territoriale.

Bibliographie

- FISSON C. & LEMOINE J.P. 2016. - *Les niveaux d'eau en estuaire de Seine : risque inondation et changement climatique*. Fascicule Seine-Aval 3.5, 46 p.
- FROUIN M. 2007. - *Enregistrement sédimentaire des facteurs de contrôle (globaux, régionaux et locaux) sur l'évolution holocène des géosystèmes du Marais Vernier et de la basse vallée de la Seine dans le cadre de l'Europe du NW*. Thèse de Doctorat, Université de Rouen. 246 p.
- HYDRATEC, 1998 - *Étude hydraulique et sédimentologique du marais Vernier. Bilan et propositions d'aménagements et de travaux*. Rapport d'étude.
- LEFEBVRE, 1998 - *Géologie du marais Vernier, Etude hydraulique et sédimentologique du marais Vernier, Annexe 1*. Rapport Hydratec, DIREN Haute Normandie, p 1-21.
- SEBAGD. 2002. - *Apports de la matière organique pour la reconstitution des paléoenvironnements holocènes de la basse vallée de la Seine : fluctuations des conditions hydrologiques locales et environnements de dépôt*. Thèse de Doctorat, Université de Rouen, 356 p.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=ltvbxSpYY5U>

Abstract

Contemporary wetlands are a legacy of past interactions between societies and their environment, which require a better understanding to draw their present patterns and stakes. My goal is to implement a geo-historical approach to reconstruct long-term (from Middle Ages to present times) changes of wetlands in the Scheldt valley (North of France). For this purpose, I analyzed past land uses and management (agriculture, fishing, hunting, military and industrial uses), morphological changes and historical contexts (practices, floods) that drove these changes over time.

By a crossed-reflection between environmental history and geohistory using historical archives, archeological data, ancient maps and iconographic sources, this paper shows that Scheldt's wetlands are multifunctional spaces exploited by riparian communities for more than 1000 years by durably modifying environmental characteristics of these specific ecosystems and creating new wetlands (ponds). Then, Industrial Revolution has a significant impact on wetlands visible through the regression and dismemberment of wetlands due to the development of industrial infrastructure, urbanization and intensive agriculture by artificializing landscapes, degrading biodiversity and water quality. These long-term ecological changes provide a better understanding of the protection and restoration measures on wetlands.

Thus, the geo-historical approach emphasizes on the evolution of relationships between riparian communities and wetlands. It shows that the values of wetlands are based on the preservation of ecological characteristics and biodiversity, but also on the cultural and social links shaped by the inhabitants to allow sustainability, to protect and enhance wetlands.

Linked to current concerns, applied geohistory is useful for environment managers and stakeholders to improve the management of wetlands as legacies of past landscape - human society interactions. The diachronic study of wetland changes provides insights on their contemporary dynamics and future management challenges (conservation, restoration, valuation). This is needed before establishing prospects and planning territory projects that integrate these legacies and stakes. By highlighting the "cultural and social values" of the studied wetlands, our geo-historical survey contributes to the Ramsar labeling project awarded by the Scarpe-Escaut Regional Park

Résumé

Les zones humides contemporaines s'inscrivent dans un territoire construit sur la longue durée, résultant d'interactions multiples entre les sociétés et leur environnement, qu'il est nécessaire de comprendre et de contextualiser pour mieux saisir les caractéristiques et enjeux des territoires actuels. Par l'approche géo-historique, l'objectif de cet article est de retracer l'évolution sur le temps long des zones humides de la vallée de l'Escaut, du Moyen Âge à aujourd'hui, à travers l'étude des paléousages, des évolutions morphologiques et des enjeux successifs (pratiques, inondations) qui ont régi ces mutations de longue durée. Intégrée aux réflexions actuelles, l'étude géo-historique appliquée constitue un outil riche pour les gestionnaires et acteurs de l'environnement afin de mieux circonscrire et gérer les zones humides d'aujourd'hui, appréhendées en tant que paysages hérités. L'étude diachronique de la métamorphose des zones humides apporte des éclairages sur les dynamiques contemporaines, la nature des problèmes posés, les enjeux de gestion futurs (préservation, restauration, valorisation), afin d'établir des prospectives et des projets de territoire en adéquation avec ces héritages et enjeux. Cette démarche entre notamment dans le cadre des processus de labellisation patrimoniale où l'étude géo-historique illustre les « valeurs culturelles et sociales » des zones humides, ici en vue de la candidature au label Ramsar portée par le Parc naturel régional Scarpe-Escaut.

La géohistoire des zones humides de la vallée du Haut-Escaut : usages, mutations et enjeux, du passé au présent

LAËTITIA DEUDON

Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis,
Laboratoire Calhiste,
Campus Mont-Houy,
F-59313 Aulnoy-lez-Valenciennes ;
laetitia.deudon@univ-valenciennes.fr

Introduction : l'étude géo-historique, un outil pour la compréhension du présent

Les zones humides contemporaines s'inscrivent dans un territoire construit sur la longue durée résultant d'interactions multiples entre les sociétés et leur environnement. La question des usages et du contexte territorial de ces environnements renvoie inévitablement à l'histoire, aux trajectoires passées. En effet, l'épaisseur temporelle de ces paysages hérités est indispensable pour mieux comprendre et gérer les zones humides dans leur état actuel. Une partie des caractéristiques écologiques de la zone humide résulte ainsi directement des interactions entre les populations riveraines et leur environnement, des modifications anthropiques à l'origine d'écosystèmes hybrides, composée de milieux semi-naturels (prairies humides, anciens fossés de drainage) et de sites néo-naturels (étangs d'effondrement minier). L'approche géo-historique, à l'interface entre histoire et géographie, permet de reconstituer les trajectoires évolutives des zones humides sur la longue durée par l'analyse des transformations morphologiques et fonctionnelles de ces milieux d'eau, sous l'influence des activités anthropiques. Articulée à une démarche d'histoire environnementale, elle permet de déterminer la nature et les changements de rapports société-environnement dont les dynamiques écologiques actuelles sont en partie directement héritières.

L'occupation des zones humides du bassin de l'Escaut par l'Homme est ancienne (DESCHODT 2014 ; LEROY 2016) et a très tôt entraîné des modifications environnementales consécutives au développement d'activités variées issues de l'exploitation des ressources naturelles fournies par ces milieux. Dans cet article, il sera principalement question des zones humides de la région de Valenciennes et de Condé-sur-l'Escaut, qui ont connu d'intenses modifications au cours des 1 000 dernières années, avec des particularités propres à la région (DUBOIS *et al.* 2000). Ces spécificités concernent les liens étroits entre les activités militaires, urbaines, minières et les zones humides. Celles-ci sont entre autres matérialisées par des interrelations entre les villes et les zones humides par l'utilisation des marais à des fins économiques (maraîchage et élevage spéculatif), défensives (inondations militaires) et industrielles (rouissage du lin, mines). Ces caractéristiques propres aux zones humides du Nord sont encore partiellement visibles dans le territoire actuel à travers certaines infrastructures hydrauliques et plans d'eau encore présents (canaux, fossés, écluses, étangs d'affaissement minier), qui ont laissé une empreinte durable dans le paysage et ont par-là donné lieu à une « seconde nature » ou « nature-artefact » (BERTRAND et BERTRAND 2014), hybride, issue de l'activité humaine, dont le patrimoine culturel et naturel est à préserver et valoriser.

Intégrée aux réflexions actuelles, l'étude géo-historique des milieux d'eau constitue un outil riche pour les gestionnaires et acteurs de l'environnement, afin de mieux comprendre, gérer et valoriser les zones humides d'aujourd'hui, dans leurs aspects tant naturels que culturels.

Corpus d'enquête et méthodes

L'étude des transformations historiques des zones humides est permise par l'analyse de la documentation ancienne conservée dans les archives : cartes, plans, comptabilités (administration communale, comtale, domaniale), manuscrits, correspondances (intendants, syndicats), mémoires des ingénieurs, iconographie (dessins, aquarelles, photographies anciennes et cartes postales) ; des données archéologiques et paléo-environnementales (géomorphologie, palynologie, carpologie) ; d'observations de terrain (prospections, vues aériennes), ainsi que d'autres sources et données secondaires fournies par différentes instances (syndicats, commissions, communauté d'agglomération, témoignages, associations).

Le corpus de sources examiné pour retracer les dynamiques historiques des zones humides de la vallée de l'Escaut est ainsi constitué de la documentation extraite de différents dépôts d'archives collectés en France, en Belgique et en Allemagne (Archives municipales, Archives départementales du Nord, Archives nationales, Bibliothèque nationale de France, Archives de l'État de Belgique, Archives de l'administra-

tion des Croÿ) et des rapports archéologiques issus des opérations menées dans le bassin de l'Escaut, dans une approche interdisciplinaire au croisement entre l'histoire environnementale, la géographie et l'archéologie appliquées aux paysages et environnements passés. Cette approche s'inscrit dans un contexte d'essor des études environnementales en sciences humaines et sociales. Ainsi, la question des rapports société-environnement est historicisée, appliquée aux périodes passées afin de mieux comprendre les dynamiques et les enjeux contemporains (BECK *et al.* 2011). L'objectif est *in fine* d'éclairer en partie les acteurs et gestionnaires du monde actuel. Les travaux d'histoire des zones humides, nombreux depuis ces dix dernières années (BECK *et al.* 2007 ; DEREK 2001 et 2017), témoignent de ce regain d'intérêt pour l'étude historique des zones humides inscrite dans cette optique d'application et de compréhension du présent. Les gestionnaires, techniciens (Parcs naturels régionaux, Syndicats mixtes, conservatoires) se saisissent alors de ces données historiques pour les intégrer à leurs réflexions et enrichir leur connaissance du contexte territorial et environnemental issu de ces transformations anthropiques.

Les zones humides : des espaces d'interaction Homme-Nature aux usages anciens multiples

Pâturage, pêche, chasse et activités artisanales

Les zones humides constituent des espaces multifonctionnels et productifs essentiels aux communautés riveraines qui ont vécu au contact des milieux humides, leur fournissant les ressources indispensables à leur subsistance. L'étude des données historiques et archéologiques sur le bassin de l'Escaut permet de souligner la diversité des usages anciens déployés au sein des zones humides, où l'Homme est omniprésent : pêche, chasse, extraction de tourbe, agro-pastoralisme, maraîchage, rouissage des fibres végétales, activités préindustrielles, défense, etc. À partir du Moyen Âge central (XI^e-XII^e siècles), ces activités s'intensifient et s'accompagnent de travaux hydrauliques, qui modifient durablement le faciès des zones humides jusqu'à aujourd'hui. Les usages agro-pastoraux s'étendent dans une logique d'accroissement démographique et de conquête de

nouveaux terroirs, qui se traduit par une colonisation progressive de la plaine humide de l'Escaut, sous l'impulsion des communautés religieuses et des autorités politiques (abbayes, évêchés, comtes, seigneurs). Les zones humides sont alors utilisées massivement pour le pâturage du bétail, pour la récolte des foins (prairies de fauche), pour la mise en culture partielle (céréales) et pour y implanter certaines habitations et bâtiments agricoles. L'occupation des marais est alors répartie entre droits d'usage sur les communaux et terres vagues, appelés *warescaix*, et les droits exclusifs exercés par les seigneurs laïques et religieux, qui concèdent une partie des prairies humides par arrentement ou affermage (location). Les marais sont alors divisés entre les propriétaires et exploitants, arpentés et bornés par des fossés de séparation et mis en location pour une durée de trois, six ou

neuf ans (Fig. 1). Certains droits de chasse ou de pêche sont alors loués ou cédés contre le paiement de redevances. Les vastes prairies sont également le lieu d'installation privilégié des établissements artisanaux et industriels, tels que les blanchisseries qui étendent leurs toiles sur les prés

proches des rivières pour les blanchir à l'aide des eaux calcaires de l'Escaut. La présence de blanchisseries est visible dans le paysage grâce aux petites rigoles parallèles creusées dans les zones humides péri-urbaines, notamment à Valenciennes, dans l'ancien Faubourg Notre-Dame.

Figure 1
Plan figuratif et général de tout le marais et de la commune de la ville de Condé, 1733, Archives départementales du Nord, C 6970.



L'activité piscicole et cynégétique créatrice de nouvelles zones humides

L'exploitation de ces prairies humides est complétée par la création d'étangs voués à la pisciculture. Des chapelets de viviers sont alors implantés un peu partout dans la vallée de l'Escaut (Grand vivier de Condé, vivier des Audenardes, vivier de Rodignies), directement gérés par les abbayes et les seigneuries. À l'aide des locataires et des ouvriers, ceux-ci s'occupent de l'entretien des systèmes hydrauliques et du rempoissonnement des étangs, chaque année, par différentes espèces (carpes, *foursières*, boursettes, etc.) d'âges variés (alevins, antenneaux), etc. Des étangs de sel, visibles sur les plans anciens, sont également aménagés.

L'activité cynégétique conduit aussi à la création de nouvelles zones humides, telle que la Canardièrre de Condé, étang créé dans les marais de Crespin à l'initiative du comte de Bucquoÿ en 1638-1640. Ce plan d'eau, creusé et aménagé selon les techniques

hollandaises (*eendenkooi*), permet la capture des canards sauvages à l'aide d'un dispositif hydraulique original composé de bras latéraux en osier (*pypes*), de panneaux et de trappes de piégeage (PAYNE-GALLWEY 1886) (Fig. 2). Cette pratique cynégétique spécifique est marquée par la saisonnalité des captures avec plusieurs milliers de canards pris entre octobre et janvier et peu de prises au printemps et à l'été, respectant ainsi les périodes de reproduction (Fig. 3). Les canardières encore présentes aujourd'hui aux Pays-Bas (WALSMIT 1990 ; HÖRTER 2007), par exemple à Waardenburg, soulignent la pérennité de ce dispositif hydraulique original de gestion des oiseaux d'eau en Europe de l'Ouest (Angleterre, Alsace, etc.) et son caractère patrimonial pour le Nord de la France, dont la chasse à la hutte est héritière.



Figure 2
La canarderie de Condé, ^{xvi}^e siècle, Pierre de Navarre, *Antiquité de Valenciennes*, Bibliothèque municipale de Valenciennes, Ms 1205, f°201v^o-202r^o.



Figure 3
Graphique de répartition mensuelle des captures d'oiseaux d'eau à la canarderie de Condé entre 1658 et 1785, d'après les comptes des archives ducales de la famille de Croÿ (Dülmen). Conception : L. Deudon.

L'étude des activités piscicoles et cynégétiques souligne l'ancienneté de la gestion de ces espaces et le souci précoce dans la préservation et le renouvellement des espèces (contrôle de la reproduction, règlements interdisant de prélever les alevins trop petits, etc.) dans un souci toutefois de rentabilité, non encore intégré à des préoccupations purement écologistes.

Zones humides et défense : les inondations militaires

La vallée de l'Escaut, en tant que frontière historique, est caractérisée par un lien étroit entre les zones humides et l'activité mili-

taire. L'implantation des fortifications au bord des cours d'eau et des marais permet ainsi de bénéficier de l'atout défensif induit par les milieux d'eau, qui constituent une barrière liquide derrière la barrière solide des remparts. Dès lors, les zones humides sont modifiées (dérivation, remblaiement) et employées par les autorités militaires pour la protection des enceintes castrales et des villes fortifiées. Surtout, entre les ^{xvi}^e et ^{xviii}^e siècles, les zones humides sont utilisées pour déployer d'importantes inondations défensives afin de protéger les places-fortes lors des sièges (1556, 1676-1677, 1710-1718), dans un contexte de conflits récur-

rents. Ces inondations militaires, par la maîtrise de la manœuvre des écluses, permettent la montée des eaux dans les canaux, les fossés et les marais ceinturant les villes fortifiées de Valenciennes et Condé, et de couvrir la plaine inondable de plusieurs mètres d'eau. Les systèmes hydrauliques aménagés à cet effet ont un impact durable sur les caractéristiques morphologiques des zones humides, dont l'empreinte reste inscrite dans le paysage actuel (VERGNE & DELIGNE 2009).

Ainsi, loin d'être monofonctionnelles, les zones humides sont caractérisées par une complémentarité des usages, qui cohabitent sur un même espace. Les bords des viviers (digues, talus) sont alors exploités pour les herbages, le pacage et la plantation d'arbres (saules, peupliers, arbres fruitiers)

et souvent liés à un moulin à eau, tel qu'à Macou, dans la banlieue de Condé, au ^{xvi}^e siècle¹. Les zones de pacage et les blanchisseries se vident pour laisser place aux inondations défensives lors des sièges. Cette pluralité d'usages permet de contrecarrer l'image négative attribuée aux zones humides à partir des ^{xvii}^e-^{xviii}^e siècles, considérées comme des espaces sauvages, inutiles et insalubres. L'approche historique permet ici de souligner l'ancienneté et la profondeur des dynamiques d'anthropisation progressive de ces milieux, entamée à la Préhistoire et accentuée depuis 1 000 ans et indissociable dans la compréhension du territoire actuel. Certains de ces usages sont pérennisés et sont souvent encore présents de façon relictuelle dans le paysage aujourd'hui.

La métamorphose des zones humides : inondation et assèchement

La présence d'importantes zones humides dans la vallée de l'Escaut implique une gestion indispensable des inondations. Certaines de ces zones humides assurent déjà le rôle de zones d'expansion de crue et protègent les villes des inondations récurrentes de la plaine humide de l'Escaut. C'est le cas des Marais de l'Épaix à Valenciennes, qui permettent d'envoyer le trop-plein d'eau de l'Escaut dans cette zone humide périurbaine, notamment grâce à un canal de dérivation, le Noir Mouton, creusé au ^{xv}^e siècle. Cependant, ceci ne suffit pas à préserver les activités et habitations implantées au contact des zones humides. Les crues récurrentes mettent à mal les activités économiques et accentuent la vulnérabilité des riverains (DEUDON 2016). Rapidement, des travaux hydrauliques, qui vont de pair avec l'accroissement des usages et de la population, permettent le drainage des zones humides à travers l'implantation de réseaux de

canaux et de fossés entre les ^{xvi}^e et ^{xix}^e siècles. Amorcées par les communautés religieuses (abbayes, chanoines) et les seigneurs, les campagnes d'assèchement des marais se multiplient entre les ^{xvi}^e et ^{xix}^e siècles avec des périodes-clés (1529, 1596, 1632, 1680, 1728-1731, 1750-1780, 1820-1840). Les systèmes de drainage sont ensuite complétés par des dessèchements mécaniques par pompes. Les réseaux de canaux et de fossés, d'aqueducs, strient les marais du territoire (Fig. 4), notamment dans les marais de Condé, où une partie de ces dispositifs d'assèchement existent encore (Fig. 5) et se sont en partie naturalisés (canal du Jard, courant de Bernissart, canal de Malolin) en devenant des espaces à l'importante biodiversité et en laissant une empreinte importante dans le paysage actuel (DUBOIS *et al.* 2000), hérité de ces aménagements passés.

¹ Macou. Gestion du moulin. 1542-1792, Herzog von Croÿ'sches Archiv (HCA), 3322.



Figure 4
Plan du Marais de Bourlain, en amont de Valenciennes, xviii^e siècle, Archives municipales de Valenciennes, Fonds Eaux et Forêts, DD 95.



Figure 5
Carte IGN n°2605E illustrant les zones humides de la région de Condé-sur-l'Escaut, échelle 1/25 000^e, 2006.

Industrialisation, urbanisation et disparition partielle des zones humides

L'industrialisation de la vallée de l'Escaut, l'urbanisation et l'agriculture intensive ont conduit au comblement et au colmatage partiel des marais sur le secteur valenciennois. Les établissements industriels et miniers (fosses d'extraction, usines métallurgiques) sont implantés sur d'anciennes zones humides (Denain, Bruay-sur-l'Escaut). Les prises d'eau (aqueducs, siphons) permettent de capter l'eau des rivières, des marais et de la nappe phréatique mais contribuent à une diminution de la qualité de l'eau (effluents industriels, eutrophisation) dans la plaine humide. Ensuite, les travaux

de canalisation successifs de l'Escaut (1750-1782, 1820-1840, 1870-80, 1960-70) conduisent à l'abaissement du niveau général des eaux et à la segmentation des marais au profit du canal de navigation. De surcroît, la diffusion des idées hygiénistes et physiocrates entre 1830 et 1880 nourrit une vision négative des zones humides considérées comme malsaines et vectrices de maladies contagieuses. Le développement de l'agriculture et de l'arboriculture intensives parachève ce mouvement général de diminution de la surface de zones humides sur le territoire. *A contrario*, l'activité d'extraction

conduit à la création de nouvelles zones humides, les étangs d'effondrement minier, tels que l'étang de Chabaud-Latour ou l'étang du Vignoble, où s'implantent progressivement de nouveaux usages (pêche, chasse à la hutte, activités nautiques). Une nouvelle diversité écologique y voit le jour au cours du xx^e siècle, conduisant au classement du patrimoine naturel et culturel du secteur (Natura 2000, Espace naturel sensible).

Ainsi, les 300 dernières années sont caractérisées par une forte régression des zones humides, qui touche particulièrement la vallée de l'Escaut, très peuplée, fortement industrialisée et urbanisée. Ces différents processus (industrialisation, urbanisation, intensification agricole, hygiénisme) conduisent à une déconnexion physique et symbolique entre les habitants et les zones humides de leur région. Une partie des usages disparaît et cette perte de fonctionnalité amplifie ce détachement et ce sentiment de rejet des zones humides. L'implan-

tation de divers réseaux de communication (canal, voies ferrées, autoroutes) entraîne une discontinuité et une rupture importante de l'unité hydro-géographique de la plaine de l'Escaut, perceptible sur les cartes et les vues aériennes.

Aujourd'hui, la reconquête partielle des zones humides est permise grâce à la montée des préoccupations environnementales depuis les années 1960-70 et à l'essor des activités récréotouristiques (promenades, bases nautiques, pêche de loisir). Ce mouvement s'inscrit dans une nouvelle culture de l'eau et une prise de conscience écologique de la population. Une partie de ces activités vise à la préservation de la biodiversité et des paysages culturels et naturels, qui ont été façonnés par ces siècles de transformations morphologiques et fonctionnelles. C'est dans ce contexte que s'inscrivent les processus de classement et de valorisation patrimoniale des zones humides actuelles.

La géohistoire, un outil pour les gestionnaires ?

À bien des égards, les gestionnaires semblent de plus en plus impliqués et attentifs à l'intérêt d'intégrer les données historiques des territoires sur le temps long à travers une démarche associant rétrospective et prospective. La prise en compte des temporalités passées se révèle nécessaire non seulement en termes de gestion environnementale et paysagère, mais aussi dans les processus de valorisation et de classement patrimonial. L'approche géo-historique est alors éclairante pour comprendre les dynamiques environnementales sur la longue durée, l'impact des transformations anthropiques et de mieux circonscrire les héritages et enjeux actuels qui gravitent autour de la gestion et de la protection des zones humides. Également, la dimension historique et culturelle est indispensable dans le cadre des projets de restauration et de requalification des bras d'eau et des zones humides, afin d'assurer une continuité paysagère en adéquation avec les paysages et écosystèmes anciens.

L'évolution des zones humides du bassin de l'Escaut met en relief l'importante diminution de la surface des milieux humides et la nécessité de préserver les formes relictuelles en conservant à la fois la richesse

écologique et la diversité des usages autrefois prégnante dans le territoire. La connaissance des trajectoires passées favorise également l'appropriation et l'attachement identitaire des habitants aux zones humides. Cet enjeu est essentiel pour préserver et maintenir des liens entre la population et les zones humides, au-delà des dimensions purement écologiques. L'étude diachronique favorise une prise de conscience de l'importance passée et actuelle de ces milieux d'eau, ainsi que l'attachement identitaire des riverains, basé sur les valeurs culturelles et patrimoniales de ces paysages d'eau. Les marais historiques sont ainsi intégrés au patrimoine local en veillant à limiter certaines dégradations nuisibles aux écosystèmes (dépôts sauvages, espèces invasives, etc.) et en développant des actions de protection (chantiers-nature).

Les apports de l'étude géo-historique dans le cadre de la candidature au label Ramsar des vallées de la Scarpe et de l'Escaut

Cette volonté de croiser les données anciennes et actuelles ainsi que les perspectives naturelles et culturelles, a donné lieu à une collaboration entre le Parc naturel régional Scarpe-Escaut et les chercheurs en sciences humaines du laboratoire Calhiste

l'Université de Valenciennes et Haut-Cambrésis dans le cadre du projet de labellisation au titre de la convention Ramsar. Ce label vise une reconnaissance au niveau international de l'intérêt écologique, culturel et paysager des zones humides des vallées de la Scarpe et de l'Escaut (DEUDON *et al.* 2016).

L'intérêt de la démarche géo-historique pour le PNR Scarpe-Escaut est de fournir une meilleure compréhension de l'évolution des zones humides sur la longue durée. Elle contribue à assurer une meilleure caractérisation et gestion des enjeux liés à ces espaces. L'étude géo-historique permet d'identifier les zones humides d'importance, les usages ancestraux pérennisés sur le territoire, le patrimoine hydraulique lié aux fortifications et aux abbayes, les usages et pratiques potentielles à réintégrer et les particularités territoriales à valoriser (sites miniers néo-naturels, etc.).

Dans la constitution du dossier de labellisation, l'étude géo-historique constitue un élément essentiel pour la validation du volet « Valeurs culturelles et sociales » qui comprend quatre rubriques, à savoir :

- le site fournit un modèle pour l'utilisation rationnelle des zones humides, démontrant l'application de **connaissances et de méthodes traditionnelles de gestion et d'utilisation**, qui maintiennent les caractéristiques écologiques de la zone humide ;
- le site a des **traditions culturelles exceptionnelles ou des vestiges d'anciennes civilisations qui ont influencé les caractéristiques écologiques de la zone humide** ;
- les caractéristiques écologiques de la zone humide dépendent de l'**interaction avec les communautés locales** ou les peuples autochtones ;
- des valeurs non matérielles pertinentes telles que des sites sacrés sont présentes et leur existence est étroitement **liée au maintien des caractéristiques écologiques de la zone humide**.

Les réflexions menées en amont de la rédaction de ce volet ont donné lieu à la création d'un Groupe de travail sur l'« Histoire et le patrimoine liés aux zones humides » réunissant l'équipe du parc, chercheurs et associations. Cette coordination pluridisciplinaire a généré des animations autour de cette thématique (colloques, conférences, café-his-

toire). Surtout, le groupe de travail a permis la collecte de documents en vue de la rédaction d'un rapport de synthèse sur la « Géohistoire des zones humides des vallées de l'Escaut et de la Scarpe », à joindre en annexe au dossier de candidature Ramsar.

En dehors du projet de labellisation, la démarche géo-historique entre également dans les missions du PNR Scarpe-Escaut, notamment dans le cadre de l'« éducation au territoire », mission-clé de sensibilisation des habitants au patrimoine culturel et naturel et aux mutations du territoire. Ensuite, elle constitue un support d'identification, de valorisation et d'animation du thème « territoire de zones humides » à partir des données récoltées : muséographie, identification du patrimoine bâti et des usages hérités, mise en évidence des trajectoires de développement, conception d'outils et de supports pédagogiques à destination du grand public (restitution 3D, cartes interactives, etc.). Également, la connaissance historique du territoire forme une base de mise en perspectives des futurs possibles, entre autres dans le cadre des projets de restauration et de requalification des rivières et des zones humides, dans la réintroduction d'usages traditionnels en adéquation avec les caractéristiques écologiques des zones humides (pacage)².

Les autres contributions de l'approche géo-historique aux structures et techniques de la vallée de l'Escaut

Les récents échanges avec d'autres acteurs du territoire (Syndicat mixte de l'Escaut et affluents, Commission Eau de Valenciennes Métropole, Conservatoire d'espaces naturels) montrent que l'approche géo-historique est utile aux différentes structures de gestion des zones humides. Ainsi, l'étude géo-historique est utile notamment dans le cadre de la loi GEMAPI (Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations) et des projets de restauration des milieux d'eau (identification des zones d'occupation ancienne des sites protégés par le Conservatoire d'Espaces Naturels), intégrés au Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE-Escaut) et aux compétences de la communauté d'agglomération. Les techniciens, gestionnaires et élus ne bénéficient souvent que d'une trop faible connaissance du contexte territorial des zones humides. Ils n'envisagent pas toujours les héritages induits par les transformations historiques,

² Voir le Programme agriculture de zones humides développé par le PNR.

qui donnent pourtant corps et intérêt à ces processus de requalification, de préservation et de redynamisation, qui touchent les zones humides un peu partout dans le monde depuis ces dernières décennies. Inversement, les sciences historiques n'intégraient que trop peu les dimensions actuelles et nombre d'études restent déta-

chées du présent, sans approche appliquée de la recherche. Ainsi, gestionnaires et chercheurs disposent de réflexions convergentes sur les zones humides qu'il est nécessaire de croiser à travers un travail de collaboration, à une interdisciplinarité et transversalité qui, nous l'espérons, continuera à se développer dans les années à venir.

Conclusion

Les activités anthropiques ont durablement modifié et façonné les caractéristiques environnementales des zones humides de la vallée de l'Escaut. Ainsi, les usages diversifiés ont façonné le paysage et ont contribué à la création de nouvelles zones humides et à des paysages hybrides, où les processus naturels et anthropiques sont liés et donnent lieu systèmes complexes entre nature et culture. Ces usages anciens ont laissé une empreinte durable sur le territoire actuel à travers certaines masses d'eau et infrastructures hydrauliques encore présentes aujourd'hui et en partie naturalisées. L'activité humaine passée et présente contribue ainsi à la richesse des zones humides, dont une partie de la diversité morphologique, floristique et faunistique en constitue l'héritage. Cependant, l'action humaine a également entraîné une régression et une dégradation partielle des zones humides, visible surtout à partir de la période industrielle, ce qui renforce la valeur patrimoniale et la nécessité de préserver les formes actuelles. Les valeurs et usages des zones humides de la vallée de l'Escaut soulignent ainsi l'importance de « comprendre l'histoire et observer le présent pour anticiper le futur » (Rapport du groupe de travail « Sciences de l'environnement », 2009).

Bibliographie

- BECK C., DEREK J.-M. & GALLICE A. (dir.) 2007. - *Zones humides européennes : espaces productifs d'hier et d'aujourd'hui*, Actes du 1^{er} Colloque international du Groupe d'Histoire des Zones Humides, 21-23 octobre 2005, Le Blanc, Aestuarina.
- BECK C., FRANCHOMME M. & GUIZARD F. (dir.) 2011. - *Zones humides et villes d'hier et d'aujourd'hui [Texte imprimé] : des premières cités aux fronts d'eau contemporains*, Actes du III^e Colloque international du Groupe d'Histoire des Zones Humides, 25-27 mars 2010, Valenciennes, Revue du Nord, Lille.
- BERTRAND C. & BERTRAND G. 2014. - La nature-artefact : entre anthropisation et artialisations, l'expérience du système GTP (Géosystème-Territoire-Paysage). *L'information géographique*, 78 : 10-25.
- DEREK J.-M. 2001. - Pour une histoire des zones humides en France (xvii^e- xix^e siècle). Des paysages oubliés, une histoire à écrire, *Histoire et Sociétés Rurales*, 15, p. 11-36.
- DEREK J.-M. 2017. - *La Mémoire des étangs et des marais. À la découverte des traces de l'activité humaine dans les pays d'étangs et de marais à travers les siècles*, Éditions Ulmer, Paris, 192 p.
- DESCHODT L. 2014. - *Chronostratigraphie et paléo-environnements des fonds de vallée du bassin français de l'Escaut*. Thèse de géographie physique, Université de Paris I, 632 p.
- DEUDON L. 2016. - Construction et évolution de la vulnérabilité dans la vallée de l'Escaut (France) et la vallée du Saint-Laurent (Québec), 17^e - 19^e siècles, in MATHIS C.-F., DAGENAIS M., WALTER F. (dir.), *Vulnérabilités environnementales : perspectives historiques*, Vertigo 16-3, [en ligne]. Disponible à : <http://vertigo.revues.org/18027> [cité le 20 mars 2018]
- DUBOIS J.-J., KERGMARD C. & LAGANIER R. 2000. - Analyse géo-historique des paysages d'eau de la région de Condé-sur-l'Escaut. *Hommes et Terres du Nord* 2 : 77-85.
- HÖRTER R. 2007. - Eendenkooi, Kooiker en Kooikerhondje, *Jacht*, 2007(12) : 44-49.
- LEROY G. 2016. - Une berge de l'Escaut fréquentée au Néolithique récent à Bouchain (Nord) : premières informations. *Internéo* 11, Saint-Germain-en-Laye : 133-146.
- PAYNE-GALLWEY R. 1886. - *The Book of Duck Decoys. Their construction, Management and History*. John Van Voorst, London, 214 p.
- VERGNE V., DELIGNE C. 2009. - Approche géo-historique des paysages d'eau en Scarpe-Escaut (Moyen Âge - xxi^e siècle). In *Lit mineur, lit majeur, lit voyageur*, Actes des 11^e Rencontres internationales de Liessies, numéro spécial de la Revue du Nord, Lille, p. 207-213.
- WALSMIT E. 1990. - Eendenkooi, *Het Peperhuis : nieuwsbrief van het Zuiderzeemuseum*, 1, non paginé.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=PheKanp0LhA>

Le barcoding moléculaire, un outil mis au service de la caractérisation des populations de myriophylles du canal de la Somme

VINCENT LEVY

Conservatoire botanique national
de Bailleul,
Hameau de Haendries,
F-59270 Bailleul ;
vincent.levy.perso@gmail.com

Contexte de l'étude

En septembre 2015, suite à la prolifération d'une plante aquatique dans le canal de la Breilloire, portion du canal de la Somme traversant les communes de Bourdon (Somme) et de Flixecourt (Somme), le Conservatoire botanique national de Bailleul (CBNBL) a été sollicité par l'Agence départementale fluviale et maritime de la Somme (AFM), afin de constater le comportement de la plante et de l'identifier. L'observation, le même jour, dans une pièce d'eau jouxtant le canal de la même plante produisant cette fois des tiges aériennes feuillées, a permis d'identifier le Myriophylle hétérophylle (*Myriophyllum heterophyllum* Michx.), plante exotique envahissante originaire d'Amérique du Nord.

Afin de permettre le maintien de la navigation sur ce tronçon de canal, l'AFM décide d'engager au printemps 2016 des travaux de hersage, afin de retirer l'intégralité de la population de la plante.

En parallèle de ces opérations de gestion réalisées sur le canal de la Breilloire, l'AFM sollicite le CBNBL, afin de réaliser un état des lieux des populations de myriophylles présentes sur l'intégralité du canal, dont elle a la gestion et de les caractériser. En effet, même si aucune mention ne fait état de la présence de Myriophylle verticillé (*Myriophyllum verticillatum* L.) dans le canal, cette espèce indigène, rare et quasi menacée en région Picardie, est connue dans les marais traversés par l'infrastructure de navigation. Dans ce contexte, s'est vite imposée la nécessité de discerner les populations de *M. verticillatum*, espèce indigène et menacée, des populations de *M. heterophyllum*, espèce exotique et envahissante.

Les espèces du genre *Myriophyllum* fleurissent relativement rarement, rendant souvent difficile leur détermination. En outre, les flores usuelles sont discordantes quant aux critères morphologiques permettant de distinguer les deux espèces à l'état végétatif.

Dans ces conditions, seul l'outil génétique est susceptible de permettre d'établir l'identité du (des) myriophylle(s) présent(s) dans le canal de Somme. Afin de réaliser ce programme de caractérisation génétique, le CBNBL fait appel à l'Université de Rennes 1 (UMR CNRS 6553 ECOBIO), afin de procéder à l'analyse des échantillons récoltés sur les 120 km de canal, dont l'AFM est gestionnaire.

Résumé

Suite à la découverte d'une population de Myriophylle hétérophylle (*Myriophyllum heterophyllum* Michx.), plante exotique envahissante, dans le canal de la Somme, une étude a été commandée au Conservatoire botanique national de Bailleul par l'Agence départementale fluviale et maritime de la Somme, afin de caractériser l'ensemble des herbiers de myriophylles entre Péronne (Somme) et Saint-Valéry-sur-Somme (Somme). La grande difficulté de distinction entre le taxon exotique découvert et la possible présence dans le canal du Myriophylle verticillé (*Myriophyllum verticillatum* L.), espèce indigène et menacée en Picardie, ont conduit à utiliser l'outil génétique, afin de caractériser l'ensemble des populations de myriophylles du canal. Les résultats ont permis de confirmer la présence massive de *M. heterophyllum*, mais également de *M. verticillatum*, et de cartographier l'ensemble des herbiers. Par ailleurs, les nombreuses observations de flore aquatique ont été l'opportunité d'accroître les connaissances sur cette infrastructure historiquement peu fréquentée par les botanistes.

Abstract

Following the discovery in the canal of the Somme river of a population of Variable-leaf watermilfoil (*Myriophyllum heterophyllum* Michx.), an invasive alien plant, a study was commissioned at the National Botanical Conservatory of Bailleul by the Departmental River and Maritime Agency of Somme, in order to characterize all the watermilfoil populations between Péronne (Somme) and Saint-Valery-sur-Somme (Somme). The great difficulty of distinguishing between the exotic taxon discovered and the possible presence in the canal of Eurasian Watermilfoil (*Myriophyllum verticillatum* L.), a native and endangered species in Picardy, led to the use of the genetic tool, in order to characterize all populations of watermilfoil in the canal. The results confirmed the massive presence of *M. heterophyllum*, but also *M. verticillatum*, and all the watermilfoil grass beds were mapped. In addition, the numerous observations of aquatic flora have been the opportunity to increase the knowledge on this infrastructure historically poorly studied by botanists.

Présentation de l'espèce

Le Myriophylle hétérophylle (*Myriophyllum heterophyllum* Michx.) (Haloragacée) est une plante aquatique originaire du Centre et de l'Est des États-Unis (OEPP 2009). Elle est toutefois considérée comme introduite et envahissante dans une grande partie du Nord-Est des États-Unis. En Europe, cette espèce amphiphyte est signalée comme naturalisée depuis 1941 en Grande-Bretagne, où elle ne semble pas s'être maintenue (RPS 2005). L'espèce a été observée pour la première fois en France en 2010 par le Jardin botanique de Lyon dans une mare à Villeurbanne, puis sur une seconde station en juillet 2011, dans un étang de la commune de Saint-Sylvestre (Haute-Vienne) chez un propriétaire privé (LEBRETON 2013).

M. heterophyllum se développe dans les eaux douces stagnantes ou faiblement courantes. Il pousse sur des sédiments variés comme des limons, du sable ou des graviers et préfère des niveaux élevés d'azote (AHLBURG 2009). *M. heterophyllum* est adapté au climat tempéré européen et est capable de passer l'hiver sous des plans d'eau gelés (AHLBURG 2009, THUM & LENNON 2010). La croissance rapide de *M. heterophyllum* lui permet souvent d'éliminer par compétition

les plantes aquatiques indigènes. La dégradation de l'importante biomasse formée par la population libère des substances toxiques comme l'ammoniac, le sulfure d'hydrogène ou le méthane. Il en résulte un changement de qualité de l'eau (eutrophisation) et une modification de l'habitat (AHLBURG 2009). Il peut empêcher certaines activités de loisirs comme la pêche, la navigation de plaisance, la nage, etc.

La plante se reproduit essentiellement par multiplication végétative et très rarement par voie sexuée via la production de graines (OEPP 2009). Aux États-Unis, des hybrides avec d'autres espèces ont été observés (THUM *et al.* 2011) et seraient encore plus envahissants (*M. heterophyllum* x *M. laxum*). La principale voie de propagation hors de son aire d'indigénat est la distribution et la vente de *M. heterophyllum* comme plante d'aquarium ou comme plante de bassins extérieurs. *M. heterophyllum* reste assez rarement importé pour l'aquariophilie en France (ALLGAYER *et al.* 2007), mais il est néanmoins conseillé pour les bassins extérieurs du fait de sa résistance et de sa capacité d'enracinement qui avoisine un mètre de profondeur.



Figure 1
Herbier de *Myriophyllum heterophyllum*, Abbeville (Somme).

Méthode d'inventaire

Dans un premier temps, l'AFM a mobilisé ses agents afin de cartographier les herbiers de myriophylles sur l'ensemble du canal de la Somme, dont elle est gestionnaire. Cette première cartographie exploitée sous Système d'information géographique (SIG) a permis d'établir un plan d'échantillonnage.

Analyses génétiques

Le barcoding moléculaire est une technique récente de taxonomie moléculaire permettant la caractérisation génétique d'un individu ou d'un échantillon d'individus à partir d'un ou plusieurs gènes de son génome. Le code-barre idéal est une séquence d'ADN assez similaire chez les individus d'une même espèce, mais montrant une forte variabilité interspécifique. D'après la littérature, (GHAHRAMANZADEH *et al.*, 2013.) l'identification se fait dans un pool d'individus de *M. verticillatum* et *M. heterophyllum* en se basant sur deux régions : *rbcl* et *trnH-psbA*.

Dans le cas des myriophylles (et dans la majorité des analyses visant les plantes supérieures), deux gènes ont été séquencés :

- *rbcl* : gène codant pour la Rubisco, enzyme clé permettant la fixation du dioxyde de carbone (CO₂) dans la biomasse végétale en initiant le cycle de Calvin ;
- *trnH-psbA* : zone intergénique du génome chloroplastique.

Chaque échantillon a été exploité avec une première étape d'extraction de l'ADN de chacune des ramifications de chaque individu.

Mesures morphométriques

Le nombre de feuilles par verticille, ainsi que le nombre de segments d'une feuille prélevée au hasard au milieu de chacun des trois rameaux de chaque échantillon, ont été

Résultats de l'étude génétique

L'étude génétique a confirmé l'identification des trois échantillons témoins et a permis de distinguer *M. verticillatum*, de *M. heterophyllum* et de *M. spicatum*. Sur 95 prélèvements analysés, deux n'ont pas pu être identifiés, car le matériel biologique était insuffisant à l'issue de l'extraction.

Une série de cent points d'échantillonnage ont été répartis au sein des herbiers sur l'ensemble des 120 km de canal gérés par l'AFM. À chaque point d'échantillonnage a été pratiqué un prélèvement de plante constitué d'au moins trois rameaux.

Chaque extrait d'ADN est ensuite amplifié à l'aide d'une technique de réaction en chaîne par polymérase (PCR) en utilisant deux amorces. Ces courtes séquences d'ADN permettent d'initier la synthèse d'ADN par l'ADN polymérase. L'ADN amplifié est ensuite purifié. L'amplicon ainsi obtenu est séquencé avec deux lectures par échantillon.

Afin d'étalonner les analyses génétiques, un individu de *M. heterophyllum* issu d'une population connue à Contre (Somme) a été expédié et analysé. La même opération a été réalisée avec un individu de *M. verticillatum* récolté sur un site géré par le Conservatoire d'espaces naturels de Picardie à Boves (Somme), ainsi qu'un individu de *M. spicatum* prélevé sur le canal de la Somme au niveau d'Amiens (Somme).

Après chaque journée de prospection, les échantillons récoltés ont été expédiés à l'UMR CNRS 6553 ECOBIO (Université de Rennes 1), afin d'identifier par l'outil génétique les deux espèces de myriophylles.

Chaque échantillon prélevé est placé dans un sac de congélation avec de l'eau et envoyé au laboratoire ECOBIO.

consignés afin de tenter de déceler des éléments morphologiques concordant à l'analyse génétique, permettant de discriminer *M. heterophyllum* et *M. verticillatum*.

Sur le canal de la Somme, 13 échantillons sur 93 correspondent à l'espèce indigène *M. verticillatum* soit 14 % des sites. 86 % des échantillons analysés correspondent à l'espèce exotique envahissante *M. heterophyllum* (80 échantillons).

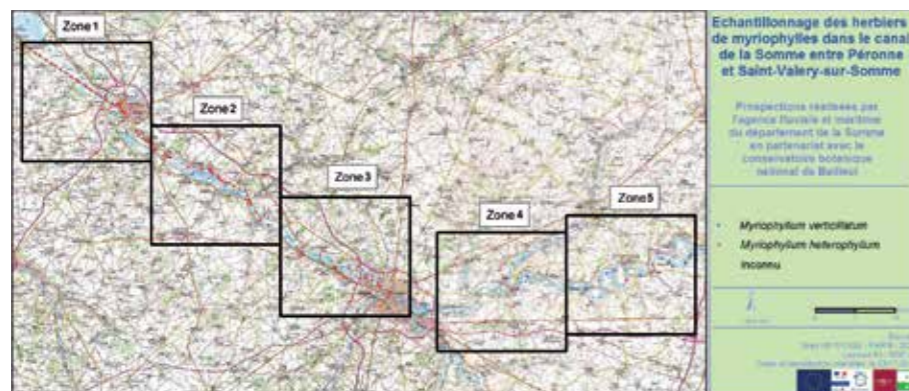


Figure 2
Résultats de la caractérisation génétique des herbiers échantillonnés sur le canal de la Somme.

Résultats des mesures morphométriques

Les mesures morphométriques ont montré des résultats intéressants dès lors que les nombres de segments comptés sur chaque feuille de chacun des trois rameaux de chaque échantillon sont additionnés :

- *M. heterophyllum* : [41,68] (80 échantillons),
- *M. verticillatum* : [68,91] (13 échantillons).

Discussion

Trois zones se distinguent sur le Canal de la Somme :

- le tronçon entre Amiens et l'estuaire de la Somme est colonisé uniquement par *M. heterophyllum* ;
- le tronçon entre Corbie et Péronne présente de belles populations de *M. verticillatum* (indiquant des zones de bonne qualité sur le plan phytocénétique) avec quelques belles taches de *M. heterophyllum* colonisant les abords immédiats de certaines écluses, en y formant localement d'importants herbiers ;
- les alentours d'Amiens ne sont pas colonisés par du Myriophylle (pas d'observation d'herbiers), mais ils mériteraient d'être à nouveau échantillonnés.

Si nous partons du principe que la ou les premières zones de colonisation sont celles qui aujourd'hui présentent les plus grandes densités de *M. heterophyllum*, il semblerait que celles-ci aient pour origine une zone située directement à l'aval d'Amiens. Les stations de *M. heterophyllum* se font de plus en plus rares en remontant le canal en amont d'Amiens, où elles sont essentiellement lo-

calisées au niveau des écluses. Cela semble indiquer que ces foyers sont plus récents et qu'un vecteur aujourd'hui non formellement identifié leur permet de remonter le courant de la Somme. Plusieurs pistes peuvent être avancées pour expliquer cette répartition au niveau des écluses, notamment les manœuvres des bateaux susceptibles de décrocher des individus pris dans les hélices, en aval.

Sur un total de 93 échantillons, une seule valeur est identique entre les deux espèces de Myriophylles.

Les mesures morphométriques lancent des pistes, qui mériteraient d'être approfondies, notamment en multipliant le nombre d'échantillons de *M. verticillatum*, autorisant une exploitation statistique des résultats. Concernant *M. heterophyllum*, il est probable que l'ensemble des herbiers soient issus d'un nombre très faible d'individus génétiques, qui se sont développés de façon clonale, et présentant une diversité morphologique faible et peu représentative à l'échelle de l'espèce. Il serait donc intéressant de pratiquer ce type de mesures sur d'autres populations de l'espèce connues en France, et dans son aire d'indigénat.

Résultats collatéraux

Ce travail a permis de révéler la présence de *M. verticillatum*, espèce réputée oligotrophile, dans le canal de la Somme, où il n'y avait jamais été observé. Par ailleurs, ces prospections ont permis de découvrir quatre nouvelles stations d'*Oenanthe fluvialis* (Bab.) Coleman, plante protégée au niveau national, exceptionnelle (E) et gravement menacée en Picardie (CR). De nombreuses populations de *Potamogeton lucens*

L., espèce rare (R) et quasi menacée (NT) en Picardie ont également été découvertes (Les cotations de rareté et de menace sont issues de HAUGUEL J.-C. & TOUSSAINT B. (coord.), 2012). En outre, certains tronçons alimentés ponctuellement par des résurgences de nappe permettent à des cortèges de plantes aquatiques remarquables de s'exprimer (Tableau 1).

Tableau 1

Relevé d'espèces effectué sur un tronçon de canal de 10 m au niveau de la commune de Méricourt-sur-Somme (80).

Taxon	Rareté	Menace	Intérêt patrimonial Picardie
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	RR	VU	Oui
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	AR	LC	Oui
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	PC	LC	Non
<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	R	NT	Oui
<i>Potamogeton lucens</i> L.	R	NT	Oui
<i>Ranunculus circinatus</i> Sibth.	R	NT	Oui
<i>Najas marina</i> L.	AR	LC	Oui
<i>Sparganium emersum</i> Rehm.	PC	LC	Oui
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	PC	LC	Non
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	PC	LC	Non

Conclusion

Le travail mené en 2016 a permis de révéler l'état de colonisation avancé du Myriophylle hétérophylle dans le canal de la Somme entre Péronne (Somme) et Saint-Valéry-sur-Somme (Somme) et d'en faire une première cartographie. Dès l'obtention des premiers résultats, l'AFM a pu intervenir sur les zones massivement colonisées par la plante tout en épargnant les herbiers de Myriophylle verticillé nouvellement découverts.

Par ailleurs, les nombreuses observations de la flore indigène réalisées lors de ce travail ont permis d'améliorer considérablement les connaissances sur cette infrastructure historiquement délaissée par les naturalistes.

Après ce premier état des lieux, de nombreuses questions restent posées : à quelle vitesse se propage *M. heterophyllum* ? De quand date la première introduction de la plante dans le canal ? Les herbiers de *M. verticillatum* en amont d'Amiens sont-ils voués à être remplacés ou protègent-ils de l'expansion de *M. heterophyllum* ?

L'AFM et le CBNBL travaillent aujourd'hui sur un protocole de suivi des chantiers de hersage et de suivi de la dynamique des herbiers de *M. heterophyllum*, afin de tenter de les contrôler et de préserver au mieux les zones encore indemnes.

Bibliographie

- AHLBURG N. 2009. - Pest Risk Analysis for *Myriophyllum heterophyllum*. 1-26.
- ALLGAYER R., ALLAIN G., MAÎTRE-ALLAIN T. & BREITENSTEIN A. 2007. - Encyclopédie visuelle de l'aquarium : 317-318.
- GHAHRAMANZADEH, R., ESSELINK, G., KODDE, L-P., DUISTERMAAT, H., VAN VALKENBURG, H., MARASHI, S-H., SMULDERS, M-J-M. & VAN DE WIEL, C-C-M. 2013. - Efficient distinction of invasive aquatic plant species from non-invasive related species using DNA barcoding. *Molecular Ecology Resources* **13** : 21–31.
- HAUGUEL J.-C. & TOUSSAINT B. (coord.), 2012. - Inventaire de la flore vasculaire de la Picardie (Ptéridophytes et Spermatophytes) : raretés, protections, menaces et statuts. Version n°4d – novembre 2012. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, *Société Linnéenne Nord-Picardie*, mémoire n.s. n°4, 132 p. Amiens.
- LEBRETON A. 2013. - *Myriophyllum heterophyllum* Michaux [Haloragaceae] en Haute-Vienne (Limousin, France), et situation de cette plante invasive en France et en Europe. *Bulletin OEPP/EPPO* **43** : 180–192
- LEVY V. (coord.), WATTERLOT W., BUCHET J., TOUSSAINT B. & HAUGUEL J.-C. 2015 - *Plantes exotiques envahissantes du Nord-Ouest de la France : 30 fiches de reconnaissance et d'aide à la gestion*. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 140 p. Bailleul.
- OEPP. 2009. - Data sheets on plant quarantine pests – *Myriophyllum heterophyllum* (09-15152).
- RPS ECOSCOPE APPLIED ECOLOGISTS. 2005. - Strategic control of non-native invasive aquatic plants. English Nature Research Reporto 686.
- THUM R.A. & LENNON J.T. 2011. - Comparative ecological niche models predict the invasive spread of variable-leaf milfoil (*Myriophyllum heterophyllum*) and its potential impact on closely related native species. *Biological Invasions* **12** : 133-143.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=JSlvotsEjwo>

Abstract

Participative approach of expert-based ecosystem services assessment on the Regional Natural Park Scarpe-Escaut: a new evaluation of the sustainability at territory scale

Despite decades of protection and conservation, some ecosystems such as wetlands are still degrading and their total area continues to decline significantly. This is the case for wetlands in the Regional Natural Park (RNP) Scarpe-Escaut in France. In a context of a revision of the strategy for the development and management of water resources (called SAGE in France) and to apply for RAMSAR certification, the RNP is an experimental site for the evaluation of ecosystem services (ES) with the National Research Institute of Science and Technology for Environment and Agriculture (IRSTEA) since 2015. Initially focusing on wetlands, the study extended to all ecosystem types and in a sustainability analysis through an assessment of the capacity and use of ecosystem services on the RNP.

ES assessment using participatory scoring methods with local experts, scientists and stakeholders (i.e. capacity matrices) allow to quickly obtaining a territorial estimation of ES potentials that should be related to demand. We propose an integrated analysis of the capacity and the use that allows relating socio-economical use and ecosystem capacities and could allow territories to have a better understanding of their sustainability regarding ES.

We present here the first results based on ES supply and ES uses with the matrix approach made on the RNP Scarpe-Escaut. This result allowed to evaluate mismatches within its territory and gives some evidences to be considered in land management. By means of a revisited demand assessment approach, we made a distinction between the demand and the actual use of ES and final processed goods by assessing the use at the level of the providing habitat and not at it is usually done at the place where the demand occurs. As a consequence, we evaluated the actual use and not the potential demand for ES.

The data acquisition is finished but the analyses are still in progress as well as the valorisation of the results. We present here the method applied, the results in a preliminary analysis and the first valorisations made by the RNP on the assessment of the capacity of wetlands to provide ecosystem services.

Résumé

Malgré les dernières décennies de gestion et de protection, certains milieux, comme les zones humides, restent dégradés, et leur aire totale continue à régresser. Dans le cadre d'une révision de SAGE et d'une candidature au label Ramsar, le Parc naturel régional (PNR) Scarpe-Escaut est depuis 2015 un site expérimental pour l'évaluation des services écosystémiques avec l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA). Au début, focalisée sur les zones humides, l'étude s'est étendue à tous types d'habitats et à une analyse de la durabilité *via* une évaluation de la capacité et de l'usage des services écosystémiques.

La méthode utilisée est une approche participative réunissant tous les acteurs du territoire pour construire une matrice de la capacité et une matrice de l'usage croisant les services écosystémiques et les types d'habitats présents sur le PNR. L'acquisition des données est terminée, mais les analyses se poursuivent, tout comme la valorisation des résultats. Nous présentons ici la méthode appliquée, une analyse préliminaire des résultats et les premières valorisations faites par le PNR sur l'évaluation de la capacité des zones humides à fournir des services écosystémiques. Ces premières exploitations des résultats sont extrêmement encourageantes et valident déjà l'intérêt de l'étude.

Approche participative de l'évaluation des services écosystémiques rendus par les habitats du Parc naturel régional Scarpe-Escaut

C. SYLVIE CAMPAGNE^{*(1)(2)}, TANGUI LEFORT⁽³⁾ & PHILIP ROCHE⁽¹⁾

L'évaluation des services écosystémiques pour la sauvegarde des plaines de la Scarpe et de l'Escaut

L'origine et les objectifs de la démarche

La diversité biologique et la productivité naturelle des zones humides ont placé ces écosystèmes en deuxième position après les forêts tropicales (PEARCE & CRIVELLI 1994). Cependant, malgré leur intérêt, les zones humides sont grandement menacées et la moitié de leur surface en Europe et dans le monde a disparu au cours du ^{xx}e siècle (MEA 2005 ; BARBIER 1993).

Après plusieurs décennies d'actions en faveur de leur préservation, ce constat général reste réel et se retrouve localement au cœur des plaines de la Scarpe et de l'Escaut. Leur sauvegarde nécessite une large mobilisation impliquant les élus et les citoyens, afin d'éviter que cela reste une affaire de spécialistes qui, seuls, ne pourront assurer leur préservation.

Dans cet objectif, le Parc naturel régional (PNR) Scarpe-Escaut a souhaité expérimenter en complément des approches naturalistes de la biodiversité, l'évaluation de la capacité en services écosystémiques des habitats de son territoire et plus particulièrement de ses zones humides. Au-delà de cette évaluation, il s'agissait avant tout de l'opportunité de mobiliser différemment les acteurs locaux afin de :

- rendre plus ambitieux encore le volet milieux humides et aquatiques du Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) Scarpe aval en cours de révision ;
- porter collectivement la candidature au label Ramsar de la zone humide d'intérêt national des plaines de la Scarpe et de l'Escaut.

Dès 2015, une première évaluation des services potentiellement rendus par les zones humides des territoires du PNR et du SAGE avait été effectuée en collaboration avec l'Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale (IMBE) en utilisant une méthode participative permettant une évaluation collective et la production « d'une matrice des capacités des zones humides » (CAMPAGNE 2015). Les retours positifs des participants et des acteurs du territoire ont amené à continuer l'évaluation en 2016, cette fois avec l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA) dans le cadre de la thèse de doctorat en sciences de C. Sylvie CAMPAGNE, en élargissant l'approche d'une part à l'ensemble des habitats et d'autre part à l'analyse de l'usage des services écosystémiques. Ce travail s'inscrit dans une démarche visant à évaluer la durabilité de l'usage des services écosystémiques (SE) en effectuant le bilan entre la capacité et l'usage des services écosystémiques du PNR. Pour cela, nous avons évalué la balance entre l'évaluation de la capacité et de l'usage en services écosystémiques.

Nous présentons tout d'abord la méthode appliquée et les analyses préliminaires des résultats pour ensuite donner la parole au PNR avec sa lecture des résultats et les valorisations déjà effectuées.

⁽¹⁾ Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA), Unité RECOVER, 3275 Route de Cézanne, F-13182 Aix-en-Provence cedex 4 ; philip.roche@irstea.fr.

⁽²⁾ Institute of Physical Geography & Landscape Ecology, Leibniz Universität Hannover Schneiderberg, Hannover, Germany ; campagne@phygeo.uni-hannover.de

⁽³⁾ Parc naturel régional (PNR) Scarpe-Escaut, Maison du Parc, Le Luron, 357 rue Notre Dame d'Amour, BP 80055, F-59731 Saint-Amand-les-Eaux cedex ; t.lefort@pnr-scarpe-escaut.fr

Les services écosystémiques

Les SE sont définis comme les contributions que les écosystèmes ont sur le bien-être humain (HAINES-YOUNG & POTSCHIN 2018). LELE *et al.* (2013) développent, dans son étude, les différentes origines de l'attraction du concept des SE, dont celle de faire évoluer l'aspect négatif du développement économique pour la vie sauvage vers un aspect positif de la conservation du milieu naturel pour le bien-être de l'homme. Dans la continuité de nombreuses publications précédentes, VILLAMAGNA *et al.* (2013) a développé que « les SE ont un grand potentiel pour influencer les décisions de l'environnement, car ils relient les fonctions et les conditions des écosystèmes aux intérêts anthropocentriques qui résonnent avec un large éventail de personnes ». Par ailleurs, de nombreuses publications sur les services écosystémiques exposent la capacité du concept à guider les stratégies de gestion des ressources naturelles de façon durable et équitable, sans que cela ait toutefois été prouvé scientifiquement (LAURANS *et al.* 2013). Grâce à cette vision et à une approche qui n'aborde pas des phénomènes complexes de la nature, la notion des services écosystémiques est facilement abordable et comprise par les non scientifiques.

L'hypothèse environmentaliste, qui a généré ce concept, est que la compréhension de l'importance des SE pour nos sociétés et le bien-être humain permet de soutenir les efforts de conservation de la biodiversité en démontrant le rôle majeur joué par les écosystèmes. Cette notion est maintenant très largement présente dans la conception des politiques de préservation de la biodiversité et des fonctionnalités écologiques.

Les SE sont habituellement répartis dans trois catégories (Fig. 1) :

- les services d'approvisionnement sont les services à l'origine des « produits finis » que l'on peut extraire des écosystèmes, tels que la nourriture, les différents matériaux et fibres naturels, etc. ;
- les services de régulation sont des services non matériels contribuant plus indirectement au bien-être de l'homme à travers les fonctions de régulation des écosystèmes, tels que la régulation du climat ou des incendies, mais aussi le maintien de cycle de vie et d'habitat ;
- les services culturels représentent les différentes valeurs immatérielles, que l'on peut attribuer aux écosystèmes, une valeur esthétique, mais aussi symbolique (comme les valeurs emblématiques) et récréative, telles que les activités de pleine nature (chasse, pêche, randonnée, etc.).

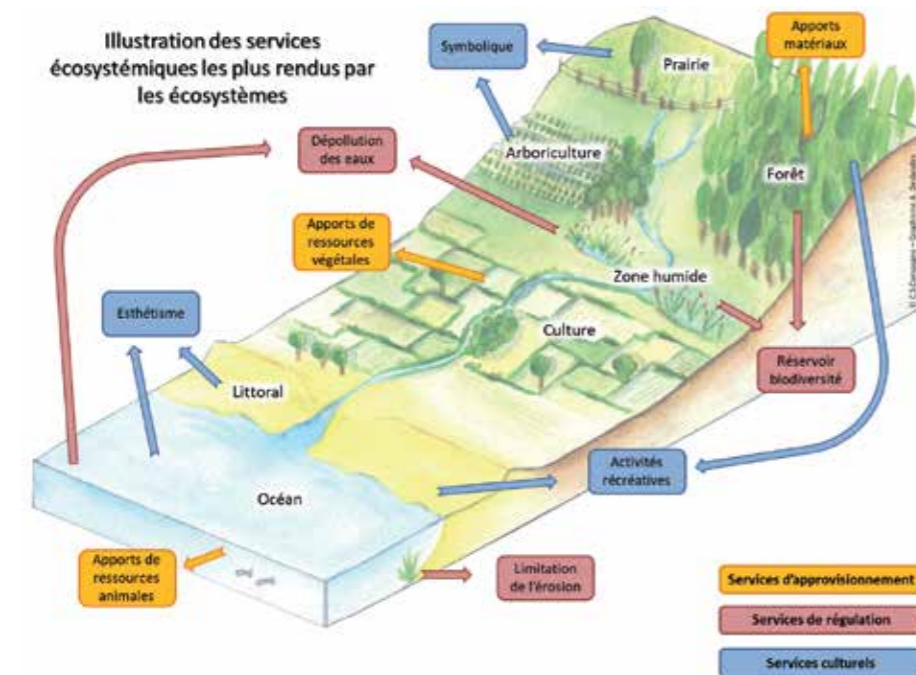


Figure 1
Illustration des services écosystémiques les plus rendus par les écosystèmes (© C. S. Campagne - Graphisme A. DESLANDES).

Les SE sont, par définition, à l'interface entre les écosystèmes et les multiples dimensions de la société. Cependant, il est crucial de distinguer de nombreuses « sous-notions » au sein de cette approche (BURKHARD *et al.* 2014 ; SCHRÖTER *et al.* 2016). Les définitions des « sous-notions » des services écosystémiques sont distinguées avec, du côté du système écologique la capacité et l'offre, et du côté socio-économique l'usage et la demande :

- la capacité (ou potentialité) qui est le rendement maximal hypothétique des écosystèmes à fournir des SE (BARÓ *et al.* 2017 ; BURKHARD *et al.* 2012 ; SCHRÖTER *et al.* 2016 ; VILLAMAGNA *et al.* 2013). Elle peut être augmentée ou diminuée grâce à la gestion des écosystèmes et aux changements d'utilisation des terres (SCHRÖTER *et al.* 2016) ;
- l'offre qui regroupe les SE fournis ou délivrés dans une période donnée (BARÓ *et al.* 2015 ; MOUCHET *et al.* 2014) ;
- l'usage qui regroupe les SE consommés ou utilisés directement dans une zone particulière sur une période donnée (BURKHARD *et al.* 2012 ; WOLFF *et al.* 2015) ;
- la demande (ou Préférence) qui regroupe l'expression des préférences et souhaits en SE (MOUCHET *et al.* 2017 ; SCHRÖTER *et al.* 2014 ; VILLAMAGNA *et al.* 2013).

Au sein des services écosystémiques désirés ou préférés, il est aussi important de distinguer une préférence d'une personne, et la préférence globale exprimée par la société (GEIJZENDORFFER & ROCHE 2014). En effet, selon le contexte d'évaluation, mais surtout la méthode d'évaluation, cette différence donnerait des résultats et des analyses différents des SE préférentiellement demandés.

Dans la littérature scientifique, on remarque des regroupements ou des manques de distinction entre la définition de la capacité et de l'offre et entre les deux définitions de la consommation et de l'usage direct des SE. Nous pensons qu'il est complexe de faire des définitions génériques dans le cadre des SE, surtout au vu de leur hétérogénéité et de la variété des méthodes d'évaluation, qui engendrent des contextes très variés.

Cela étant, nous ajouterons que, conceptuellement :

- la demande émise par la société peut être pourvue par d'autres moyens que les SE d'un territoire, y compris à travers la mise en œuvre de solutions technologiques,
- l'usage direct se limite à ce qui serait prélevé ou obtenu des SE d'un territoire donné.

La demande en SE englobe différents types de « demandes » liées aux différentes catégories de SE : approvisionnement, régulation et culturel (WOLFF *et al.* 2015). En effet, les méthodes d'évaluation et nos connaissances limitent souvent l'évaluation des services de régulation à une évaluation des désirs de réduction des risques et de prévention. Ensuite, les services culturels peuvent être définis par des préférences et par les données d'usages directs. Quant aux services d'approvisionnement, ils peuvent être définis par les données d'usages directs (ex : l'accessibilité aux espaces verts, le nombre de permis de pêche, etc.) et de consommations (ex : quantité d'eau consommée par un territoire) (WOLFF *et al.* 2015).

Dans l'évaluation des SE sur le PNR Scarpe-Escaut, nous approchons la durabilité de la fourniture de SE sur la base d'une analyse de la balance entre la capacité et l'usage des SE. L'avantage est que nous ne considérons pas le lieu de provenance de la demande, car l'usage est la part de la capacité qui est exportée des écosystèmes, peu importe le lieu de consommation. Ainsi avec cette approche, nous n'évaluons pas le bien final produit, qui est le résultat d'une chaîne de production comprenant l'action de l'homme, mais l'usage effectif des services produits par les écosystèmes (SCHRÖTER *et al.* 2012 ; VILLAMAGNA *et al.* 2013).

Le territoire d'étude : le PNR Scarpe-Escaut, une mosaïque de milieux humides et aquatiques

Situé dans la région Hauts-de-France, le PNR Scarpe-Escaut comprend 55 communes s'étendant sur 48 500 hectares, entre Valenciennes, Douai et Lille. Il concerne 191 000 habitants, soit 380 habitant/km², ce qui fait de lui le PNR le plus densément peuplé (Fig. 2).



Figure 2
Les Parcs naturels régionaux dans la région Hauts-de-France (© PNR Scarpe-Escaut).

Premier PNR de France créé en 1968, il est notamment marqué par une plaine basse articulée autour de la Scarpe et de l'Escaut. C'est un secteur périurbain, où la pression urbaine est forte (consommation d'espaces), et dont le paysage est formé par une mosaïque de milieux agricoles et naturels (cultures, prairies, boisements, marais, étangs...), ainsi que de zones urbanisées.

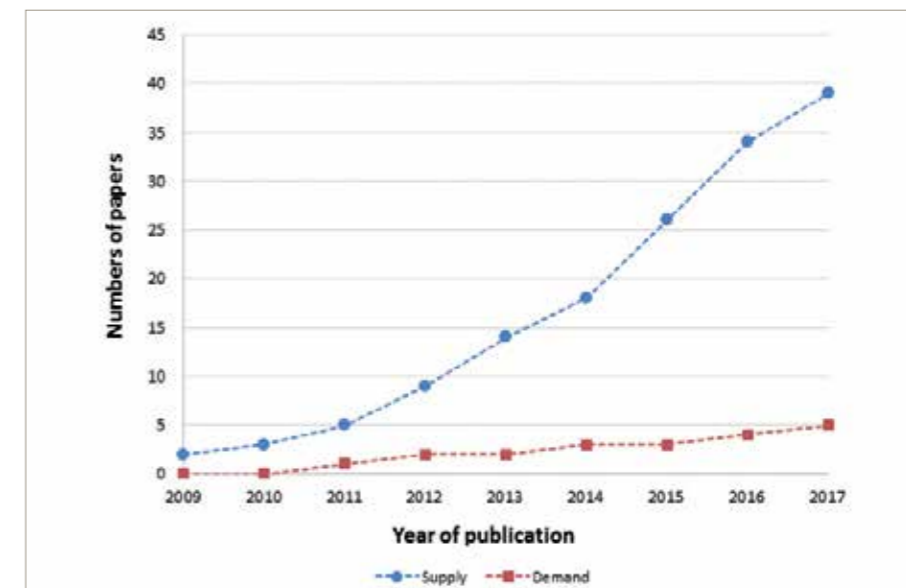
L'eau est omniprésente (Fig. 3) et l'homme la gère depuis des siècles, afin de développer

ses activités (assèchement, exploitation des terres, canalisation des cours d'eau...). Les zones humides, autrefois sources de richesses, ont été progressivement jugées par certains usagers comme moins intéressantes, voire source de contraintes. Les prairies humides ou encore les zones de marais, ont ainsi fortement régressé sous la pression urbaine, exploitées pour des productions agricoles plus rentables que l'élevage ou encore aménagées en étangs de loisirs.



Figure 3
Photographies de milieux humides du PNR Scarpe-Escaut : Alignements de Saules Têtards (© PNR Scarpe-Escaut), Chabaud-Latour, étang d'affaissement minier (© D. DELECOURT), Tourbière de Marchiennes, vue aérienne (© PNR Scarpe-Escaut), Forêt de Marchiennes (© T. LEFORT).

Figure 4
Tendance du nombre d'articles scientifiques publiés utilisant l'approche des matrices pour évaluer l'offre et la demande en services écosystémiques entre 2008 et 2017 (source : WoS, Google Scholar and Scopus).



Ces matrices, qui condensent l'expertise disponible concernant la capacité des habitats à fournir différents services écosystémiques, peuvent aisément être exprimées spatialement sous forme cartographique. Elles permettent ainsi de cibler les priorités, et sont, par leur simplicité et leur flexibilité, un outil de pédagogie pour les gestionnaires des

politiques publiques. L'utilisation de matrices permet une évaluation rapide des SE et donne un grand aperçu des tendances des services rendus à l'échelle du paysage (HERMANN *et al.* 2014).

Il s'agit d'une méthode d'évaluation des services écosystémiques à « dire d'expert » uti-

Le projet du PNR Scarpe-Escaut est traduit au travers de sa Charte, document officiel qui fixe les objectifs de préservation et de développement du territoire. Elle a valeur de contrat et engage les collectivités concernées à mobiliser les moyens techniques et financiers nécessaires à la mise en œuvre d'un véritable projet de territoire. La Charte actuellement en vigueur s'étend sur une période de douze ans, de 2010 à 2022. Elle s'appuie sur un engagement commun entre le PNR Scarpe-Escaut et le Parc naturel des Plaines de l'Escaut, en Belgique (27 000 hectares englobant 40 villages et deux villes), traduit sous la forme du Parc naturel transfrontalier du Hainaut (PNTH).

Si cette Charte intègre les enjeux liés aux milieux naturels et notamment aux milieux

humides et aquatiques dans la Vocation n° 2 « Scarpe-Escaut, Terre de nature et de patrimoine où l'eau, le bâti, le minier... forgent le caractère rural et les identifiés du territoire transfrontalier », on les retrouve en filigrane au sein des trois autres vocations, mettant en évidence non seulement les services que rendent les milieux agricoles et naturels aux activités humaines, mais également le rôle collectif de préservation et d'usage raisonné de ces derniers.

C'est donc naturellement que le PNR a souhaité expérimenter l'approche des services écosystémiques en y associant les acteurs locaux et les experts dans une volonté affirmée de concertation et de mobilisation larges.

Approche croisant avis d'experts et connaissances de terrain

L'utilisation du dire d'experts est courante dans les études de conservation, d'écologie et d'évaluation biophysique (JACOBS *et al.* 2014). L'approche via la mobilisation d'expertises territoriales ou sectorielles a prouvé sa pertinence pour construire des matrices d'indicateurs semi-quantitatifs reliant les

habitats et les SE à dire d'experts et/ou de bénéficiaires de services (BURKHARD *et al.* 2009 ; STOLL *et al.* 2014 ; VIHARVAARA *et al.* 2010). L'approche matricielle est de plus en plus utilisée en France et plus généralement en Europe (CAMPAGNE & ROCHE 2018 ; Fig. 4).

lisant une table pivot (la matrice) entre les services écosystémiques et les habitats (ou types d'écosystèmes) qui les fournissent. La matrice comprend en colonnes la liste des services écosystémiques et en lignes la typologie des habitats. Chaque cellule de la matrice est remplie avec un score de 0 à 5 reflétant la capacité d'un habitat donné à fournir un service écosystémique donné avec un 5 lorsque le milieu a une forte capacité à rendre le service et 0 lorsqu'il a une faible capacité à le rendre. Les scores reflètent une capacité actuelle moyenne au cours de l'année. De plus, pour chaque ligne (types d'habitats) et chaque colonne (SE), un indice de confiance a été demandé, afin que les personnes remplissant la matrice expriment leur degré de confiance envers leurs notations. L'indice de confiance va de 1 : « Je ne me sens pas à l'aise pour ces notations » à 3 : « Je me sens à l'aise dans ces notations ». Durant les ateliers ou des entretiens individuels, l'approche, la méthode et les définitions des services écosystémiques et des habitats ont été présentées aux participants. Ensuite, les matrices ont été remplies entièrement par chacun d'eux de manière individuelle. La matrice finale est la moyenne de toutes les matrices individuelles.

Un des intérêts de cette méthode est qu'elle favorise les échanges et le partage entre les différentes personnes mobilisées et ceci dans un climat constructif. Il ne s'agit pas de prendre une décision, mais de partager des expertises et des points de vue sans hiérarchisation des compétences. De ce fait, elle permet de mobiliser les connaissances et expertises de chacun, tout en évitant de basculer dans certains débats idéologiques ou encore de « posture », plus conflictuels et qui reviennent de manière récurrente dans le cadre de démarches projet pouvant notamment être influencées par leur caractère réglementaire (SAGE, charte de Parc, Natura 2000, planification urbaine...). Les participants ont contribué avec conviction, parfois de manière très enthousiaste, avec certes une part de subjectivité, mais toujours dans l'écoute et le respect des autres, avec bienveillance. Les échanges ayant eu lieu après les notations, les débats ont permis de ne pas influencer le remplissage des matrices. Cette démarche a ainsi favorisé la construction d'une vision partagée du territoire sans influencer les résultats des matrices individuelles et donc des matrices globales.

Choix des habitats et des services écosystémiques

Les habitats sont basés sur une typologie des habitats issue de la cartographie ARCH (Assessing Regional Habitat Change) disponible sur le territoire du PNR. Les données ARCH sont issues d'une coopération transfrontalière entre la Région Nord - Pas-de-Calais et le Comté du Kent (Angleterre). Cette cartographie des habitats naturels couvre l'ensemble du territoire des deux régions partenaires à l'échelle du 1/5 000^e et utilise une nomenclature des habitats naturels adaptée de CORINE Biotopes. Pour le versant Nord - Pas-de-Calais, la cartographie a été réalisée par photo-interprétation d'images aériennes couleurs et infrarouge-couleurs datées de 2009, sous la supervision scientifique du Conservatoire botanique national de Bailleul (CBNBL). Les données ARCH comprennent 64 habitats. Dans le cadre de notre étude, nous les avons regroupées en 33 habitats, en fonction de leur capacité à fournir des services écosystémiques. Ainsi, toutes les limites et biais intrinsèques des données ARCH (limites principalement liés à la photo-interprétation) sont à prendre en considération dans les résultats.

La liste et la classification des services écosystémiques se basent quant à eux sur la classification du CICES (HAINES-YOUNG *et al.* 2018), qui a été adaptée au territoire.

Afin d'effectuer l'analyse de la balance entre la capacité et l'usage des SE, nous avons réalisé à partir d'expertises différentes une matrice de la capacité et une matrice de l'usage. Dans chaque cas, nous avons sollicité des groupes d'experts différents, mais avec une table comprenant les mêmes habitats et SE. Notre définition « d'expert » est une personne ayant des connaissances ou des compétences approfondies basées sur la recherche, l'expérience ou la profession dans un domaine particulier.

La matrice de la capacité

La matrice de la capacité évalue la capacité des habitats à fournir des services écosystémiques (SCHRÖTER *et al.* 2012). Les scores remplis par les experts répondent à la question : « Quelle est la capacité de cet habitat à fournir ce service écosystémique ? ».

Nous avons limité le panel d'experts aux personnes ayant des connaissances locales en écologie sur les différents habitats, afin

de tenir compte de tous les principaux types d'écosystèmes et de toutes les activités majeures, qui sont appliquées sur le PNR. Nous avons suivi les recommandations de JACOBS *et al.* (2014) sur la formation d'un échantillon pertinent d'experts ayant une affinité spécifique sur leur territoire. Les experts considérés comprenaient des chercheurs ayant une expertise en écologie et/ou sur les SE, des gestionnaires de projets ou de sites, des techniciens travaillant sur des domaines environnementaux ou écologiques et des agents de collectivités territoriales. Le remplissage de la matrice de la capacité par ces 17 experts s'est fait individuellement après la présentation de la méthode lors d'un atelier de travail réalisé le 16 juin 2016.

La matrice de l'usage

Les scores de la matrice des usages sont déterminés à partir de la question posée aux experts : « Quelle quantité de services écosystémiques l'homme utilise ou prélève directement pour ces habitats ? ».

La matrice de l'usage a été remplie par des participants avec des profils différents de ceux des participants de la matrice de la capacité avec des connaissances en écologie. Nous avons sollicité des participants ayant soit une connaissance des activités, des modes de gestion et exploitations des milieux naturels, soit des experts de la consommation, de la société et/ou de l'usage des milieux naturels. Ainsi, les connaissances né-

cessaires pour remplir la matrice de l'usage sont liées aux pressions exercées par la demande sociétale sur les habitats naturels. En tout, 25 personnes ont rempli la matrice de l'usage en mai 2017. Les participants proviennent de collectivités territoriales, d'associations de protections de la nature et d'autres organismes gestionnaires.

La matrice de la balance

La matrice de la balance est formée à partir de la soustraction entre les scores de la capacité et les scores de l'usage. La balance Capacité-Usage est calculée pour estimer la part de la capacité qui est utilisée, et peut être une approche de la durabilité de la fourniture de services. En effet, si l'usage atteint ou dépasse la capacité, cela est un indicateur à considérer pour déterminer la pression exercée sur les écosystèmes. Cette balance doit être analysée avec précaution, et au cas par cas. Selon les services écosystémiques, sa signification peut varier. Par exemple, si l'usage agricole dépasse la capacité de l'écosystème, cela peut conduire à une dégradation de celui-ci. Par contre, un usage fort du service de pollinisation ne va pas conduire à la dégradation de l'écosystème.

Afin d'avoir un retour sur les résultats, nous avons réalisé un atelier de restitution de l'étude (Fig. 5). Celui-ci nous a permis d'avoir des retours sur les trois matrices (capacité, usage et balance) et sur des cartes du territoire avec les résultats de la balance.

Figure 5
Photographie prise lors de l'atelier de restitution des résultats en Juin 2017 à la maison du Parc (© C. S. CAMPAGNE).



Analyse préliminaire des résultats scientifiques

La matrice de la capacité

La matrice de capacité finale représente la moyenne des 17 matrices des participants (Tableau 1). Les scores sont représentés par la taille des points, l'écart-type (ou variance entre les participants) par la couleur des points et les indices de confiance sont en périphérie du tableau pour chaque habitat

et chaque service. Ainsi, plus le service écosystémique est rendu par l'habitat, plus le point sera gros. Plus le point tend vers la couleur verte, plus les experts ont chacun donné une valeur similaire. De même, la confiance des experts dans leurs propres scores est forte lorsque les points en périphéries du tableau sont verts.

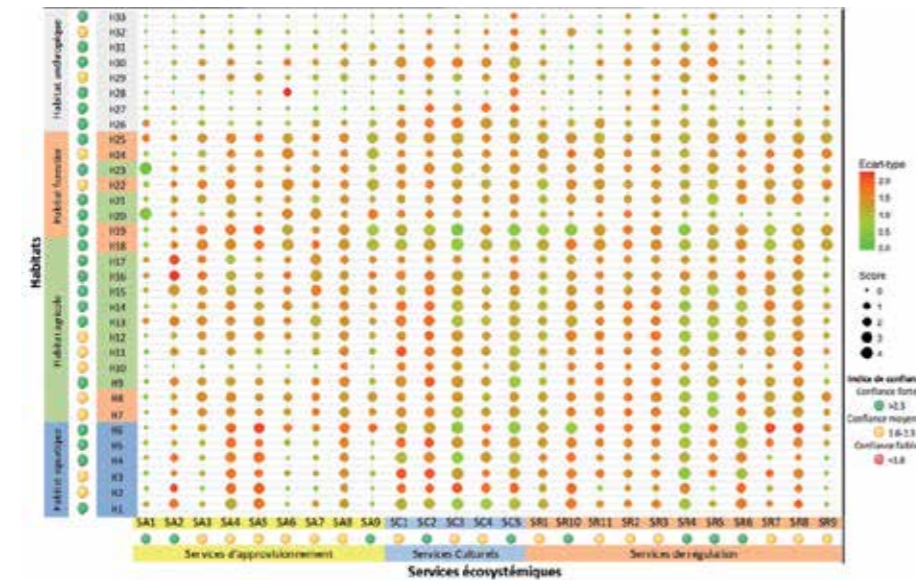


Tableau 1
Matrice des capacités.

Nous pouvons observer que la matrice de la capacité indique une forte capacité des habitats forestiers à fournir les différents services écosystémiques, et que ce sont les habitats urbains qui présentent des scores de fourniture les plus faibles. Un certain nombre d'éléments de cette matrice sont intéressants et peuvent être extraits, mais ils ne peuvent pas tous être abordés ici (plus de résultats dans le rapport d'étude CAMPAGNE & ROCHE 2018), voici quelques exemples en lien avec l'intérêt du PNR pour les zones humides.

Le service SR10 « Régulation des inondations et des crues » a un indice de confiance fort (2,53 sur une échelle de 1 à 3) et ses scores de capacité les plus élevés (scores supérieurs à 4 sur une échelle de 0 à 5) sont dans les habitats H6 « Bas marais, tourbières de transition, sources », H13 « Prairies humides » et H19 « Forêts riveraines, forêts et fourrés très humides » avec des écarts types modérés (1,28 en moyenne). Les services culturels ont généralement des scores élevés (moyennes par services entre 2,18 et 3,05), surtout SC5 « Connaissance et éduca-

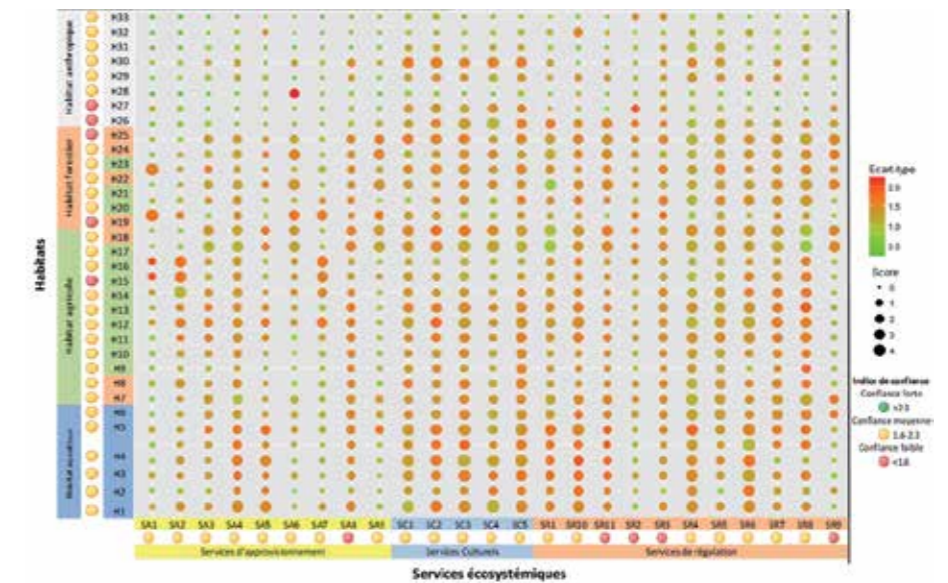
tion » et SC3 « Esthétique », présentent des indices de confiance forts (entre 2,29 et 2,71) et une variabilité modérée entre les notateurs (écart-type).

L'habitat H6 « Bas marais, tourbières de transition, sources » a un indice de confiance fort (2,56) et présente les scores les plus élevés et cela pour le plus grand nombre de services par rapport aux autres habitats aquatiques. En effet, il a des scores élevés pour les services culturels SC1 « Emblème ou symbole », SC2 « Héritage (passé et futur) et existence », SC3 « Esthétique » et SC5 « Connaissance et éducation », pour SR4 « Offre d'habitat, de refuge et de nursery », SR6 « Maintien de la qualité des eaux », et SR10 « Régulation des inondations et des crues » avec des écarts types faibles.

La matrice de l'usage

La matrice de l'usage (Tableau 2) est présentée avec le même graphisme et les mêmes types de données avec le score (taille des points), la variation (couleur du point) et les scores de confiance en périphérie de la matrice.

Tableau 2
Matrice de l'usage.



La similitude entre la matrice de la capacité et la matrice de l'usage est très forte. Ceci est confirmé par des analyses de comparaisons faites sur les matrices (test t et une co-inertie). Les tendances semblent être similaires avec un faible usage des services écosystémiques au sein des habitats urbains et un usage élevé des habitats forestiers en particulier pour les services de régulation et les services culturels. Des légères divergences sont observables dans les scores faibles qui, dans la matrice de l'usage, concernent généralement les services d'approvisionnement et les habitats H10 « Prairies à métaux lourds » et les H20 « Cultures » (à part pour le service d'approvisionnement en SA1 « Production végétale alimentaire cultivée »).

De plus, même si la variance ne semble pas différente entre les deux matrices, les indices de confiance de la matrice de l'usage sont généralement faibles (indice de confiance à 2,42 pour l'ensemble des habitats et à 2,12 pour l'ensemble des services pour la matrice de la capacité contre 1,96 pour les habitats et 1,86 pour les services dans la matrice de l'usage). Ces résultats expriment un manque d'aisance et de connaissance de l'usage des services écosystémiques au sein des différents habitats.

La durabilité de l'usage : balance capacité-usage

Les scores de la balance proviennent de la soustraction des scores de la capacité et des scores de l'usage. Une balance à 0, soit à l'équilibre, signifie que la capacité est totalement utilisée, mais la durabilité des écosystèmes ne concerne pas que les habitats en surexploitation, mais aussi les milieux en équilibre ou proche de l'équilibre. En tout, 32 % des scores sont entre -0,25 et 0,25, soit très proche de 0. Ce sont en particulier les services d'approvisionnement et certains services de régulation. Cela signifie que les habitats du Parc subissent une forte pression quant à l'usage, et qu'il faudra prendre cela en compte pour les prochaines mesures de protection ou de conservation.

Suite à l'atelier de restitution autour des résultats de la balance, nous avons déterminé que les scores de l'usage ou de la capacité inférieurs à 1 n'étaient pas pertinents pour le calcul de la balance, car ils concernent des scores de capacité et/ou d'usage nul ou très faible. Ainsi, les scores de la balance sont représentés avec un « / » lorsque l'un des scores de la capacité ou de l'usage est inférieur à 1 (Tableau 3).

Tableau 3
Matrice de la balance.

Les résultats montrent une balance majoritairement positive (79 % des scores au-dessus de 0) et les valeurs négatives sont principalement présentes pour les habitats urbains, les services de régulation et d'approvisionnement pour les habitats aquatiques. Les valeurs négatives doivent être analysées une à une pour interpréter leurs significations. Par exemple, la valeur fortement négative de la balance pour H27 « Villes, villages, et sites industriels » pour le service « Régulation des animaux vecteurs de maladies pour l'homme » pose question quant à sa signification autour de la complexité du service et du fort usage que les résultats montrent.

De même, on peut réfléchir au sens des valeurs négatives de H20 « Cultures » pour les services SR7 « Maintien de la qualité du sol » et SR8 « Contrôle de l'érosion », car nous rentrons dans des systèmes avec une interaction entre les activités humaines et les modes de gestion et la capacité liée aux fonctionnalités de l'écosystème.

Limites

L'évaluation des services écosystémiques par matrice comporte des limites méthodologiques, qui sont détaillées dans plusieurs articles scientifiques (HOU *et al.* 2012 ; JACOBS *et al.* 2014 et CAMPAGNE *et al.* 2017). Certaines limites sont inhérentes à l'approche telles que la clé d'entrée par habitats impliquant un manque de prise en compte des hétérogénéités spatiales provenant des

pratiques de gestion, des statuts de protections, de l'accessibilité, etc.

Par ailleurs, les données étant évaluées à travers le dire d'experts, il y a des limites liées à la subjectivité, à la compréhension et à l'interprétation des résultats. De plus, les profils des participants pouvant avoir un impact sur les résultats, nous avons pris soin de mettre en œuvre un protocole visant à minimiser ces problèmes (préparation de la réunion, diversité des experts consultés et taille du panel d'experts). Des analyses statistiques préalables montrent que le panel d'experts nécessaire est de l'ordre de 10-15 experts, ce qui est atteint dans nos deux matrices (CAMPAGNE *et al.* 2017).

L'évaluation de la capacité et de l'usage avec la constitution de la matrice de la balance par soustraction a engendré des limites méthodologiques, qui ont été analysées et développées dans la thèse de doctorat de C.S. CAMPAGNE. Par exemple, si la capacité est forte (proche de 5), la balance ne pourra pas mettre en avant une surfréquentation ou une surexploitation, même si la valeur de l'usage est proche de 5, car la balance des deux donnera une valeur proche de 0, soit l'équilibre. De plus, la question de la comparabilité des scores de l'offre et de l'usage se pose (est-ce qu'un 5 dans la matrice de la capacité potentielle équivaut à un 5 dans la matrice de l'usage ?). C'est pour cela que lors de l'évaluation de l'usage, nous avons fourni aux experts notateurs des éléments

de cadrage pour indiquer l'importance de l'offre disponible pour les différents services dans les différents habitats.

Valorisation scientifique

Cette étude s'inscrit dans un travail de thèse de doctorat et a été valorisé au travers de présentations orales dans des colloques

scientifiques et dans des articles scientifiques en français (article dans le magazine Sciences, Eaux et Territoires, CAMPAGNE *et al.* 2015), ainsi que dans des revues scientifiques internationales (CAMPAGNE *et al.* 2017 et CAMPAGNE *et al.* 2018). D'autres articles sont en cours de rédaction.

Lecture des résultats pour le PNR Scarpe-Escaut

Retour sur les résultats

Les avancées des résultats et des analyses nous ont permis pour l'instant de nous focaliser sur les résultats de la matrice de la capacité où des résultats intéressants sont déjà mis en avant. Les valeurs fortes de capacités écosystémiques associées aux différents habitats présents au sein du territoire du PNR confortent notre attachement à une protection des différents écosystèmes autant pour la biodiversité qu'ils hébergent, mais également pour leur contribution au bien-être des citoyens.

Les résultats du service SR10 « Régulation des inondations et des crues » confirment l'intuition que ce service est une clé importante pour affirmer la nécessité de préserver les habitats humides du territoire, identifiés de manière consensuelle comme rendant de grands services en termes de sécurité des biens et des personnes.

Les valeurs fortes pour les services culturels montrent la place centrale des différents écosystèmes du Parc. Celles-ci sont parfois liées à une importance symbolique et marquent les paysages traversés chaque jour. Tous les experts s'accordent sur le rôle central des milieux naturels ou semi-naturels. C'est un résultat important et une bonne base de discussion pour fédérer des acteurs parfois opposés certains objectifs.

Pour l'habitat H6 « Bas marais, tourbières de transition, sources », le résultat est intéressant en rassurant les gestionnaires du PNR quant à la mobilisation autour de ces milieux, bénéficiant généralement déjà de statuts de protection. Mais cela ne garantit pas leur avenir, dans la mesure où ils peuvent être menacés par les évolutions climatiques ou les aléas liés aux évolutions des moyens humains et financiers mis à disposition pour leur sauvegarde et leur restauration. Il n'en reste pas moins que c'est une preuve supplémentaire qu'il est aujourd'hui important de dépenser de l'énergie pour des milieux

peut-être jugés plus anodins, ordinaires, et en tout cas moins consensuels, où les enjeux et usages peuvent parfois être contradictoires, comme les prairies et les boisements monospécifiques.

Des cartes peuvent être faites à partir des matrices. Elles sont présentées dans les rapports détaillés des études (CAMPAGNE 2015 et rapport en cours de rédaction). S'il est vrai que la matrice montre que les forêts humides rendent énormément de services et ce sur des surfaces homogènes importantes ; la cartographie met en évidence qu'il est parfois plus intéressant d'étudier les services ou les bouquets de services en regroupant la mosaïque d'habitats d'un secteur donné, plutôt que chaque habitat de ce secteur pris individuellement. Cette analyse tend à montrer que les mosaïques de milieux humides peuvent rendre plus de services qu'un seul habitat. C'est un message fort en faveur des actions menées localement pour maintenir une diversité de milieu dans les plaines de la Scarpe et de l'Escaut.

Valorisation des résultats par le PNR

L'objectif de la première application de cette étude était de contribuer à améliorer l'image des zones humides dans le cadre de la révision du SAGE et de la labellisation Ramsar. Ainsi, les principaux résultats exploités par le PNR jusqu'à présent sont principalement issus de la matrice de la capacité et des services rendus par les habitats humides.

La volonté de mobilisation des acteurs à travers l'approche des SE semble pleinement atteinte. La vulgarisation de cette étude a ainsi permis de sensibiliser les élus et acteurs du territoire à travers une clé d'entrée anthropocentrée « les services écosystémiques », plutôt qu'une clé d'entrée « fonctionnalité des milieux », à laquelle certains acteurs sont moins réceptifs. Le SAGE a ainsi publié une fiche information exploitant les principaux résultats (Fig. 6), largement diffu-

sée auprès des élus et acteurs du bassin versant. De même, le PNR s'appuie sur les résultats afin de mobiliser en vue de la labellisation Ramsar, et exploite l'étude au sein du dossier de candidature qui exige de développer une approche « services écosystémiques ».



Figure 6
Couverture de la Fiche « Zoom sur les services écosystémiques : les zones humides nous sont utiles », incluse dans la lettre d'information du SAGE Scarpe aval 2015 (© PNR Scarpe-Escaut, Audicccé).

Les principaux résultats de la matrice de la capacité ont été vulgarisés sous la forme d'une illustration (Fig. 7), qui est aujourd'hui régulièrement utilisée dans le cadre de réunions auprès d'élus et de partenaires techniques, aussi bien que lors de manifestations grand public.

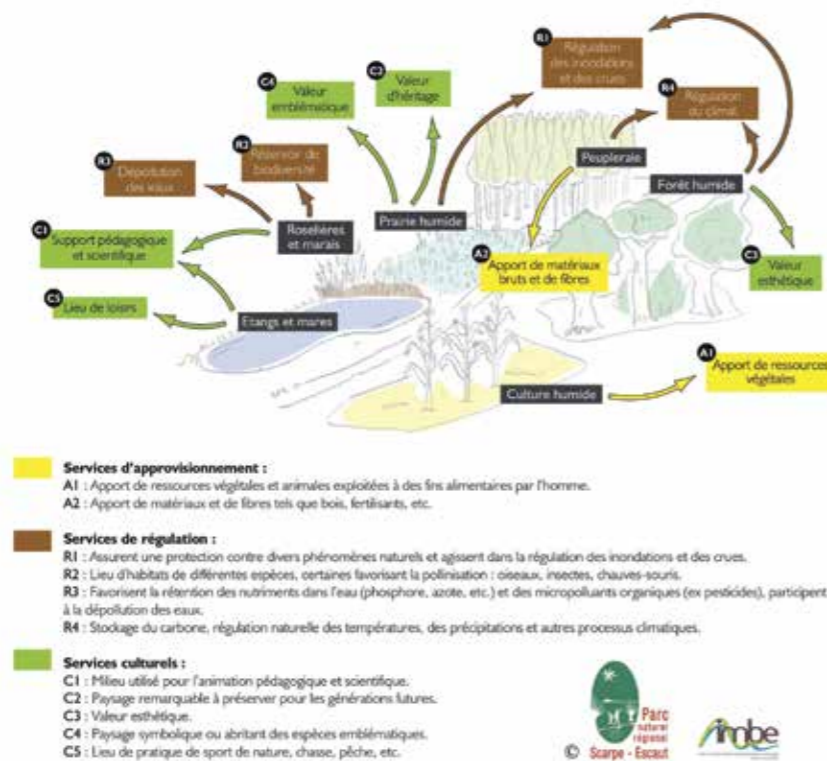


Figure 7
Représentation schématique des Services écosystémiques potentiellement les plus rendus par les zones humides les plus fréquemment rencontrées dans la plaine de la Scarpe et la vallée de l'Escaut (© PNR Scarpe-Escaut, IMBE).

Un autre objectif, en cours d'achèvement, est d'offrir un outil d'aide à la décision. Les résultats de la concertation mettent ainsi en avant des consensus et des divergences autour de certains services et habitats.

Dans le cadre de la révision du SAGE, par exemple, les résultats facilitent certains choix et priorisations : l'intérêt des forêts humides, marais, tourbières et roselières est suffisamment consensuel pour définir des mesures fortes de préservation. Ils sont en effet collectivement reconnus comme rendant le plus de services écosystémiques, avec des notations homogènes des participants. Cela a aussi permis d'identifier ou de confirmer certains sujets à aborder plus finement, illustrés par des divergences d'expertise.

La valorisation de ce travail en tant qu'outil d'aide à la décision et de sensibilisation se poursuit : cette clé d'entrée est actuellement utilisée dans le cadre de la concertation locale avec les usagers de secteurs que le SAGE pense identifier comme « zones humides à restaurer » prévues par le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) Artois-Picardie et sera égale-

ment reprise lors des réunions de la Commission locale de l'Eau (CLE) à venir. De même, ce travail sera repris dans le cadre de la mobilisation autour de la labellisation Ramsar.

Les analyses de l'évaluation de la capacité et de l'usage sont en cours et donc les valorisations en cours de réflexion.

Dans le cadre de la valorisation faite par le PNR, il est important de rappeler un préalable affirmé dès le lancement de cette expérimentation : l'approche « services écosystémiques » ne se suffit pas à elle-même. C'est en la confrontant aux autres données, études et expertises que le SAGE, et bientôt Ramsar, vont définir leurs priorités, notamment en termes de préservation et de restauration de zones humides. Et, c'est en l'associant à d'autres outils, comme le clip vidéo réalisé par le SAGE sur les milieux humides et aquatiques, et à des événements, comme par exemple la journée mondiale des zones humides, que l'on peut sensibiliser le plus grand nombre à la chance que nous avons de vivre au cœur des plaines de la Scarpe et de l'Escaut.

Discussion et perspectives du partenariat

La méthode développée dans cette étude a suscité un intérêt local important. La participation et le taux de remplissage des matrices par les différents experts ont été très importants, malgré la grande dimension de la matrice. L'appropriation des résultats et leur compréhension est fortement renforcée par l'exercice d'évaluation collective et les débats qui s'initient entre les participants sur les différents aspects liés aux services écosystémiques, qui transcendent les approches sectorielles.

Des résultats déjà analysés ont pu être rapidement valorisés localement pour contribuer à l'atteinte d'objectifs précis (le SAGE et RAMSAR), et à plus grande échelle, pour améliorer la compréhension globale des interactions entre l'homme et la nature avec les valorisations scientifiques. Néanmoins, une partie importante du travail reste à faire telle que l'analyse fine de la durabilité au

travers des résultats de la matrice de la balance croisés avec d'autres indicateurs d'état de conservation des écosystèmes considérés.

Le travail se poursuit aussi avec IRSTEA dans le cadre du projet européen IMAGINE (programme BiodivERSA) qui se focalise sur les services écosystémiques et la condition écologique des éléments des trames vertes et bleues. Ce projet est en partenariat avec des centres de recherches et des sites d'études en Allemagne, en Norvège, en Belgique et en Estonie. Cette méthode est également en train d'être adaptée à l'échelle des Hauts-de-France en partenariat avec la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) Hauts-de-France. Des expérimentations sont en cours pour utiliser les résultats d'évaluation des services écosystémiques dans les études d'impacts.

Remerciements

Cette étude ne serait pas possible sans la collaboration de l'ensemble de l'équipe du Parc naturel régional Scarpe-Escaut et des participants. L'étude est financée par le projet IMAGINE (ERANET BIODIVERSA 3) et IRSTEA.

Bibliographie

- BARBIER E.B. 1993. - *Sustainable use of wetlands. Valuing tropical wetlands benefits: economic methodologies and applications*. Geogr. J. 159, 22–32.
- BARÓ, F., GÓMEZ-BAGGETHUN, E., HAASE, D., 2017. Ecosystem service bundles along the urban-rural gradient: Insights for landscape planning and management. *Ecosyst. Serv.* 24, 147–159. doi:10.1016/j.ecoser.2017.02.021
- BARÓ, F., HAASE, D., GÓMEZ-BAGGETHUN, E., FRANTZESKAKI, N., 2015. Mismatches between ecosystem services supply and demand in urban areas: A quantitative assessment in five European cities. *Ecol. Indic.* 55, 146–158. doi:10.1016/j.ecolind.2015.03.013
- BAROT S., YÉ L., ABBADIE L., BLOUIN M. & FRASCARIA N. 2017. - *Ecosystem services must tackle anthropized ecosystems and ecological engineering*. *Ecol. Eng.* 99, 486– 495. doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.11.071.
- BURKHARD B., KANDZIORA M., HOU Y. & MÜLLER F. 2014. - *Ecosystem service potentials, flows and demands-concepts for spatial localisation, indication and quantification*. *Landscape Online*, 34(1), 1–32. <http://doi.org/10.3097/LO.201434>.
- BURKHARD B., KROLL F. & MÜLLER F. 2009. - *Landscapes' Capacities to Provide Ecosystem Services – a Concept for Land-Cover Based Assessments*. *Landscape Online* 15(1), 1–22. doi.org/doi.org/10.3097/LO.200915.
- BURKHARD B., KROLL F., NEDKOV S. & MÜLLER F. 2012. - *Mapping ecosystem service supply, demand and budgets*. *Ecol. Indic.* 21, 17–29. doi:10.1016/j.ecolind.2011.06.019.
- CAMPAGNE C.S. 2015. - *Évaluation des services écosystémiques potentiellement rendus par les zones humides des territoires du SAGE Scarpe aval et du Parc naturel régional Scarpe-Escaut*. Rapport d'étude, Parc naturel régional Scarpe-Escaut – Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale, 62 p.
- CAMPAGNE C.S. & ROCHE P.K. 2018. - *May the matrix be with you! Guidelines for the application of expert-based matrix approach for ecosystem services assessment and mapping*. *OneEcosystem*. <https://doi.org/10.3897/oneeco.3.e24134>.
- CAMPAGNE C.S. & ROCHE P.K. 2017. - *Évaluation de la capacité potentielle et l'usage en services écosystémiques : Parc naturel régional Scarpe-Escaut*. Rapport d'étude, UR RECOVER, IRSTEA, Aix-en-Provence.
- CAMPAGNE C.S., ROCHE P.K., GOSELIN F., TSCHANZ L. & TATONI T. 2017. - *Expert-based ecosystem services capacity matrices: dealing with scoring variability*. *Ecological Indicators*. 79, 63–72. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.043>
- CAMPAGNE C.S., ROCHE P.K. & SALLES J-M. 2018. - *Looking into Pandora's Box: ecosystem disservices assessment and correlations with ecosystem services*. *Ecosystem Services* 30, 126–136. <https://doi:10.1016/j.ecoser.2018.02.005>.
- CAMPAGNE C.S., TSCHANZ L. & TATONI T. 2015. - *Outil d'évaluation et de concertation sur les services écosystémiques : la matrice des capacités*. *Sciences, Eaux et Territoires*, 6 p. [Available online](#).
- GEIJZENDORFFER I. & ROCHE P.K. 2014. - *The relevant scales of ecosystem services demand*. *Ecosyst. Serv.* 10, 49–51. doi:10.1016/j.ecoser.2014.09.002.
- HOU Y., BURKHARD B. & MÜLLER F. 2012. - *Uncertainties in landscape analysis and ecosystem service assessment*. *J. Environ. Manage.* 127, S117–31. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.12.002>.
- HAINES-YOUNG R. & POTSCHIN M.B. 2018. - *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure*. Available from www.cices.eu.
- HERMANN A., KUTTNER M., HAINZ-RENETZEDER C., KONKOLY-GYURÓ É., TIRÁSZI Á., BRANDENBURG C., ALLEX B., ZIENER K. & WRBKA T. 2014. - *Assessment framework for landscape services in European cultural landscapes: An Austrian Hungarian case study*. *Ecol. Indic.* 37, 229–240. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.01.019>.
- INSTITUT MÉDITERRANÉEN DE BIODIVERSITÉ ET D'ÉCOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE (IMBE), CAMPAGNE C.S. 2015. - *Évaluation des services écosystémiques potentiellement rendus par les zones humides des territoires du SAGE Scarpe aval et du Parc naturel régional Scarpe-Escaut*. Rapport d'étude – Parc naturel régional Scarpe-Escaut, 62 p.
- JACOBS S., BURKHARD B., VAN DAELE T., STAES J. & SCHNEIDERS A. 2014. - *"The Matrix Reloaded": A review of expert knowledge use for mapping ecosystem services*. *Ecol. Model.* 295, 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.08.024>.
- LAURANS Y., RANKOVIC A., BILLÉ R., PIRARD R. & MERMET L. 2013. - *Use of ecosystem services economic valuation for decision making: questioning a literature blindspot*. *Journal of Environmental Management*, 119, 208–19. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.01.008>.
- LELE S., SPRINGATE-BAGINSKI O., LAKERVELD R., DEB D. & DASH P. 2013. - *Ecosystem Services: Origins, Contributions, Pitfalls, and Alternatives*. *Conservation & Society*, 11(4), 343–358. <http://doi.org/10.4103/0972-4923.125752>.
- MEA Millennium Ecosystem Assessment. 2005. - *Ecosystems and Human Well-Being Synthesis*. Island Press.
- MOUCHET M.A., LAMARQUE P., MARTÍN-LÓPEZ B., CROUZAT E., GOS P., BYCZEK C. & LAVOREL S. 2014. - *An interdisciplinary methodological guide for quantifying associations between ecosystem services*. *Glob. Environ. Chang.* 28, 298–308. doi:10.1016/j.gloenvcha.2014.07.012.
- MOUCHET M.A., REGA C., LASSEUR R., GEORGES, D., PARACCHINI, M.L., RENAUD J., STÜRCK J., SCHULP C.J.E., VERBURG P.H., VERKERK P.J. & LAVOREL S. 2017. - *Ecosystem service supply by European landscapes under alternative land-use and environmental policies*. *Int. J. Biodivers. Sci. Ecosyst. Serv. Manag.* 0, 1–13. doi:10.1080/21513732.2017.1381167.
- PEARCE F. & CRIVELLIA J. 1994. - *Caractéristiques générales des zones humides méditerranéennes*. *MedWet/Tour du Valat n°1*, Tour du Valat, Arles, France, 88 p.
- SCHRÖTER M., ALBERT C., MARQUES A., TOBON W., LAVOREL S., MAES J. & BONN A. 2016. - *National Ecosystem Assessments in Europe: A Review*. *BioScience*, 66(10), 813–828. <http://doi.org/10.1093/biosci/biw101>.
- SCHRÖTER, M., BARTON, D.N., REMME, R.P., HEIN, L., 2014a. *Accounting for capacity and flow of ecosystem services: A conceptual model and a case study for Telemark, Norway*. *Ecol. Indic.* 36, 539–551. doi:10.1016/j.ecolind.2013.09.018
- SCHRÖTER M., REMME R.P. & HEIN L. 2012. - *How and where to map supply and demand of ecosystem services for policy-relevant outcomes?* *Ecol. Indic.* 23, 220–221. doi:10.1016/j.ecolind.2012.03.025.
- STOLL S., FRENZEL M., BURKHARD B., ADAMESCU M., AUGUSTAITIS A., BAEBLER C., BONET F.J., CARRANZA M.L., CAZACU C., COSOR G.L., DÍAZ-DELGADO R., GRANDIN U., HAASE P., HÄMÄLÄINEN H., LOKE R., MÜLLER, J., STANISCI A., STASZEWSKI T. & MÜLLER F., 2014. - *Assessment of ecosystem integrity and service gradients across Europe using the LTER Europe network*. *Ecol. Modell.* 295, 13. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.06.019>.
- VIHERVAARA P., KUMPULA T., TANSKANEN A. & BURKHARD B. 2010. - *Ecosystem services—A tool for sustainable management of human–environment systems*. Case study Finnish Forest Lapland. *Ecol. Complex.* 7 (3), 410–420. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2009.12.002>.
- VILLAMAGNA A.M., ANGERMEIER P.L. & BENNETT E.M. 2013. - *Capacity, pressure, demand, and flow: A conceptual framework for analyzing ecosystem service provision and delivery*. *Ecological Complexity*, 15 (December), 114–121. <http://doi.org/10.1016/j.ecocom.2013.07.004>.
- WOLFF S., SCHULP C.J.E. & VERBURG, P.H. 2015. - *Mapping ecosystem services demand: A review of current research and future perspectives*. *Ecol. Indic.* 55, 159–171. doi:10.1016/j.ecolind.2015.03.016.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=2lhlDFjt00>

Valoriser la biodiversité à l'heure des services écosystémiques – l'exemple des ateliers d'échanges avec des collectifs d'éleveurs du Massif central

PIERRE-MARIE LE HÉNAFF

Conservatoire botanique national
du Massif central,
Le Bourg,
F-43230 Chavaniac-Lafayette ;
pierre-marie.lehenaff@cbnmc.fr



Visite d'une parcelle sur l'Aubrac
cantalien © A. COLIN.

Résumé

Afin de contrecarrer la perte de biodiversité observée dans les zones d'élevage de montagne depuis deux décennies, des ateliers d'échanges ont été mis en place avec des groupes d'éleveurs. La coanimation agronome-écologue de ces journées, la curiosité et l'intérêt des éleveurs pour une approche historique ont permis la mise en place de réelles dynamiques. La simplicité des actions engagées contraste fortement avec la complexité de certaines politiques de protection de l'environnement.

Mots-clés : Massif central, ateliers d'échanges, économie de la biodiversité.

Abstract

Loss of biodiversity has been observed in mountain livestock areas for twenty years. In order to overcome this loss, exchange workshops have been implemented with groups of breeders. These workshops were co-facilitated by both agronomists and ecologists, and the historical approach aroused the interest and curiosity of the participants, allowing genuine dynamics to arise. The simplicity of the actions implemented is in sharp contrast with the complexity of some environmental protection policies.

Keywords: Massif central, exchange workshops, economics of biodiversity.

« Ajoutez à cela l'orgueil insupportable des humains, qui leur persuade que la nature n'a été faite que pour eux ; comme s'il était vraisemblable que le soleil... n'eût été allumé que pour mûrir ses nêfles, et pommer ses choux » (Cyrano de Bergerac, *L'Autre monde ou les États et empires de la Lune*, 1657), in SALLES et al. (2016).

Agriculture, biodiversité et service écosystémique

Les approches par les services écosystémiques ont connu un développement très important ces dernières années, et l'agro-écologie, de son côté, est vantée de toute part par différents organismes, tant scientifiques que techniques. L'émergence de ces deux concepts sensés réinventer notre relation à l'exploitation des ressources naturelles est complexe. Elle réinterroge par ailleurs les politiques classiques de conservation des milieux naturels et les politiques agricoles.

L'appropriation de ces approches des services écosystémiques par la sphère économique a conduit à l'affrontement entre deux écoles de pensées : d'une part l'économie environnementale défendant une durabilité faible et intégrant la possibilité de remplacer le capital naturel progressivement perdu par un capital manufacturé, qui permettrait de compenser les pertes irréversibles de ressources naturelles ; d'autre part l'économie écologique qui, considérant que le capital manufacturé et le capital naturel ne sont pas substituables, défend une durabilité forte et s'interdit donc de réaliser une évaluation monétaire de chaque service en préférant des approches multicritères complémentaires (EZZINE-DE-BLAS *et al.* 2016).

Le développement de ces concepts est historiquement né d'un compromis entre la sphère scientifique et la sphère politique, afin de trouver le point d'équilibre entre le maintien du modèle agro-industriel et l'objectif affiché d'une durabilité de ce dernier face à l'exploitation des ressources naturelles (question d'équilibre et de substituabilité entre capital naturel progressivement perdu et capital manufacturé). Leur appropriation par différents champs de pouvoir (lobby agro-industriel, structure de protection de l'environnement, administration...) ont conduit à complexifier la lecture d'une

approche, qui devait initialement permettre d'établir un sujet commun de discussions. Il est largement admis que la complexité du vivant et son fonctionnement restent difficiles à évaluer (LIMBURG *et al.* 2002). Comme le souligne NORGAARD (2010), cette approche globalisante nous « aveugle sur la complexité des enjeux auxquels nous sommes confrontés ».

À ce titre, le curseur de l'équilibre entre les fonctions environnementales et les fonctions de production des espaces naturels sera placé différemment selon le domaine de compétence et la sensibilité des personnes en charge de son élaboration. Un processus de classification n'est jamais neutre : en qualifiant les végétations, les méthodes proposées définissent ce qu'est la végétation qui convient et, là où l'agronome tend à « catégoriser les végétaux en aliments utiles » (AGREIL *et al.* 2004), l'écologue tend lui à distinguer des niveaux de diversité spécifique et s'intéressera particulièrement à la présence des espèces oligotrophes les plus sensibles aux modifications des pratiques agricoles observées ces dernières décennies.

Il convient donc d'avoir une approche pluridisciplinaire pour qualifier les végétations, car de cette qualification découlent des philosophies gestionnaires (HATCHUEL & WEIL 1992). Enfin, il est intéressant d'interroger les objectifs mêmes d'une classification et de réfléchir en permanence aux ajustements nécessaires, d'autant plus dans cette période d'instabilité climatique où on observe ces dernières années des bouleversements majeurs dans la composition des communautés végétales prairiales pour un compartiment écologique donné. La nécessité d'adapter nos typologies « à un monde en train de se faire » doit être posée (GIRARD *et al.* 2016).



Figure 1
Photomontage illustrant le passage d'une prairie à flore diversifiée à une prairie fortement fertilisée pauvre en fleurs © CBNMC.

Si l'émergence des politiques de protection de la nature en Europe à partir des années 60 a permis la mise en place de réelles actions de conservation et de préservation d'espèces emblématiques de notre patrimoine naturel (RNN, APPB...), à l'échelle nationale, les politiques de décentralisation et l'intégration des différents acteurs locaux concernés ont profondément modifié les outils et la mise en œuvre concrète d'outils de préservation de la nature (Natura 2000, ENS...). Ces actions ne concernent d'ailleurs que des fragments du territoire et la diversité de la trame herbacée continue de se réduire drastiquement à l'échelle nationale.

Le concept du *generalist-specialist continuum* (DAPPORTO & DENNIS 2013) s'impose comme la conclusion de cinquante années de protection de la nature en France. La conservation efficace d'espèces spécialistes au sein d'écosystèmes emblématiques protégés (tourbières, frange littorale...) ne permet pas d'assurer le maintien de la biodiversité ordinaire, pourtant à la base du fonctionnement de la majorité de nos écosystèmes, et qui est en passe de devenir exceptionnelle sur de nombreux territoires. La perte de fonctionnalité des trames herbacées menace à long terme la conservation de nombreuses populations d'espèces végétales et animales. La publication récente des derniers résultats du Suivi temporel des oiseaux communs (programme STOC) souligne la catastrophe écologique en cours avec la dégradation continue des populations de plantes à fleurs et celles des insectes et oiseaux associés (BRETAGNOLLE *et al.* 2018). Il en est de même dans de nombreux autres pays industrialisés (HALLMANN *et al.* 2017, STANTON *et al.* 2018).

Le pourquoi de la nécessité de la protection de la nature fait débat depuis longtemps dans la communauté scientifique, et la question centrale, rappelée par SALLES *et al.* (2016), reste « doit-on conserver la nature parce qu'elle nous sera utile plus tard, ou parce qu'elle le mérite au regard d'autres considérations ? ».

Afin de contrecarrer ces évolutions, de prendre part au débat et d'engager le CBN du Massif central au-delà de ses missions traditionnelles de « sensibilisation », deux pistes d'actions et de travail ont été mises en place :

- tout d'abord, peser dans le débat et dans le choix des métriques de biodiversité utilisées. Pour cela, un important travail a été engagé avec les parte-

naires de la recherche agronomique pour la réalisation d'une typologie multifonctionnelle des prairies sur le Massif central. Ces approches multifonctionnelles, dont l'intérêt est largement reconnu, doivent certes intégrer les approches économiques coûts/avantages, mais doivent aussi et surtout intégrer des objectifs non marchands comme l'approche conservatrice de la nature, afin d'aborder la durabilité bioéconomique dans son entièreté ;

- ensuite, s'engager sur le terrain auprès de collectifs d'agriculteurs curieux de comprendre leur outil de travail, car la botanique permet de comprendre beaucoup de choses dans un parcellaire agricole, mais encore faut-il posséder les bonnes clés de lecture. Le constat du faible niveau de connaissance botanique et de l'absence d'enseignement sur les aspects floristiques des prairies nous a conduits à développer des journées d'échanges et force est de constater que l'intérêt est là chez les agriculteurs curieux.

Si l'utilité des approches multifonctionnelles n'est plus à démontrer, leur diffusion chez les éleveurs reste lente du fait des difficultés à mettre en place des outils de transfert efficace et surtout de la difficulté à simplifier des approches complexes, tant dans les savoirs mobilisés que dans le vocabulaire utilisé. Par ailleurs, notre expérience de terrain accumulée lors des formations réalisées auprès du public agricole nous a démontré l'intérêt et la faisabilité de développer des outils simples de communication et d'échanges avec les éleveurs.

Le développement d'ateliers d'échanges, mêlant des personnes de différents horizons, a nécessité un réel engagement collectif et un travail de fond sur l'accompagnement au changement. Au-delà du travail important d'adaptation des supports de communication et du contenu au public visé, il nous a semblé ici intéressant de présenter l'originalité de notre démarche qui vise à valoriser la diversité des savoirs et la diversité des terroirs (diversité végétale) à travers le regard, le vécu et les expériences des acteurs.

Raconter une histoire, sortir du cadre institutionnel, se placer dans des échanges dynamiques et réciproques, s'inscrire dans le temps long... sont les prérequis indispensables à l'efficacité de ces ateliers.

Les prairies : un héritage culturel et patrimonial, un patrimoine naturel et humain

Les végétations agropastorales du Massif central : une histoire à raconter

Comme dans d'autres zones de montagne, les diagrammes polliniques de nombreuses tourbières du Massif central ont permis de mettre en évidence l'évolution de la végétation depuis la dernière glaciation (de BEAULIEU *et al.* 1982, REILLE *et al.* 1992, MIRAS *et al.* 2006, SURMELY *et al.* 2009, MIRAS & GUENET 2013). Sans rentrer dans les détails de ces analyses, il est néanmoins intéressant d'en retenir les principales conclusions qui nous éclairent sur l'apparition et le développement des végétations herbacées sur ce territoire :

- le réchauffement climatique commence progressivement il y a 10 700-10 600 BP avec l'apparition des pollens de bouleaux et de genévriers. La végétation herbacée de type steppique, héritée de la période glaciaire, est encore largement dominante à cette période. Sur la zone humide de la Borie (Saint-Saturnin, Cantal), on note la bonne représentation de végétations de mégaphorbiaies à Apiaceae, Cypéraceae, *Rumex* et *Filipendula*. Les végétations herbacées sont donc largement dominantes à cette époque ;
- entre 10 400 et 10 000 BP, période de réchauffement, on note l'augmentation des pollens de bouleaux, de noisetiers et de pins, alors que les taxons herbacés steppiques sont en net recul. Ces forêts pionnières sont progressivement colonisées par les chênes, les noisetiers et les ormes ;
- autour de 9 000 BP (période de l'Atlantique), la chênaie mésothermophile diversifiée (chênes, tilleuls, frênes, érables) domine et, aux alentours de 7 500-7 200 BP, le Hêtre commun et le Sapin pectiné, espèces dryades, s'installent. Cette période est considérée comme le maximum forestier avec une très faible représentation des taxons herbacés dans les diagrammes polliniques ;
- le léger refroidissement de la période du Subboréal (5 600-5 300 BP) va favoriser la mise en place progressive de la hêtraie-sapinière dont les pollens montreront leur plus forte valeur au cours du Subatlantique (2 300 BP) ;

- les premières traces d'anthropisation visibles dans les diagrammes polliniques (*Urtica*, *Spergularia*, *Plantago*) apparaissent conjointement avec l'apparition des pollens de Sapin pectiné, soit lors du Néolithique ancien, données confirmées par des études archéologiques ;
- autour de 4 700 BP, dans le Cézallier et l'Artense, on note d'importants défrichements à vocation agropastorale dit « landnam du Fraud ». La végétation reste néanmoins largement arborée et les fréquentations humaines épisodiques ;
- après 4 700 BP (soit environ 3 100 BC, c'est-à-dire l'Âge du Bronze), on note à la Taphanel une importante réduction de la hêtraie-sapinière, probablement par le feu en raison de la succession bouleau-aulne, et l'apparition contemporaine de signaux polliniques d'activités agropastorales. Ces données semblent indiquer les premières sédentarisation importantes sur ces montagnes de l'ouest du Massif central.

Il est par ailleurs démontré en Europe de l'Est que la richesse des végétations herbacées d'un territoire donné est liée à l'ancienneté des implantations humaines (CHÝLOVA & MÜNzBERGOVA 2008), ce qui confère à ces végétations originales un caractère historique remarquable lié à des siècles de travail paysan.

Ces données archéologiques et polliniques permettent de proposer une frise historique des implantations humaines et de souligner le lien étroit qui existe entre cette histoire et l'héritage que constituent les prairies semi-naturelles à flore diversifiée, qu'on rencontre encore en grand nombre sur les montagnes du Massif central.

Un patrimoine naturel et humain

Les paysages d'aujourd'hui sont donc directement hérités des défrichements anciens et ont été façonnés par l'homme pendant des millénaires. L'origine des espèces, qui ont colonisé les espaces agro-pastoraux, constitue un jeu de piste intéressant à développer en introduction de ces journées d'échanges. Certaines espèces ont une origine forestière (*Narcissus poeticus*, *Geranium sylvaticum*, *Knautia arvensis*...) et se ren-

contrent encore abondamment dans différents types forestiers du Massif central, alors que d'autres sont essentiellement issus des milieux ouverts originaux, et notamment des milieux chauds à basse altitude (*Trifolium Molinerii*, *Salvia pratensis*...). Ce jeu de piste sous formes de questions ouvertes est généralement un procédé intéressant pour capter l'attention du public.

La lecture historique de l'origine des végétations agropastorales, leur ancrage dans l'histoire des premières installations humaines et leur développement au travers des générations de paysan permettent de toucher à l'aspect patrimonial, à l'héritage paysan. Cette approche sensible permet de susciter la curiosité de l'assemblée et provoque de nombreuses questions permettant d'introduire progressivement les différentes notions que l'on souhaite aborder au cours de ces ateliers d'échanges (perception des compartiments écologiques, notion de biodiversité, d'états de conservation...).

Résilience des végétations herbacées

Sans nier les impacts forts des activités agricoles contemporaines sur la biodiversité de nos territoires, il convient de garder à l'esprit que cette biodiversité est héritée des pratiques agricoles ancestrales et surtout que les végétations herbacées présentent une réelle résilience par rapport au type d'occupation du sol (assolement), résilience qui nécessite néanmoins la préservation d'une trame pastorale en bon état de conservation et surtout le maintien des compartiments écologiques initiaux, ce qui est loin d'être le cas sur de nombreux territoires.

En effet, il a été montré que la biodiversité d'un élément paysager dépend des propriétés intrinsèques de cet élément, mais aussi de son insertion dans le paysage et des liens entretenus avec les autres éléments (notion de corridor), et enfin des usages anthropiques en cours dans cette mosaïque paysagère. En France, ces approches ont particulièrement été développées sur le réseau bocager du Grand Ouest (BUREL & BAUDRY 2003...) et montrent l'intérêt de conserver des noyaux de biodiversité et des corridors fonctionnels.

Une étude diachronique conduite par le CBN Massif central sur la commune de Chavaniac-Lafayette en Haute-Loire (MARGOGNE 2011) a permis de montrer la transformation majeure du paysage de cette commune

assez représentative des petites communes du Massif central.

L'exploitation du cadastre de 1810 a permis de montrer que 1 330 parcelles cadastrales (soit 537 ha) sur les 2 307 parcelles de la commune (soit 841 ha) étaient mises en cultures (céréales à paille, chanvre, vignes...), ce qui correspond à une mise en culture de 64 % de la commune. Malgré certaines parties de la commune assez accidentées, la forêt ne représentait à l'époque que 54 ha (soit 6 % de la commune). Les prés ne représentaient que 80 ha (10 % de la commune).

Sans rentrer dans les détails des évolutions des surfaces sur cette commune, nous avons pu néanmoins étudier le lien entre la richesse floristique actuelle des prairies et leur passé prairial ou cultural. Il en ressort que les prairies les plus diversifiées en termes de flore sont en grande majorité des parcelles qui sont restées des prairies sur les deux cents années qui séparent ces deux analyses du paysage végétal de la commune.

Pour autant, certaines prairies anciennes sont aujourd'hui très pauvres floristiquement du fait des pratiques récentes de fertilisation. À l'inverse, d'anciennes cultures sur terrasses, remises en prairie entre les deux guerres, et non mécanisables aujourd'hui, présentent une diversité floristique forte. Ce retour à des communautés diversifiées est dû au fait que les faibles niveaux de fertilisation de ces cultures n'ont pas conduit à la dénaturation du compartiment écologique initial.

Cette étude a montré la résilience des végétations herbacées et leur capacité à reconquérir d'anciennes cultures, tout en présentant aujourd'hui une diversité floristique intéressante.

Cette résilience pressentie doit être aujourd'hui réfléchie au regard de l'utilisation abondante des engrais chimiques et des herbicides, qui sont apparus massivement il y a à peine une cinquantaine d'années. L'augmentation de la richesse des sols de nombreuses parcelles ne permettra pas un retour à des prairies à flore diversifiée !

La fertilité globale des sols des prairies a donc été artificiellement augmentée ces dernières décennies. La diminution de cette fertilité suit un phénomène d'hystérésis (de FOUCAULT 2010) et elle risque d'être beau-

coup plus longue (voire impossible) que la dynamique d'enrichissement du sol par fertilisation.

Nous n'avons bien entendu pas suffisamment de recul aujourd'hui pour évaluer le temps nécessaire à un retour « à la normale », mais la très grande majorité des espèces les plus menacées de disparition dans les végétations agro-pastorales sont des espèces adaptées à des sols pauvres en éléments nutritifs. C'est d'ailleurs leur non-tolérance envers la fertilisation qui les a fait disparaître de nos prairies.

Ce qui a été observé par le passé risque donc de ne plus être la norme du fait de l'utilisation massive des engrais. La conservation de parcelles peu fertilisées devient un enjeu majeur de préservation de la biodiversité.

La biodiversité en projet

L'engagement du monde de l'écologie dans la co-construction de projets agricoles ou forestiers a pour objectif d'enclencher un processus de transformation. Ce « saut » doit s'appuyer sur une compréhension élargie de la notion de biodiversité, qui engage les acteurs publics à dépasser le stade des apparences et des postures.

L'opposition politique agriculture/biodiversité, qui prévalait dans les services de l'État jusqu'à la fin des années 1990, a petit à petit laissé la place à une vision plus intégrée du territoire. La mise en place de la Directive « Habitats-Faune-Flore », si elle a été délicate à mettre en place sur de nombreux territoires, permet aujourd'hui, après plus de quinze années d'échanges, de travail entre organismes agricoles et organismes de préservation de l'environnement, un travail de terrain au service des territoires, et ce particulièrement en territoire de montagne, où les pratiques agricoles sont restées dans leur ensemble très favorables au maintien de la biodiversité. Cette particularité très forte du Massif central, à l'heure où la diversité continue d'être malmenée à l'échelle nationale, nous a confortés dans notre engagement auprès des organismes professionnels agricoles pour valoriser la prise en compte de la biodiversité dans les projets de développement.

Il nous est donc apparu opportun de participer à l'émergence d'un projet porteur de sens et de biodiversité pour le Massif cen-

tral, au moment même où l'Institut national des appellations d'origine (INAO) publiait en mars 2016 un numéro spécial « Agro-écologie » où la prise en compte de la biodiversité dans les appellations d'origine était questionnée.

Une démarche en trois étapes

1. L'acquisition de données scientifiques et techniques pour peser dans le débat et influencer les choix politiques

L'acquisition de données est indispensable pour pouvoir développer une expertise et apporter des éléments concrets sur la situation de la biodiversité dans nos territoires. L'acquisition de ces données correspond d'ailleurs aux missions historiques des conservatoires botaniques nationaux. Ces données peuvent d'ailleurs être valorisées à différentes échelles pour la réalisation de catalogues de végétation (pour lesquelles elles ont souvent été acquises par les CBN), mais aussi dans une mise à disposition et un partage des données avec le monde de la recherche.

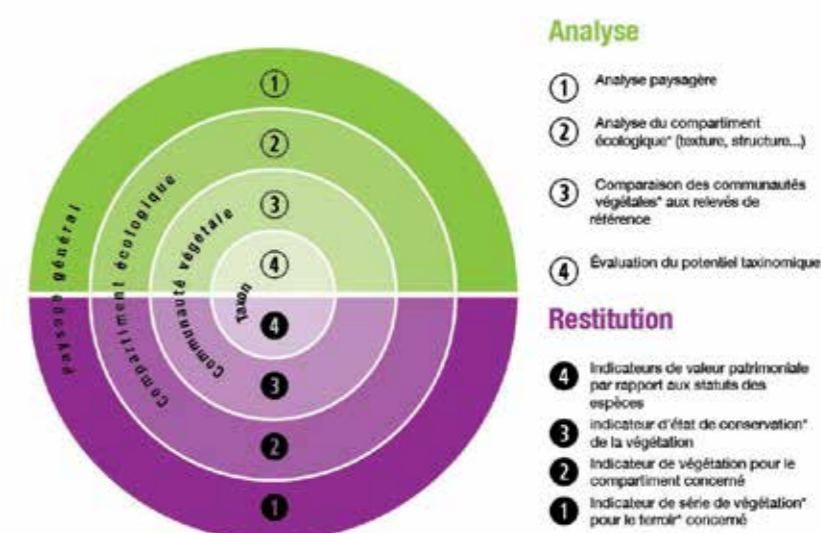
Le travail sur les prairies du Massif central s'est organisé autour de trois grands projets de recherche-développement.

Tout d'abord, le programme MOH (« Milieux ouverts herbacés ») qui visait à apprécier la diversité végétale dans le parcellaire agricole : proposition d'une méthodologie standardisée et développement de l'approche sur les végétations associées et les bords de parcelle :

Si la préservation de la biodiversité prairiale passe par le maintien de parcelles peu fertilisées, l'approche sur les bordures de parcelles devra être développée dans les années à venir sur le Massif central. Cet intérêt des bordures de parcelles pour le maintien d'une biodiversité à l'échelle territoriale a été particulièrement étudié dans les systèmes intensifiés du Grand Ouest (LE COEUR & BAUDRY 1997, LE COEUR *et al.* 2002).

La dominance herbagère du Massif central et le maintien encore aujourd'hui de parcelles à flore diversifiée dans nos régions ne doivent pas nous détourner de cette réflexion paysagère et territoriale compte tenu des mutations importantes en cours de l'agriculture de moyenne montagne.

Figure 2
Représentation schématique des quatre échelles d'analyse développées dans le cadre de la méthode TRAME © CBNMC.



Guide technique TRAME - TRame agropastorale - une Approche Multiscale pour l'appréciation des États de conservation des végétations agropastorales (LE HÉNAFF 2016) et publication de guides territorialisés développés à l'échelle de quelques territoires du Massif central.

Ensuite, les programmes sur la Typologie multifonctionnelle des prairies du Massif central, qui ont permis la publication d'une typologie pour une partie du Massif central (HULIN *et al.* 2008, 2011, CARRÈRE *et al.* 2012). Un outil de diagnostic d'exploitation agricole (DIAM) a été réalisé dans le cadre de ce programme et permet d'étudier l'utilisation par l'agriculteur des différents types de prairies présents sur son exploitation agricole, en lien avec les potentialités agronomiques de ses différentes prairies. Le programme en cours AEOLE « Les prairies du Massif central, un Atout Économique pour cOnstruire des systèmes d'Élevage performants. » vise au déploiement de la typologie multifonctionnelle des prairies à l'ensemble du Massif central. Une deuxième version de la typologie multifonctionnelle est en cours de rédaction et inclura à la demande des acteurs du monde agricole une clé d'entrée floristique qui n'avait pas été souhaitée dans la première version. Par ailleurs, une partie spécifique sur certaines plantes indicatrices sera développée.

Enfin, un ambitieux travail de réalisation d'une base de données sur les végétations agropastorales du Massif central est en cours de montage avec enquête des pratiques agricoles sur les dix dernières années (modèle d'enquêtes standardisé).

Parallèlement à ces programmes de recherche-développement, la participation à de nombreuses formations initiées dans le cadre des Mesures agri-environnementales et à l'accompagnement des partenaires du monde agricole dans divers projets nous a convaincus de la nécessité de développer des approches simplifiées et d'animer des ateliers d'échanges avec des groupes d'agriculteurs désireux de se former sur les dynamiques de leurs prairies.

2. La diffusion d'outils techniques auprès des techniciens, responsables locaux et gestionnaires d'espaces naturels et agricoles

Les guides techniques publiés sont indissociables des journées de formation mises en place. S'ils sont un support intéressant pour laisser « une trace », ils ne peuvent être en eux-mêmes l'élément déclencheur. Un temps initial d'appropriation d'outils est donc indispensable pour permettre aux éleveurs d'identifier les compartiments écologiques de leurs fermes, de situer l'équilibre des ressources pâturables et fourragères en fonction des objectifs de production, d'observer la cohérence des usages et des objectifs d'évolution des parcelles de l'exploitation, de comprendre la souplesse d'exploitation d'une parcelle et enfin, au-delà de ces considérations agronomiques, de comprendre où se situe la diversité végétale dans un parcellaire et de la mettre en perspective des valeurs d'usage des différentes parcelles de l'exploitation.

Étude de cas : délimitation des unités de gestion d'un parcellaire agricole et distinction des végétations productives et associées

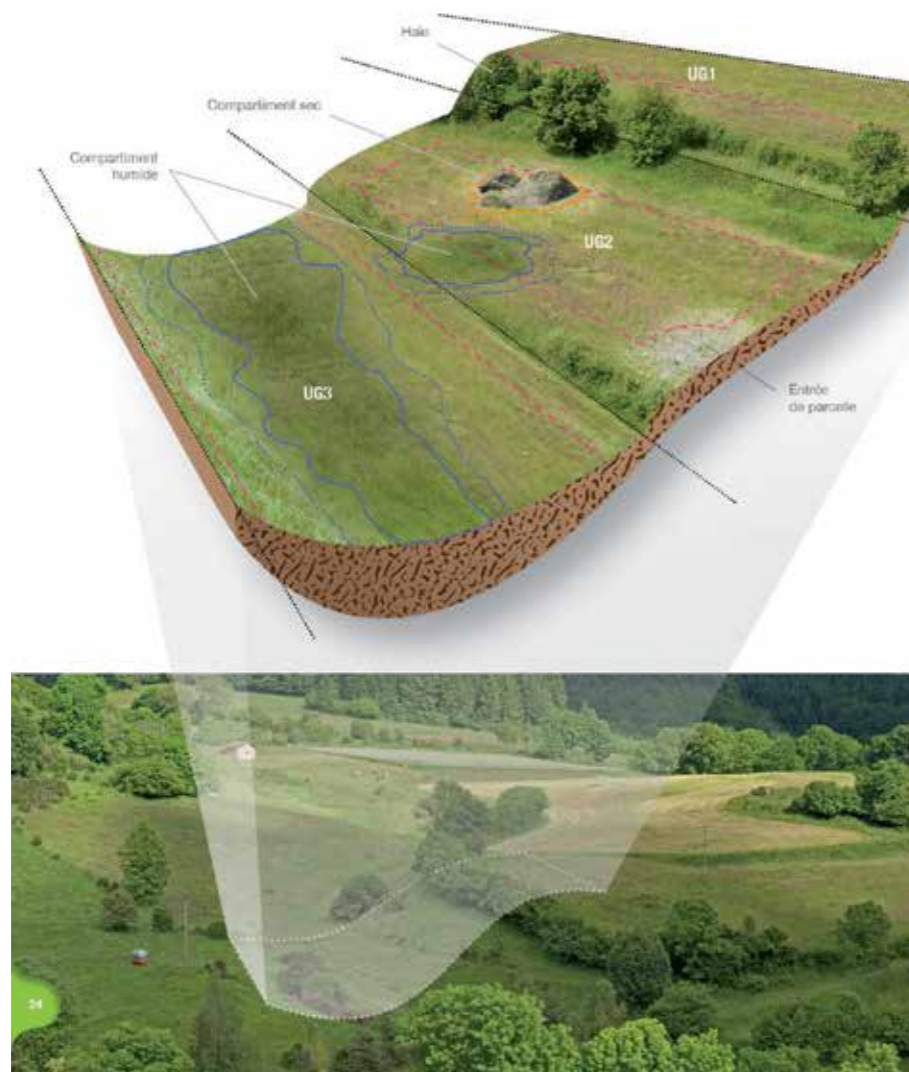


Figure 3
Bloc-diagramme permettant de présenter de manière schématique la répartition de la diversité végétale dans un paysage agricole © CBNMC.

2 VOTRE PRAIRIE EN 3 COUPS D'ŒIL

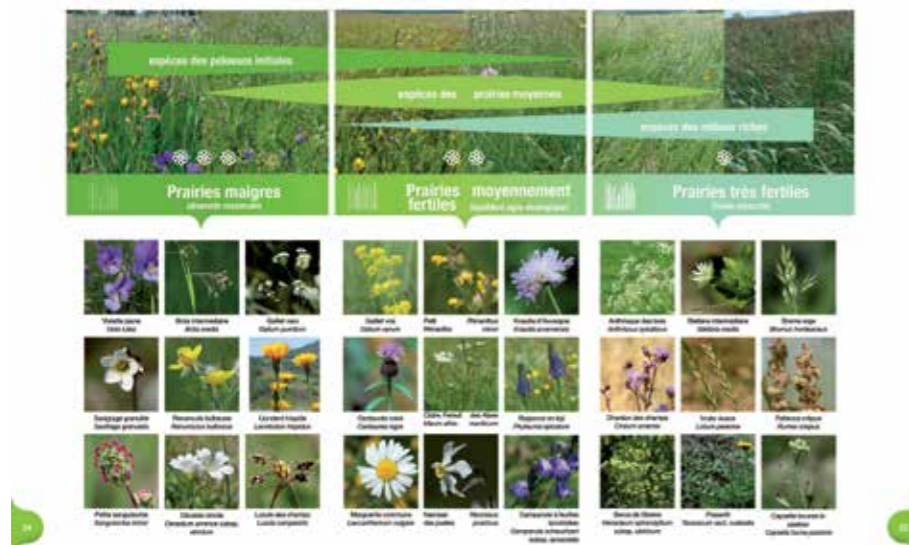


Figure 4
Exemple de support pédagogique servant de support aux formations, extrait du guide sur les prairies du Mézenc (LE HÉNAFF 2017) © CBNMC.

Un temps de construction d'un savoir partagé permettra d'améliorer la pertinence des outils présentés en intégrant les attentes des éleveurs rencontrés. Il s'agit de mettre en place une élaboration conjointe pour faire vivre le projet.

3. L'action : les ateliers d'échanges pour se confronter à la réalité des territoires

Il s'agit ici de rentrer dans la matérialité physique de ce qui constitue une exploitation agricole à travers trois dimensions. Face aux hommes, il s'agit de s'attacher à comprendre « qui » est en acte, qui est en passe de le devenir, qui est en résistance. Intégrer le rapport à l'autre comme la constituante principale de notre projet de biodiversité. Face au temps, les stratégies des éleveurs s'inscrivent dans le long terme et il est primordial d'appréhender les stratégies mises en œuvre par les agriculteurs pour saisir, ressentir, exprimer leur relation aux terroirs. Face aux lieux, il s'agit ici d'aborder collectivement la composition des paysages, de localiser dans cette trame les éléments paysagers porteurs de diversité végétale, ordinaire et remarquable. Travailler conjointement les logiques de découpage du paysage permet de s'approprier les représentations de l'autre.

Il est important de s'inscrire pleinement dans une démarche de pédagogie active (apprendre en faisant), le formateur n'est pas là pour débiter un discours bien préparé, mais pour s'engager dans une discussion où il aura autant à apprendre qu'à transmettre et où ses compétences évolueront de journées d'échanges en journées d'échanges. Il a été démontré de longue date que nous apprenons beaucoup plus en dehors du champ conventionnel de l'apprentissage scolaire (RUBEN 1995).

Face à un public d'adultes professionnels, le cadre classique de la pédagogie transmissive conventionnelle (cours, exposés...) n'est pas adapté. L'objectif de ces premières journées d'échanges est, au-delà du cadre réglementaire des MAE, de piquer la curiosité de son interlocuteur au travers de la compréhension et la lecture des paysages qui nous entourent. L'objectif est de fournir à l'agriculteur des savoirs nouveaux directement exploitables dans son environnement de travail, afin que celui-ci s'engage dans un cycle de formation plus long où on aura le temps de développer les aspects jusque-là survolés.

Le cadre général de la pédagogie active se base sur :

- la reproduction de situations proches de la réalité ;
- l'originalité des supports de communication et leur présentation ;
- le travail et la réflexion en groupe.

Sans rentrer dans les détails des méthodes de la pédagogie active, il est intéressant de souligner que le concept « d'efficacité personnelle » (BANDURA 1994) est intéressant à intégrer pour la personne en charge de l'animation de ces journées d'échanges. Une situation problématique doit toujours être suivie d'une simulation de solutions permettant de résoudre le problème en place. Une prairie surfertilisée envahie d'Anthriscus sylvestre (*Anthriscus sylvestris*) n'est pas toujours comprise, le technico-commercial a conseillé de casser cette prairie naturelle bonne à rien pour la transformer en prairie temporaire, mais cinq ans après, le problème reste le même, c'est que la banque de semences est tenace et qu'en système de fauche tardive surfertilisée on ne se débarrasse pas de l'Anthriscus sylvestre comme ça ! Envisager toutes les solutions techniques, y compris les moins favorables à la biodiversité (traitement en coupe précoce type enrubannage), permet de montrer à son interlocuteur qu'on n'est pas ce qu'il croit qu'on est aux premiers abords : un ayatollah de l'écologie. Ensuite, on peut discuter des autres solutions envisageables à plus long terme (diminution de la fertilisation et sursemis en espèces locales pour rapporter de la diversité fonctionnelle et de la souplesse d'exploitation...), mais surtout illustrer la qualité de prairies plus équilibrées rentrant dans la logique de l'équilibre agroécologique.

Par ailleurs, la simulation de cas fictif permet de se détacher des cas concrets vécus quotidiennement et qui peuvent être source de conflits et de tensions pour certaines personnes. Dans ce sens, un travail est en cours sur la réalisation d'un « serious game » type jeu de plateau, où le parcellaire d'une ferme fictive est représenté par des cartes prairies. Ici l'exploitant fictif doit répondre à différents scénarii (changement climatique, verdissement de la Politique agricole commune, circuits courts, marchés mondialisés...) et adapter son parcellaire aux objectifs affichés au début de la partie. En jouant collectivement, ce jeu permet de se détacher du réel, de s'amuser, c'est-à-dire « faire

quelque chose d'important sans lui donner de l'importance ».

« La meilleure preuve d'acquisition de la connaissance et de la compétence ne réside pas dans le fait de savoir, mais dans l'habilité d'utiliser le savoir et dans la capacité de transformer les connaissances en comportements » (RUBEN 1999). Cette utilité du savoir est particulièrement prégnante pour la bota-

nique prairiale. Savoir où on se situe sur le gradient de fertilisation, comprendre la flexibilité d'exploitation de sa prairie à travers la reconnaissance d'espèces indicatrices adaptées aux territoires, comprendre l'intérêt de diversifier les types de prairie présents sur son exploitation... sont autant d'applications concrètes de la biodiversité dans la compréhension de son système d'exploitation.

Conclusion : vers une économie de la biodiversité

L'agroécologie et l'agriculture biologique, vantées de toute part, ne sont pas suffisantes pour assurer le maintien de la diversité floristique des milieux ouverts herbacés, car elles mettent en avant des enjeux environnementaux globaux (stockage du carbone, érosion des sols, consommations d'énergie, interdiction ou limitation des produits toxiques...) qui ne sont pas directement liés à la diversité floristique des territoires (conditions nécessaires mais pas suffisantes !).

Afin de ne pas voir se généraliser les « déserts verts en zone d'élevage » tant redoutés du monde apicole, il nous est apparu nécessaire, en tant que botaniste, d'aller au contact des principaux protagonistes dans la gestion de nos territoires de moyenne montagne encore riches d'une biodiversité remarquable : les éleveurs.

Les oppositions de principe entre certains groupes d'influence ne doivent pas nous détourner de notre objectif initial de mettre tout le monde autour de la table pour faire un véritable travail de prospective sur le champ des possibles de l'élevage en moyenne montagne. À l'heure des lobbies, du développement des filières de qualité mais aussi du « bio-industriel »... et au moment même où près de 50 % des installations agricoles se font hors cadre familial et où l'efficacité économique des systèmes économes et autonomes est reconnue, l'accompagnement du monde agricole dans sa pluralité est une nécessité si l'on souhaite pouvoir mettre en place des actions simples et efficaces en faveur de la biodiversité de nos territoires.

Bien entendu, l'accumulation des expériences de chacun n'est pas suffisante pour nourrir un véritable dialogue, et, pour outrepasser les effets de discours et opérer concrètement cette transformation attendue de nombreux acteurs, une analyse critique et historique est nécessaire pour mettre à jour les véritables points de convergence nécessaires à notre projet de biodiversité.

Au-delà des labels, qui sont un trait d'union pertinent entre des territoires éloignés des grands foyers de populations et les consommateurs-citoyens des grands centres urbains, au-delà des politiques agricoles dont la complexité nuit souvent à l'efficacité, il nous a semblé plus que pertinent d'aller sur le terrain à la rencontre des personnes qui gèrent au jour le jour notre patrimoine commun qu'est cette biodiversité tant menacée.

L'animation d'ateliers d'échanges, la confrontation entre nos pré-supposés et ceux des éleveurs nous ont confortés dans l'urgence de rétablir un dialogue qui, au-delà des apparences, modulent les réalités de chacun pour au final arriver, sur quelques territoires, à monter de réels projets agricoles qui prennent en compte la biodiversité dans toutes ses composantes alimentaires et patrimoniales.

Bibliographie

- AGREIL C., MEURET M. & VINCENT M. 2004. - GRENOUILLE : une méthode pour gérer les ressources alimentaires pour des ovins sur milieux embroussaillés. *Fourrages* **180** : 467-481.
- BANDURA, A. 1994. - Self-efficacy. In V.S. RAMACHAUDRAN (ed.), *Encyclopedia of human behavior* **4** : 71-81, New York : Academic Press. (Reprinted in H. FRIEDMAN [ed.], 1998, *Encyclopedia of mental health*, Academic Press, San Diego).
- BEAULIEU J.-L. (de), PONS A. & REILLE M. 1982. - Recherches pollenanalytiques sur l'histoire de la végétation de la bordure nord du massif du Cantal (Massif central, France). *Pollen et Spores* **24**(2) : 251-300.
- BRETAGNOLLE V., BERTHET E., GROSS N., GAUFFRE B., PLUMEJEAUD C. & al. 2018. - Towards sustainable and multifunctional agriculture in farmland landscapes : Lessons from the integrative approach of a French LTSER platform. *Science of the Total Environment*, Elsevier, 2018, **627** : 822-834.
- BUREL F. & BAUDRY J. 2003. - *Ecologie du paysage : concepts, méthodes et applications*. Editions Tec et Doc, Paris, 359 p.
- CARRÈRE P., SEYTRE L., PIQUET M., LANDRIEUX J., RIVIÈRE J., CHABALIER C. & ORTH D. 2012. - Une typologie multifonctionnelle des prairies des systèmes laitiers AOP du Massif central combinant des approches agronomiques et écologiques. *Fourrages* **209** : 9-21.
- CHÝLOVA T. & MÜNZBERGOVA Z. 2008. - Past land use co-determines the present distribution of dry grassland plant species. *Preslia* **80** : 183-198.
- DAPPORTO, L. & DENNIS, R.L.H. 2013. - The generalist-specialist continuum: Testing predictions for distribution and trends in British butterflies. *Biological Conservation* **157** : 229-236.
- EZZINE-DE-BLAS D, DUTILLY C, LARA-PULIDO J.A, LEVELLY G. & GUEVARA-SANGINES A. 2016. - Payments for Environmental Services in a Policymix: Spatial and Temporal Articulation in Mexico. *PLoS ONE* **11**(4) e0152514. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152514>
- FOUCAULT B. (de) 2010. - Sur l'extension à la phytosociologie d'un concept de la physique : le phénomène d'hystérésis. *Braun-Blanquetia* **46** : 251-253.
- GIRARD N., DORE A. & MAGDA D. 2016. - Caractériser les liens entre qualification et gestion des ressources : une analyse comparative d'instruments de gestion des végétations en élevage. *Développement durable et territoires* **7**(3) : 1-17.
- HALLMANN C.A., SORG M., JONGEJANS E., SIEPEL H., HOFLAND N., SCHWAN H. et al. 2017. - More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE* **12**(10).
- HATCHUEL A. & WEIL B., 1992. - *L'expert et le système : gestion des savoirs et métamorphose des acteurs dans l'entreprise industrielle ; suivi de Quatre histoires de systèmes-experts*. Paris, Economica.
- HULIN S., CARRÈRE P., CHABALIER C., FARRUGGIA A., LANDRIEUX J., ORTH D., PIQUET M., RIVIÈRE J. & SEYTRE L. 2011. - *Diagnostic prairial en zone fromagère AOP Massif central - Typologie multifonctionnelle des prairies*. Éd. Pôle fromager AOP Massif central, 148 p.
- HULIN S., FARRUGGIA A., BAUMONT B., CHABALIER C., DELMAS B., FREGEAC M., GAREL J.P., MALPEL L., BAUMONT R., MARTIN B., ORTH D. & CARRÈRE P. 2008. - Prairie AOC : un programme intégré de recherche-développement pour une meilleure valorisation des prairies dans le cadre de la production fromagère AOC du Massif Central. Actes Journées AFPP, *Prairies multispécifiques, Valeur agronomique et environnementale*, Paris, 26 et 27 mars : 202-205.
- INAO 2016. - Lettre aux ODG. N° spécial *Agro-écologie*.
- LE COEUR D. & BAUDRY J. 1997. - Field margins plant assemblages: Variation partitioning between local and landscape factors. *Landscape and Urban Planning* **37**(1-2) : 57-71.
- LE COEUR D., BAUDRY J., BUREL F. & THENAI C. 2002. - Why and how we should study field boundary biodiversity in an agrarian landscape context. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **89** : 23-40.
- LE HÉNAFF P.-M. (coord.) 2016. - *Guide technique TRAME - TRame agropastorale - une Approche Multiscalaire pour l'appréciation des États de conservation des végétations agropastorales*. ISBN : 979-10-96518-01-2.

- LIMBURG K.E., O'NEILL R.V., COSTANZA R. & FARBER S. 2002. - Complex systems and valuation. *Ecological Economics* **41**(3) : 409-420.
- MARGOGNE R. 2011. - *Étude diachronique du paysage de Chavaniac-Lafayette, commune de Haute-Loire et conséquences de l'emprise humaine*. Rapport de stage, Université de Strasbourg, 62 p.
- MIRAS Y. & GUÉNET P. 2011. - Une histoire plurimillénaire des paysages du Cézallier et ses liens avec les activités agrosylvopastorales depuis le Néolithique à partir de l'analyse pollinique de la tourbière de la Borie (1170 m, Saint-Saturnin, Cantal, France). In : Les Arvernes et leurs voisins du Massif central à l'époque romaine, Tome 1. *Revue d'Auvergne* **124-125**(600-601) : 481-497.
- MIRAS Y., SURMELY F., GUÉNET P., VANNIÈRE B. & WALTER-SIMONNET A.-V. 2006. - Dynamiques d'occupation et histoire de l'environnement d'un terroir de moyenne montagne : la tourbière de Peyre (Lacapelle-Barrès, Cantal). In *Environnement et peuplement de la moyenne montagne du Tardiglaciaire à nos jours*, actes de la table ronde de Pierrefort, 19-20 juin 2003 : 149-173.
- NORGAARD R.B. 2010. - Ecosystem Services: From Eye-Opening Metaphor to Complexity Blinder. *Ecological Economics* **69** : 1219-1227.
- REILLE M., PONS A. & de BEAULIEU J.-L. 1992. - Late and postglacial vegetation, climate and human action in the French Massif Central. *Cahiers de Micropaléontologie* **7**(1-2) : 93-106.
- RUBEN, B.D. 1995. - What students remember: Teaching, learning and human communication. In B.D. RUBEN (ed.), *Quality in higher education*, Transaction Books, New Brunswick, NJ : 189-200.
- RUBEN, B.D. 1999. - Simulations, Games, and Experience-Based Learning: The Quest for a New Paradigm for Teaching and Learning. *Simulation & Gaming* **30**(4) : 498-505.
- SALLES J.-M., EZZINE-LE-BRAS D., JULLIARD R., MONTGRUEL R., QUÉTIER F. & SARRAZIN F. 2016. - Biodiversité utile vs nature inutile : argumentaire écologique et économique. In P. ROCHE, I. GEIJZENDORFFER, H. LEVREL & V. MARIS, *Valeurs de la biodiversité et services écosystémiques. Perspectives interdisciplinaires*, Editions QUAE et Allenvi, Paris (ISBN : 9782759224425).
- STANTON R.L., MORRISSEY C.A. & CLARK R.G. 2018. - Analysis of trends and agricultural drivers of farmland bird declines in North America: A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **254** : 244-254.
- SURMELY F., MIRAS Y., GUÉNET P., TZORTZIS S., SAVIGNAT A., NICOLAS V., VANNIÈRE B. & WALTER-SIMONNET A.V. 2009. - Occupation and land use history of a medium mountain from the MidHolocene: a pluridisciplinary study performed in the south Cantal (French Central Massif). *Comptes Rendus Palevol* **8** : 737-748.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=21569cu2KDo>

Abstract

Managers and ecosystem ecologists working together to conserve an alkaline fen at Vred (northern France)

The « tourbière » at Vred is a former alkaline open fen known to host rare typical vascular plants and today largely colonised by willows and birches. The mire is a regional reserve heavily managed by the Parc naturel régional Scarpe-Escaut for decades with only few results: shrub and trees encroachment has not been stopped and general eutrophication seems to continue. Facing these facts, the manager carried out a functional analysis called « diagnostic fonctionnel » in French with the help of an ecosystem ecologist scientist (P. Goubet).

The work lasted three years, beginning with a preliminary visit to define the set of methods for the « diagnostic » regarding both the aims of the manager and the requirement of the scientist. First of all, the analysis consisted in the characterization of the composition and the structure of the system with field or bibliographic works on: surface and bedrock topography, existent vegetation mapping, peat profiles, geology and geomorphology. Then, historical and paleoecological data through macrofossil analysis and old maps were collected and analysed. The last pool of data collected was on water level and rain amounts on short time laps with pressure sensors. The team of the Parc was implied in the soil and peat survey, allowing 131 corings with a Russian probe on the 41 ha of the reserve.

The main result of the « diagnostic » is the dependence of the former oligotrophic base rich fen on the chalk aquifer, despite a geological structure not favourable and not predicted to now, at Vred, unlike elsewhere in the Scarpe valley, the 25-30 meters thick tertiary and quaternary deposits do not completely confined the groundwater in the chalk. A new functional model has been built on the dependence of the rich oligotrophic fen on a base rich discharge and its consequences on trophic state (low phosphorus rates). Local measures of the water table level in the chalk show a drop of the water table in the 1950's due to high pumping which explains the eutrophication seen. Chalk water discharges still exist, but only few years by decades. Instead, the mire is mostly hydrated by rain water and surface run off, rich in nutrients. The new management plan takes into account the model.

Résumé

La tourbière de Vred est gérée par le Parc naturel régional Scarpe-Escaut. Une évaluation de l'évolution de la qualité des habitats et de l'état de conservation des espèces a mis en évidence la nécessité d'une meilleure compréhension du fonctionnement de la tourbière. Réalisé en partenariat avec le Cabinet d'études Pierre Goubet, le diagnostic fonctionnel s'est appuyé sur l'analyse d'un ensemble de données bibliographiques et de terrain : contexte géologique et géomorphologique, relief, contexte hydrographique, évolution historique, répartition de végétaux bio-indicateurs ou des communautés végétales, types de sols et nature des tourbes, régimes de variations des niveaux d'eau dans les différents compartiments de la tourbière, étude paléo-écologique, etc. Outre la découverte de nouvelles espèces patrimoniales de sphaignes, l'interprétation des données recueillies met clairement en évidence certaines particularités hydrogéologiques propres à cette tourbière alcaline. Elle souligne également l'impact du contexte hydraulique périphérique sur la qualité des milieux, et dresse quelques autres hypothèses de fonctionnement restant à valider par la mise en œuvre d'autres méthodes d'investigations. Enfin, elle alimentera directement le contenu du nouveau plan de gestion.

Tous au service de la conservation de la tourbière de Vred (Nord), du plan de gestion au diagnostic fonctionnel et réciproquement : dialogue entre gestionnaires et écologues

GÉRALD DUHAYON^{*(1)} & PIERRE GOUBET⁽²⁾

⁽¹⁾ PNR Scarpe Escaut,
357 Rue Notre-Dame d'Amour,
F-59230 Saint-Amand-les-Eaux ;
g.duhayon@pnr-scarpe-escaut.fr

⁽²⁾ Université Clermont Auvergne,
CNRS,
GEOLAB,
F-63000 Clermont-Ferrand, France
(membre associé) ;

Cabinet Pierre Goubet,
9 rue de la petite Côte,
63420 Ardes
pierre.goubet@sphagnum.fr

Présentation du contexte

Le Parc naturel régional (PNR) Scarpe-Escaut, premier PNR créé en France, reconstruit en 1968, est situé le long de la frontière belge dans le département du Nord, entre Lille et Valenciennes, adossé à son homologue belge du Parc naturel des plaines de l'Escaut et formant ensemble le Parc naturel transfrontalier du Hainaut.

Traversé par deux cours d'eau principaux, la Scarpe et l'Escaut, il présente un relief peu prononcé avec une plaine alluviale importante comportant encore actuellement près de 13 000 ha en zones humides. La tour-

bière de Vred, du nom de la commune, est située à l'ouest du parc le long de la Scarpe. Au sein d'un territoire densément peuplé, elle a subi l'extension de l'urbanisation sur ses franges nord et sud (Fig. 1).

Comme beaucoup de zones humides, elle a autrefois servi d'ancienne décharge (localisée), et deux étangs y ont été creusés (chasse à la hutte et pêche limitée). La rivière Scarpe voisine est canalisée par des palplanches métalliques et perchée (niveau d'eau supérieur au terrain naturel, déconnexion hydraulique probable en sous-sol).

Figure 1
Périmètre de la Réserve naturelle régionale de la tourbière de Vred en vue aérienne (PNRSE).



D'une superficie de 41 ha, Réserve naturelle volontaire depuis 1988, la tourbière a été classée Réserve naturelle régionale (RNR) en 2008. Elle est également inscrite au sein des périmètres d'une Zone spéciale de conservation (ZSC) et d'une Zone de protection spéciale (ZPS).

Parmi les espèces patrimoniales, sont notées : *Sphagnum riparium* Ångst. 1864, *Chara polyacantha* A. Braun, 1859, la Grande douve (*Ranunculus lingua* L., 1753), l'Ache rampante [*Helosciadium repens* (Jacq.) W.D.J.Koch, 1824], l'Agrion joli (*Coenagrion pulchellum* Vander Linden, 1825), la Grenouille des champs (*Rana arvalis* Nilsson, 1842) (dont elle constitue l'une des rares stations françaises, redécouverte en France et ici-même en 1999), le Butor étoilé (*Botaurus stellaris* Linné, 1758), etc.

Sur ce site géré par le PNR Scarpe-Escaut depuis 1988, les premières actions visaient essentiellement le maintien d'une roselière favorable aux oiseaux paludicoles, ciblées donc sur la préservation d'habitats d'espèces faunistiques sans prise en compte de l'originalité des végétations. Les études phytosociologiques menées à partir de 1993 dans le cadre la rédaction du premier plan de gestion (DESSE, 1993) ont permis la caractérisation de la flore et des végétations.

La prise en compte de la qualité des végétations présentes s'est alors concrétisée premièrement par une volonté de maintenir le caractère ouvert des milieux en luttant contre l'embroussaillage et la progression des saulaies et secondairement par l'ambition de maintenir des niveaux d'eau élevés.

Avec l'aide du dispositif Natura 2000, d'importants moyens ont pu être par la suite mobilisés pour assurer le maintien en « bon état » d'une dizaine d'hectares de roselières et de végétations amphibies ou aquatiques.

La question de l'alimentation en eau (tant en terme de quantité, de qualité que de provenance) restait quant à elle essentiellement cantonnée à la volonté de gérer l'exutoire des eaux de surface.

À l'occasion du renouvellement du dernier plan de gestion, l'actualisation de l'inventaire et de la cartographie des végétations a été réalisée en 2010 (NICOLAZO & al. 2010). Elle nous permet de lister les végétations patrimoniales actuellement présentes dans la tourbière de Vred, la plupart structurées en complexe (voir tableau ci-contre).

Intitulé des végétations	Richesse en nutriments du substrat
<i>Charion fragilis</i> Krausch 1964 (communautés des eaux oligo-mésotrophes basiques permanentes riches en calcaire)	oligo-mésotrophe
<i>Cladietum marisci</i> Issler 1932 (roselière à <i>Cladion marisque</i>)	oligo-mésotrophe
<i>Nanocyperion flavescens</i> Koch ex Libbert 1932 (communautés des sols argileux et tourbeux)	mésotrophe
<i>Lemno minoris</i> - <i>Utricularietum vulgaris</i> Soó (1938) 1947 (herbier flottant à Lenticule mineure et Utriculaire commune)	mésotrophe
<i>Ricciatum fluitantis</i> Slavnic 1956 (voile aquatique à <i>Riccia flottante</i>)	mésotrophe
<i>Lathyro palustris</i> - <i>Lysimachietum vulgaris</i> Passarge 1978 (roselière à Gesse des marais et <i>Lysimaque</i> commune)	mésotrophe
<i>Thelypterido palustris</i> - <i>Phragmitetum australis</i> Kuyper 1957 em. Segal & Westhoff in Westhoff & den Held 1969 (roselière à Fougère des marais et <i>Phragmite</i> commun)	mésotrophe
<i>Caricetum elatae</i> Koch 1926 (cariçaie à Laïche raide)	mésotrophe
« <i>Caricetum paniculatae</i> Wangerin 1916» (cariçaie à Laïche paniculée)	mésotrophe
<i>Alno glutinosae</i> - <i>Salicetum cinereae</i> Passarge 1956 (fourré à Saule cendré et Fougère des marais)	mésotrophe
Groupement à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Thelypteris palustris</i> Duhamel & Catteau in Catteau, Duhamel et al. 2009 (aulnaie à Fougère des marais)	mésotrophe
<i>Alnenion glutinoso-incanae</i> Oberdorfer 1953 (forêts riveraines des petits cours d'eau)	mésotrophe
<i>Thalictro flavi</i> - <i>Filipendulion ulmariae</i> de Foucault 1984 nom. ined. (mégaphorbiaies mésotrophes planitiaires)	mésotrophe
<i>Cirsio oleracei</i> - <i>Alnetum glutinosae</i> (Lemée 1937) Noirfalise & Sougnez 1961 (aulnaie à Cirse maraîcher)	eutrophe
<i>Solano dulcamarae</i> - <i>Phragmitetum australis</i> (Krausch 1965) Succow 1974 (roselière à <i>Phragmite</i> commun et Morelle douce-amère)	eutrophe
cf. <i>Stachyo sylvaticae</i> - <i>Dipsacetum pilosi</i> (Tüxen ex Oberdorfer 1957) Passarge ex Wollert & Dengler in Dengler et al. 2003 (ourlet à Cardère poilue)	eutrophe
<i>Potametum berchtoldii</i> Wijsman ex Schipper, Lanjou & Schaminée 1995 (herbier immergé à Potamot de Berchtold)	eutrophe
Groupement à <i>Fraxinus excelsior</i> et <i>Humulus lupulus</i> Catteau & Duhamel in Catteau, Duhamel et al. 2009 (frênaie à Aegopode podagraire)	eutrophe
<i>Irido pseudacori</i> - <i>Phalaridetum arundinaceae</i> Julve 1994 ined. (roselière à Iris faux-acore et Alpiste roseau)	eutrophe
Groupement à <i>Lythrum salicaria</i> et <i>Carex pseudocyperus</i> Duhamel & Catteau in Catteau, Duhamel et al. 2009 (cariçaie à Salicaire commune et Laïche faux-souchet)	eutrophe
<i>Cardamino pratensis</i> - <i>Cynosurenion cristati</i> Passarge 1969 (prairies pâturées mésohygrophiles acidoclines).	eutrophe

Cette évaluation de l'évolution de la qualité des végétations et de l'état de conservation des espèces, additionnée aux constats du gestionnaire sur le dynamisme grandissant de la colonisation arbustive, a mis en évidence la nécessité d'une meilleure compré-

hension du fonctionnement global (dont le fonctionnement hydrogéologique) de cette tourbière alcaline afin d'asseoir la stratégie de conservation sur de nouvelles bases scientifiques.

Le diagnostic fonctionnel, une interface de dialogue entre gestionnaire et écologue

Une étude des différents pôles constitutifs du fonctionnement global de la tourbière, appelée « diagnostic fonctionnel » a été démarrée en 2012. Elle a été confiée au Cabinet d'études P. Goubet, avec une participation importante de l'équipe du Parc naturel régional. En effet, un pré-diagnostic incluant différentes pistes d'étude confrontées aux connaissances et attentes du gestionnaire a d'abord été réalisé (GOUBET 2013). La réalisation du diagnostic (GOUBET 2015) a ensuite été définie sur base des résultats préliminaires (qui ont déjà permis d'évacuer certaines hypothèses de travail), des moyens mobilisables et dans le cadre d'un dialogue permanent entre le gestionnaire et l'écologue.

Objectifs et méthodes

Le diagnostic fonctionnel a vocation à décrire la composition, la structure et certains processus d'un complexe d'unités fonctionnelles, en prenant en compte leur dimension temporelle. Le diagnostic est ainsi organisé en trois pôles conceptuellement distincts :

- le pôle structure s'attache à déterminer le relief, le volume de la masse tourbeuse, le réseau hydrographique, la typologie et la répartition des unités fonctionnelles (sols et végétations), divers éléments structurants, l'environnement physique (géologie, géomorphologie). Le relief a été déterminé par un Modèle numérique de terrain (MNT) relevé par Lidar, les cartographies existantes du réseau hydrographique et des végétations (y compris les espèces bio-indicatrices) associées aux modalités de gestion des habitats ont été utilisées pour l'étude de la structure de surface. Pour la structure de sub-surface, à partir de fiches descriptives et d'une courte formation fournies par le Cabinet P. Goubet, 131 sondages répartis de façon homogène et géo-référencés ont été réalisés et caractérisés par l'équipe du Parc naturel. Ils ont permis un relevé des différentes couches de tourbes et sédiments intercalés et d'évaluer l'épaisseur totale de matériaux reposant sur l'argile.

Les données géologiques étaient déjà disponibles (carte géologique, base de données du BRGM et bibliographie) ;

- le pôle transferts s'intéresse aux flux des différents paramètres physiques déterminant les communautés végétales tels que l'eau, les éléments minéraux (bases), les éléments trophiques (azote et phosphore), les matières organique et minérale solide.

Le suivi des niveaux d'eau durant un an a été réalisé avec une dizaine de piézomètres équipés de sondes automatiques, dont deux placés dans les tremblants. Les données pluviométriques ont été obtenues grâce à une station située en périphérie sud du site. La caractérisation des éléments trophiques et minéraux a été approchée par l'étude de la répartition de bio-indicateurs végétaux ;

- le pôle diachronie permet de reconstituer l'évolution historique du site, au travers de l'étude de l'histoire locale, des traces d'activités, de la palynologie, des macrorestes, ou d'autres méthodes paléo-écologiques.

Une étude historique réalisée parallèlement à la demande du Parc naturel a été utilisée, mais l'histoire du site est complexe (GHILS, 2013). On dispose d'informations sur l'utilisation et l'extraction de la tourbe (cartographie de droits de tourbage). Elle a eu lieu au XVIII^e siècle, mais on ne sait quand a cessé l'exploitation. Les sondages de macrorestes de neuf sondages complets ont été réalisés.

Résultats

La donnée Lidar a permis de mettre en évidence un microrelief de surface jusqu'alors inconnu, qui apparaît même au sein de la roselière. Un seul exutoire hydraulique de surface est présent, la canalisation de la Scarpe ayant coupé les continuités à l'est. La tourbière, qui sert de bassin d'orage pour la commune, a un bassin versant assez restreint (96 ha).

La profondeur du socle minéral a pu être établie précisément pour l'ensemble du complexe tourbeux, mettant de plus en évidence des paléochenaux de la Scarpe sur la partie Est du complexe, présents avant sa

Figure 2
Interprétation de la topographie du substrat minéral (GOUBET 2015).

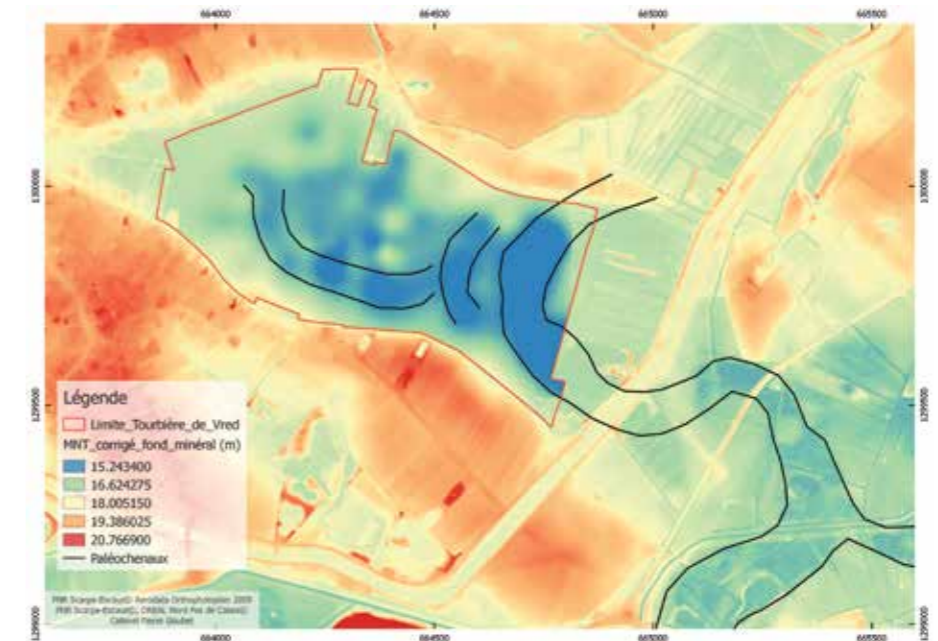
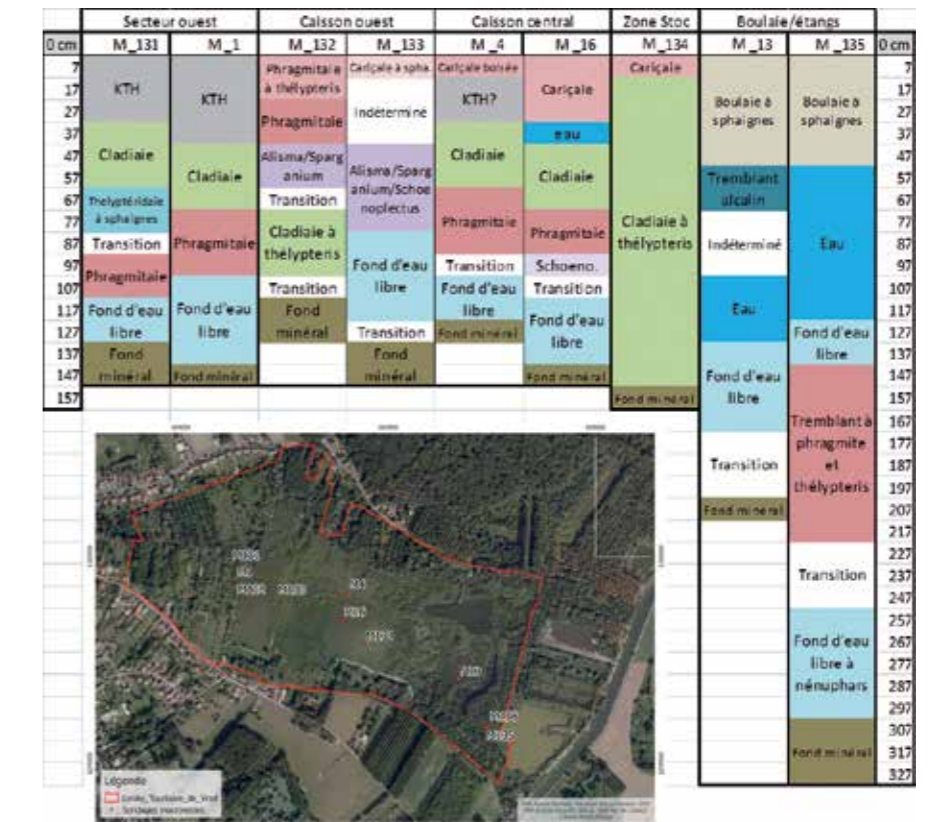


Figure 3
Représentation synthétique des assemblages des neuf profils macrorestes réalisés (GOUBET 2015). Le KTH (kultureller Trockenhorizont) est un horizon pédologique généralement proche de la surface caractérisé par un contenu minéral plus important et une décomposition de la matière organique plus importante que les horizons qui le surmontent ou ceux sous-jacents. Son origine agro-pastorale est l'hypothèse la plus probable. Le fond d'eau libre correspond à la partie supérieure d'un horizon stable, il est souvent occupé par un amas de débris végétaux et de particules minérales auquel aucun nom formel n'a été donné.



canalisation (Fig. 2). Cet ancien méandre semble peu colmaté, comme l'indiquent les importantes tranches d'eau sous les tremblants. Globalement, les épaisseurs de tourbe varient entre 50 cm et 3 m.

Les habitats présents par le passé ont été révélés par l'analyse des sondages. Séquencés à différentes profondeurs, ces sondages ont permis d'exprimer l'histoire de la formation des végétations et les variations observées au cours du temps (Fig. 3). Les carottages montrent qu'une large partie du site était anciennement en eau. La cladiaie, maintenant relictuelle, était jadis plus vaste. Le caractère alcalin oligotrophe des végétations était plus net.

Des horizons de tuf calcaire intercalés dans les tourbes ont également été mis en évidence dans de nombreux sondages. Enfin, les anciens casiers d'extraction de tourbe, clairement délimités sur les documents historiques récoltés, ont été également clairement mis en évidence par les sondages.

Le croisement des différents résultats du diagnostic de structure et de la diachronie permet la proposition d'un compartimentage fonctionnel du complexe tourbeux en six entités distinctes.

L'analyse des données piézométriques montre un fonctionnement saisonnier classique avec un hiver et un été hydrologiques. Il existe une corrélation entre pluviométrie et variations de niveaux de nappe en été, mais cette corrélation ne s'observe pas en hiver. Par contre, au-dessus de la cote 11,7 m NGF, une corrélation apparaît entre certains piézomètres du site et la piézométrie de la nappe de la craie sous-jacente, en présentant une variation analogue (Fig. 4).

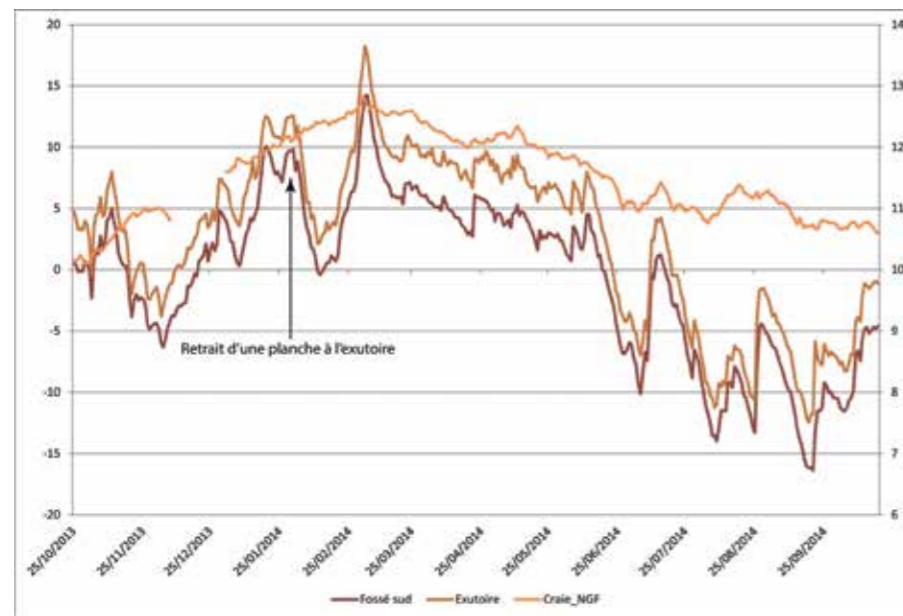


Figure 4
Chroniques piézométriques de l'exutoire et du fossé sud comparées à celle du piézomètre des Hudions (Goubet 2015). En abscisse la date, en ordonnée à gauche l'échelle des niveaux des piézomètres du site avec zéro arbitraire et à droite la cote NGF du piézomètre des Hudions.

Parallèlement, il apparaît que le socle de craie est assez faillé sur le secteur tel que l'a démontré une étude géologique (Collectif 2006), et les études hydrogéologiques de la nappe de la craie réalisées par le BRGM indiquent un écoulement de la nappe vers le nord (et donc vers la tourbière).

Interprétation et perspectives

L'hypothèse est formulée d'une conduite hydrogéologique majeure (« discontinuité » dans la couche argileuse) permettant la vidange de la nappe de la craie. La nappe de la craie, à partir de la cote 11,70 m, monte en charge et diffuse à travers les sédiments dans la tourbière. L'eau de la craie dépose son calcaire là où elle émerge et piège le phosphore dans les cristaux formés.

Ce processus est probablement favorable aux marisques (*Cladium mariscus* (L.) Pohl, 1809), à de nombreuses mousses des bas-marais alcalins, à certaines characées, etc., en limitant les capacités de s'installer de concurrentes exigeantes en nutriments.

De plus, l'eau de la craie pauvre en phosphore chasse les eaux riches du bassin versant. L'eau de la craie semble donc être un facteur essentiel du déterminisme de communautés basophiles oligotrophes.

Dans le passé (avant 1940), la nappe de la craie dépassait pour ainsi dire toujours cette cote de 11,70 m, un artésianisme local était même observé à proximité du secteur de Vred. Ce qui explique la présence forte de communautés basophiles oligotrophes telles que mises en évidence dans l'analyse des sondages.

Mais à partir de 1940, les pompages dans la nappe de la craie vont se multiplier, entraînant une forte baisse de son niveau, la cote de 11,70 m n'étant plus atteinte que de rares fois. La tourbière de Vred a alors perdu cette influence prépondérante, les communautés végétales fortement basophiles ont régressé et une tendance d'évolution vers des composantes mésotrophes est apparue.

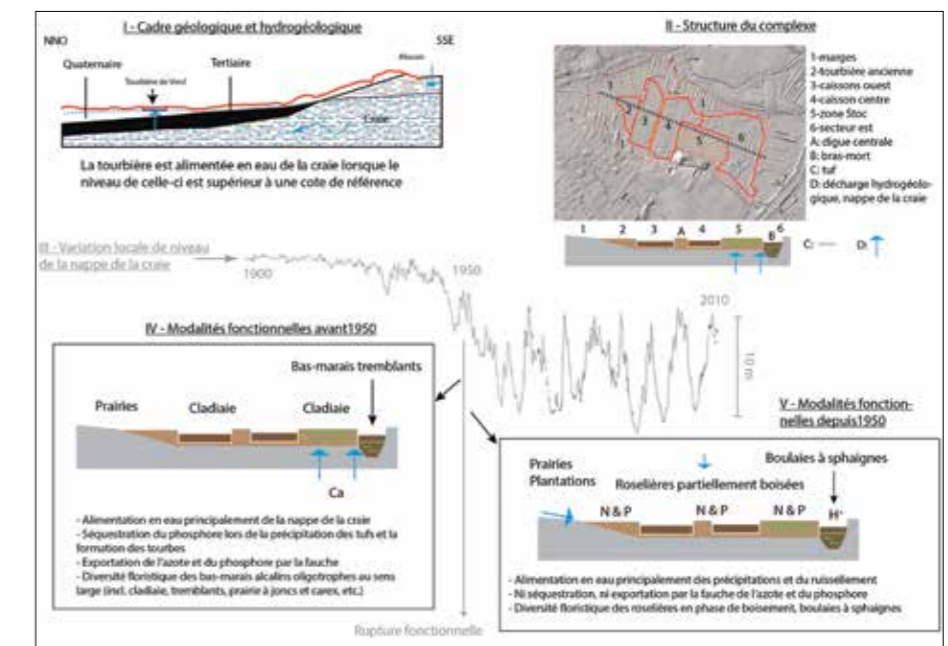
Toutefois, un nouvel espoir apparaît. La diminution des prélèvements dans la nappe de la craie entraîne depuis une dizaine d'années une hausse du niveau moyen de la nappe et une augmentation de la fréquence

des épisodes de niveau piézométrique supérieur à 11,70 m, et donc des décharges hydrauliques au sein de la tourbière.

Un modèle fonctionnel global a donc été proposé, basé sur l'enrichissement trophique et ses conséquences.

Il est illustré par les schémas de la figure 5 qui montrent le basculement fonctionnel issu de l'absence de décharge hydraulique de la nappe de la craie, entraînant une plus grande disponibilité des nutriments, à l'origine de la modification des communautés végétales présentes.

Figure 5
Représentation synthétique du fonctionnement de la tourbière de Vred (Goubet 2015).



Sur la base de ce modèle, un nouvel échange entre le gestionnaire et l'écologue a permis de dresser des perspectives de suivi et de gestion du site.

Il s'agirait maintenant de valider le modèle par des mesures directes du taux de nutriments, puis d'utiliser les données comme état de référence dans le cadre d'un plan de suivi. Ce plan de suivi sera élaboré, une fois les actions de gestion décidées.

Il faudra aussi affiner les perspectives de conservation et voir comment maintenir le système, en tenant compte des évolutions : par exemple, la boulaie à sphaignes est maintenant déconnectée des eaux du substrat, formant un système ombrotrophique.

Ces perspectives de conservation, seraient, à l'échelle du complexe d'unités fonctionnelles (voir Objectifs et méthodes) :

- de limiter les apports en nutriments, d'où qu'ils viennent ;
- d'abaisser les taux de nutriments à l'échelle du complexe ;
- d'appuyer l'appauvrissement trophique sur la décharge de la nappe de la craie en profitant de l'effet de chasse et de la capture du phosphore par le calcaire...

... et à l'échelle des unités fonctionnelles majeures :

- pas d'action de gestion particulière dans certains cas, évolution libre favorisée ;
- l'interdiction de tout usage pouvant déstructurer le sol (pour la conservation de l'intérêt paléo-écologique) ;

- un appauvrissement du taux de nutriments par brûlis ou fauche avec exportation ;
 - une limitation de l'inondation hivernale par les eaux du bassin versant qui apportent des nutriments ;
 - une favorisation de l'imprégnation du sol et un transfert des nutriments par la
- décharge hydrogéologique (gestion hydraulique adaptée au niveau de la nappe de la craie) ;
 - une gestion en mosaïque (en mode statique ou dynamique, encore à définir), pour préserver les différents stades.

De l'intérêt du diagnostic fonctionnel

La réalisation d'un diagnostic fonctionnel a permis d'initier de nouvelles réflexions auprès du gestionnaire en intégrant de façon parallèle diverses approches complémentaires, dont l'analyse spatio-temporelle qui intègre les usages du passé comme facteur déterminant de la conservation d'aujourd'hui et de demain.

Plus qu'une simple étude ponctuelle, c'est un outil à vocation de conservation, en tant que part entière du plan de gestion, permettant une meilleure mise en relation de ces mesures de gestion.

C'est enfin une démarche partagée autour d'un dialogue entre le gestionnaire et les scientifiques, qui mobilise toutes leurs compétences, et qui permet à chacun de replacer l'intérêt de son action dans le fonctionnement et le déterminisme parfois complexe des écosystèmes.

Bibliographie

- COLLECTIF 2006. - *Programme de géologie – PNRSE/ CSENPC - Rapport de synthèse 4*. 23 p. + 10 cartes.
- DESSE, A. 1993. - *Étude ethnocoenotique et phytocoenotique de la R.N.V. de la tourbière de Vred, préalable à la réalisation du plan de gestion*. Centre régional de phytosociologie, Conservatoire botanique national de Bailleul. 63 p. + annexes. Bailleul.
- GHILST. 2013. *Recherche sur l'histoire des tourbières de la plaine de la Scarpe : secteur de Vred et Marchiennes*. 52 p.
- GOUBET P. 2013. - *Compte rendu d'expertise commandée par le Parc naturel régional de Scarpe-Escout. Diagnostic fonctionnel partiel de la tourbière de Vred (Nord)*. Cabinet Pierre Goubet, Jenzat, 65 p.
- GOUBET P. 2015. - *Compte rendu d'étude commandée par le Parc naturel régional Scarpe-Escout. Diagnostic fonctionnel du complexe tourbeux de la Réserve naturelle régionale de la tourbière de Vred (Nord). Phase 2*. Cabinet Pierre GOUBET, Ardes, 71 p.
- NICOLAZO, C., DELPLANQUE, S., CATTEAU, E., DUHAMEL, F., CORNIER, T. & TOUSSAINT, B. 2010. - *Inventaire et cartographie de la flore et de la végétation de la réserve naturelle régionale de la tourbière de Vred*. Centre régional de phytosociologie / Conservatoire botanique national de Bailleul, pour le Parc naturel régional Scarpe-Escout. 159 p. Bailleul.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=SOPYHEC3z4E>

Session 4

Cartographier la végétation pour comprendre les zones humides

[Président de séance : Guillaume CHOISNET - Rapporteur : Gilles CORRIOL]



photo : © B. DELANGUE

Abstract

Phytosociological study and management orientations: a precise map to take the right direction. The case of the National Nature Reserve Michel-Brosselin of Saint-Denis-du-Payré (France)

A phytosociological study and a vegetation mapping were conducted in 2011 and 2012 on the Michel-Brosselin National Nature Reserve of Saint-Denis-du-Payré (Marais poitevin, France), as part of the elaboration of its new plan management. The results of the phytosociological typology have revealed the presence of numerous remarkable plant communities, linked to the thermo-Atlantic subhalophilic marsh system. In addition to the communities already known in these environments, such as the *Trifolium maritimi* – *Oenanthe silaifoliae* Dupont ex B. Foucault 2008, the *Parapholido strigosae* – *Hordeetum marini* Géhu, Caron & Bon ex Géhu & B. Foucault 1978 and the *Ranunculo ophioglossifolii* – *Oenanthe fistulosae* B. Foucault 2008, we can mention some less often highlighted ones such as the *Carici divisae* – *Trisetetum flavescens* Hardy 2011, the *Zannichellietum obtusifoliae* Brullo & Spampinato 1990 or the *Gnaphalio uliginosi* – *Crypsietum schoenoidis* Guitton & Terrisse 2015, whose relevés of the reserve have participated in its description. The accurate mapping of associations that sometimes succeed one another in time in the same place (temporal mosaics) has required the development of an original method that allows to take into account all these vegetations and to know their surfaces: so three maps were made at different times (spring, summer, autumn). The phytosociological study and the cartography also made it possible to hypothesize about the ecological determinism of rare communities and of high patrimonial value, in particular by crossing their location with the pastoral practices within the different parcels. Thus, some practices, which were questioned by the manager for various reasons, such as equine grazing in winter, mowing with aftermath grazing or maintaining a high water level for as long as possible (management established for the preservation of birdlife), have contributed to the maintenance of remarkable communities. These results fed the reflections during the implementation of the new management plan of the reserve.

Keywords: brackish marshes ; vegetation mapping ; management plan; National Nature Reserve.

Résumé

Une étude phytosociologique et une cartographie des végétations ont été conduites en 2011 et 2012 sur la Réserve naturelle nationale Michel-Brosselin de Saint-Denis-du-Payré (Marais poitevin, 85), dans le cadre de l'élaboration de son nouveau plan de gestion. Les résultats de la typologie phytosociologique ont mis en évidence la présence de nombreux groupements végétaux remarquables, liés au système des marais subhalophiles thermo-atlantiques. La cartographie fine de groupements, qui parfois se succèdent dans le temps en un même endroit (mosaïques temporelles), a nécessité l'élaboration d'une méthode originale, qui permette de prendre en compte l'ensemble de ces végétations et d'en connaître la surface : trois cartographies ont été réalisées à des périodes différentes (printemps, été, automne). L'étude phytosociologique et la cartographie ont également permis d'émettre des hypothèses quant au déterminisme écologique de groupements rares et à forte valeur patrimoniale, notamment en croisant leur localisation avec les pratiques de gestion au sein des différentes parcelles. C'est ainsi que certaines pratiques, qui étaient remises en question pour diverses raisons, comme le pâturage équin en hiver, la fauche avec pâturage du regain ou encore le maintien d'un niveau d'eau élevé le plus longtemps possible, s'avèrent contribuer au maintien des communautés remarquables. Ces résultats ont alimenté les réflexions lors de la mise en place du nouveau plan de gestion de la réserve.

Mots-clés : marais arrière-littoraux ; cartographie des végétations ; plan de gestion ; Réserve naturelle nationale.

Étude phytosociologique et orientations de gestion : une carte précise pour prendre la bonne direction. Le cas de la Réserve naturelle nationale Michel-Brosselin de Saint-Denis-du-Payré (85)

ALEXANDRE BALLAYDIER⁽¹⁾, HUGUES DES TOUCHES⁽²⁾
& GUILLAUME THOMASSIN^{*(3)}

⁽¹⁾ 4bis rue de Montessuy,
F-69300 Caluire-et-Cuire ;

⁽²⁾ Pôle des espaces naturels, LPO,
Conservateur de la Réserve
naturelle nationale de Saint-
Denis-du-Payré,
2 rue du 8 mai,
F-85580 Saint-Denis-du-Payré ;

⁽³⁾ Conservatoire botanique
national de Brest, antenne
régionale des Pays de la Loire,
28bis rue Babonneau,
F-44100 Nantes ;
g.thomassin@cbnbrest.com

Introduction

La Réserve naturelle nationale (RNN) « Michel-Brosselin » de Saint-Denis-du-Payré (Vendée, 85) avait principalement, au moment de sa création, une vocation de préservation de l'avifaune. De ce fait, aucune étude phytosociologique globale, ni de cartographie des végétations, n'y avaient été menées. C'est au moment de la réflexion pour l'élaboration du nouveau plan de gestion de la réserve qu'est apparue la nécessité d'une telle étude. À la demande des gestionnaires, la Ligue pour la protection des oiseaux (LPO) France et l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS), le Conservatoire botanique national (CBN) de Brest a réalisé en 2011 et 2012 une typologie phytosociologique et une cartographie des végétations du site. Les nombreuses originalités mises en évidence lors de ce travail, tant sur le plan de la typologie, de la cartographie que des orientations de gestion qui en découlent, nous ont incités à communiquer sur ces résultats.

La Réserve naturelle nationale de Saint-Denis-du-Payré

Cet espace protégé est situé dans la partie occidentale du Marais poitevin (Fig. 1). La réserve s'étend sur 207 hectares de prairies naturelles. Elle a été mise en place sur des terrains communaux d'abord en 1972, par le biais de baux à ferme et de chasse (pour ne pas en faire usage), puis officiellement par arrêté ministériel du 18 octobre 1976. L'objectif initial de Michel Brosselin, son créateur, était essentiellement de créer une escale migratoire pour les oiseaux entre l'Europe du Nord et l'Afrique. Ce site s'est forgé une réputation internationale sur le plan ornithologique, en raison d'une concentration avienne exceptionnelle sur une superficie limitée. Depuis 2009, le préfet a confié la gestion de ce territoire à deux organismes, d'une part la LPO France, en tant que ges-

tionnaire principal, et d'autre part l'ONCFS en tant que gestionnaire associé.

Ces prairies ont été conquises sur la mer, autour du XII^e et du XIII^e siècle. L'altitude oscille entre 2 et 3 m au-dessus du niveau de la mer. Ce sont des digues qui empêchent l'eau salée de l'océan, distant de 8 km, ou l'eau fluviale du Lay (petit fleuve côtier) de submerger cet agrosystème. Depuis plus de cinquante ans, l'homme n'a utilisé ces marais qu'à travers la chasse, la cueillette, la pêche, mais surtout le pâturage extensif bovin et équin. Une parcelle de 8 ha a été dédiée à la fauche tardive, avec un pâturage du regain, de 1972 jusqu'en 2010.

Le maintien du patrimoine naturel sur ce territoire plutôt anthropisé, relativement éloi-

gné d'un écosystème fonctionnant en autonomie, repose essentiellement sur quatre enjeux : le mode de pâturage, la gestion des niveaux d'eau, la quiétude du site et le contrôle des espèces exotiques envahissantes (EEE) comme les ragondins (*Myocastor coypus* Molina) et les rats musqués (*Ondatra zibethicus* L.).

Avant 2011, plusieurs botanistes, écologues ou agronomes¹ sont passés sur la réserve, ont travaillé sur la végétation, la flore et le croisement avec le pastoralisme, mais jamais une approche exhaustive du site n'avait été conduite.

Afin de se fixer des objectifs à long terme, bien étayés, sur les enjeux eau et pâturage,

une caractérisation et une cartographie des végétations du site sont apparues incontournables (CHAMPION *et al.* 2011).

Depuis les années 1980 et l'évolution des pratiques de pâturage, des niveaux d'eau, de sa qualité, l'augmentation de la fréquentation avienne ou l'arrivée des EEE, les végétations du site ont évolué sans qu'un véritable suivi ait été mis en place. La mission du CBN de Brest a alors consisté à réaliser un état des lieux précis, devant détecter les atouts et dérives éventuels de la gestion, facilitant ainsi la rédaction du nouveau plan de gestion 2015-2024.

¹ Nous pouvons mentionner par exemple DUPONT & HÉRAULT 1993 ; AMIAUD 1998 ; KERNÉIS *et al.*, 1995, 2000, 2007, etc.



Figure 1
Carte de localisation de la Réserve naturelle nationale Michel-Brosselin de Saint-Denis-du-Payré (GAUDET & THOMAS 2013, modifié).

Les principaux résultats de l'étude phytosociologique et de la cartographie

Cette étude (THOMASSIN & BALLAYDIER 2014) s'est déroulée sur deux années (2011 et 2012) : la première a été consacrée à l'établissement de la typologie phytosociologique des végétations, à partir de laquelle a été réalisée, la deuxième année, la cartographie des végétations et des espèces patrimoniales. L'année 2012 a également été mise à profit pour compléter et achever la typologie des végétations. L'ensemble du travail cartographique a été réalisé par Alexandre Ballaydier, dans le cadre d'un stage de master de six mois, accueilli par la RNN et encadré au CBN de Brest (BALLAYDIER 2012).

La typologie phytosociologique

Méthode

La typologie des végétations a été réalisée suivant la méthode phytosociologique sig-

matiste. Les relevés phytosociologiques ont été réalisés en respectant les notions d'aire minimale et d'homogénéités floristique, physiognomique et écologique.

La période de terrain s'est déroulée sur deux années, entre les mois de mai et octobre 2011 et de mars à août 2012. Au cours de cette période, 241 relevés phytosociologiques ont été réalisés, servant à l'élaboration de la typologie des végétations. L'interprétation des relevés phytosociologiques a été réalisée dans un premier temps par la diagonalisation des relevés rassemblés dans un tableau phytosociologique. Afin de faciliter le travail, une pré-diagonalisation a été réalisée grâce au programme Modified Twinspan (ROLEČEK *et al.* 2009), utilisé par l'intermédiaire du logiciel Juice (TICHÝ 2002). La diagonalisation a ensuite été affinée par un tri manuel des espèces et des

relevés. Dans un second temps, les différents syntaxons élémentaires mis en évidence ont été comparés avec 458 relevés phytosociologiques tirés de 15 tableaux (notamment des tableaux princeps) issus de la bibliographie qui concerne majoritairement les prairies subhalophiles. Dans la mesure du possible des rapprochements ont été effectués selon la même méthode (statistique et manuelle) que décrite précédemment. Un tableau synthétique a été élaboré, facilitant la comparaison des différents syntaxons.

La nomenclature phytosociologique suit le prodrome des végétations de France décliné à l'association (FELZINES 2012, 2016 ; FELZINES & LAMBERT 2012 ; de FOUCAULT 2013a, 2013b, 2016 ; de FOUCAULT & BIRET 2010 ; de FOUCAULT & CATTEAU 2012), ainsi que la classification physiognomique et phytosociologique des végétations élaborée par le CBN de Brest pour les autres classes phytosociologiques (DELASSUS *et al.* 2014).

Résultats

Au total, 48 groupements végétaux ont été identifiés sur la RNN, appartenant à 34 associations végétales ou alliances. Les tableaux phytosociologiques sont consultables dans le rapport d'étude (THOMASSIN & BALLAYDIER 2014), disponible sur demande auprès du CBN de Brest. La majorité de ces groupements est liée au système subhalophile thermo-atlantique défini par de FOUCAULT (1984), représenté dans les grands marais arrière-littoraux de la façade atlantique. Les marais arrière-littoraux sont façonnés par un microrelief typique fait de buttes (localement appelées les « belles ») et de dépressions (les « baisses »), dont le substrat argileux (bri), très imperméable, retient les eaux

météoritiques. Les dépressions se remplissent d'eau durant l'hiver. Le premier facteur écologique de différenciation des groupements végétaux est par conséquent l'humidité du substrat. La hauteur du microrelief n'est que d'environ 1,5 à 2 m, et c'est le long de ce gradient topographique que se répartissent les groupements les plus caractéristiques du système subhalophile (Fig. 3).

Les niveaux les plus « hauts » topographiquement ne sont jamais inondés, c'est là que se rencontre un groupement mis en évidence récemment, le *Carici divisae* – *Trisetum flavescens* Hardy 2011, qui s'avère être fréquent dans les marais arrière-littoraux de la façade atlantique. Il caractérise l'habitat d'intérêt communautaire (HIC) 6510 *Prairies maigres de fauche de basse altitude*. Il s'agit d'une prairie mésophile à mésohygrophile, des *Arrhenatheretea elatioris* Braun-Blanq. ex Braun-Blanq., Roussine & Nègre 1952, qui se caractérise par la présence d'espèces comme *Trisetum flavescens* (L.) P.Beauv. subsp. *flavescens*, *Ranunculus bulbosus* L. subsp. *bulbosus*, *Poa pratensis* L. subsp. *pratensis*, *Phleum nodosum* L., en plus d'un cortège commun d'espèces avec le contact inférieur, parmi lesquelles nous pouvons mentionner *Carex divisa* Huds., *Trifolium squamosum* L. ou *Oenanthe silaifolia* M.Bieb. Le niveau topographique inférieur est occupé par le *Trifolio maritimi* – *Oenanthe silaifoliae* Dupont ex B. Foucault 2008 (HIC 1410-3 *Prairies subhalophiles thermo-atlantiques*, classe des *Agrostietea stoloniferae* Oberd. 1983) ; il peut être inondé une courte période dans l'année et abrite, en plus des espèces déjà mentionnées, *Alopecurus bulbosus* Gouan, *Ranunculus sardous* Crantz, *Trifolium resupinatum* L. var. *resupinatum* et *Juncus gerardii* Loisel. (Fig. 2).

Figure 2
Photos de quelques végétations remarquables de la RNN.

À gauche : *Trifolio maritimi* – *Oenanthe silaifoliae* variante mésotrophile © G. THOMASSIN.

À droite : *Gnaphalio uliginosi* *Crypsietum schoenoidis* © G. THOMASSIN.



Notons qu'il existe, dans certaines parties de la RNN, des variations mésotrophiles de ces deux prairies des niveaux supérieurs. Elles sont caractérisées par la présence de cortèges d'espèces de pelouses oligotrophes vivaces des *Nardetea strictae* Rivas Goday in Rivas Goday & Rivas Mart. 1963 (*Danthonia decumbens* (L.) DC., *Anacamptis morio* (L.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W. Chase, *Luzula campestris* (L.) DC., etc.) et annuelles des *Juncetea bufonii* B. Foucault 1988 ou des *Helianthemetea guttati* (Braun-Blanq. ex Rivas Goday 1958) Rivas Goday & Rivas Mart. 1963 (*Lotus angustissimus* L., *Moenchia erecta* (L.) G.Gaertn., B.Mey. & Scherb. ou encore *Trifolium strictum* L.). Le déterminisme de ces végétations est encore hypothétique, mais l'existence d'un pâturage équin en hiver pourrait expliquer la faible trophie : les chevaux sont contraints de pâturer dans les zones les plus hautes du marais, qui ne sont pas inondées, alors qu'elles sont plutôt délaissées au printemps et en été par les bovins et les équins. De plus, au sein de leurs zones de pâturage, les chevaux créent une irrégularité spatiale dans la répartition de la trophie par l'existence de crottinoirs (zones eutrophes) et de zones plus intensément pâturées (plus oligotrophes). Enfin, le piétinement du sol assez meuble déstructure le tapis d'espèces vivaces, ce qui est favorable à l'expression du cortège d'espèces annuelles. Ces variations mésotrophiles sont d'une grande originalité et par conséquent d'un grand intérêt patrimonial. Des prospections ont été menées sur d'autres secteurs de Marais poitevin afin de trouver des groupements similaires, sans donner de résultats.

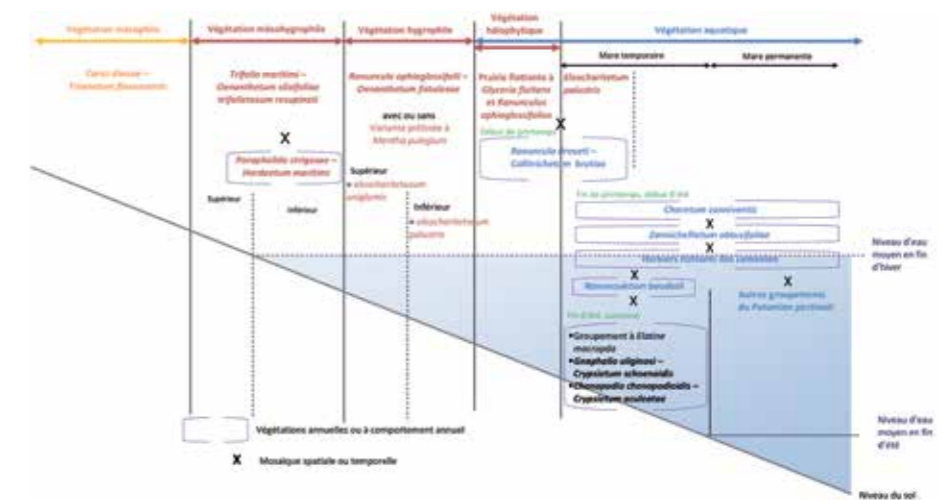
En position topographique intermédiaire, dans les secteurs piétinés, où le sol est mis à nu, et qui abrite une forte concentration en sel, on rencontre une communauté dominée par des espèces annuelles halophiles telles que *Parapholis strigosa* (Dumort.) C.E.Hubb., accompagné d'*Hordeum marinum* Huds. ou d'*H. geniculatum* All., il s'agit du *Parapholido strigosae - Hordeetum marini* Géhu, Caron & Bon ex Géhu & B. Foucault 1978 (HIC 1310-4 *Pelouses rases à petites annuelles subhalophiles*). La présence d'*H. geniculatum* au sein de ce groupement n'avait pas encore été mise en évidence ; des relevés complémentaires ont été réalisés sur d'autres sites du Marais Poitevin afin de préciser le statut de cette communauté. Plus bas encore, caractérisant les « baisses », secteurs longuement

inondés, on trouve le *Ranunculo ophioglossifolii - Oenanthetum fistulosae* B. Foucault 2008 (HIC 1410-3 *Prairies subhalophiles thermo-atlantiques*), caractérisé par *Ranunculus ophioglossifolius* Vill., *Oenanthe fistulosa* L., *Trifolium michelianum* Savi, *Galium debile* Desv., en plus de *Carex divisa* et *Alopecurus bulbosus*. *Myosotis sicula* Guss. est abondant à ce niveau topographique sur la RNN. Dans les secteurs les plus piétinés, il existe une variante à *Mentha pulegium* L.

Au contact inférieur, les prairies à proprement parler sont remplacées par une rose lière basse dominée par des héliophytes, notamment *Glyceria fluitans* (L.) R.Br., *Eleocharis palustris* (L.) Roem. & Schult., *Rorippa amphibia* (L.) Besser ou encore *Baldellia repens* subsp. *cavanillesii* (Molina Abril, A. Galán, Pizarro & Sard.Rosc.) Talavera, dans laquelle *Ranunculus ophioglossifolius* reste présente. Ce groupement, qui se rapproche de l'*Oenanthion aquatica* Hejný ex Neuhäusl 1959, semble inédit ; il a fait l'objet de nouvelles investigations sur d'autres sites du Marais Poitevin et du Marais Breton. C'est à ce même niveau qu'au printemps s'exprime, alors que les baisses sont encore inondées, un herbier aquatique à *Ranunculus trichophyllus* subsp. *drouetii* (F.W.Schultz ex Godr.) P.Fourn., le *Ranunculo drouetii - Callitricetum brutiae* Bouzillé ex Felzines 2016, qui disparaît rapidement au début de l'été avec le retrait des eaux. D'autres végétations aquatiques se développent dans les zones submergées temporairement ou non. On rencontre, parmi les plus remarquables, le *Zannichellietum obtusifoliae* Brullo & Spampinato 1990, mentionné pour la première fois en France sur la RNN (DESMOTS *et al.* 2015), et caractérisé par *Zannichellia obtusifolia* Talavera, García-Mur. & H.Smit, espèce longtemps méconnue dans les marais subhalophiles et jusque-là confondue avec *Z. palustris* L. subsp. *pedicellata* (Wahlenb. & Rosén) Arcang. Le *Ranunculetum baudotii* Hocquette 1927, qui abrite *Ranunculus peltatus* subsp. *baudotii* (Godr.) Meikle ex C.D.K.Cook et *Callitriche truncata* subsp. *occidentalis* (Rouy) Braun-Blanq., ainsi que l'herbier à *Chara connivens* Salzm. ex A.Braun du *Charetum conniventis* Ionescu-Teculescu 1972 (HIC 3140-1 *Communautés à characées des eaux oligo-mésotrophes basiques*), sont également fréquents sur la réserve. Comme les végétations précédentes, ces trois groupements aquatiques sont inféodés au système subhalophile.

² La population d'*Elatine macropoda* de la RNN de Saint-Denis-du-Payré possède des graines en forme de fer à cheval, ce qui la rapprocherait d'*Elatine campyloperma* Seub., taxon récemment réhabilité (TAKACS *et al.* 2018).

Figure 3
Transect théorique, le long du gradient d'humidité du sol, des végétations liées au système subhalophile de la RNN de Saint-Denis-du-Payré.



La flore n'est pas en reste puisque de nombreuses espèces ont été découvertes ou redécouvertes, parmi lesquelles nous pouvons mentionner *Crypsis schoenoides*, *C. aculeata*, *Atriplex longipes* Drejer, *Zannichellia obtusifolia* ou encore *Trifolium angulatum* Waldst. & Kit., espèce méconnue, confondue avec *T. hybridum* var. *elegans* (Savi) Boiss. ou *T. michelianum*, dont la présence dans le Marais poitevin est en réalité attestée depuis 1852 (CHAGNEAU & THOMASSIN 2017).

La cartographie des végétations

Méthode

La méthode utilisée correspond au cahier des charges de cartographie des habitats naturels de sites Natura 2000 terrestres en France, mis en place par le Muséum national d'histoire naturelle et la Fédération des conservatoires botaniques nationaux (CLAIR *et al.* 2005).

dis & Lorenzoni 1994 (rare sur la RNN). Le travail de description du *Gnaphalio uliginosi - Crypsietum schoenoidis* (GUITTON & TERRISSE 2015) a notamment pu être initié suite à la découverte de *Crypsis schoenoides* sur la RNN. Toutes ces associations caractérisent l'HIC 3170-3 *gazons méditerranéens amphibies halonitrophiles* (Heleochloïen). La présence de ces groupements de vase nue est liée à la fois à une inondation de très longue durée, qui empêche la présence de prairies, mais également à une exondation, qui empêche la pérennisation des végétations aquatiques.

Les prospections ont démarré le 20 mars 2012 et se sont poursuivies de manière continue jusqu'au 25 août 2012. L'étalement de ce travail sur six mois a permis de réaliser plusieurs passages au cours de la saison dans les secteurs abritant des mosaïques temporelles comme les mares temporaires et les baisses. Ces secteurs connaissent des successions de végétations au cours de l'année : par exemple les baisses inondées au printemps accueillent l'herbier aquatique du *Ranunculo drouetii - Callitricetum brutiae*, qui disparaît au moment de l'exondation, et laisse place aux groupements de l'*Oenanthion aquatica*. De même, l'herbier aquatique vernal du *Charetum conniventis* en bordure de mare temporaire disparaît au cours de l'année au profit tout d'abord du groupement à *Elatine macropoda* sur vases humides, puis du *Gnaphalio uliginosi - Crypsidetum schoenoidis* sur vases asséchées. Le fait que ces végétations se succèdent au même endroit au cours de l'année, et oc-

cupent jusqu'à 100 % d'un polygone où elles sont présentes, nous a conduit à réaliser trois géodatabases : un premier passage entre avril et mai a permis de cartographier les groupements vernaux, notamment les herbiers fugaces de renoncule aquatique, les prospections ont ciblé les secteurs favorables ; le second passage, exhaustif, de mai à juillet, a concerné l'ensemble des groupements et notamment les prairies ; enfin le

troisième passage, donnant lieu à une troisième géodatabase, à partir du mois d'août, a concerné les groupements tardi-estivaux de vases exondées (Fig. 4). Remarquons que la présence des groupements tardi-estivaux de vase exondée est dépendante des conditions météorologiques de l'année, apparaissant tôt si la pluviométrie est faible au printemps ou tardivement dans le cas contraire.

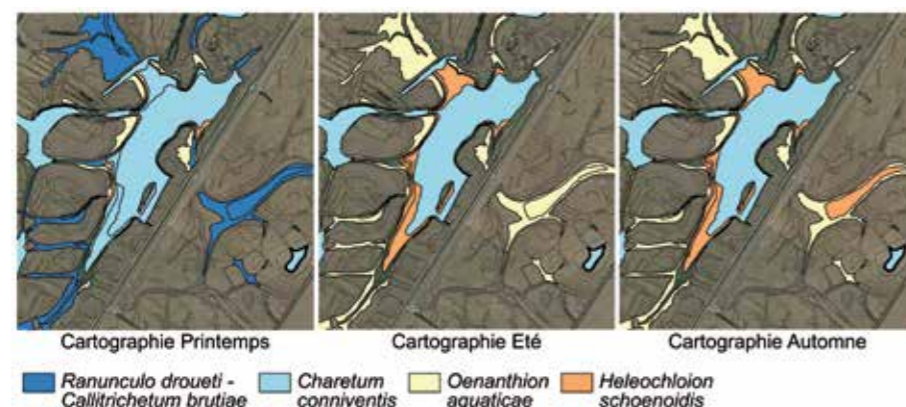


Figure 4
Extraits des trois cartographies saisonnières, qui ont été réalisées sur la RNN de Saint-Denis-du-Payré, et qui mettent en évidence l'évolution de la végétation au cours d'une saison.

Résultats

La cartographie des végétations de la RNN de Saint-Denis-du-Payré a conduit à la réalisation de 1971 polygones contenant une ou plusieurs végétations dans le cas de mosaïques spatiales. Grâce aux trois cartographies saisonnières, ce sont 215 ha qui ont été cartographiés sur une réserve, qui n'en fait que 207, permettant de prendre en compte au mieux la réalité des surfaces de chaque groupement.

Les prairies occupent 88 % du site. Le groupement le plus répandu de la RNN est la prairie mésophile du *Carici divisae - Trisetetum flavescens* représentant 57 % de sa surface. Les prairies mésohygrophiles (*Trifolium maritimi - Oenanthetum silaifoliae*) occupent 19 % du site, tandis que les baisses, qui abritent les prairies hygrophiles du *Ranunculo ophioglossifolii - Oenanthetum fistulosae*, concernent 12 % de la RNN. Ce résultat souligne l'importance de la conservation des baisses dans une matrice globalement mésophile à mésohygrophile.

En moyenne sur l'année, les habitats d'intérêt communautaire occupent environ 90 % de la surface du site. Ce sont les habitats prairiaux, prairies maigres de fauche (HIC 6510) et prairies subhalophiles thermo-atlantiques (HIC 1410-3), qui dominent.

En croisant les données de gestion agro-pastorales des parcelles et la cartographie des végétations, nous avons pu mettre en évidence l'influence de la gestion menée sur le déterminisme de certaines communautés. Ainsi, on observe que le *Parapholido strigosae - Hordeetum marini* (végétation de secteurs très piétinés) est absent de la parcelle historiquement fauchée et pâturée en regain. Le groupement pourrait donc être lié à un piétinement, qui survient tôt dans la saison. Les variantes mésotrophiles des végétations prairiales de niveaux supérieurs (*Carici divisae - Trisetetum flavescens* et *Trifolium maritimi - Oenanthetum silaifoliae*) semblent à la fois liées à la fauche (fauche tardive avec export, puis pâturage du regain à l'automne), ainsi qu'au pâturage hivernal équin réalisé sur certaines parcelles de la réserve. Les secteurs longuement inondés l'hiver et exondés durant l'été comme la « baisse principale » sont favorables aux groupements de vases exondées à forte valeur patrimoniale. Ces habitats ont ainsi pu profiter des niveaux d'eau maintenus artificiellement hauts durant l'année.

Concernant la répartition des espèces végétales patrimoniales sur le site, on observe quelques éléments intéressants liés à la gestion : *Iris reichenbachiana* Klatt ne supporte pas la fauche, il est (quasi) absent de la par-

celle anciennement fauchée. À l'inverse, *Anacamptis laxiflora* (Lam.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase est presque exclusivement cantonné à ce secteur. Enfin, la flore patrimoniale liée aux habitats de vases exondées, dont *Crypsis schoenoides*, *C. acu-*

leata et *Elatine macropoda* font partie, trouve ses plus importants effectifs autour de la « grande baisse », qui bénéficie de la gestion de ses niveaux d'eau en faveur de l'avifaune.

Réflexions sur la priorisation des enjeux de conservation et sur la gestion du site, adaptations au nouveau plan de gestion

L'accueil de l'avifaune a conduit le gestionnaire à allonger les périodes de submersion de certaines zones humides, qui se sont transformées en mares temporaires. La réfection des micro-ouvrages hydrauliques et une pompe à énergie photovoltaïque ont permis de mieux maîtriser cette gestion. La quantité d'oiseaux en hivernage, en escale prénuptiale, a crû en parallèle. Cette gestion fixait également des espèces nicheuses de laro-limicoles de fortes valeurs patrimoniales. Pour exemple, l'*Eleocharitetum palustris* Savič 1926 (*Oenanthion aquaticae*) était annuellement occupé, durant toutes les années 90, par une colonie de Guifette noire (*Chlidonias niger* L.). En parallèle, ces volumes d'eau élevés ont favorisé le développement de l'ichtyofaune, en particulier les Cyprinidés de type Carpe commune (*Cyprinus carpio* L.). Ces poissons, dont la population pouvait atteindre jusqu'à 800 individus sur quatre hectares, au régime alimentaire

omnivore, étaient à l'origine d'une régression de la flore héliophytique et aquatique, ainsi que de la macrofaune aquatique. Par le biais d'assecs triennaux et de captures, cette population a été fortement réduite. La régression des ceintures d'hélophytes était également accentuée par le développement des stationnements printaniers d'une population de Cygne tuberculé (*Cygnus olor* Gmelin), pouvant atteindre 170 individus en mai sur la « baisse » principale.

Pour protéger les héliophytes et la colonie de guifette des cygnes, mais également des risques de piétinement par les bovins, un ou plusieurs exclos étaient mis en place autour de la colonie. Cet interventionnisme n'était pas toujours couronné d'un succès de reproduction des guifettes, mais a permis de mettre en évidence le contraste impressionnant entre la zone accessible aux cygnes et au bétail et celle non accessible (Fig. 5).

Figure 5
Illustration de l'exclos, des effets du pâturage et du piétinement sur la végétation. En vert *Eleocharitetum palustris*, en rouge groupement annuel à *Elatine macropoda* favorisé par le piétinement.



L'évolution du milieu était tellement significative que les guifettes noires ne se sont mises à nicher plus que de façon sporadique sur le site. L'étude phytosociologique menée en 2011 et 2012 a mis en évidence que cette végétation « nouvelle », qui ne permet pas à la Guifette de nicher, appartient à l'*Heleochoion schoenoidis*, favorisé par le pâturage et le piétinement. Elle caractérise un habitat d'intérêt communautaire prioritaire très rare en France (HIC 3170* *Mares temporaires méditerranéennes*). Ce constat a incité à la grande prudence quant aux choix des orientations de gestion.

L'allongement des périodes de submersion de zones humides, favorable à l'habitat de mares temporaires, avec tous les effets induits (notamment sur la Guifette noire), provoque également, par la diminution de surfaces de prairies, une baisse substantielle des productions fourragères. La conduite pastorale est donc impactée. L'acceptabilité sociale des éleveurs et du propriétaire est un nouveau défi pour le gestionnaire.

Aujourd'hui, les colonies de guifettes noires se reportent sur d'autres territoires du Marais poitevin pour nicher, comme les marais de la Vacherie, à Champagné-les-Marais, distants d'une dizaine de kilomètres (site classé en Réserve naturelle régionale et géré par la LPO France). Cela illustre l'intérêt de travailler à une échelle dépassant les limites strictes d'un espace protégé, *a fortiori* de taille moyenne, pour engager des stratégies de conservation sur de vastes territoires, comme ici le Marais poitevin dans son ensemble.

Ce travail du CBN de Brest a également mis en évidence que les différents modes de conduites pastorales engendraient une diversité de végétations.

Cette information a permis de clarifier de possibles évolutions du pastoralisme à l'échelle de la réserve et des prairies attenantes. La période de pâturage, les dates

d'entrée et de sortie des bovins, la présence annuelle des équins, la variation du chargement, la mixité entre les bovins et les équins au sein de la même parcelle, les effets de la fauche tardive et le pâturage de regain sont quelques exemples de pratiques qui peuvent expliquer la diversité des végétations, également influencées par les niveaux d'eau, la nature du sol et la microtopographie.

Le gestionnaire, fort de ces enseignements, a fait pression sur l'administration pour rétablir le pâturage équin hivernal dans les cahiers des charges des mesures agro-environnementales et climatiques (MAEC) en 2015, après cinq années d'interdiction.

La fauche tardive, sans fertilisation, avec un pâturage du regain est également une gestion qui a montré toute sa pertinence (notamment pour le maintien des groupements mésotrophiles et d'*Anacamptis laxiflora*). Le gestionnaire travaille sur son rétablissement. Mais actuellement, la gestion des MAEC est catastrophique au niveau national : en juillet 2018, seules les aides de 2015 et un acompte pour 2016 ont été perçus par les éleveurs. Les efforts environnementaux demandés aux éleveurs s'en trouvent inhibés.

Un projet de périmètre de protection, incluant des prairies pâturées et de fauche, dans le cadre d'une reprise complète d'une ferme jouxtant la réserve, est à l'étude actuellement. Ce projet permettrait d'élargir encore la réflexion sur la diversification des pratiques pastorales, leurs effets sur les végétations et leur conservation.

De tels apports de connaissances contribuent, enrichissent et étayent les objectifs à long terme du plan de gestion 2015-2024 [des TOUCHES (coord.) 2015] mis en œuvre dans la réserve, mais également hors de la réserve à travers, par exemple, le cahier des charges des mesures agro-environnementales.

Conclusion

L'exemple présenté ici illustre l'intérêt d'études naturalistes approfondies, d'abord pour les gestionnaires d'espaces naturels, puisqu'elles apportent des éléments à prendre en compte pour l'élaboration des objectifs de gestion et pour la priorisation des enjeux de préservation de la biodiversité.

L'intérêt est ensuite scientifique, en permettant l'amélioration des connaissances dans les domaines de la botanique, de la phytosociologie et de la cartographie des végétations. La méthode de cartographie « saisonnière » utilisée ici permet certes de répondre à la fois au cahier des charges national et d'avoir une estimation plus rigoureuse de la surface de l'ensemble des végétations, elle possède néanmoins une limite de taille, dans la mesure où les moyens humains et de temps qu'elle requière sont importants. En effet, le travail de cartographie de la RNN n'a été possible que dans le cadre d'un stage de Master 2 de six mois, qui plus est sur un site de petite surface. Cela soulève le problème plus général des moyens financiers insuffisants mis à la disposition des structures en charge de la connaissance ou de la gestion des milieux naturels, à l'heure où l'urgence de la préservation de la biodiversité n'est plus à démontrer.

Bibliographie

- AMIAUD B. 1998. - *Dynamique végétale d'un écosystème prairial soumis à différentes modalités de pâturage*. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1, France, 318 p.
- BALLAYDIER A. 2012. - *Cartographie des végétations et des plantes patrimoniales de la Réserve naturelle nationale de Saint-Denis-du-Payré*. Master Biodiversité - Écologie - Environnement, Université Joseph-Fourier Grenoble 1, France, 89 p., annexes np.
- CHAGNEAU D. & THOMASSIN G. 2017. - Observations récentes sur la répartition et l'écologie de *Trifolium angulatum* Waldst. & Kit. en France ; discussion sur son indigénat en Pays de la Loire. *E.R.I.C.A.* **31** : 31-38.
- CHAMPION E., DES TOUCHES H., TROTIGNON P., PALIER S. & RAIMBAULT K. 2011. - *Évaluation du plan de gestion 2004 - 2010 de la RNN « Michel-Brosselin » de Saint-Denis-du-Payré*. LPO, 287 p.
- CLAIR M., GAUDILLAT V. & HÉRARD K. 2005. - *Cartographie des habitats naturels et des espèces végétales appliquée aux sites terrestres du réseau Natura 2000. Guide méthodologique*. Muséum national d'histoire naturelle / Fédération des conservatoires botaniques nationaux, 66 p.
- DELASSUS L. & MAGNANON S. (COORD.), COLASSE V., GLEMAREC E., GUITTON H., LAURENT E., THOMASSIN G., BIRET F., CATTEAU E., CLÉMENT B., DIQUELOU S., FELZINES J.-C., FOUCAULT B. (DE), GAUBERVILLE C., GAUDILLAT V., GUILLEVIC Y., HAURY J., ROYER J.-M., VALLET J., GESLIN J., GORET M., HARDEGEN M., LACROIX P., REIMRINGER K., SELLIN V., WAYMEL J. & ZAMBETTAKIS C. 2014. - *Classification phytosociologique et phytosociologique des végétations de Basse-Normandie, Bretagne et Pays de la Loire*. Brest : Conservatoire botanique national de Brest, 260 p. (Les cahiers scientifiques et techniques du CBN de Brest ; 1).
- DESMOTS D., LAMBERT É., THOMASSIN G. & BEILLEVERT P. 2015. - *Zannichellia obtusifolia* Talavera et al. et le *Zannichellietum obtusifoliae* Brullo & Spampinato 1990 dans l'ouest de la France. *E.R.I.C.A.* **28** : 45-52.
- DES TOUCHES H. (coord.) 2015. - *Réserve naturelle nationale « Michel-Brosselin » Saint-Denis-du-Payré. Plan de gestion 2015-2024*. Ligue pour la protection des oiseaux - Pays de la Loire / Office national de la chasse et de la faune sauvage. Délégation régionale Bretagne-Pays de la Loire, 249 p.
- DUPONT P. & HÉRAULT A. 1993. - *Flore et végétation (plantes vasculaires) de la réserve naturelle de Saint-Denis-du-Payré*. 22 p.
- FELZINES J.-C. 2012. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Lemnetea minoris* Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955. *Le journal de botanique* **59** : 189-240.
- FELZINES J.-C. 2016. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Potametea Klika* in Klika & V. Novák 1941. *Documents Phytosociologiques, série 3*, **3** : 219-435.
- FELZINES J.-C. & LAMBERT E. 2012. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Charetea fragilis* F. Fukarek 1961. *Le journal de botanique* **59** : 133-188.
- FOUCAULT B. (de) 1984. - *Systématique, structuralisme et synsystème des prairies hygrophiles des plaines atlantiques françaises*. Thèse de doctorat : Sciences naturelles. Rouen : Université de Rouen. Laboratoire d'Écologie, Lille : Université de Lille II. Laboratoire de botanique, Bailleul : Station internationale de phytosociologie de Bailleul, 3 vol. (pp. 1-409, pp. 410-674., tableaux).
- FOUCAULT B. (de) 2013a. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Isoëtetea velatae* de Foucault 1988 et les *Juncetea bufonii* de Foucault 1988 (« *Isoëto - Nano juncetea bufonii* ») (Partie 1). *Le journal de botanique* **62** : 35-70.
- FOUCAULT B. (de) 2013b. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Isoëtetea velatae* de Foucault 1988 et les *Juncetea bufonii* de Foucault 1988 (« *Isoëto - Nano juncetea bufonii* ») (partie 2). *Le journal de botanique* **63** : 63-109.
- FOUCAULT B. (de) 2016. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Arrhenatheretea elatoris* Braun Blanq. ex Braun-Blanq., Roussine & Nègre 1952. *Documents Phytosociologiques, série 3*, **3** : 5-217.
- FOUCAULT B. (de) & BIRET F. 2010. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Saginetetea maritimae* Westhoff et al. 1962. *Le journal de botanique* **50** : 59-83.
- FOUCAULT B. (de) & CATTEAU E. 2012. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Agrostietea stoloniferae* Oberd. 1983. *Le journal de botanique* **59** : 5-131.
- GODET L. & THOMAS A. 2013. - Three centuries of land cover changes in the largest French Atlantic wetland provide new insights for wetland conservation. *Applied geography* **42** : 133-139.
- GUITTON H. & TERRISSE J. 2015. - Pelouses annuelles amphibies, eutrophiles et thermophiles à *Crypsis aculeata*, *Crypsis schoenoides* et *Crypsis alopecuroides* des marais littoraux thermo-atlantiques (France). *Bulletin de la Société botanique du Centre-Ouest* **45** : 294-305.
- KERNÉIS É., HAVET A. & BAR-OR D. 1995. - *Prairie humide de marais et systèmes d'élevage extensifs : typologie de fonctionnement des exploitations, caractérisation floristique, écologique et fourragère des prairies naturelles humides*. Rapport Contrat ministère de l'Agriculture et de la Pêche (FIDAR/FIQV) / INRA : 190 p. + annexes.
- KERNÉIS É., BOUZILLÉ J.-B. & BONIS A. 2000. - *Effets de facteurs abiotiques sur la dynamique de la végétation prairiale et son usage agricole*. Tiré-à-part, Colloque ARAMIS, 10 p.
- KERNÉIS É., CHEVALIER C. & PONS Y. 2007. - *Production prairiale, gestion de l'eau et conflits d'usage dans les marais de l'ouest de la France : l'été est-il une période clé ?* INRA-SAD Saint-Laurent-de-la-Prée, *Fourrages* **191** : 323-335.
- ROLEČEK J., TICHÝ L., ZELENÝ D. & CHYTRÝ M. 2009. - Modified TWINSPLAN classification in which the hierarchy respect cluster heterogeneity. *Journal of vegetation science* **20** : 596-602.
- TAKÁCS A., MOLNAR A., ANDRAS LUKACS B., NAGY T., LOVAS-KISS A., GREEN A. & POPIELA A. 2018. - Resurrection and typification of *Elatine campylosperma* (Elatinaceae), a longforgotten waterwort species. *PeerJ*, **6** : e4913 ; <https://doi.org/10.7717/peerj.4913>
- THOMASSIN G. & BALLAYDIER A. 2014. - *Typologie phytosociologique, cartographie des végétations et de la flore de la Réserve naturelle nationale de Saint-Denis-du-Payré (85)*. Pour la LPO France. Nantes : Conservatoire botanique national de Brest, 1 volume, 106 p. + annexes.
- TOUCHES H. (des, coord.) 2015. - *Réserve naturelle nationale « Michel-Brosselin » Saint-Denis-du-Payré. Plan de gestion 2015-2024*. Ligue pour la protection des oiseaux - Pays de la Loire / Office national de la chasse et de la faune sauvage, Délégation régionale Bretagne-Pays de la Loire, 249 p.
- TOURNADE F. & BOUZILLÉ J.-B. 1995. - *Déterminisme pédologique de la diversité végétale d'écosystèmes prairiaux du Marais poitevin*. Étude Et Gestion Des Sols, vol. 2, p. 57-72.
- TICHÝ L. 2002. - JUICE, Software for vegetation classification. *Journal of vegetation science* **13** : 451-453.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=hztptPOCQfsg>

Session 5

Concevoir et transmettre les outils de diagnostic

[Président de séance : Franco PEDROTTI - Rapporteur : Yamina KADID]



photo : © C. BLONDEL

La première proposition pour la protection des zones humides a été faite lors de la conférence organisée par l'UICN à Les Saintes-Maries-de-la-Mer en Camargue en 1962, au cours de laquelle il a été approuvé le « PROJET MAR » pour la protection des zones humides. Tous les milieux sont caractérisés par des conditions écologiques très spécifiques et complexes, d'une flore et végétation spécialisées et d'une zonation de la végétation liée au niveau de l'eau. Les milieux humides sont destinés à changer au fil du temps pour des raisons naturelles, physiques, chimiques et biologiques, le *Changing Wetland Paradigm*. La raison principale en est l'assèchement naturel et progressif. L'intervention de l'homme accélère ces changements, qui peuvent conduire à la destruction complète des zones humides. Sur la base de l'expérience des cinquante années dans les milieux humides de l'Italie, on peut résumer de la façon suivante la typologie des interventions anthropiques sur eux : a) assèchement ; b) réduction progressive de la zone occupée par le milieu humide ; c) extraction de la tourbe ; d) pollution de l'eau ; e) cessation du fauchage des prairies marécageuses ; f) construction d'installations touristiques (routes, plages, ports, marinas, etc.) ; g) variation du niveau d'eau ; h) défrichement des zones alluviales ; i) drainage. Les conséquences de l'action de l'homme sur les milieux humides sont les suivantes : a) disparition d'espèces de la flore, entre 15 et 25 % dans les lacs Caldonazzo et Levico (Alpes) et Fucecchio et Trasimeno (Apennins) ; b) disparition d'associations végétales ; c) perte de la zonation originaria de la végétation (partout) ; d) modification irréversible de l'environnement. Dans le cas du "Laghestel", on a relevé trois cartes (phytosociologique, phytosociologique intégrée et des tendances dynamiques de la végétation) à une échelle très détaillée (1:2.880), qui ont été répétées trois fois (1976, 1994, 2001) pour mettre en évidence les changements qui se sont produits à cause de l'homme. Pour la sauvegarde des milieux humides, sont essentielles les connaissances scientifiques (phytosociologie, dynamisme, écologie) qui sont des outils de diagnostic indispensables. Un problème très difficile est le passage de la théorie à la pratique, qui consiste dans l'application efficace des lois et qui se produit par les étapes suivantes : 1) protection (ensemble des normes juridiques approuvées par les pouvoirs publics) ; 2) conservation (préservation des écosystèmes en fonction perpétuelle, préservation des échantillons représentatifs des différents types de milieux humides et de la biodiversité) ; 3) gestion (application de certains types d'entretien en fonction du but à atteindre, par exemple le fauchage pour les prairies marécageuses) ; 4) reconstruction biologique (mesure curative qui a le but de restaurer les équilibres écologiques détériorés). Un milieu peut être protégé mais pas bien conservé, protégé mais pas bien géré. Il y a encore un dernier aspect, celui éthique et moral vis-à-vis des générations futures, comme le pensaient les grands idéalistes du siècle dernier.

Protection, conservation and management of wetlands. From theory to practice

The first proposal for the protection of wetlands was made at the conference organized by U.I.C.N. in Saintes-Maries-de-la-Mer in the Camargue in 1962, during which it was approved the "MAR PROJECT" for the protection of wetlands. All environments are characterized by very specific and complex ecological conditions, specialized flora and vegetation and zonation of vegetation linked to the water level. Wetlands are bound to change over time for natural, physical, chemical and biological reasons, the "Changing Wetland Paradigm", the main reason is the gradual drying out of the water. Human intervention accelerates these changes which can lead to the complete destruction of wetlands. Based on the experience of 50 years in Italy's wetlands, the typology of anthropogenic interventions on them can be summarized as follows: a) drying up; b) progressive reduction of the area occupied by the wetland; c) peat extraction; d) water pollution; e) cessation of meadow mowing; f) construction of tourist facilities (roads, beaches, ports, marinas, etc.); g) variation of the water level; h) clearing of alluvial areas; i) drainage. The consequences of human action on wetlands are as follows: a) disappearance of flora species, between 15 and 25% in Caldonazzo and Levico (Alps) and Fucecchio and Trasimeno (Apennines) lakes; b) breakdown of plant associations; c) loss of zonation originating in vegetation (everywhere); d) irreversible modification of the environment. In the case of "Laghestel", 3 maps (phytosociological, integrated phytosociological and dynamic trends in vegetation) were collected on a very detailed scale (1:2.880), which were repeated three times (1976, 1994, 2001) to highlight the changes that have occurred because of man. For the safeguarding of the most humid are essential, the scientific knowledge (phytosociology, dynamism, ecology) which are essential diagnostic tools. A very difficult problem is the transition from theory to practice, which consists of the effective application of laws and which occurs through the following stages: 1) protection (set of legal standards approved by the public authorities); 2) conservation (preservation of ecosystems in perpetual function, preservation of representative samples of different types of wetlands and biodiversity); 3) management (application of certain types of maintenance depending on the purpose to be achieved, eg mowing for marsh grasslands); 4) biological reconstruction (curative measure that aims to restore deteriorated ecological equilibrium). An environment can be protected but not well preserved, protected but not well managed. There is one last aspect, ethical and moral, in relation to the new generations, as the great idealists of the last century thought.

Protection, conservation et gestion des zones humides. De la théorie à la pratique

FRANCO PEDROTTI

Université de Camerino,
Via Pontoni 5,
62032 Camerino (Italie) ;
franco.pedrotti@unicam.it

Introduction

La première proposition pour la protection des zones humides a été faite lors de la conférence organisée par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) à Les Saintes-Maries-de-la-Mer en Camargue en 1962, au cours de laquelle, on a approuvé le « PROJET MAR » pour la protection des zones humides (UICN 1964). Elle a été suivie en 1971 de la *Convention sur les zones humides d'importance internationale de Ramsar* (Iran). La Convention a adopté une large définition des zones humides comprenant tous les lacs et cours d'eau, les aquifères souterrains, les marécages et marais, les prairies humides, les tourbières, les estuaires, les deltas et étendues intertidales, les mangroves et autres zones côtières, les récifs coralliens et tous les sites artificiels tels que les étangs de pisciculture, les rizières, les retenues et les marais salés. Enfin, en 1992 a été approuvée la directive de l'Union européenne 92/43/CEE concernant la conservation des habitats naturels ainsi que des espèces de la faune et de la flore sauvages, y compris des milieux humides. Toutes les mesures adoptées sont d'une grande importance pour les milieux humides, mais leur sauvegarde concrète et efficace reste toujours un problème très complexe et difficile à poursuivre

Protection, conservation, gestion et restauration des milieux humides

En simplifiant, on peut dire que la **protection** est donnée par l'ensemble des normes juridiques approuvées par les pouvoirs public ; avec raison, GÉHU (2006) écrit que "actuellement le terme de protection a pris une signification plus juridique et administrative que scientifique et gestionnaire".

La **conservation** se réfère à la préservation des écosystèmes en fonction perpétuelle (MILLER 1980) y compris la préservation des échantillons représentatifs des différents types de milieux humides et de la biodiversité.

La **gestion** se compose de l'application de certains types d'entretien en fonction du but à atteindre, par exemple le fauchage pour les prairies marécageuses ; pour BIORET *et al.* (2009), il s'agit de la gestion conservatoire.

La **restauration** est une mesure curative qui a le but de restaurer les équilibres écologiques détériorés ; elle est appelée aussi reconstruction biologique (BĂNĂRESCU 1987). Pour cet auteur, la protection de la nature est une mesure préventive pour éviter quelque chose de mauvais et la reconstruction biologique, une mesure curative de réparation du mal fait. C'est une forme particulière de gestion, que BIORET *et al.* (2009) appellent restauration active.

Trois autres concepts sont utilisés : dégradation, modifications et altération des milieux (PEDROTTI *in* GÉHU 2006), réhabilitation, correction des effets de dégradation d'un milieu (GÉHU 2006 ; BIORET *et al.* 2009) ; régradation, dynamique progressive secondaire de reconstitution de la végétation après perturbation (GÉHU, 2006).

Compte tenu des précisions susmentionnées, il est fait référence ici aux trois princi-

aux aspects du problème : protection, conservation et gestion.

La végétation des milieux humides

Les milieux humides sont caractérisés de conditions écologiques très spécifiques et complexes, d'une flore très spécialisée et d'une zonation de la végétation liée au niveau de l'eau. La végétation de ces milieux de l'Europe appartient aux classes suivantes de végétation (MUCINA 1997) : végétation aquatique (*Lemnetea*, *Charetea fragilis*, *Potametea*, *Ruppiaetea maritima*, *Zosteretea*) ; végétation des marais d'eau douce et des tourbières (*Isoëto-Littorelletea*, *Isoëto-Nano-*

juncetea, *Montio-Cardaminetea*, *Phragmito-Magnocaricetea*, *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*, *Oxycocco-Sphagnetetea*) ; végétation côtière (*Spartinetea maritima*, *Salicornietea fruticosae*, *Juncetea maritimi*) ; végétation chasmophytique (*Adiantetea*) ; végétation synanthropique (*Bidentetea tripartitae*) ; forêts tempérées et boréales (*Salicetea purpureae*, *Alnetea glutinosae*, *Querco-Fageta* p.p., seulement les alliances *Alno-Padion* et *Alnion incanae*).

Changements dans les milieux humides

Les milieux humides sont liés à changer au fil du temps pour des raisons naturelles, physiques, chimiques et biologiques ; c'est le *changing wetland paradigm* de MALTHBY & BARKER (2009). La cause principale est l'assèchement progressif pour des raisons naturelles. Cependant, l'intervention humaine accélère ces changements, qui peuvent conduire à la destruction complète des zones humides.

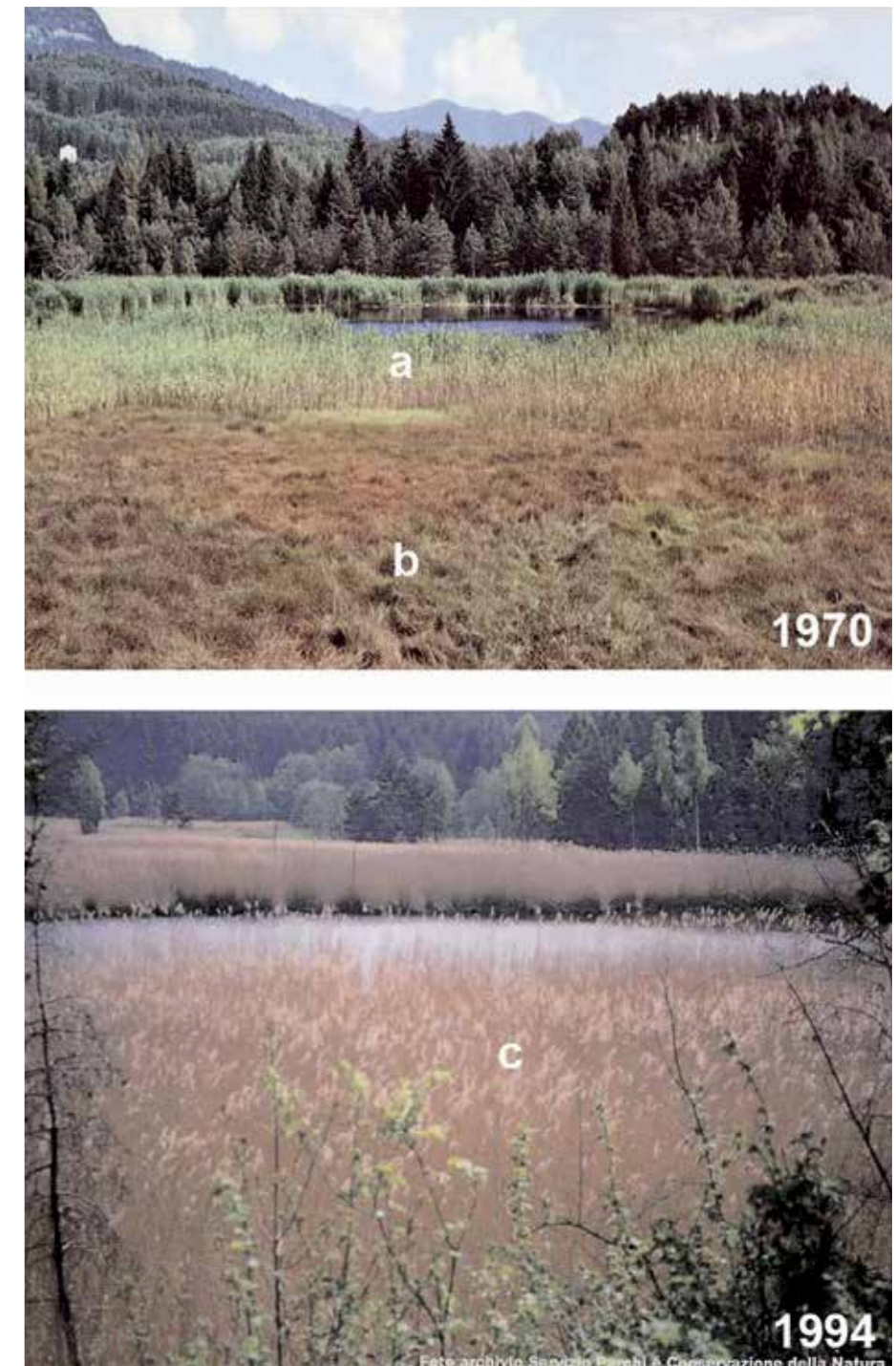
Sur la base de l'expérience de cinquante années dans les milieux humides de l'Italie, on peut résumer de la façon suivante la typologie des interventions anthropiques sur eux : assèchement, réduction progressive de la zone occupée par le milieu humide, extraction de la tourbe, pollution de l'eau, cessation du fauchage des prairies marécageuses, construction d'installations touristiques (routes, plages, ports, marinas, etc.), variation du niveau d'eau, défrichement des zones alluviales, drainage (PEDROTTI 2006).

Certains de ces cas sont documentés avec des exemples de zones humides étudiées en Italie.

Eutrophisation

L'eutrophisation est un phénomène général, qui affecte de nombreux lacs européens, en particulier des plaines, collines et vallées des montagnes (KLÖTZLI 1983 et 1987). Le Laghestel de Piné (Trente, Alpes centrales) était une tourbière oligotrophe avec prairies flottantes (*Rhynchosporium albae* et *Caricetum lasiocarpae*) qui, à cause de la pollution de l'eau de l'affluent sont maintenant complètement disparues et substituées par une dense roselière (Fig. 1). Toutes les espèces du genre *Sphagnum* (six espèces), *Aulacomnium palustre* et *Meesia triquetra* sont disparues, ainsi que *Carex lasiocarpa*, *C. limosa*, *Rhynchospora alba*, *Lycopodiella inundata*, *Anagallis minima*, *Drosera intermedia*, *D. rotundifolia*, *Viola palustris*. L'eutrophisation a donc causé la disparition d'espèces et d'associations (Fig. 2). Le Laghestel a été protégé par la loi, mais il n'a pas été préservé des influences humaines et il n'y a aucune possibilité de le restaurer.

Figure 1
La tourbière du Laghestel en 1970 et en 1994 ;
a – *Caricetum lasiocarpae* ;
b – *Caricetum elatae caricetosum hartmanii* ;
c – *Phragmitetum australis* ;
en 1994, les deux cariçaies ont complètement disparu à cause de l'invasivité de *Phragmites australis* dû à la pollution de l'eau (PEDROTTI 2004).



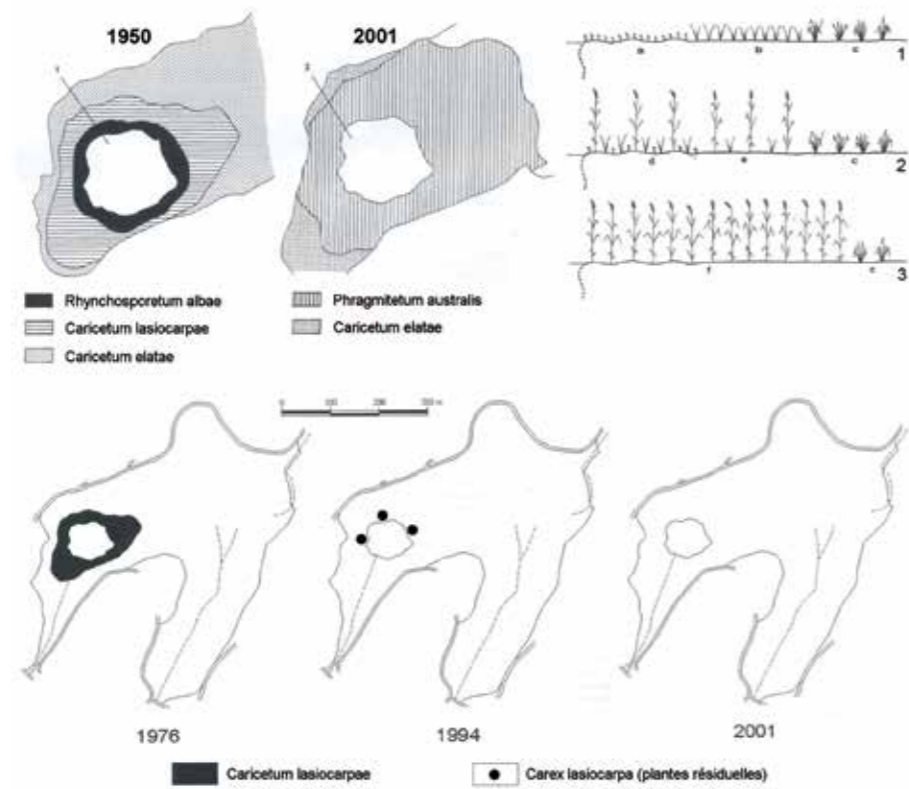


Figure 2
 Changements de la flore et de la végétation du Laghestel pendant les années 1950-2001 (PEDROTTI 2004).

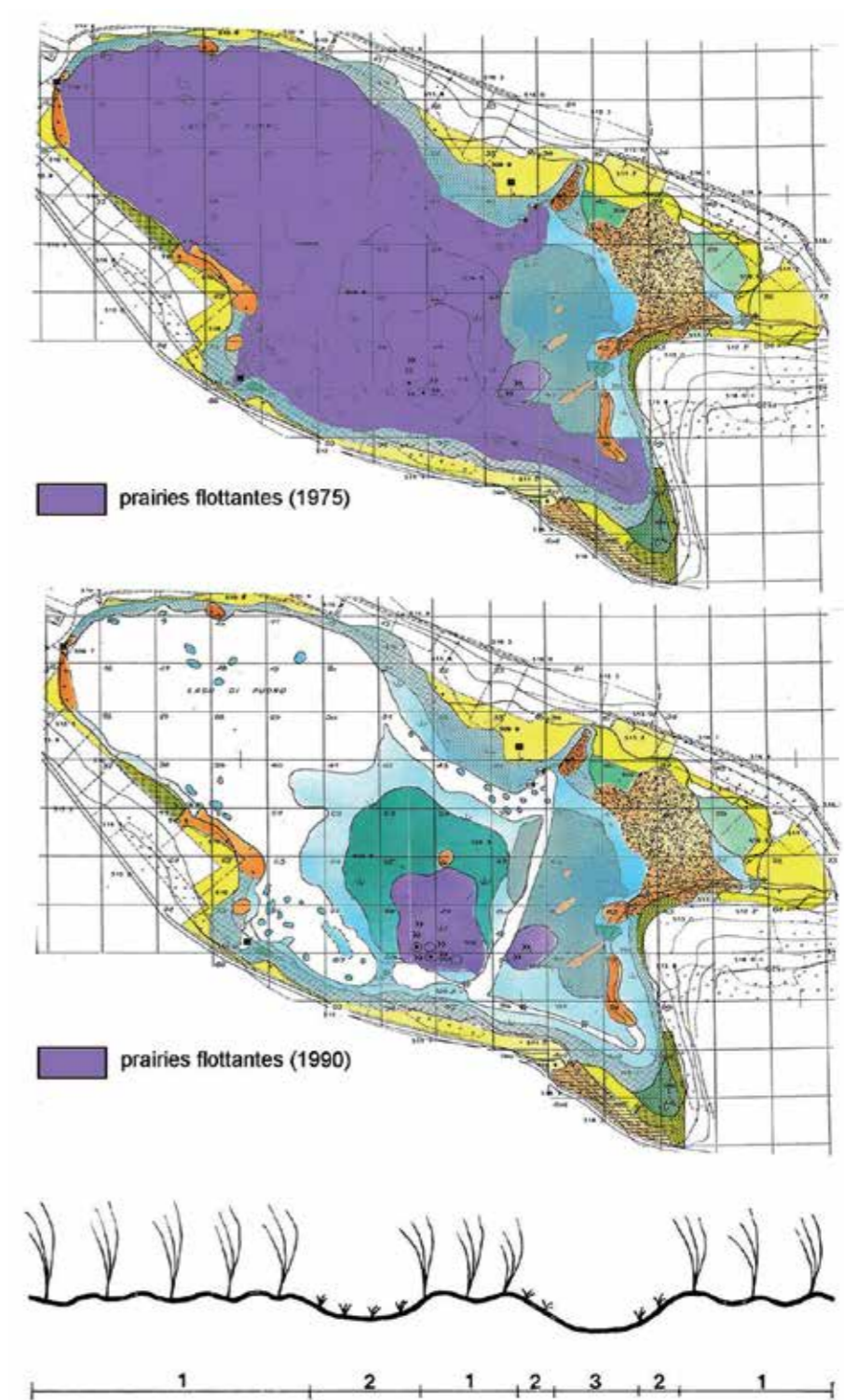


Figure 4
 Carte de la végétation du lago Pudro avec une prairie flottante (1975) ; carte après l'extraction de la tourbe (1990) et forte réduction de la prairie flottante ; en bas profil de la végétation de la prairie flottante.

Extraction de la tourbe

La tourbière "delle Regole" (Trente, Alpes centrales) est un bas-marais neutro-basiphile avec les associations *Schoenetum ferruginei*, *Succiso-Molinietum* et *Molinio coeruleae-Pinetum sylvestris* (PEDROTTI & MINGHETTI 2000). L'extraction de la tourbe a eu lieu dans la partie centrale de la tourbière et a complètement éliminé la végétation originale dans une grande zone de forme géométrique (Fig. 3). Le lago Pudro (Trente, Alpes centrales) était occupé par une prairie

flottante (*Rhynchosporium albae* et *Carex lasiocarpa*) qui était la plus grande des Alpes centrales (PEDROTTI 1981-1982). À cause de l'extraction de la tourbe, la prairie flottante est aujourd'hui très réduite et en dégradation. À sa place, il existe un lac secondaire qui n'a aucune signification (Fig. 4). Après l'extraction de la tourbe et la destruction presque complète de la prairie flottante, le lago Pudro a été protégé, mais il était trop tard.

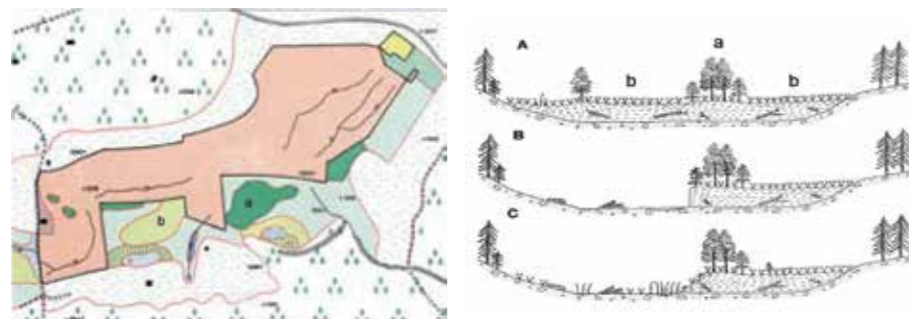


Figure 3
 Carte phytosociologique de la tourbière "delle Regole" après l'extraction de la tourbe ; A - profil de la tourbière avant l'extraction (reconstitué) ; B - profil après l'extraction ; C - érosion qui s'est produite après l'extraction (PEDROTTI & MINGHETTI 2000).

Variation du niveau d'eau

Le marais de Colfiorito (Ombrie, Apennin central) était caractérisé par le niveau variable de l'eau le long de l'année, qui produisait une zonation de la végétation avec beaucoup d'associations. Dans les années 1990, on a décidé de bloquer le niveau de l'eau avec l'aide d'un petit barrage, pour permettre à l'eau de rester toute l'année et favoriser ainsi la présence d'oiseaux aquatiques. Le résultat est que les associations les plus externes ont presque disparu et que la zonation originale de la végétation a été

perdue (Fig. 5). C'est un exemple d'aire protégée, mais pas bien gérée (PEDROTTI 1996). De plus, une autre intervention a considérablement modifié les conditions environnementales de Colfiorito ; dans certains endroits du marais le *Phragmitetum*, très épais, a été éliminé pour former des petits lacs artificiels avec un grand développement de *Nymphaea alba* (Fig. 6). Cette intervention a été faite dans le but de « rajeunir » le marais.

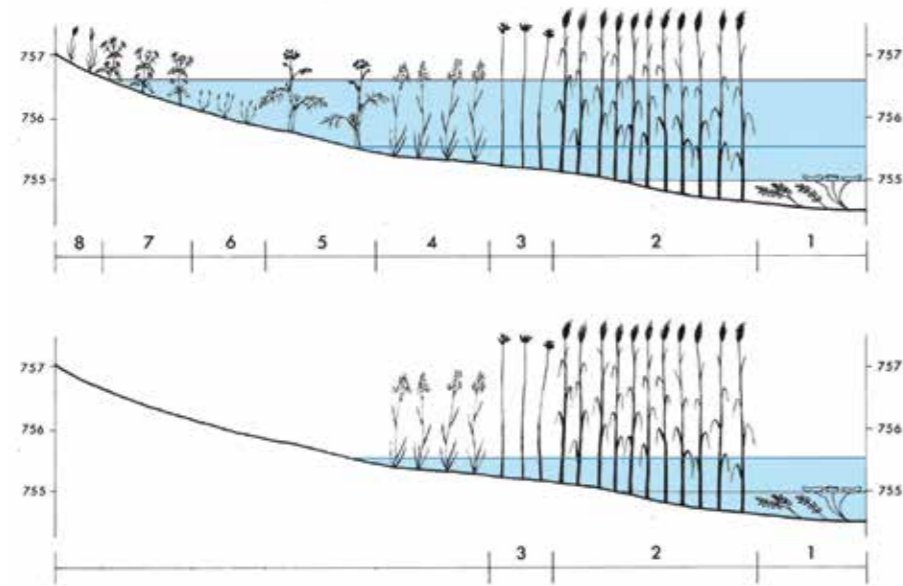
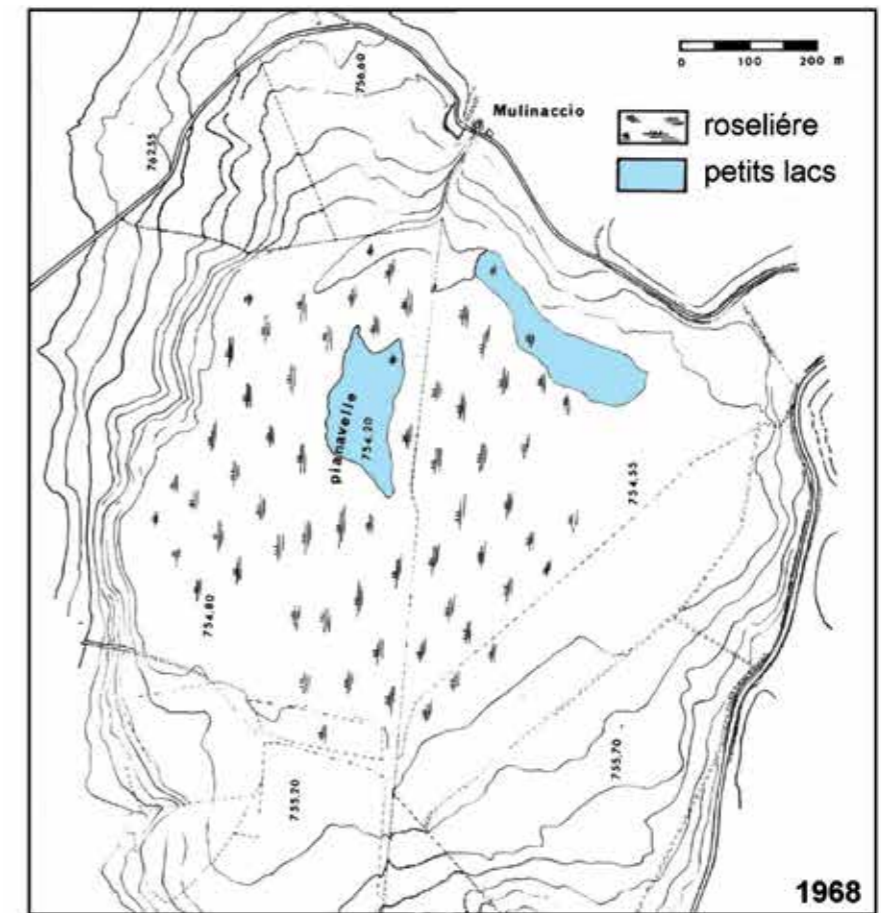


Figure 5

En haut : profil de la végétation du marais de Colfiorito, avec les associations suivantes :
 1 - *Potametum lucentis nymphaetosum* ;
 2 - *Phragmitetum australis* ;
 3 - *Scirpetum lacustris* ;
 4 - *Typhoidetum arundinaceae* ;
 5 - *Oenantho-Rorippetum* ;
 6 - *Rumici-Alopecuretum geniculati* ;
 7 - *Bidentetum tripartitae* ;
 8 - groupement à *Bromus erectus* (zonation complète de la végétation) ;
 en bas, le même profil après la construction du barrage (zonation réduite de la végétation).

Figure 6

En haut, carte du marais de Colfiorito avec la roselière et les deux petits lacs centraux nommés localement "pianavella" (1968) ; en bas photo aérienne du marais de Colfiorito ; on observe les nouveaux lacs excavés dans la roselière, occupés par *Nymphaea alba* (2017).



Drainage

Le drainage, qui remonte à des temps très anciens dans l'histoire de l'humanité, est responsable de la transformation complète de nombreux milieux humides et de la disparition de nombreuses espèces végétales. Ici, je ne mentionnerai que le drainage réalisé dans les tourbières de montagne avec la construction de petits canaux qui provoquent le dessèchement des tourbières et la transformation du *Caricetum fuscae* (et associations similaires) en *Sieversio montanae-Nardetum*. Dans les petites tourbières du haut Val Martello, en raison du drainage, une bryophyte très rare, *Paludella squarosa*, et plusieurs espèces de phanérogames ont disparu (CORTINI PEDROTTI 1979), un phénomène commun dans de nombreuses montagnes des Alpes centrales.

Fauchage

Avec l'abandon du fauchage, dans les prairies humides et tourbeuses commence le

processus de succession secondaire, avec le développement d'espèces ligneuses, en particulier *Alnus glutinosa*, *Frangula alnus* et *Salix cinerea*. Les moliniaies de la tourbière de Fivavé (*Gentiano asclepiadeae-Molinietum*), après environ cinquante ans d'abandon sont maintenant envahies par le *Salicetum cinereae*. Depuis qu'elles ont été abandonnées, on y observe la formation de touradons de quelques décimètres de haut ; en même temps, commence le développement des espèces ligneuses. La tourbière est subdivisée en parcelles de propriété privée de forme rectangulaire, dans lesquelles l'abandon de la fauche s'est produit à des moments différents ; pour cette raison, à côté des parcelles où la fenaison est encore en cours, des parcelles sont complètement occupées par le *Salicetum cinereae*, que l'on reconnaît très bien sur la carte de la végétation à cause des limites qui coïncident avec les limites géométriques des parcelles, donc ce sont des limites d'origine anthropique (Fig. 7).

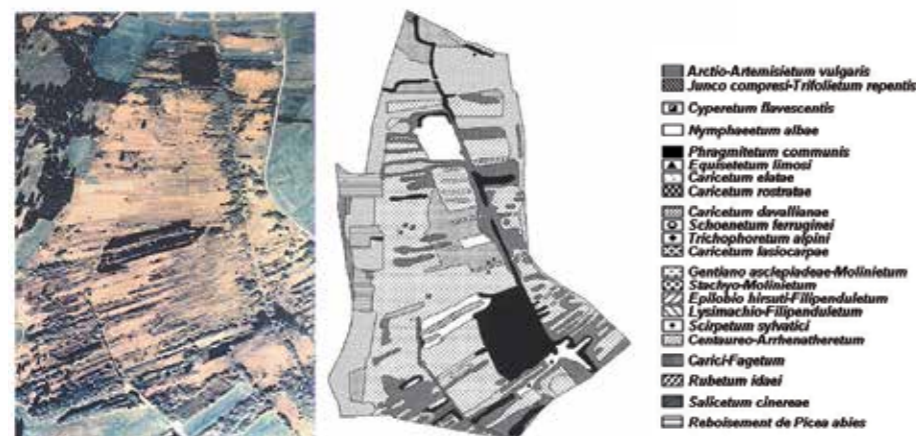
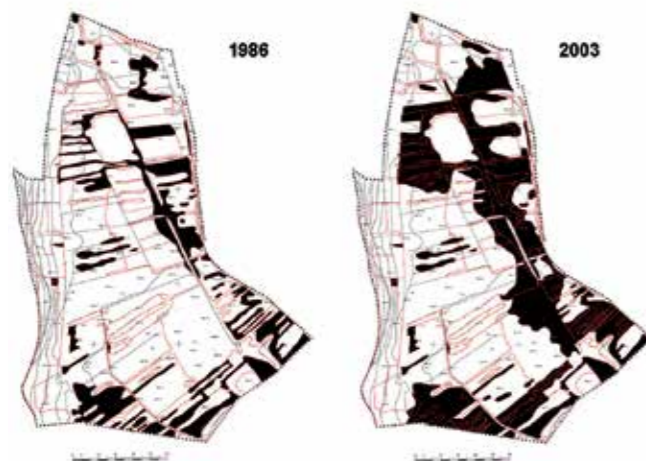


Figure 7

En haut, la tourbière de Fivavé (photo aérienne non orthogonale) et carte phytosociologique de la végétation ; les formes géométriques sont dues à l'activité de l'homme ; en bas distribution de *Salix cinerea* en 1986 et en 2003.



Quelques exemples de milieux humides endommagés par l'action humaine

Le lac de la Serraia de Piné

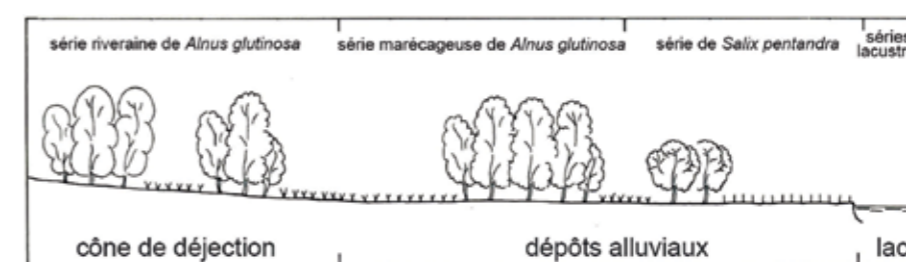
Le lac de la Serraia de Piné, 1 000 m s.n.m (Alpes centrales), était un lac à caractère oligotrophe, avec des prairies flottantes très développées le long de la rive nord (*Caricetum lasiocarpae*) ; ces prairies sont aujourd'hui complètement disparues à cause de l'eutrophisation de l'eau, y compris toutes les espèces (*Carex lasiocarpa*, *C. rostrata*, *Drosera rotundifolia*, *Peucedanum palustre*, etc.). Les séries de végétation sont les suivantes (Fig. 8) : série de *Phragmites australis*, qui a remplacé la série de *Carex lasiocarpa*, série de *Salix pentandra* (*Salicetum pentandrae*), séries marécageuses de *Alnus*

glutinosa (*Carici elongatae-Alnetum glutinosae*), série ripicole de *Alnus glutinosa* (*Stellario nemorum-Alnetum glutinosae*). Ces séries sont représentées sur le profil de la figure 9 et sur la carte de la figure 10, qui a été réalisée avec la méthode de PERRIN (2014). L'impact anthropique a été mis en évidence sur la carte de la figure 11, y compris la dernière station de *Polygonum amphibium*, qui autrefois était régulièrement distribué dans tout le lac. La zonation de la végétation était complète, tandis qu'aujourd'hui, à cause de la disparition de *Polygonum amphibium*, elle est réduite (Fig. 12).

Figure 8
Zone marécageuse située au nord du lac de la Serraia :
a – *Phragmitetum* ;
b – *Lysimachio-Filipenduletum* et *Scirpetum sylvatici* ;
c – *Salicetum pentandrae* ;
d – *Carici elongatae-Alnetum glutinosae* (photo F. PEDROTTI).



Figure 9
Profil de la végétation de la zone marécageuse située au nord du lac de la Serraia.





- | | |
|---|---|
|  série de <i>Phragmites communis</i> |  série marécageuse de <i>Alnus glutinosa</i> |
|  série de <i>Salix pentandra</i> |  série riveraine de <i>Alnus glutinosa</i> |



- | | |
|--|--|
|  cabine électrique |  nouvelles plages |
|  emberquement |  roselières et prairies marécageuses |
|  installations touristiques |  magnocariçaias |
|  cultures de fraise |  dernière station de <i>Polygonum amphibium</i> |
|  rivages artificielles | |

Figure 10
Carte de séries de végétation du lac de la Serraia (rel. 2017).

Figure 12
Profil de la végétation des rivages sud du lac de la Serraia ; en haut, zonation complète de la végétation, a – *Caricetum elatae* ; b – *Phragmitetum* ; c – *Scirpetum lacustris* ; d – *Polygonetum amphibii* ; e – *Ceratophylletum submersi* ; en bas zonation appauvrie de la végétation à cause de la disparition du *Polygonetum amphibii* et du *Caricetum elatae*.

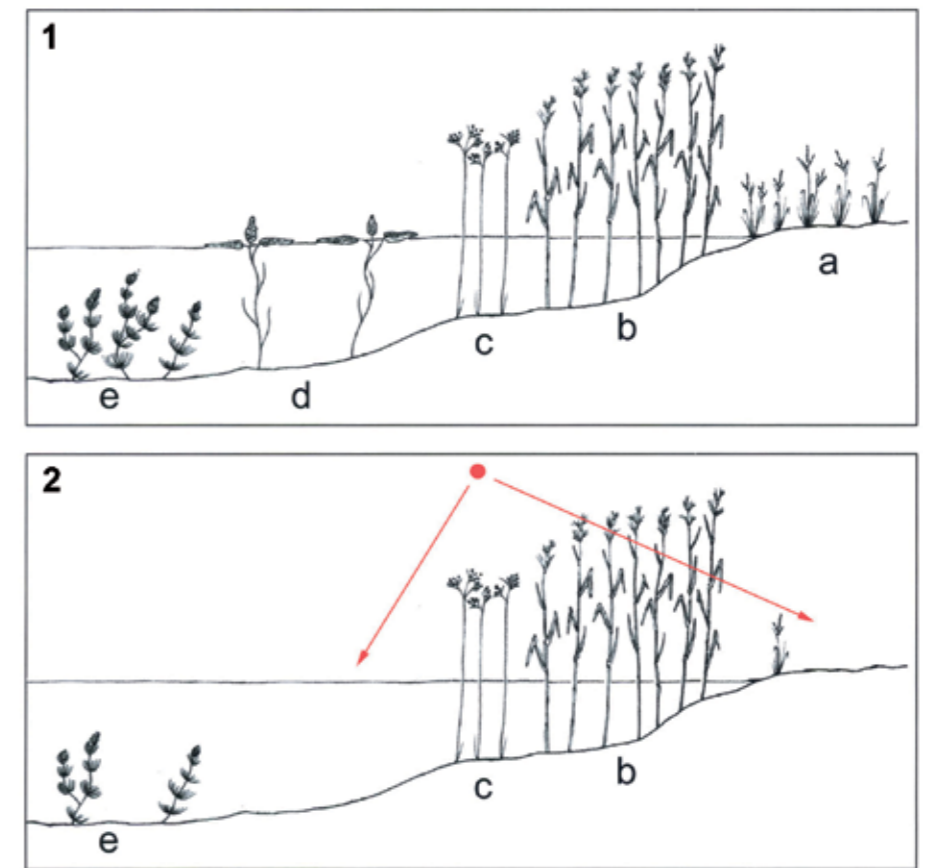


Figure 11
Impact anthropique sur les rivages du lac de la Serraia (rel. 2017).

Le lac de Loppio

Le lac de Loppio, 220 m s.n.m. (Alpes centrales), était caractérisé par des dépôts de tourbe le long des rives (pH 5,10), avec la série de *Salix cinerea*, et d'argile lacustre (pH 7,4) dans la partie restante de son bassin avec la série de *Salix alba* et des séries d'hydrophytes (*Nymphaea alba*, *Potamogeton lucens*, *Myriophyllum verticillatum*, *M. spicatum*, *Utricularia vulgaris* et d'autres) et d'hélophytes (*Phragmites australis*, *Schoenoplectus lacustris*). En 1958, le lac a été asséché à cause de la construction d'un tunnel pour une conduite d'eau, quelques mètres en dessous de son fond ; cependant, l'argile du lac est restée imprégnée d'eau, à des degrés divers, tout au long de l'année. Pour cette raison, les changements suivants sont survenus sur la flore et la végétation (Fig. 13) : a) disparition d'hydrophytes ; b) déplacement des espèces des rives vers la partie

centrale du bassin lacustre, qui a été complètement envahie (*Phragmites australis*, *Eupatorium cannabinum*, *Typhoides arundinacea* *Bidens frondosa*, *Polygonum mite*) ; d) diminution de la proportion d'espèces boréales et augmentation des espèces paléotempérés par rapport à la transformation de l'habitat, d'hydrophile à hygrophile ; e) augmentation des espèces adventices, en raison de l'arrivée d'espèces provenant des environs du lac (*Conyza canadensis*, *Erigeron annuus*, *Senecio inaequidens*, *Solidago canadensis*, *Buddleja davidii*, *Bromus inermis* et d'autres) ; f) les espèces des dépôts de tourbe sur les rives du lac (*Salix cinerea*, *Frangula alnus*, *Carex panicea*, *Cladium mariscus*, *Carex elata* et d'autres) sont restées à leur place initiale (PEDROTTI 1988 ; GAFTA & PEDROTTI 1994).

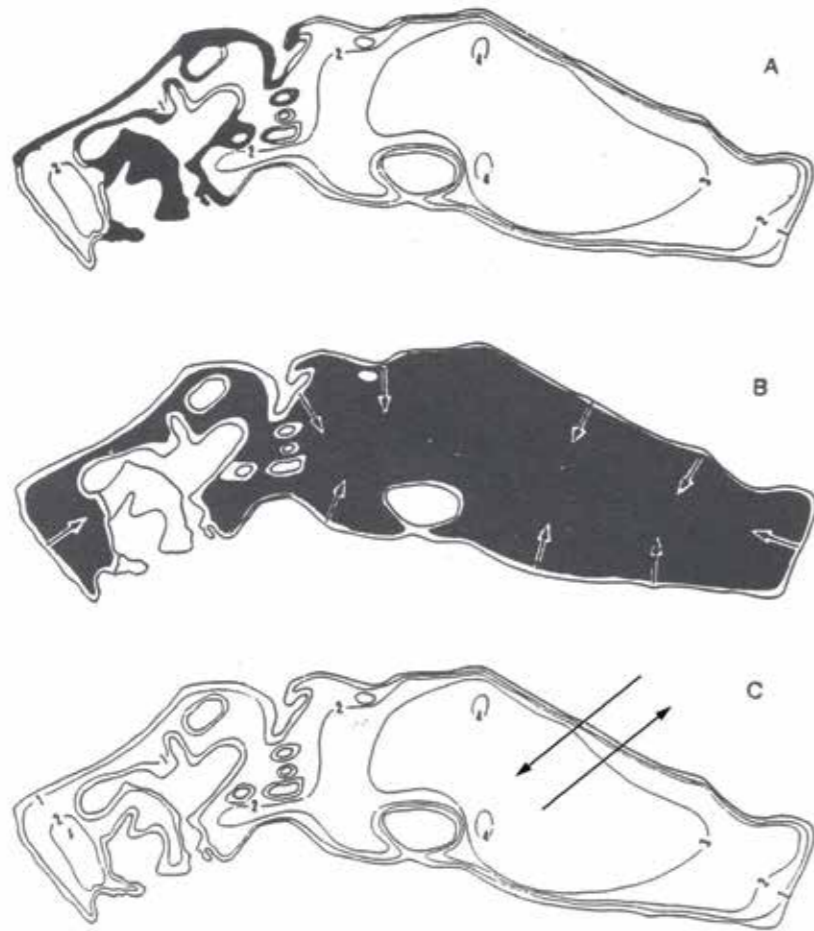


Figure 13
Modifications de la flore du lac de Loppio après son assèchement :
A) espèces stables, celles des dépôts de tourbe sur les rivages du lac ;
B) invasion des espèces des rives dans la plus grande partie du bassin, dépôts argileux ;
C) disparition d'espèces et arrivée de nouvelles espèces.

Le lac de Tovel

Le lac de Tovel (Dolomites de Brenta, Alpes centrales) était bien connu pour le phénomène de rougissement de ses eaux, causé par une algue pyrrophyte (*Tovellia sanguinea*), qui s'est produit pour la dernière fois en 1974 et a ensuite disparu (DELL'UOMO & PEDROTTI 1982 ; PEDROTTI & CORTINI PEDROTTI 1996). Autour du lac, qui est situé dans un parc provincial, il a été permis de construire une route accessible à pied mais en partie aussi en voiture, qui entoure

complètement le lac avec de graves dommages environnementaux et esthétiques vis-à-vis du paysage. Maintenant, le parc a également autorisé la construction d'un embarcadere. La modalité de la visite du lac de Tovel n'aurait pas due être celle d'une route au bord du lac, mais d'un seul point d'accès panoramique (Fig. 14), en tenant compte du fait qu'il s'agit d'une aire protégée. Le lac de Tovel est protégé, partiellement préservé et très mal géré.

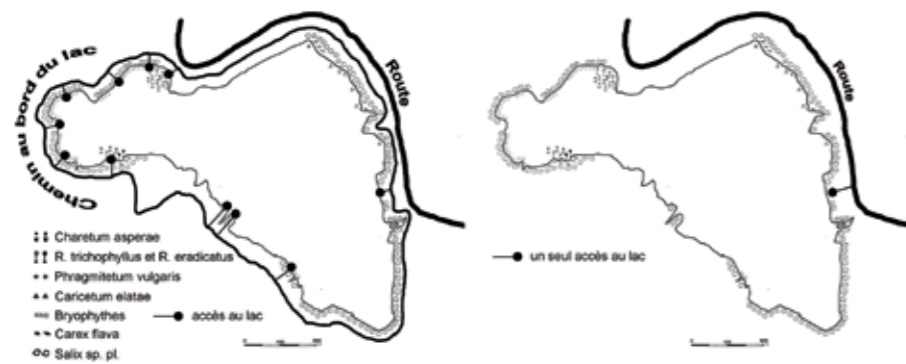


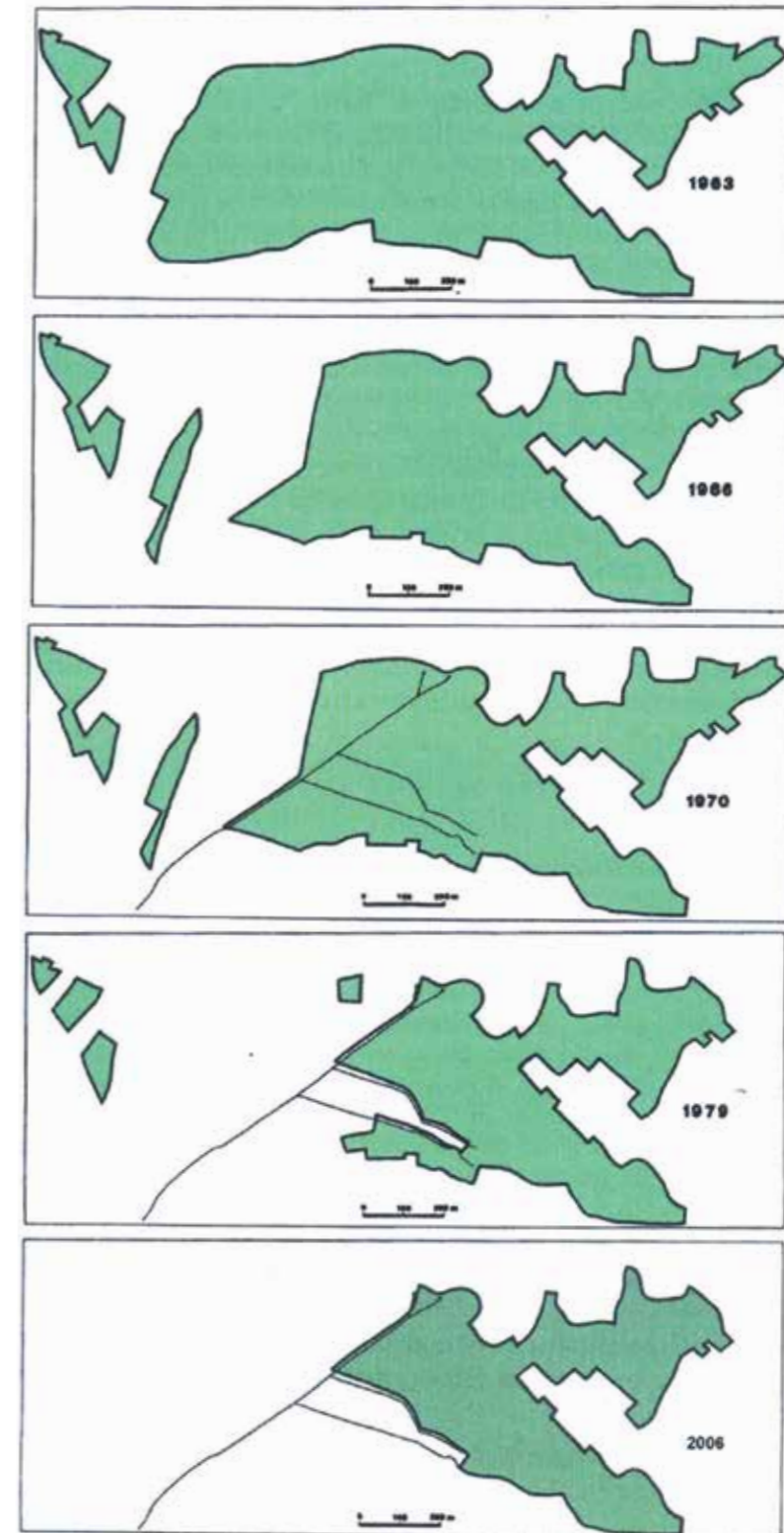
Figure 14
À gauche, situation environnementale du lac de Tovel ; le lac est complètement entouré d'un chemin avec de nombreux point d'accès (certains de ces accès ont été marqués sur la carte) ; à droite, un modèle pour visiter le lac, avec un seul point d'accès, suffisant pour admirer le panorama.

Le bassin karstique de Montelago

Le bassin karstique de Montelago, 900 m (Camerino, Italie centrale), est très caractéristique par ses prairies inondables de l'ordre des *Trifolio-Hordeetalia*, qui en 1963 occupaient la plus grande partie de la surface

plane du bassin. Au cours des années suivantes, des zones de plus en plus vastes ont été progressivement labourées, d'où fragmentation et réduction des prairies (Fig. 15).

Figure 15
Réduction progressive des prairies inondables du bassin karstique de Montelago (PEDROTTI 2016).



Le lac Trasimène

Le lac Trasimène (Ombrie, Italie centrale) est un lac eutrophe, dans lequel l'eau est seulement d'environ 6 m de profondeur. D'après une recherche de PEDROTTI et ORSOMANDO (1977), la flore du lac était composée de 198 espèces, dont 31 (15,6 %) sont disparues en raison de l'anthropisation progressive. La même année, on a relevé la carte de la végétation, sur laquelle apparaît une large bande de *Phragmites australis* le long des rives du lac. Dans les années suivantes, une forte régression de *Phragmites australis*

est survenue, aujourd'hui réduite à quelques noyaux isolés (Fig. 16). Le grand déclin de *Phragmites australis* est dû à plusieurs raisons : expansion des cultures agricoles, augmentation du niveau du lac, infestation des tisserons de *Phragmites australis* par *Claviceps arundinis* et d'autres, qui, cependant, ne sont pas suffisantes pour expliquer pleinement ce qui est arrivé au lac Trasimène (VENANZONI & RAMPICCONI 2001 ; REALE *et al.* 2012 ; ANGELINI *et al.* 2012 ; LASTRUCCI *et al.* 2017).

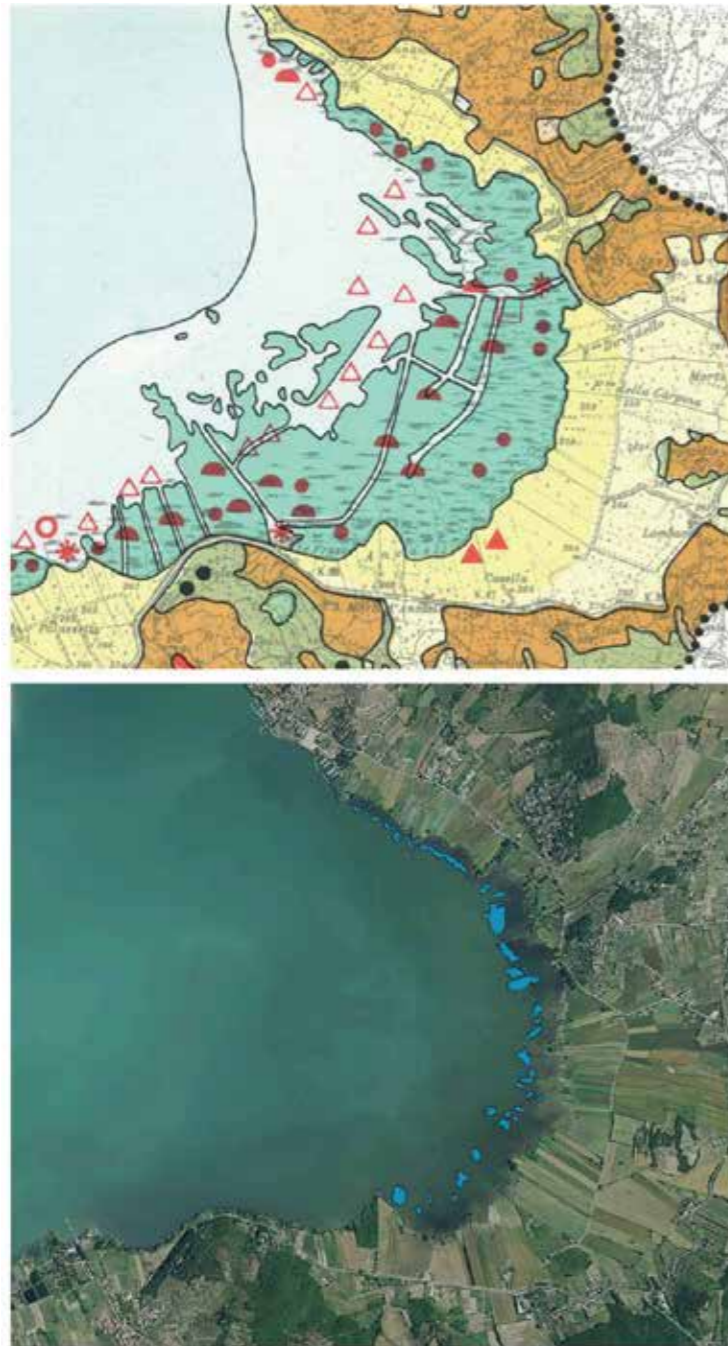


Figure 16
En haut, carte de la végétation du lac Trasimène ; la couleur verte montre la distribution du *Phragmitetum*, les symboles de couleur rouge les associations *Holoschoenetum*, *Typhetum angustifoliae*, *Potamogetonetum lucentis*, *Potamogetonetum lucentis nymphaetosum*, *Hydrocharitetum* (PEDROTTI & ORSOMANDO 1977) ; en bas, distribution actuelle du *Phragmitetum* (2017).

Conséquences de l'action de l'homme sur les milieux humides

Les principales conséquences de l'action de l'homme sur les milieux humides sont les suivantes.

Flore :

a) extinction d'espèces (extinction locale, perte de biodiversité à niveau d'espèces) ; phénomène général, qui se produit dans presque tous les lacs à l'exception de ceux des hautes montagnes ; un exemple : dans les lacs de Levico et Caldonazzo (Trente) de 1949/1950 à 1989 ont disparu respectivement 18 espèces sur 43 et 34 sur 153, soit 12,5 % et 22,5 % du total des espèces connu pour ces deux lacs (PEDROTTI 1990) ; b) réduction du numéro d'individus des espèces ; les populations deviennent de plus en plus petites et à de nombreuses reprises elles sont réduites seulement à très peu d'individus ; un exemple : dans le lac de Levico, *Nymphaea alba* est aujourd'hui réduite seulement à une dizaine d'individus ; c) augmentation du nombre d'individus de certaines espèces ; les populations deviennent très riches et ont tendance à se développer dans des zones toujours plus grandes, comme *Phragmites australis*, qui peut prendre la place d'autres espèces ; c) introduction de nouvelles espèces (néophytes), telles que *Impatiens parviflora*, *I. glandulifera*, *Solidago canadensis*, *S. serotina*, *Lemna minuscula* (lac de Caldonazzo).

Végétation :

a) élimination complète de la végétation des rivages des lacs à cause de l'anthropisa-

tion, de construction de routes, de stations balnéaires et embarcadères ; b) élimination de la végétation à cause de l'extraction de tourbe (plusieurs associations) ; c) surpâturage, surtout dans les tourbières de montagne (*Caricetum fuscae*) et régression des associations, parfois avec la formation d'espaces nus, dépourvus de végétation ; d) disparition d'espèces de la combinaison spécifique caractéristique des associations (processus de dégradation) ; e) introduction de néophytes ou d'espèces d'autres ordres de végétation (*Arrhenatheretalia*, *Phragmitetalia*, etc.) (processus de dégradation des associations) ; f) disparition d'associations, comme l'*Eleocharitetum acicularis* dans les lacs oligotrophes et les prairies flottantes, qui normalement sont remplacées de roselières ; h) développement d'associations synanthropiques (*Juncetum macri*, *Malachietum aquatici*, etc.) ; g) transformation des prairies humides (*Filipendulion* et *Molinion*) en formations d'arbustes et plus tard d'arbres (*Salicetum cinereae*, associations de l'alliance *Alnion glutinosae*), en raison de l'abandon de la fenaison et de la succession secondaire ; i) appauvrissement de la zonation originale de la végétation chaque fois qu'une association disparaît pour différentes raisons.

Environnement :

modifications irréversibles de l'environnement avec une grande perte de biodiversité à différents niveaux.

Monitoring des changements de la végétation

Dans le cas du "Laghestel", on a relevé la carte phytosociologique à une échelle très détaillée (1:2.880), qui a été répétée trois fois dans les années 1976, 1994, 2001 (Fig. 17) pour mettre en évidence les changements qui se sont produits à cause de l'homme (PEDROTTI 2004) : a) disparition d'associations (*Rhynchosporietum albae*, *Caricetum lasiocarpae*) ; b) réduction d'associations (*Caricetum elatae*, *Equiseto limosi-Caricetum rostratae*, *Lysimachio-Filipenduletum*, *Junco-Molinietum*, *Scirpetum sylvatici*), dont la disparition peut être atten-

due dans un court laps de temps ; c) grande expansion d'associations (*Phragmitetum*) ; d) formation de nouvelles associations pour le processus de succession secondaire (*Salicetum cinereae*, *Carici elatae-Alnetum glutinosae*) ; e) apparition de nouvelles associations (*Juncetum macri*). Le résultat final de ces processus sera la transformation de la végétation herbacée du Laghestel en forêt marécageuse, *Carici elatae-Alnetum glutinosae*, avec des noyaux de *Salicetum cinereae*.

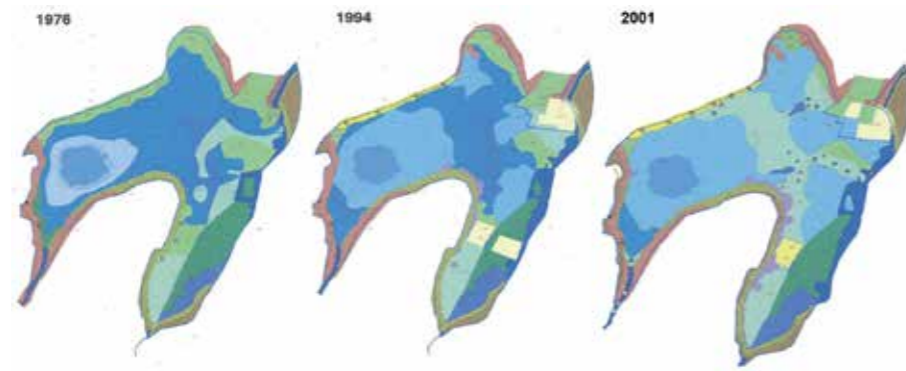


Figure 17
Carte phytosociologique de la végétation du Laghestel en 1976, 1994 et 2001 (PEDROTTI 2004).

On connaît beaucoup d'exemples de reconstruction biologique, restauration et réhabilitation, surtout en Suisse (GRÜNIG 1994), mais la complexité écologique de certains milieux humides, comme les tourbières (SUCCOW & JOOSTEN 2012), empêche souvent toute possibilité d'intervention.

Dans ces conditions, on peut parler d'une *conservation relative*, limitée, réduite, comme au Laghestel où tout a été perdu

(flore, associations végétales et zonation de la végétation) au profit d'une grande zone de roseaux qui a complètement envahi tout le bassin lacustre. Le professeur Franz KLÖTZLI a toujours affirmé que, quand la conservation d'un milieu humide n'est pas garantie pour l'avenir, il est plus convenable de l'abandonner et de se consacrer avec force et détermination à un autre milieu (KLÖTZLI, 1983).

Éthique de la conservation

Il y a encore un dernier aspect, celui de l'éthique de la conservation, qui est aussi un problème moral vis-à-vis des générations futures.

Dans la langue roumaine, à côté du mot "protéger", un autre mot est utilisé, *ocroti*, qui signifie toujours "protéger", mais dans un sens très large et solidement établi dans la spiritualité de la communauté humaine ; "protection de la nature" c'est "*ocrotirea naturii*" (CRISTEA *et al.* 1996). Il s'agit d'une position idéaliste, similaire à celle des grands idéalistes des années 1900 comme Roger HEIM, directeur du Muséum national d'histoire naturelle à Paris, auteur du livre *L'angoisse de l'an 2000* (HEIM 1973) ou bien Théodore MONOD, grand explorateur et naturaliste que j'ai connu personnellement en

Afrique et qui en 1972 a publié à Camerino une contribution sur le thème *Faunes aquatiques en péril*. Et parmi les contemporains, le botaniste Jean-Marie PELT avec son livre *L'homme re-naturé* (PELT 1977).

Aujourd'hui, nous sommes devenus des techniciens et des professionnels de la protection de la nature et cela est certainement une bonne chose d'un point de vue scientifique, mais je pense que cela ne suffit pas pour sauver la nature. Pour une véritable protection de la nature (*ocrotirea naturii*), on devrait apprendre à dire non, apprendre à protester, apprendre à savoir comment se rebeller contre les mauvaises décisions des administrateurs, mais il n'y a pas beaucoup de monde qui possède la motivation idéale et la force de la faire.

Courbe de destruction de l'environnement

En se référant aux cartes de Montelago illustrées à la figure 15, Il est possible de construire une courbe mettant en évidence la destruction progressive et irréversible de l'environnement à partir de 1963 jusqu'en 2006 (Fig. 18). Le point 0 représente l'absence d'impact anthropique, les points suivants indiquent les différents épisodes de destruction des écosystèmes qui se sont produits au cours des années (courbe du processus de destruction du milieu humide

de Montelago). Ce processus commence à un moment donné avec une première intervention, puis progresse jusqu'à la destruction des écosystèmes, qui peut être partielle (comme à Montelago) ou totale.

Des courbes similaires pourraient être obtenues pour de nombreux autres milieux humides pas seulement de l'Italie, mais de toute l'Europe.

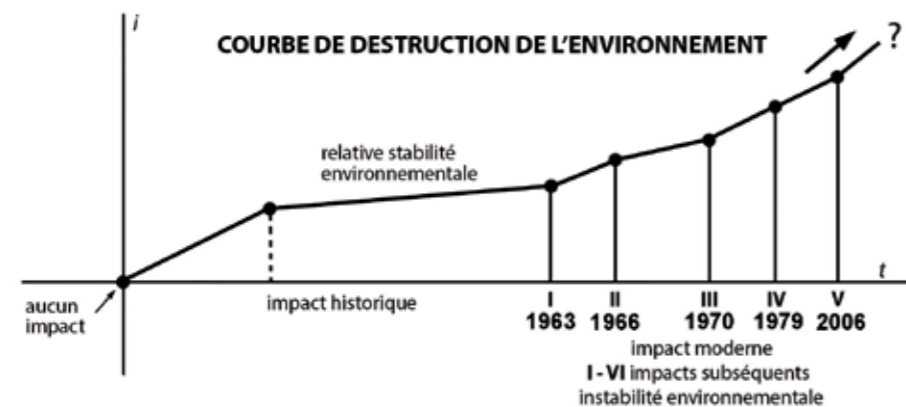


Figure 18
Courbe de destruction des prairies inondables de l'ordre des *Trifolio-Hordeetalia* du bassin karstique de Montelago.

Sauvegarde des milieux humides

Pour la sauvegarde des milieux humides, sont essentielles, tout d'abord, les connaissances scientifiques (phytosociologie, dynamique, écologie et cartographie) qui sont des outils de diagnostic indispensables à condition qu'ils fournissent la base de mesures réelles en faveur de l'environnement.

Un problème très difficile est le passage de la théorie à la pratique, qui consiste dans l'application efficace des lois et qui se pro-

duit selon les étapes suivantes : 1) protection ; 2) conservation ; 3) gestion y compris la reconstruction biologique.

Un milieu est **protégé** si une loi le prévoit, **conservé** quand ces écosystèmes sont fonctionnels, bien **géré** quand il n'est pas affecté d'interventions dangereuses. Un milieu peut être protégé mais pas conservé, protégé mais pas bien géré.

Bibliographie

- ANGELINI P., RUBINI A., GIGANTE D., REALE L., PAGIOTTI R. & VENANZONI R. 2012. - The endophytic fungal communities associated with the leaves and roots of the common reed (*Phragmites australis*) in Lake Trasimeno (Perugia, Italy) in declining and healthy stands. *Fungal Ecology* **5**(6) : 683-693.
- BĂNĂRESCU P. 1987. - Problema reconstrucției ecologice a faunei de apă dulce în România. *Ocotirea naturii mediului înconjurător* **31**(1) : 9-13.
- BIORET F., ESTÈVE R. & STURBOIS A. 2009. - *Dictionnaire de la protection de la nature*. Rennes, Presses universitaires.
- CANULLO R., PEDROTTI F. & VENANZONI R. 1994. - *La torbiera di Fivavé*. In : PEDROTTI F., Guida all'escursione della Società Italiana di Fitosociologia in Trentino (1-5 luglio 1994). Camerino, Dipartimento Botanica Ecologia : 78-110.
- CRISTEA V., DENAEYER S., HERREMANS J-P. & GOIA I. 1996. - *Ocotirea naturii și protecția mediului în România*. Cluj-Napoca, Cluj University Press.
- CORTINI PEDROTTI C. 1979. - La distribuzione di *Paludella squarrosa* (Hedw.) Brid. in Italia. *Studi Trentini Scienze Naturali* **56** : 21-35.
- DELL'UOMO A. & PEDROTTI F. 1982. - Le phytobenthos de la zone eulittorale du lac de Tovel (Trentin, Italie du Nord). *Cryptogamie: Algologie* **3** : 129-146.
- GAFTA D. & PEDROTTI F. 1994. - Phytosociological and ecological research in a protected area as basis for its management: the example of Loppio Lake (North Italy). *Applied Vegetation Ecology. The Proceedings of 35th Symposium International Association Vegetation Science*. Shanghai, East China Normal University Press : 31-40.
- GÉHU J.-M. 2006. - *Dictionnaire de sociologie et synécologie végétales*. Berlin-Stuttgart, J. Cramer.
- GRÜNIG A. (ed.), 1994. - *Mires and Man. Mire conservation in a densely populated country – the swiss experience*. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest.
- HEIM R. 1973. - *L'angoisse de l'an 2000*. Paris, Editions de la Fontaine, Singer-Polignac.
- IUCN 1964. - *Projet Mar. The conservation and management of temperate marshes, bogs and other wetlands. Proceed. Mar Conference at Les Saintes-Maries-de-la-Mer November 12-16 1962. IUCN Publications new series*, **3** : 1- 475.
- KLÖTZLI F.A. 1983. - Lacs et marais oligotrophes dans notre paysage eutrophisé. *Giornale Botanico Italiano* **117**(suppl. 1) : 40-41.
- KLÖTZLI F.A. 1987. - Régions humides oligotrophes dans notre paysage eutrophe. Augmentation de l'expulsion anthropogène de matières nutritives (N.P.). *Giornale Botanico Italiano* **121**(1-2) : 101-120.
- LASTRUCCI L., LAZZARO L., COPPI A., FOGGI B., FERRANTI F., VENANZONI R., CERRI M., FERRI V., GIGANTE D. & REALE L. 2017. - Demographic and macro-morphological evidence for common reed die-back in central Italy. *Plant Ecology and Diversity* **10** : 241-251.
- MALTHBY E. & BARKER T. 2009. - *The wetlands handbook*. Chichester, Wiley-Blackwell.
- MILLER K.R. 1980. - *Planificación de parques nacionales para el ecodesarrollo en Latinoamérica*. Madrid, Fundación para la ecología y la protección del medio ambiente.
- MONOD Th. 1972. - *Faunes aquatiques en péril*. Una vita per la natura. Camerino, Successori Savini-Mercuri : 197-202.
- MUCINA L. 1997. - Conspectus of classes of European vegetation. *Folia Geobotanica Phytotaxonomica* **32** : 117-172.
- PEDROTTI F. 1981-1982. - Il *Caricetum lasiocarpae* Koch 1926 del Lago Pudro in Trentino. *Delpinoa* **23-24** : 293-305.
- PEDROTTI F. 1988. - La flora e la vegetazione del Lago di Loppio (Trentino). *Giornale Botanico Italiano* **122**(3) : 105-147.
- PEDROTTI F. 1990. - Stato dell'ambiente dei Laghi di Caldonazzo e Levico (Trentino) attraverso l'analisi della flora e vegetazione. *Giornale Botanico Italiano* **124**(1) : 155.
- PEDROTTI F., 1996. - Gestione su base scientifica dei sistemi ecologici per la loro conservazione e recupero. *Atti S.I.T.E.* **17** : 549-554.
- PEDROTTI F. 2006. - Die Änderungen der Vegetation in Feuchtgebieten des Trentino in den letzten 50 Jahren. *Sauteria* **14** : 133-149.
- PEDROTTI F. 2004. - Ricerche geobotaniche al Laghestel di Piné (1967-2001). *Braun-Blanquetia* **35** : 1- 54.
- PEDROTTI F., 2016. - *Plant-based mapping a tool for revealing natural disturbance and anthropogenetic threats*. In : BATTISTI C., POETA G., FANELLI G., An introduction to disturbance ecology, Heidelberg, Springer : 136-166.
- PEDROTTI F. & CORTINI PEDROTTI C., 1996. - Le macrofite del Lago di Tovel (Trentino). *Doc. Phytosoc.*, NS, **XVI** : 7-24.
- PEDROTTI F. & MINGHETTI P. 2000. - La vegetazione del Laghetto delle Regole di Castelfondo (Trento). *Studi Trentini Scienze Naturali* **74** : 175-189.
- PEDROTTI F. & ORSOMANDO E. 1977. - *Flora e vegetazione*. In: Ministero Agricoltura foreste, Studio per la tutela e la valorizzazione del patrimonio naturalistico del bacino del Trasimeno. Roma, Italconsult : 1-26.
- PELT J.-M. 1977. - *L'homme re-naturé*. Paris, Seuil.
- PERRIN G. 2014. - Étang du Moulin Neuf. In : BIRET F., CHALUMEAU A., PERRIN G., CAILLON N., LE BIHAN O., GLEMAREC E., DEMARTINI C., GAUBERVILLE Ch. & LALANNE A., Guide de l'excursion dans les Côtes-d'Armor. *Doc. Phytosoc. hors série* **1** : 121-152.
- REALE L., GIGANTE D., LANDUCCI F., FERRANTI F. & VENANZONI R., 2012. - Morphological and histo-anatomical traits reflect die-back in *Phragmites australis* (Cav.) Steud. *Aquatic Botany* **103** : 122-128.
- SUCCOW M. & JOOSTEN H. 2012. - *Landschaftsoekologische Moorkunde*. Stuttgart, Schweizerbart'sche.
- VENANZONI R. & RAMPICCONI E., 2001. - Utilizzo del GIS nella valutazione spazio-temporale della vegetazione palustre oen un settore del Lago Trasimeno in relazione ai fattori. *Rivista Idrobiologia* **40**(2-3) : 69-85.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=NuQM53nDcTg>

Outils d'aide à la caractérisation des groupements végétaux de zones humides et aquatiques réalisés en territoire bas-normand et en région Pays de la Loire

LAURIANE LAVILLE*⁽¹⁾, **HERMANN GUITTON**⁽²⁾,
GUILLAUME THOMASSIN⁽²⁾ & **MARIE GORET**⁽¹⁾

Introduction

Une demande de la part des acteurs de la gestion des milieux humides, en matière de connaissance sur la végétation (GUITTON *et al.* 2014), a conduit les Agences de l'eau Loire-Bretagne et Seine-Normandie, ainsi que les Régions Pays de la Loire et Normandie, à financer la réalisation d'outils permettant de déterminer et de mieux comprendre le fonctionnement des groupements végétaux liés aux zones humides et aquatiques. Les antennes Pays de la Loire et territoire bas-normand du Conservatoire botanique national (CBN) de Brest, ont développé des programmes régionaux coordonnés, visant à fournir plusieurs outils de diagnostic et d'interprétation de la végétation des zones humides. L'un des principaux objectifs de ces programmes est de rendre ces outils accessibles au plus grand nombre, notamment les animateurs de schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE), les animateurs Natura 2000, les services de l'État et des collectivités territoriales, les gestionnaires de Parcs ou de réserves naturelles, les associations de protection de la nature, les bureaux d'études, etc. Parmi les différents outils d'aide à la caractérisation des groupements végétaux de zones humides et aquatiques proposés, il est possible de consulter, sur le web, des catalogues de groupements végétaux et des clés de détermination pour chacune des deux régions, ainsi que des catalogues et des clés de détermination par bassin versant de SAGE. En complément, il est également possible de consulter en ligne ou bien de télécharger des fiches descriptives, pour chacune des alliances de zones humides et aquatiques mentionnées dans les catalogues ou les clés de détermination. Ces programmes ont été l'occasion d'acquérir des données à la fois de terrain et issues de la bibliographie sur les groupements végétaux. La construction des différents outils s'est faite en lien avec les opérateurs de zones humides lors de journées d'échanges sur le terrain.

Le référentiel syntaxonomique retenu pour la déclinaison des catalogues, des clés de détermination et des fiches descriptives suit la classification phytosociologique et phytosociologique des végétations de Basse-Normandie, de Bretagne et des Pays de la Loire (CPPV) (DELASSUS & MAGNANON 2014).

Résumé

Le Conservatoire botanique national (CBN) de Brest a développé, en partenariat avec les Agences de l'eau de Seine-Normandie et de Loire-Bretagne, ainsi que les Régions Normandie et Pays de la Loire, des programmes régionaux coordonnés de reconnaissance des groupements végétaux de zones humides et aquatiques, en territoire bas-normand et en région Pays de la Loire. Visant à fournir plusieurs outils de diagnostic et d'interprétation de la végétation, leur principal objectif est de faciliter la reconnaissance des groupements végétaux, indicateurs d'humidité du sol par le plus grand nombre et tout particulièrement par les opérateurs de terrain agissant dans le cadre des schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE). Sont ainsi proposés des catalogues, des clés de détermination et des fiches descriptives, pour les 66 alliances rencontrées en territoire bas-normand et les 108 alliances des Pays de la Loire. Tous ces documents sont consultables et téléchargeables en ligne sur le site du CBN de Brest (<http://www.cbnbrest.fr/observatoire-milieux/boite-a-outils/determination-milieux>).

Abstract

Help Tools for the characterization of wetlands and aquatic vegetation in ex-Basse-Normandie and Pays de la Loire

The national botanical Conservatory (CBN) of Brest, in partnership with the water agencies of Seine-Normandie and Loire-Brittany and the regions Normandy and Pays de la Loire, have developed coordinated programs of recognition of wetland and aquatic vegetation groups to provide several tools for diagnosis and interpretation of the vegetation. The main objective of these tools is to facilitate the recognition of soil moisture indicator vegetation groups by the largest number of people and, in especially, by operators working in drainage basin included in schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE). Among the proposed tools, catalogs, keys and descriptions are available for all the 66 alliances of Normandy and the 108 of Pays de la Loire. All these documents can be viewed and downloaded on the CBN of Brest website (<http://www.cbnbrest.fr/observatoire-milieux/boite-a-outils/determination-milieux>).

⁽¹⁾ Conservatoire botanique national de Brest, antenne régionale de Caen-Normandie, 21 rue du moulin au Roy, F-14000 Caen ;
l.laville@cbnbrest.com
m.goret@cbnbrest.com

⁽²⁾ Conservatoire botanique national de Brest, antenne régionale des Pays de la Loire, 28 bis rue Babonneau, F-44100 Nantes ;
h.guitton@cbnbrest.com
g.thomassin@cbnbrest.com

Présentation des outils d'aide à la caractérisation des groupements végétaux humides et aquatiques

Catalogue des végétations

En raison de contextes partenariaux différents, les deux antennes du CBN de Brest ont adapté aux deux régions respectives le cadre méthodologique commun d'élaboration de leurs catalogues de groupements végétaux de zones humides et aquatiques.

En territoire bas-normand, la démarche, encore en cours, est progressive et les inventaires de terrain sont déclinés dans chacun des bassins versants. Le bassin versant de la Sélune a été prospecté entre 2012 et 2013, dans le cadre des Zones humides d'intérêt environnemental particulier (ZHIEP) et les bassins versants de l'Orne et de la Dives entre 2014 et 2017 (634 relevés phytosociologiques ont été réalisés). L'inventaire des bassins versants de la Sée, de la Sienne et des bassins côtiers de la Manche sera finalisé en 2019.

En Pays de la Loire, un effort d'inventaire a été mené en 2014 sur deux bassins versants tests, représentatifs de la diversité des groupements végétaux de la région, dans le but de constituer un socle de connaissance suffisamment complet pour l'ensemble de la région : l'estuaire de la Loire et la vallée du Loir, dans lesquels 212 relevés ont été effectués.

Une étape préalable, commune aux deux antennes, a consisté à réaliser un dépouillement bibliographique, qui a permis de récupérer en territoire bas-normand 19 références contenant 817 relevés phytosociologiques, tandis qu'en Pays de la Loire, 850 relevés ont été tirés de douze références bibliographiques. La base de données sur les habitats et les groupements végétaux du CBN de Brest a également été exploitée, afin d'utiliser les nombreuses cartographies existantes et les relevés phytosociologiques déjà disponibles. Au total, ce sont 4372 données qui ont été analysées en territoire bas-normand avec une grande hétérogénéité du nombre de relevé par alliance. Par exemple, les groupements du *Juncion acutiflori* Braun-Blanquet in Braun-Blanquet & Tüxen 1952 sont bien représentés avec 48 relevés de terrain et 243 tirés de la bibliographie et des cartographies, tandis que les végétations de l'*Elodo palustris* - *Sparganion* Braun-Blanquet & Tüxen ex Oberdorfer 1957 ne sont représentées que par 11 relevés de

terrain et 3 de la bibliographie et des cartographies.

Ce travail de terrain, de dépouillement bibliographique et d'analyse de cartographies a permis de dresser les catalogues des alliances humides et aquatiques dans les deux régions. Le catalogue régional des Pays de la Loire semble relativement exhaustif avec 108 alliances recensées. En revanche, la connaissance à l'échelle des 22 bassins versants de la région est très hétérogène et devra s'améliorer au fil du temps. En territoire bas-normand, le catalogue régional sera complété au fur et à mesure de l'élaboration des différents catalogues des bassins versants. Ceux de l'Orne et de la Dives, déjà réalisés, sont respectivement constitués de 63 et 50 alliances pour un nombre total de 66 alliances.

Clés de détermination des groupements végétaux de zones humides et aquatiques

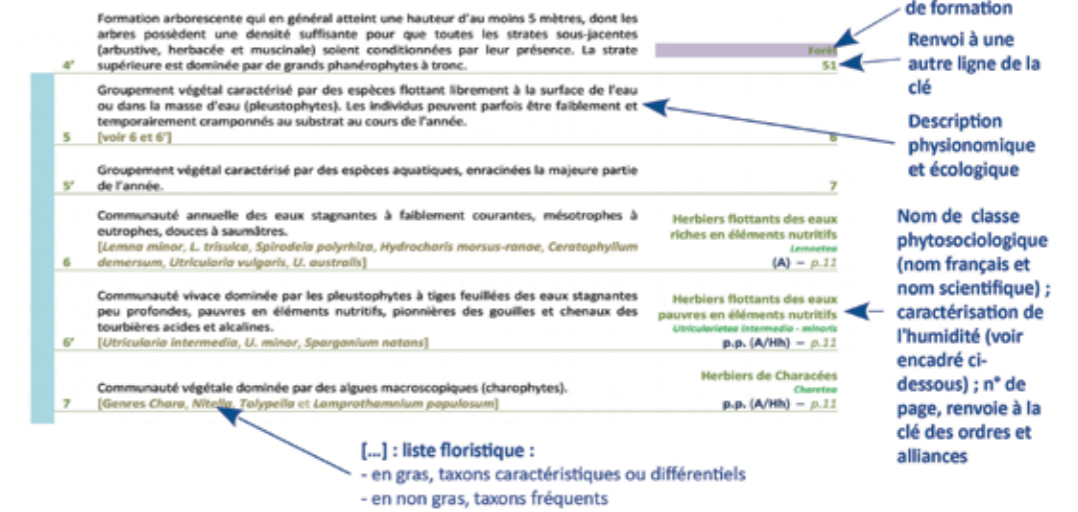
Les clés de détermination des groupements végétaux (GUITTON & THOMASSIN 2016, LAVILLE & JUHEL 2017b et LAVILLE & JUHEL 2017c) ont été réalisées selon une méthode commune pour les deux régions, qui consiste en une déclinaison partant de la classe de formation végétale (DELIASSUS & MAGNANON 2014), pour aboutir à l'alliance phytosociologique et plus ponctuellement à la sous-alliance. Cette dernière déclinaison reste exceptionnelle et concerne le cas de certaines alliances mésohydriques, indicatrices de zones humides *pro parte*, au sens de l'arrêté du 1^{er} octobre 2009, modifiant l'arrêté du 24 juin 2008 sur les critères de définition et de délimitation des zones humides. En territoire bas-normand, l'accent a été mis sur la vulgarisation des termes techniques. Un glossaire fondé en grande majorité sur les définitions tirées du dictionnaire de sociologie et synécologie végétales de GÉHU (2006) est également fourni dans chacune des deux régions. Les principaux critères utilisés dans la première partie de la clé de détermination sont, tout d'abord, physiologiques et écologiques (notamment au début de la clé des classes de formations et des classes phytosociologiques). Les critères floristiques sont ensuite introduits progressivement, pour prendre une part plus importante dans la seconde partie de la clé (clé des ordres et des alliances) (Fig. 1).

Figure 1
Contenu de la clé de détermination des végétations de zones humides et aquatiques.

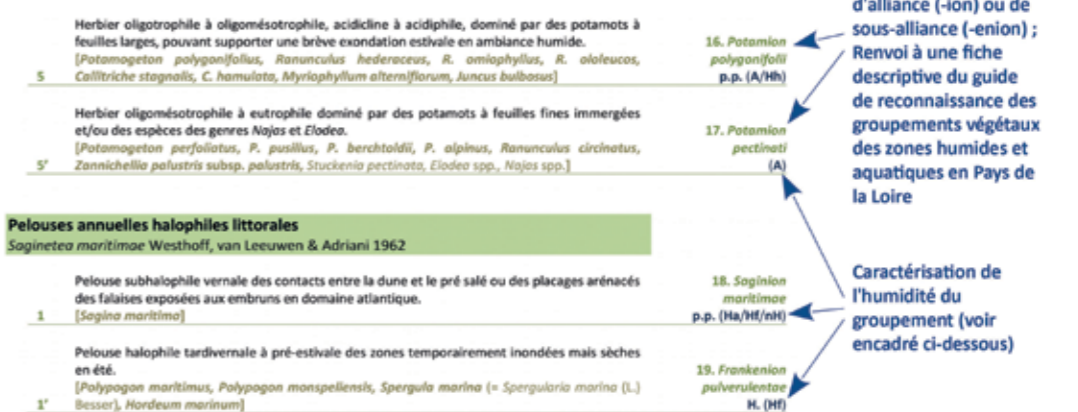
Ces clés peuvent être utilisées de différentes façons, soit sur la base d'une observation de la végétation directement sur le terrain, soit dans le cadre de l'analyse de relevés phytosociologiques. Après avoir abouti à la détermination d'une alliance ou d'une sous-alliance à l'aide de la clé, l'utilisateur a la possibilité de confirmer cette détermination en consultant la fiche descriptive correspondant au syntaxon identifié.

mination d'une alliance ou d'une sous-alliance à l'aide de la clé, l'utilisateur a la possibilité de confirmer cette détermination en consultant la fiche descriptive correspondant au syntaxon identifié.

CLÉ 1 – Classes de formations et classes phytosociologiques



CLÉ 2 – Ordres et alliances phytosociologiques



Caractérisation de l'humidité des groupements végétaux

- Devant les parenthèses : critère tiré de l'arrêté sur les zones humides du 24 juin 2008
- H. = groupement humide, y compris les niveaux inférieurs (dont sous-alliances et associations) ;
 - p.p. = pour partie humide, classe ou alliance non entièrement caractéristique de zone humide ;
 - Aucune cotation devant les parenthèses = classe ou alliance absente de l'arrêté zones humides.
- Entre les parenthèses : précisions sur le type d'humidité du groupement
- A = groupements végétaux aquatiques, en permanence dans l'eau ;
 - Hh = groupements amphibies à hygrophiles, se développant sur sols nettement hydromorphes ;
 - Hf = groupements hygrophiles à mésophiles inférieurs, se développant sur sols frais, qui ne présentent pas systématiquement de traces d'hydromorphie ;
 - Hs = groupements des parois et fissures humides, liés à des suintements ;
 - Ha = groupements des sols non humides, liées à des apports d'humidité atmosphérique importants ;
 - nH = groupements non humides, mésophiles supérieurs à xérophiles.

Fiches descriptives des alliances phytosociologiques

Des fiches descriptives pour chaque alliance humide ou aquatique ont été rédigées afin d'apporter des éléments de diagnostic complémentaires aux clés et de confirmer la détermination des alliances (LAVILLE & JUHEL 2017d). Des descriptions plus détaillées sont ainsi disponibles dans ces fiches, qui apportent un certain nombre d'informations relatives à la composition floristique, la physionomie, l'écologie, la phénologie, la dynamique, les contacts, la répartition, la valeur patrimoniale ou encore le cadre de gestion, etc. (Fig. 2).

Pour les bassins versants normands, les fiches présentent succinctement les associations rencontrées lors des campagnes de terrain, facilitant ainsi leur identification.

Sur le site internet du CBN de Brest, les outils présentés sont disponibles pour consultation et téléchargement :

- Guide des végétations humides et aquatiques en Pays de la Loire <http://www.cbnbrest.fr/observatoire-milieu/boite-a-outils/determination-milieu/guide-zh-pdf>
- Guide des végétations de zones humides des bassins versants de l'Orne et de la Dives <http://www.cbnbrest.fr/observatoire-milieu/boite-a-outils/determination-milieu/identification-des-vegetations-de-zones-humides-des-bassins-versants-de-l-orne-et-de-la-dives>



Figure 2
Exemple de fiche descriptive d'une alliance humide.

Conclusion et perspectives

Ces outils de reconnaissance des groupements végétaux de zones humides et aquatiques, pour le territoire bas-normand et la région Pays de la Loire, contiennent un ensemble de ressources en ligne destinées à un public de praticiens intervenant dans le domaine de la gestion de l'eau et de la gestion des espaces naturels. C'est grâce à la collaboration entre le CBN de Brest et ces différents acteurs de terrain que ces outils ont pu voir le jour et être développés de manière à répondre au mieux à leurs attentes.

Un certain nombre d'animations et de formations ont également été mises en place. Elles permettent aux différents utilisateurs de s'approprier ces nouveaux outils d'analyse du tapis végétal et garantissent une meilleure compréhension du fonctionnement des milieux humides. Les clés de détermination, ainsi que les fiches descriptives des groupements végétaux, ont été testées avec différents acteurs sur le terrain, afin de s'assurer de leur pertinence vis-à-vis du public visé.

Tous ces outils ont vocation à évoluer au fur et à mesure du développement de la connaissance de terrain.

Bibliographie

- DELIASSUS L. et MAGNANON S. (coord.), COLASSE V. GLEMAREC E. GUITTON H. LAURENT É. THOMASSIN G. VALLET J. BIRET F. CATTEAU E. CLÉMENT B. DIQUELOU S., FELZINES J.-C. de FOUCAULT B. GAUBERVILLE C. GUILLEVIC Y. GAUDILLAT V. HAURY J. ROYER J.-M. GESLIN J., GORET M. HARDEGEN M. LACROIX P. REIMRINGER K. SELLIN V. WAYMEL J. & ZAMBETTAKIS C. 2014. - Classification phytosociologique et phytosociologique des végétations de Basse-Normandie, Bretagne et Pays de la Loire. Conservatoire botanique national de Brest, Brest, 260 p. (Les cahiers scientifiques et techniques du CBN de Brest, 1).
- GÉHU J.-M. ASSOCIATION AMICALE FRANCOPHONE DE PHYTOSOCIOLOGIE & FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE PHYTOSOCIOLOGIE (éd.) 2006. - *Dictionnaire de sociologie et synécologie végétales*. J. Cramer, Berlin, 899 p.
- GUITTON H., LACROIX P., MAGNANON S. & THOMASSIN G. 2014 - Projet de guide des végétations de zones humides des Pays de la Loire. Étude de préfiguration. Conseil régional des Pays de la Loire / Agence de l'eau Loire-Bretagne. Nantes : Conservatoire botanique national de Brest, 40 p. + annexes.
- GUITTON H. & THOMASSIN G. 2016. - *Guide de reconnaissance des groupements végétaux des zones humides et aquatiques en Pays de la Loire. Clé de détermination des alliances de zones humides et aquatiques en Pays de la Loire*. Agence de l'eau Loire Bretagne / Conseil régional des Pays de la Loire. Conservatoire botanique national de Brest, Nantes, 48 p.
- LAVILLE L. & JUHEL C. 2017a. - *Identification des végétations de zones humides par bassin versant, l'Orne et la Dives. Tome 1 : Rapport de synthèse*. Pour Agence de l'eau Seine-Normandie et Région Normandie. Conservatoire botanique national de Brest, Villers bocage, 34 p.
- LAVILLE L. & JUHEL C. 2017b. - *Identification des végétations de zones humides par bassin versant, l'Orne et la Dives. Tome 2 : Clés de détermination des groupements végétaux de zones humides du bassin versant de l'Orne*. Agence de l'eau Seine Normandie / Région Normandie. Conservatoire botanique national de Brest, Villers bocage, 24 p.
- LAVILLE L. & JUHEL C. 2017c. - *Identification des végétations de zones humides par bassin versant, l'Orne et la Dives. Tome 3 : Clés de détermination des groupements végétaux de zones humides du bassin versant de la Dives*. Agence de l'eau Seine Normandie / Région Normandie. Conservatoire botanique national de Brest, Villers bocage, 24 p.
- LAVILLE L. & JUHEL C. 2017d. - *Identification des végétations de zones humides par bassin versant, l'Orne et la Dives. Tome 4 : Fiches descriptives des groupements végétaux de zones humides*. Agence de l'eau Seine Normandie / Région Normandie. Conservatoire botanique national de Brest, Villers bocage, 276 p.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=qIEK6BslxrE>

Résumé

Les communautés fongiques, par leur grande diversité taxinomique et écologique, représentent une importante source potentielle en matière de bio-évaluation. Hétérotrophes, les espèces qui les composent sont intimement liées aux cycles biogéochimiques et aux producteurs primaires qui constituent la végétation. Leurs différents modes de nutrition, la diversité des substrats qui les accueillent, l'espace vital spatio-temporel extrêmement varié qu'elles occupent et les successions complexes que montrent leurs communautés leur confèrent des propriétés permettant une description fine des milieux naturels, notamment des milieux humides, dans lesquels elles occupent tous les habitats. Leur description présente toutefois des contraintes méthodologiques non négligeables, notamment du fait de leur diversité et complexité taxinomique et de leur nature cachée avec apparition fugace de sporophores visibles.

Une synthèse des essais historiques pour établir des classifications et des qualifications des communautés fongiques montre que ces difficultés ont freiné leur développement. De la feuille en décomposition jusqu'aux vastes volumes d'horizons holorganiques ou organominéraux du sol, nous nous intéressons particulièrement dans cette analyse à l'échelle de perception des compartiments écologiques pris en compte pour la description des communautés. Reconnaisant les difficultés inhérentes à la constitution d'un synsystème mycosociologique, nous argumentons qu'un tel système reste dans l'absolu pertinent surtout s'il est bâti sur des bases synusiales, en adaptant les critères de délimitation des synusies aux caractères propres des champignons. C'est ainsi, au plus proche des processus écologiques, qu'un tel système permet, sur des bases biologiques, une analyse fine des milieux naturels, complémentaire des outils phytosociologiques de bio-évaluation habituellement utilisés.

Nous proposons et illustrons sur la base d'exemples concrets une méthodologie permettant de contourner les difficultés propres à l'établissement d'un système mycosociologique synusial indépendant, qui permet (i) de conserver l'approche synusiale des communautés, (ii) d'appréhender les communautés fongiques en lien avec les végétations auxquelles elles sont subordonnées, (iii) de produire un outil opérationnel de bio-évaluation à l'échelle d'un site ou d'un type de végétation (élémentaire ou complexe). Cet outil est constitué d'une table de données attributaires pour une sélection de 1 130 espèces de champignons présents dans des milieux humides. Cette table pourra être utile aux gestionnaires, aux spécialistes de la végétation et aux mycologues, tout en encourageant une interdisciplinarité dans la bio-évaluation.

Abstract

Fungal bio-evaluation in wetlands: synusial scale adequacy

Due to their wide taxonomic and ecological diversity, fungal communities may be used for bio-evaluation purposes. As heterotrophic organisms, fungi are strongly related to biogeochemical cycles and primary producers such as plants. Fungi exhibit different modes of nutrition, establish on various substrates, occupy space differently across space and time. The communities they form show complex successions which can be finely described in natural habitats, in particular wetlands where they occupy all habitats. The description of fungal communities, however, presents significant methodological constraints, in particular because of taxonomic issues and their hidden nature with only transient emergence of observable sporophores. A synthesis of historical attempts in classifying and typifying fungal communities reveals that they have been strongly limited by the issues raised above. In this study, I focus on the scale of assessment of fungal communities, from a single decaying leaf to large volumes of holorganic or organomineral soil horizons. Acknowledging the difficulties inherent to its elaboration, I argue that elaborating a mycosociological synsystem is relevant as far as it uses the synusial framework and defines synusiae based upon specific characters of fungi. Close to ecological processes, such a system allows a fine biological assessment of natural environments, and can be used in combination with phytosociological tools of bio-evaluation.

Using concrete examples, I propose a methodology which avoids the difficulties inherent to an independent synusial mycosociological system, and allows (i) to implement a synusial approach of communities, (ii) to understand fungal communities in relation with the plant communities to which they are subordinated; (iii) to produce an operational bio-evaluation tool at the scale of a site or a type of vegetation (elementary or complex). The tool consists of a data table for 1,130 selected fungus species occurring in wetlands. This table may be useful for managers, vegetation scientists and mycologists, while encouraging cross-disciplinarity in bio-evaluation.

Bio-évaluation fongique en milieux humides : adéquation de l'échelle synusiale

GILLES CORRIOL

« *Il semble que la plupart des phytosociologues ne connaissent pas ou ne veulent pas connaître les champignons, alors que les mycologues ne sont souvent pas intéressés par les communautés fongiques et la phytosociologie.* » (J.J. Barkman, 1987)

Conservatoire botanique national
des Pyrénées et de Midi-Pyrénées,
Vallon de Salut,
B.P. 315,
F-65203 Bagnères-de-Bigorre Cedex ;
gilles.corriol@cbnmp.fr

Introduction

Les milieux humides montrent une structuration complexe liée à la grande richesse des microhabitats qui s'y expriment à des échelles spatiales très fines. Leur genèse, leur organisation spatiale (trois dimensions) et dynamique sont subordonnées notamment (i) à des phénomènes mécaniques liés à la capacité érosive de l'eau, (ii) à des paramètres chimiques liés à la nature des roches mères, à la composition ionique de l'eau et aux composés organiques accumulés en conditions anoxiques, (iii) à des contraintes physiologiques dues à l'engorgement des sols. Ces paramètres jouent à différentes échelles imbriquées. L'effet mécanique d'un flux d'eau va s'amenuisant en s'éloignant du lit, avec une zonation d'autant plus marquée et d'autant plus vaste que ce flux est important. Cette zonation peut s'exprimer de l'échelle décimétrique (fleuve, grande rivière) à l'échelle centimétrique (petit ruisseau, voire suintement). Les niveaux d'eau, et consécutivement les durées d'inondation, contraignent une zonation qui épouse la topographie locale : très vaste sur les zones planes et étroites au niveau des reliefs accusés. Au niveau de la diversification des microhabitats, ce facteur influe sur tous les substrats inondés : les sols, mais aussi les litières, le bois mort, les supports vivants (troncs, racines...). Dans les contextes où le niveau de la nappe d'eau présente une variabilité limitée en période d'activité biologique, et particulièrement à proximité du niveau de cette nappe, de faibles variations topographiques sont susceptibles de générer des déterminismes et corrélativement des biocénoses nettement différenciées. Ces déterminismes intègrent la contrainte d'anoxie liée à l'engorgement, l'alimentation minérale due à l'eau phréatique (*versus* l'oligotrophie de l'eau météorique – sauf pollution atmosphérique –), des micropédoprofiles différenciés du fait de la minéralisation plus ou moins lente de la matière organique. Dans les régions à fortes précipitations ou à bilan hydrique climatique très favorable, s'ajoutent des phénomènes d'ombrogénèse faisant intervenir la dynamique de bryophytes ingénieuses (GOUBET 2006), induisant à leur tour des variations microtopographiques.

La végétation, partie visible des biocénoses

Parmi les biocénoses les plus contraintes par ces paramètres et déterminismes, la partie la plus évidente car la plus visible est constituée par la végétation. Les communautés végétales se distribuent selon ces différents gradients, à différentes échelles selon l'espace vital des espèces qui les composent, de la microhépatique sphagnicole, corticole ou lignicole jusqu'aux arbres. Elles sont à l'origine d'une dynamique elle-même contrainte par des influences biotiques et d'éventuelles interventions de gestion. Si elles structurent macroscopiquement les écosystèmes, elles ne suffisent pas à décrire finement tous les processus écologiques dont le fonctionnement se joue au niveau des micro-organismes.

Les champignons, intimement liés aux processus écologiques

Les champignons eux, à l'exception des lichens, sont beaucoup moins visibles, ou en tout cas pendant des périodes plus courtes, étant donné qu'ils sont cachés dans les substrats qu'ils occupent (sol, litière, tourbe, excréments, bois, plantes vivantes...) et que seuls leurs appareils reproducteurs sont visibles (et identifiables) et souvent peu durables. La composition de leurs communautés réagit cependant fortement aux différents paramètres mis en évidence. Leur biologie les fait contribuer intimement au fonctionnement et à la dynamique des écosystèmes concernés. Dans les plus engorgés ou les plus froids d'entre eux (climats rigoureux), ils constituent les acteurs principaux voire exclusifs de l'activité biologique de minéralisation de la matière organique. Au niveau du sol et des racines, ils sont liés partout, de façon exclusive ou plus ubiquiste en fonction des espèces, aux plantes vasculaires, qui ne sauraient se passer d'eux, encore moins dans les stations les plus contraignantes où la symbiose mycorrhizienne est décisive pour l'installation et la survie de certaines espèces, notamment lignieuses. Des décomposeurs et endophytes plus ou moins parasites occupent toutes les microhabitats des écosystèmes constitués par les milieux humides, par exemple : sol, tourbe nue, litière de monocotylédones sociales, tiges mortes de l'année précédente de diverses herbacées, gaines mortes de monocotylédones amphibies encore en place sur la tige juste au-dessus du niveau

de l'eau, parties mortes, nécrosées ou vivantes de bryophytes (RACOVITZA 1959, FELIX 1988, ELLIS & ELLIS 1998 : 1-15, MOREAU 2002 : 77-79), excréments ou vieux sporophores de champignons momifiés en tourbières (FAVRE 1948), fragments de bois inondés, microsols des interstices des écorces des vieux arbres, etc.

Communautés fongiques : vaste gamme d'espace vital et d'habitats

La structure microscopique de leur organe végétatif permet aux champignons une adaptation très fine de leur occupation de l'espace à la ressource disponible en substrats et conditions stationnelles favorables. Ayons en tête deux cas extrêmes, dans une même forêt : entre un individu d'une espèce qui occupe une aiguille d'épicéa (telle que *Micromphale perforans*) et le plus grand individu identifié d'*Armillaria bulbosa* occupant 15 ha de forêt (SMITH *et al.* 1992), il existe un rapport de l'ordre de 1/10¹³ de volume vital occupé.

La très large gamme de paramètres écologiques auxquels les champignons peuvent s'accommoder en fonction des espèces (toutes les gammes d'humidité ou d'inondation, de pH, de niveau trophique, y compris les plus extrêmes, des sols les plus simples aux plus évolués, de la matière organique vivante à la plus dégradée...), la diversité de leur mode de nutrition et du niveau de spécialisation à leur substrat leur permettent d'occuper la totalité des microhabitats potentiellement générés par les milieux humides.

Pertinence et difficultés en bio-évaluation

Pour ces raisons, il apparaît justifié de s'intéresser aux communautés fongiques dans le cadre de l'évaluation de sites occupés par des milieux humides, ce qui est rarement réalisé. Certes, leur utilisation à des fins de bio-évaluation impose des contraintes méthodologiques indéniables, principalement liées à la détection des sporophores, nécessitant une recherche minutieuse à l'échelle des microhabitats, et à leur identification, nécessitant l'intervention d'un mycologue expérimenté, du matériel optique performant et un temps conséquent de laboratoire. Les « macromycètes¹ » bénéficient toutefois de l'avantage, parmi tous les micro-organismes intimement liés au fon-

¹ Macromycète : champignon produisant des sporophores visibles à l'œil nu (catégorie sans valeur taxinomique, regroupant un large spectre taxinomique).

tionnement des écosystèmes, d'être les seuls à être macroscopiquement visibles, et donc détectables et pour certains identifiables sur le terrain une période de l'année. La période favorable d'observation, quoique relativement courte (optimum entre août et octobre), est par ailleurs peu problématique pour les milieux humides. En effet, elle est assez constante d'une année sur l'autre du fait de l'humidité édaphique qui évite une trop grande subordination aux précipitations de la production de sporophores.

Adéquation de l'échelle synusiale²

Si l'on veut bénéficier de toute la finesse d'évaluation potentiellement apportée par les champignons, compte tenu de la grande diversité de leurs niches écologiques, de leurs fonctionnements, de leurs hôtes, de leur espace vital et de la superposition spatiale de leurs habitats, la bonne échelle de perception et de description des communautés fongiques est l'échelle synusiale. À la suite des principes généraux exposés par BARKMAN (1973), FELLNER (1987), avec son principe d'unité du substratum et de « trophisme », a précisé pour les champignons des bases importantes en ce sens.

Nous considérons cet ensemble polythétique hiérarchisé de critères d'homogénéité à prendre en compte pour définir les synusies fongiques :

- 1) homogénéité du type nutritif ;
- 2) homogénéité du substrat ;
- 3) homogénéité de l'espace vital (volume vital prospecté par le mycélium) ;
- 4) homogénéité microclimatique ;
- 5) homogénéité dynamique (pionnières, post-pionnières, dryades) ; éventuellement
- 6) homogénéité phénologique, surtout pour distinguer les communautés à stratégie vernale – composées particulièrement d'Ascomycètes – de celles estivo-automnales.

L'homogénéité « fongistique », qui serait le pendant de l'homogénéité floristique à rechercher en phytocénologie, pertinente en principe, est particulièrement difficile à mettre en œuvre en pratique en mycocénologie, étant donné qu'à un moment donné n'est observée dans un habitat donné que la partie « fructifiante » des espèces réellement présentes dans le support. Nous reviendrons sur les conséquences de ce problème méthodologique.

² Synusie : communauté d'êtres vivants présentant une stratégie de vie comparable, homogène d'un point de vue de sa composition en espèces, exploitant une niche écologique (microniche, prenant en compte les conditions édaphiques et climatiques locales) et un espace vital similaires, à l'intérieur d'une biogéocénose. Pour plus de développements voir GILLET & JULVE (2018).

³ D'autres, comme Barkman (1976a) ou Arnolds (1981), ont cherché à décrire de façon fine les synusies fongiques de sites sur des périodes plus ou moins longues, mais sans chercher à construire un système de classification à portée plus large et sans utiliser de nomenclature phytosociologique.

On trouvera dans ARNOLDS (1981 : 104-106, 1992a) et FRAITURE (2008) une discussion sur les difficultés liées à la délimitation des synusies fongiques. Bien que leur analyse détaillée dépasse le cadre de cet article, les conclusions, en particulier celles D'ARNOLDS, nous semblent trop pessimistes. Certaines difficultés pourraient notamment être surmontées par la transposition de concepts développés ces dernières décennies dans le cadre de la phytosociologie synusiale intégrée (notamment GILLET *et al.* 1991, GILLET 1998), en hiérarchisant différemment les critères de reconnaissance polythétique des synusies (comme suggéré ci-dessus) et en appliquant le concept de relevés fragmentés, y compris sur de grandes surfaces.

Une classification mycosociologique synusiale ?

Lors d'un travail terminé en 1952, publié à titre posthume, DARIMONT (1973) a identifié la nécessité d'appréhender les communautés fongiques à l'échelle synusiale (qu'il appelait mycosynécies) et bâtit les bases d'une classification mycosociologique à partir de placettes de relevés pluriannuels dans des forêts belges. Il décrit ainsi des communautés fongiques humicoles, de litière, des souches, des branches mortes au sol, de troncs abattus, des troncs debout, des branches mortes dans le houppier, des tapis de bryophytes humicoles, des ourlets internes (bords de chemins), des fourrés arbustifs, des bourniers, des charbonnières... Si l'auteur a cherché à percevoir de façon détaillée des synusies lignicoles et s'il a bien perçu la nécessité de traiter séparément au niveau du sol les mycocénoses saprotrophes de la litière (ses « mycétations forestières endogées »), en revanche, il n'a pas cherché à séparer dans l'humus les mycocénoses symbiotiques des mycocénoses saprotrophes, incluses dans ses « mycétations forestières épigées ».

Quelques auteurs ont cherché sur cette même base, à décrire des associations fongiques, complétant ainsi l'ébauche de synsystème mycosociologique de DARIMONT (*loc. cit.*)³.

BON & HALUWYN (1981), en décrivant leur *Lactrietum lacunarum* des sols inondables, mêlant des espèces mycorrhiziques liées à l'aulne, aux saules ou aux bouleaux (*Lactarius lacunarum*, *Cortinarius saniosus*, *Hebeloma sachariolens*...) et des espèces

saprotrophes humicoles (*Hypholoma subericaeum*, *Phaeonematoloma myosotis*, *Peziza limosa*...) indépendantes des arbres, n'ont, tout comme DARIMONT (1973), pas séparé finement les mycocénoses distinctes du fait de leur stratégie nutritive.

D'autres, tout en s'inspirant du travail du pionnier belge, ont cherché à préciser la perception et la délimitation des différentes communautés fongiques.

RICEK (1980), par exemple, décrit dans de jeunes pessières plantées sur d'anciennes prairies deux associations fongiques distinctes :

- une association saprotrophe de l'humus (*Micromphaleum perforantis*), intégrant les espèces de la litière (tels *Micromphale perforans* ou *Setulipes androsaceus*) et celles des horizons plus humifiés (tels *Lepista irina* ou *Macrolepiota procera*), ce qui soulève par ailleurs la question de l'espace vital (les premiers occupant quelques millimètres cubes d'aiguilles quand les seconds colonisent plusieurs décimètres cubes d'humus), ce que DARIMONT semble avoir perçu en séparant une synusie spécifique à la litière ;
- et une association ectomycorhizique (*Russuletum queletii*), cette fois plus strictement délimitée, sur la base du type nutritif, que les synusies humicoles mixtes de DARIMONT⁴.

RUNGE (1979), quant à elle, prôna la description séparée d'associations fongiques lignicoles parasites et d'associations lignicoles saprotrophes.

Après les quelques travaux fondateurs jusqu'aux années 1980, peu d'essais de synsystèmes mycosociologiques ont été proposés. On peut mentionner la synthèse de KREISEL & DÖRFELT (1985) et surtout celle de FELLNER (1988), qui propose quelques unités hiérarchiques nouvelles mais sans présenter des bases comparables à celles établies par DARIMONT (démarche inductive à partir de relevés représentatifs sur des placettes à observation suivie sur plusieurs années). À leur suite, LISIEWSKA (1992) donne une présentation actualisée des classes de champignons lignicoles (*Stereo - Trametetea*), carbonicoles (*Anthraco-bietea*) et coprophiles (*Coprinetea*).

On voit très vite les limites de cette démarche qui nécessiterait de très nombreux

relevés étalés sur plusieurs années, sur de très nombreuses synusies pour définir des catégories mycosociologiques (démarche inductive). Et encore souffrirait-elle d'un échantillonnage géographique forcément très partiel compte tenu de la lourdeur méthodologique à mettre en place déjà à une échelle locale. C'est ainsi que DARIMONT (*loc. cit.*) a été amené à définir un synsystème sensé concerner au moins toute l'Europe tempérée compte tenu des unités traitées (synusies de forêts caducifoliées eurosibériennes) avec des relevés exclusivement réalisés dans un petit périmètre au sud de la Belgique. N'importe quel mycologue cherchant à appliquer le système de DARIMONT dans sa région constatera une certaine pertinence intuitive des unités dans leurs grandes lignes, mais de rapides difficultés en essayant une classification plus précise de ses propres relevés dans la hiérarchie de l'auteur belge. Ainsi, malgré les quelques initiatives en ce sens, la construction par démarche inductive (ascendante) d'une classification mycosociologique propre, qui aurait l'avantage de permettre de traiter toutes les catégories synusiales pertinentes pour refléter la diversité des communautés fongiques, s'avère en pratique un travail considérable. De fait, alors que les difficultés inhérentes à une transposition de la méthode phytosociologique aux champignons ont été largement discutées (HUECK 1953, ŠMARDKA 1968, KALAMEES 1968, BARKMAN 1976a, DE FOUCAULT & VAN HALUWYN 1980, ARNOLDS 1981, BARKMAN 1987, ORSINO 1987, DURRIEU 1993 : 135-139), la construction d'une telle classification a très peu progressé depuis. Par ailleurs, beaucoup des discussions, tout en reconnaissant son impossibilité intrinsèque, ont, à notre avis, donné beaucoup trop d'importance, et perdu beaucoup d'énergie, à la recherche d'une méthode de quantification des espèces dans les relevés. Nous pensons plus important de porter la réflexion sur la délimitation spatio-temporelle des synusies à relever et de les caractériser par leur composition taxinomique. Tout en admirant l'effort considérable réalisé par leur initiateur belge, il faut reconnaître que les bases proposées présentent de vastes lacunes sur les plans écologique et dynamique (nombreuses unités syntaxinomiques manquantes), géographiques (échantillonnage très restreint) et aussi taxinomiques (amélioration importante de la taxinomie des champignons supérieurs ces dernières décennies).

⁴ De même, CAILLET & SIMERAY (2003), sur la base de relevés suivis d'une forêt feuillue de Franche-Comté, ont défini des synusies fongiques (sans les nommer), en traitant séparément (i) des communautés ectomycorhiziques par type de phytocénose forestière, (ii) des communautés humicoles par forme d'humus, mais intégrant tous les horizons holorganiques, de la litière la plus intacte, jusqu'à la matière organique humifiée. Ils ont en outre décrit des synusies lignicoles par espèce ligneuse. ŠMARDKA (1960) dans le cadre de ces études mycocénologiques en République Tchèque a en revanche opté pour une délimitation synusiale similaire à celle de DARIMONT.

⁵ Idiotaxons : espèces et variétés par opposition aux syntaxons, types de communautés végétales.

Une possible mise en correspondance avec les synusies végétales ?

Dans ce contexte, nous souhaiterions montrer qu'il est possible et utile de mettre à disposition un outil permettant d'aider à la prise en compte des communautés fongiques dans les milieux humides en résituant les principales espèces dans un cadre écologique en lien avec les communautés végétales pour lesquelles on dispose déjà de typologies relativement abouties.

BON & GÉHU (1973) avaient produit un essai en ce sens, de façon empirique, à l'échelle d'alliances végétales pour la France, mais sans prendre en compte le niveau synusial, ce qui dégrade l'information synécologique pour les communautés fongiques. Ainsi une espèce comme *Rhodocollybia maculata*, saprotrophe des humus bruts acides (que l'on peut trouver en forêt feuillue, en forêt résineuse, en lande à Ericacées ou encore en tourbière), se retrouve rassemblée dans la même unité que *Lactarius quietus*, espèce mycorhizique associée au genre *Quercus*, dans l'alliance du *Quercion robori-petraeae*. De même, KREISEL & DÖRFELT (1985) tentent de synthétiser la caractérisation fongique d'un certain nombre d'unités phytosociologiques, mais cette fois en déclinant les taxons caractéristiques en catégories fonctionnelles. Dans un autre essai, avec le même esprit, BON (1984) tente en outre une mise en correspondance d'unités phytosociologiques classiques avec des unités mycosociologiques synusiales du système de DARIMONT, tout en attirant l'attention sur certaines limites. COURTECUISSÉ (1986) s'efforce de classer ses récoltes de champignons de l'hydrosère dunaire dans des unités phytosociologiques. Ici encore, l'absence de considération synusiale conduit à des rattachements artificiels, comme par exemple *Hebeloma pusillum* et *Inocybe salicis* aux *Littorelletea* (p. 27) alors que ces espèces vivent en symbiose racinaire avec les saules par voie de mycorhize. Nous-mêmes nous étions essayé à cet exercice à l'échelle d'une région française, en produisant un catalogue de récoltes phytosociologiquement rattachées, couvrant 261 taxons, ici encore sans prendre en compte l'échelle synusiale (CORRIOL, 2003). Dans le même esprit, mais sur la base de relevés synthétiques triés-ordonnés, BUJAKIEWICZ (1992) caractérise et différencie plusieurs alliances de forêts feuillues d'Europe cen-

trale. CAILLET & VADAM (2009) offrent pour la région Franche-Comté un catalogue des alliances végétales forestières classiques (phytocénoses complexes), avec pour chacune une courte liste empirique de taxons fongiques donnés caractéristiques, parmi lesquels on rencontre des espèces mycorhiziques des arbres, endophytes des plantes herbacées ou saprotrophes d'humus. L'approche de CAILLET & SIMERAY (2003), typiquement synusiale dans leur recherche fine d'homogénéité écologique (par phytocénose, par type nutritif, par substrat, par forme d'humus), rejoint sur plusieurs points nos présentes préoccupations. En revanche, ils proposent pour les taxons fongiques un rattachement à des unités phytosociologiques classiques, ayant valeur de complexe phytocénologique (phytocénoses forestières). Dans les tourbières, MOREAU (2002 : 155-163) décrit et caractérise (sans les nommer) des mycocénoses constituées d'une superposition de synusies.

Nous considérons, à la suite de DARIMONT (1973), BARKMAN (1973) et FELLNER (1987), que les champignons forment bien des communautés propres à valeur de synusies. Ces synusies peuvent avoir des relations plus ou moins fortes avec les communautés végétales, mais dépendent également de nombreux autres paramètres. La composition d'une synusie ectomycorhizique mature d'une pineraie sur tourbière haute n'a rien de comparable à celle d'une pineraie subalpine sur gypse, quand bien même la synusie arborescente correspondante contactant les mycorhizes est constituée de la même espèce, *Pinus mugo* subsp. *uncinata*. En même temps, nous pensons possible de mettre en correspondance à des fins pratiques les idiotaxons⁵ constituant les synusies fongiques avec des types de communautés végétales.

Pour ce faire, la classification phytosociologique avec une déclinaison synusiale répond mieux (i) au besoin de précision spatiale des communautés fongiques, surtout si on intègre des unités bryophytiques, notamment pour les communautés fongiques à faible espace vital et celles liées à des substrats particuliers (épiphytiques, carbonicoles, coprophiles, lithophiles et psammophiles, turficoles, saproxyliques, etc.) et (ii) aux modes de fonctionnement des espèces qui les composent. En revanche, elle ne répondra pas aussi finement que le pourrait un synsystème strictement synusial myco-

sociologique à des questions dynamiques [ex : successions biocénétiques et stades de dégradation du bois mort (KREISEL & DÖRFELT 1985, LANGE 1992, LISIEWSKA 1992 : 156, HEILMANN-CLAUSEN & CHRISTENSEN 2003), succession des communautés symbiotiques avec l'âge des arbres (RICEK 1980, DIGHTON & MASON 1985, TERMORSHUIZEN 1991, KEIZER & ARNOLDS 1993), gammes d'ancienneté d'une pelouse agro-pastorale (ARNOLDS 1980, 1992b, NITARE 1988, KEIZER 1993), phases de maturité internes d'une forêt laissée à sa dynamique naturelle ou soumise à des interven-

tions artificielles (DURALL *et al.* 2005, TWIEG *et al.* 2007), etc.]. Par ailleurs, pour les communautés fongiques n'ayant pas de liens de dépendance très directs avec les végétations, cette mise en correspondance impliquera de s'appuyer sur des liens de proximité spatio-temporelle. Elle nous semble toutefois dans le cadre de cet essai un bon point de départ, d'autant plus si elle se voit complétée d'une information dynamique et de stratégie trophique pour chaque idiotaxon fongique.

Une proposition méthodologique

Nous montrerons ici, sur la base d'exemples concrets que, en raison de la biologie des espèces fongiques et des liens directs ou indirects ou de la proximité spatio-temporelle qu'elles entretiennent avec les plantes, la meilleure échelle spatio-temporelle d'appréhension des communautés fongiques est l'échelle synusiale. Pour ces exemples choisis pour être représentatifs des problématiques rencontrées parmi les espèces de macromycètes présentes dans les milieux humides, nous détaillerons l'analyse de leur rattachement à une unité phytosociologique synusiale⁶.

Afin d'affiner le rapport réel, supposé ou de proximité que chaque taxon fongique entretient avec le type de végétation attribué, des informations d'ordre dynamique et sur le mode de nutrition leur sont attribuées. Enfin, une indication de la valeur patrimoniale à des fins d'évaluation, de hiérarchisation et de conservation des milieux ou sites humides est fournie.

En annexe à cet exposé, une table de données synthétiques établie sur la même base méthodologique est mise à disposition⁷, pour une sélection d'un plus grand nombre d'espèces représentatives.

Nous concluons enfin cet article en suggérant des pistes d'utilisations possibles de l'outil constitué par cette table de données.

Discussion de principes généraux

Sur la base d'une classification des modes de nutrition des différentes espèces de champignons (voir Tableau 1), nous considérons :

1) Que les espèces contactant des ectomycorhizes, étant en relation directe avec les communautés d'arbres et d'arbustes au niveau de leurs racines, doivent être rattachées aux classes synusiales de végétations arborescentes et arbustives. En milieux humides, en France, les idiotaxons concernés sont, au rang générique, les genres *Abies*, *Alnus*, *Betula*, *Picea*, *Pinus*, *Populus*, *Salix* et, au rang des familles, les *Betulaceae*, *Pinaceae* et *Salicaceae* principalement. Les syntaxons synusiaux concernés appartiennent aux *Franguletea alni* Doing *ex V.* Westh. *in V.* Westh. & Den Held 1969, *Salicetea purpureae* Moor 1958, *Salicetea bicolori - lappinum* Julve 2003, *Fraxino excelsioris - Alnetalia glutinosae* Julve 1993, *Abieti albae - Fagion sylvaticae* Gillet *ex Julve* 1993, *Pino cembrae - Piceetea abietis* Julve *ex B.* Foucault 2018.

2) Que les espèces saprotrophes liées à des supports végétaux particuliers doivent être rapportées aux classes de végétation auxquelles appartiennent les idiotaxons concernés. C'est le cas particulièrement des saprotrophes de litière qui peuvent être plus ou moins spécialisés dans la dégradation d'un support particulier, ainsi que des saprotrophes bryicoles, dans les classes de végétations bryophytiques. De même pour les endophytes et les parasites.

3) Que les espèces lignicoles peuvent être distribuées sur différentes classes de synusies ligneuses en fonction de leurs exigences écologiques :

- de préférence vers des classes arbustives pour les espèces peu spécifiques et peu exigeantes en termes de quantité et qualité de nécromasse ligneuse,

⁶ Le référentiel syntaxinomique synusial utilisé en référence est constitué de Baseveg + Basebryo (JULVE 1998, 2002), qui présente l'avantage de couvrir la France, une partie de l'Europe et même du monde, avec une homogénéité conceptuelle.

⁷ Table de données qui sera téléchargeable : www.cbnpmp.fr/bioeval/champi-zh

⁸ Y compris sur des juvéniles ou des formes rachitiques d'espèces arborescentes écologiquement contraintes.

Tableau 1
Typologie et codification des modes de nutrition des macromycètes rencontrés dans les milieux humides.

Type principal (Nutr. 1)	Abréviation	Déclinaison (Nutr. 2)	Abréviation	Exemple de taxon fongique
Ectomycorhizique	Ecm	Large	Ecm larg	<i>Boletus edulis</i>
		<i>Alnus</i>	Ecm Aln	<i>Alnicola umbrina</i>
		<i>Betula</i>	Ecm Bet	<i>Russula betularum</i>
		<i>Salix</i>	Ecm Sal	<i>Inocybe salicis</i>
		<i>Populus</i>	Ecm Pop	<i>Amanita simulans</i>
		<i>Salicaceae</i>	Ecm Salica	<i>Tricholoma populinum</i>
		<i>Pinus</i>	Ecm Pin	<i>Suillus flavidus</i>
		<i>Abies</i>	Ecm Ab	<i>Lactarius intermedius</i>
		<i>Picea</i>	Ecm Pic	<i>Lactarius deterrimus</i>
		<i>Pinaceae</i>	Ecm Pinac	<i>Russula badia</i>
		Autres	Ecm austr	<i>Entoloma clypeatum</i>
Saprotrophe	Sap	Lignicole large	Lign larg	<i>Galerina marginata</i>
		Lignicole gymnosperme	Lign gym	<i>Pluteus tricuspidatus</i>
		Lignicole angiosperme	Lign ang	<i>Pluteus nanus</i>
		Litière	Sap lit	<i>Marasmius rotula</i>
		Humicole	Sap hum	<i>Entoloma hebes</i>
		Turficole	Sap turf	<i>Hypholoma udum</i>
		Bryicole	Sap bry	<i>Entoloma sphagnum</i>
		Corticole	Sap cort	<i>Mycena pseudocorticola</i>
		Détricole	Sap détr	<i>Peziza vesiculosa</i>
		Fongicole	Sap fong	<i>Microcollybia cirrhata</i>
		Coprophile	Sap copr	<i>Stropharia semiglobata</i>
		Nitratophile	Sap nitr	<i>Tricholomella constricta</i>
Endogène (± parasite)	Endo	Phyto-endophyte	End phyt	<i>Cuphophyllus russocoriaceus</i>
		Ligno-endophyte	End lign	<i>Phellinus ignarius</i>
		Bryo-endophyte	End bry	<i>Galerina paludosa</i>
		Zooparasite	Par zoo	<i>Cordyceps militaris</i>
		Mycoparasite	Par myc	<i>Asterophora parasitica</i>
Lichen	Lich			<i>Lichenomphalia umbellifera</i>

- colonisant sans difficulté de petits fragments de bois mort, considérant que ces espèces se trouveront tout aussi bien dans des fourrés, de jeunes forêts de recolonisation que dans le cadre de la dynamique des forêts plus matures (phases dynamiques internes, mais aussi à l'échelle de l'arbre par nécrose de petites branches⁸, etc.) ;
- vers des classes arborescentes pour les espèces lignicoles (parasites ou saprotrophes), soit plus strictement liées à une espèce arborescente, soit plus exigeantes en terme de taille de fragment (notamment par de nécessaires successions de communautés biocénétiques préalables à leur installation au cours d'une dégradation plus longue de ces fragments) ;
- vers des syntaxons bryophytiques épiphytiques hygrosclaphiles des bois très décomposés, par proximité spa-

tio-temporelle, pour les espèces saprotrophes lignicoles des stades avancés de décomposition en atmosphère humide.

4) Que les espèces saprotrophes humicoles (et turfiques, qui en sont un cas particulier), qui poussent dans la matière organique indifférenciée, dans des horizons plus superficiels que les espèces mycorrhiziques et qui dans un certain nombre de cas peuvent se trouver aussi bien avec ou sans arbres ou arbustes, sont mieux rattachées par proximité spatio-temporelle à des classes de végétation phanérogamiques du tapis herbacé ou bryo-humicoles, pouvant se trouver en situation intra- ou extra- « forestière ».

5) Que les espèces corticoles propres aux microsols formés sur les écorces peuvent être rattachées à des syntaxons bryophytiques épiphytiques par proximité spatio-temporelle.

Les espèces coprophiles peuvent être rattachées à des syntaxons bryophytiques coprophiles. Cette solution est pratique sans être totalement satisfaisante, les communautés fongiques coprophiles étant omniprésentes et beaucoup plus diversifiées (RICHARDSON 2001) sur ce substrat que les bryophytiques vraiment caractéristiques (pratiquement restreintes aux *Splachnaceae*). Elles y présentent en outre des successions dynamiques (HARPER & WEBSTER 1964, LARSEN 1971, LISIEWSKA 1992, EBERSOHN & EICKER 1997, RICHARDSON 2002).

Les espèces carbonicoles peuvent également être rattachées aux syntaxons bryophytiques de façon approximative, étant donné que les synusies fongiques carbonicoles sont encore une fois plus diversifiées (MORNAND 1978, DOUGOUD 2001), présentent des successions dynamiques et régissent notamment à un gradient de richesse en bases du sol au niveau du brûlis (MOSER 1949, PETERSEN 1970, DARIMONT 1973, LISIEWSKA 1992). Le rapprochement de certaines *Pyronemataceae* (Ascomycètes) bryoparasites de bryophytes pyrophiles (en particulier *Funaria hygrometrica*) aux syntaxons bryophytiques est plus évident (BENKERT 1993).

Pour les saprotrophes détriticoles (compost, fumier, matériaux en décomposition...), une mise en correspondance est plus délicate étant donné que ces substrats sont souvent non végétalisés.

Type :	Pionnière	Post-pionnière	Dryade
Abréviation	Pionn	Postp	Drya
Ex. saprotrophe lignicole	<i>Schizophyllum commune</i>	<i>Hymenochaete tabacina</i>	<i>Pluteus salicinus</i>
Ex. ectomycorhiziques	<i>Laccaria affinis</i>	<i>Lactarius obscuratus</i>	<i>Amanita friabilis</i>
Ex. saprotrophes humicoles	<i>Lepiota cristata</i>	<i>Entoloma polium</i>	<i>Hypholoma udum</i>
Ex. phyto-endophytes	<i>Cuphophyllum virgineus</i>	<i>Hygrocybe conicalustris</i>	<i>Hygrocybe coccineocrenata</i>

Enfin, à des fins d'évaluation de l'intérêt conservatoire d'un site, nous avons renseigné un indice patrimonial pour chaque taxon fongique. Celui-ci est défini par le croisement de la fréquence du taxon dans son habitat (de CC – très commun – à RR – très rare –) avec la spécificité de son habitat. Plus l'indice obtenu est élevé, plus l'intérêt est fort (Tableau 3). Ce système présente notamment les avantages de ne pas préju-

Noter que les premières catégories consistent en des liens directs entre communauté fongique et communauté végétale alors que les dernières sont rapprochées plus par des relations de proximité et d'échelle spatio-temporelle.

Compte tenu du fait que les espèces fongiques ont de vastes aires de distribution, généralement à l'échelle continentale à l'intérieur d'un domaine biogéographique, le rattachement aux unités de végétation devrait être considéré à un rang cohérent avec la chorologie du syntaxon, généralement un rang de niveau hiérarchique supérieur. On recherchera à affiner la correspondance le cas échéant en fonction de l'autécologie du taxon fongique.

La table de données contient en outre des informations complémentaires relatives au stade de succession dynamique (Tableau 2). Attention, les trois stades considérés correspondent à des niveaux de maturité internes au microhabitat et non une information générale à l'échelle des écosystèmes. Ainsi, dans une aulnaie marécageuse, phytocénose à caractère pionnier générique, on distingue des espèces symbiotiques pionnières telle *Laccaria affinis* et des espèces liées à une maturité interne de ce type d'écosystème telle *Amanita friabilis*.

ger de la rareté de l'habitat lui-même (souvent évaluée à travers des outils phytocénologiques) et de relativiser la richesse spécifique brute en s'intéressant plus à la composition des assemblages d'espèces. Il est en outre complémentaire à des outils focalisés sur des critères de menaces telles les listes rouges UICN.

Tableau 3
Définition et codification de l'indice patrimonial des taxons fongiques.

FREQUENCE dans son habitat :	CC	C	PC	R	RR	Exemples
HABITAT :						
Ubiquiste humide ou pas	1	1	1	2	3	ex : <i>Laccaria affinis</i> (1)
Large et en milieux humides	2	2	2	3	4	ex : <i>Alnicola umbrina</i> (2)
Étroit et en milieux humides	2	2	3	4	5	ex : <i>Arrhenia philonotis</i> (4)
Strict et en milieux humides	2	3	4	5	5	ex : <i>Suillus flavidus</i> (5)

Pour l'appréhension écologique des espèces, en plus d'observations personnelles effectuées depuis 25 ans, nous nous sommes appuyés sur une large bibliogra-

phie. Parmi les ouvrages consultés, il nous faut citer particulièrement FAVRE (1948) et MOREAU (2002) pour les tourbières acides.

Tableau 2
Codification des types dynamiques des macromycètes.

Galerina paludosa (Fr.) Kühner (*Cortinariaceae*) (Fig. 1).



Autécologie : espèce faiblement parasite, bryodépendante (REDHEAD 1981), exclusive des tapis de sphaignes dans les tourbières acides, avec ou sans strate arbustive ou arborescente, de la plaine à l'étage subalpin. Absente des niveaux les plus bas inondables, elle présente une gamme d'hygrophilie assez large, du très humide aux sommets des buttes ombrotrophes. Acidiphile, elle tolère des conditions ombrotrophes à minérotrophes.

Chorologie : circumboréale. Commun dans son habitat.

Codification dans la table de données :

Type nutritif niveau 1 : endogène ; niveau 2 : endophyte de bryophyte.

Type dynamique : dryade.
Indice patrimonial : 2.

Rattachement aux végétations : *Aulacomnio palustris* - *Sphagnetum fallacis* Julve 1992 ex 1999.

Commentaire : le rattachement au rang de la classe des végétations bryophytiques des tourbières acides est cohérent compte tenu de la répartition circumboréale et de la relativement large gamme hydrique et trophique occupée par l'espèce au sein de tourbières à sphaignes. Le caractère de dryade de l'espèce s'exprime par sa présence sur des sites stables ou anciens plus que des sites perturbés ou de recolonisation.

Figure 1
Galerina paludosa in situ
© G. CORRIOL.



Figure 2
Marasmius limosus in situ sur litière de *Phragmites australis*
© CBNPMP / C. HANNOIRE.



Marasmius limosus Boudier (*Marasmiaceae*) (Fig. 2)



Autécologie : espèce saprotrophe de litière de grandes monocotylédones hygrophiles, notamment *Phragmites australis*, en conditions mésotrophes à méso-eutrophes, avec ou sans strate arbustive ou arborescente, surtout de basse altitude (étages planitiaire et collinéen).

Chorologie : holarctique. Commun dans son habitat.

Codification dans la table de données :

Type nutritif niveau 1 : saprotrophe ; niveau 2 : saprotrophe de litière.

Type dynamique : pionnière.
Indice patrimonial : 2.

Rattachement aux végétations : *Phragmito australis* - *Caricetea elatae* Klika in Klika & Novák 1941.



Figure 3
Hypholoma subericaeum in situ
© G. CORRIOL.

Autécologie : espèce saprotrophe humicole des sols longuement inondés plutôt organo-minéraux, en situation eutrophe à mésotrophe, surtout à basse altitude.

Chorologie : paléarctique. Peu commun dans son habitat.

Codification dans la table de données :

Type nutritif niveau 1 : saprotrophe ; niveau 2 : saprotrophe humicole.

Type dynamique : pionnière.

Indice patrimonial : 3.

Rattachement aux végétations : *Bidentetea tripartitae* Tüxen, W. Lohmeyer & Preising in Tüxen 1950.

Commentaire : les conditions trophiques plutôt élevées et le long temps d'inondation sont conformes à un rattachement à cette classe de végétations annuelles longuement inondables. Compte tenu de l'aire de répartition très vaste du champignon et des situations variées dans lesquelles il peut se trouver, des rives exondées de grandes retenues collinaires à de petites mares intraforestières, le rang le plus élevé (classe) est le plus pertinent.



Figure 4
Leccinum holopus in situ
© G. CORRIOL.

Autécologie : espèce mycorhizique, strictement liée au genre *Betula*, hygro-acidiphile, sur humus brut ou tourbe, le plus souvent observée dans les sphaignes (notamment *Sphagnum palustre*), de l'étage planitiaire à l'étage subalpin.

Chorologie : circumboréal. Commun dans son habitat (qui est strict).

Codification dans la table de données :

Type nutritif niveau 1 : ectomycorhizique ; niveau 2 : ectomycorhizique *Betula*.

Type dynamique : postpionnière.

Indice patrimonial : 3.

Rattachement aux végétations : *Betuletum pubescentis* (Julve & Gillet 1994) Julve 2012 (*Fraxino excelsioris - Quercetea roboris* Gillet ex Julve 1993).

Commentaire : le caractère mycorhizique associé à une autécologie hygro-acidiphile, à tendance turfiphile, s'accorde bien cette fois au rang syntaxinomique très fin de l'association végétale. Le caractère post-pionnier est évalué relativement à des espèces plus précoces dans la dynamique (et souvent plus ubiquistes), telles des *Laccaria*, sans toutefois que *L. holopus* nécessite une grande maturité forestière.



Figure 5
Inonotus radiatus in situ
© G. CORRIOL.

Autécologie : espèce lignicole, sur troncs de vieux arbres cariés ou morts, surtout d'*Alnus*), de l'étage planitiaire à l'étage subalpin.

Chorologie : holarctique. Commun dans son habitat.

Codification dans la table de données :

Type nutritif niveau 1 : lignicole ; niveau 2 : lignicole angiospermes.

Type dynamique : postpionnière.

Indice patrimonial : 1.

Rattachement aux végétations : *Fraxino excelsioris - Alnetalia glutinosae* Julve 1993.

Commentaire : même si non exclusif de situations humides, sa préférence pour et sa fréquence dans les aulnaies justifient le rattachement à l'ordre regroupant les forêts hygrophiles. Le niveau d'ordre est pertinent compte tenu de la vaste aire de répartition du champignon et de la diversité des types de forêts à aulnes dans lesquelles on le trouve.



Figure 6
Disciotis venosa in situ
© G. CORRIOL.

Autécologie : espèce saprotrophe humicole des sols riches en bases et bien alimentés en eau, à humus forestier actif, de la plaine à l'étage montagnard.

Chorologie : holarctique. Peu commun.

Codification dans la table de données :

Type nutritif niveau 1 : saprotrophe ; niveau 2 : saprotrophe humicole.

Type dynamique : post-pionnière.

Indice patrimonial : 3.

Rattachement aux végétations : *Ranunculion ficariae* Julve 1989 (*Anemone nemorosa* - *Caricetea sylvaticae* Gillet 1986 em. Julve 1993).

Commentaire : le rattachement au *Ranunculion ficariae* de cette espèce d'humus forestiers actifs et bien alimentés en eau, des forêts feuillues, en situation de fond de valon ou de terrasses alluviales est justifié par la proximité spatio-temporelle avec cette unité de végétations herbacées intraforestières.



Figure 7
Coprinopsis martinii in situ
© G. CORRIOL.

9 Lien de téléchargement :
www.cbnpmp.fr/bioeval/champi-zh.

Autécologie : espèce saprotrophe de litière, venant sur les gaines mortes de *Cyperaceae* en conditions humides et oligotrophes, indifférente au pH (elle se trouve aussi bien en butte ombrotrophe qu'en tourbière basse alcaline). Elle présente en Europe occidentale un caractère orophile marqué et se trouve principalement de l'étage montagnard à l'étage alpin.

Chorologie : circumboréal. Rare dans son habitat, qui est étroit.

Codification dans la table de données :

Type nutritif niveau 1 : saprotrophe ; niveau 2 : saprotrophe de litière.

Type dynamique : dryade.

Indice patrimonial : 4.

Rattachement aux végétations : *Polygono vivipari* - *Caricenea nigrae* B. Foucault 1984.

Utilisation de l'outil et perspectives

La table de données ainsi constituée, librement téléchargeable⁹ comprend 1 130 taxons de champignons exclusifs ou occasionnels dans les zones humides. Elle peut être utile à plusieurs types d'utilisateurs et aider à faire le lien entre leurs compétences et disciplines respectives.

Pour le phytosociologue :

- elle fournit des données sur les potentialités mycologiques des syntaxons végétaux ;
- elle permet une lecture phytosociologique d'inventaires mycologiques réalisés dans des zones humides ;
- elle donne un approfondissement de l'appréhension écologique des syntaxons à travers un regard sur les micro-organismes associés et leur dynamique propre.

Pour le mycologue :

- elle constitue une base de données phyto-écologiques pour les taxons fongiques ;
- elle fournit une aide pour l'exploitation de données phytosociologiques notamment cartographiques, pour préparer un échantillonnage dans le cadre de travaux d'inventaires ;
- elle met à disposition des données pour l'interprétation et la restitution commentées d'inventaires mycologiques.

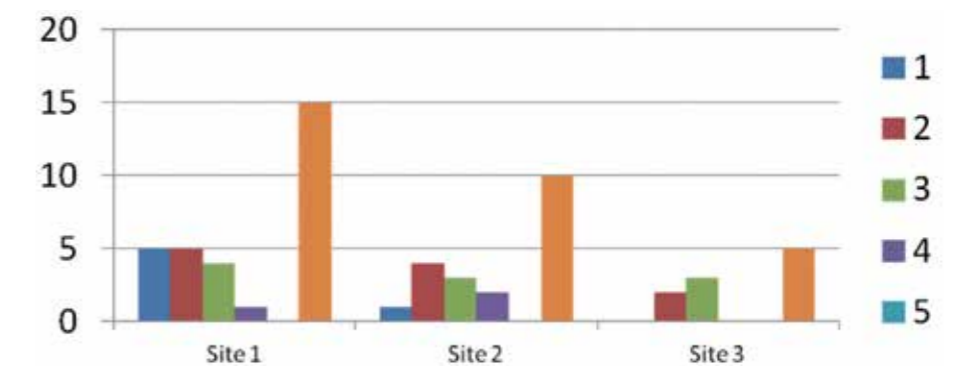
Pour le gestionnaire :

- elle met en perspective les richesses et enjeux phytocénotiques et mycologiques ;
- elle permet une hiérarchisation conservatoire intégrant les microorganismes fongiques (à l'échelle de sites, d'habitats et de microhabitats) ;
- elle constitue une aide à la préparation de cahiers des charges pour la réalisation d'études mycologiques ;
- elle fournit de nombreux éléments pour une lecture critique et une meilleure exploitation de rapports d'études mycologiques.

Exemple d'une étude mycologique comparée de trois sites tourbeux du Pays basque (CORRIOL 2016). Dans cette étude, trois tourbières de faible dimension ont été inventoriées dans la même journée permettant une comparaison sur la base d'un échantillonnage très similaire.

En comparant la distribution des effectifs d'espèces par type d'indice patrimonial (Fig. 8), au-delà de la simple différence de richesse spécifique cumulée obtenue (colonne orange), on note par exemple une meilleure représentation relative d'espèces patrimoniales dans le site 2, à richesse spécifique plus faible, que dans le site 1.

Figure 8
Comparaison des profils de richesse taxinomique par indice patrimonial des taxons fongiques (voir Tab. 3) de trois tourbières du Pays Basque (colonne orange = richesse spécifique totale).



En comparant la distribution des effectifs d'espèces par type nutritif, on s'aperçoit que les trois sites montrent des profils très

différents, que l'on peut chercher à interpréter en fonction de la présence et de la qualité de certaines habitats ou supports.

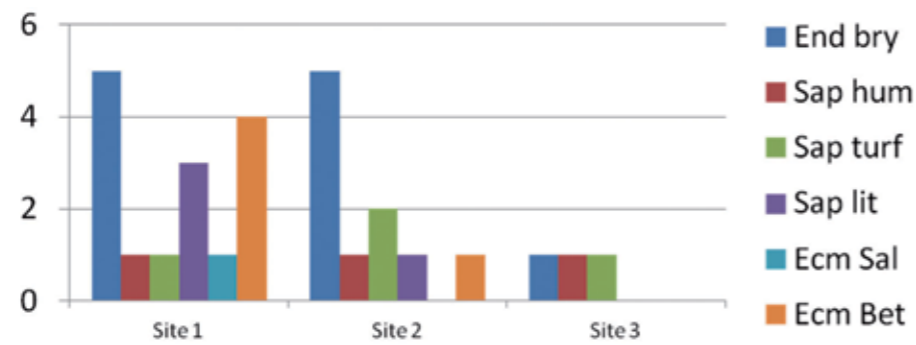


Figure 9
Comparaison de la répartition des types nutritifs des taxons fongiques (voir Tab. 1) de trois tourbières du Pays Basque.

En comparant la distribution des syntaxons synusiaux de végétation obtenus par la mise en correspondance avec les idiotaxons fongiques, on constate d'importantes différences entre les sites. Ces différences peuvent être interprétées en tant que diversité des habitats occupés par les

champignons, mais aussi qualitativement pour chaque syntaxon à partir de sa saturation en taxons fongiques. Cette évaluation qualitative peut également être complétée d'une évaluation de maturité à travers la répartition des types dynamiques pour chaque syntaxon.

SYNTAXON SYNUSIAL	Site 1	Site 2	Site 3
AULACOMNIO PALUSTRIS – SPHAGNETEA FALLACIS Julve 1992 ex 1999	3	7	2
<i>Aulacomnio palustris - Sphagnetalia fallacis</i> Julve 1992 ex 1999	1	1	1
<i>Sphagnion rubello - magellanici</i> Gillet prov. in Julve 1992 ex 1999	1	2	1
<i>Warnstorffion exannulatae</i> (Krajina 1933) Julve 1992 ex 1996	1	2	
LEPIDOZIEA REPTANTIS (Hertel 1974) Marstaller 1984	1		
<i>Dicranetalia scoparii</i> Barkman 1958	1		
HYLOCOMIETEA SPLENDENTIS Gillet 1986 prov.	1		1
<i>Hylocomion splendidis</i> Herzog 1943	1		1
BRACHYTHECIO RUTABULI – CALLIERGONELLETEA CUSPIDATAE Julve 2010	1		
SCHUCHZERIO PALUSTRIS – CARICETEA NIGRAE (Nordh. 1936) Tüxen 1937 em. Julve 1999	3	2	
<i>Junco acutiflori - Caricetalia nigrae</i> (P. Duvign. 1949) Julve 1983	3	2	
FRANGULETEA ALNI Doing ex V. Westh. in V. Westh. & Den Held 1969	1		
<i>Ribeso nigri - Salicion cinereae</i> (B. Foucault 1991) Julve 1993	1		
FRAXINO EXCELSIORIS – QUERCETEA ROBORIS Gillet ex Julve 1993	4	1	
<i>Betulo pendulae - Quercetalia petraeae</i> Gillet ex Julve 1993	1		
<i>Betuletum pubescentis</i> (Julve & Gillet 1994) Julve 2012	3	1	

Figure 10
Comparaison des profils phytosociologiques issus des données mycologiques de trois tourbières du Pays Basque.

Pour le mycosociologue enfin, cette table contient des informations standardisées exploitables comme base de travail en vue de la construction d'un synsystème mycosociologique théorique par voie « descen-

dante » (hypothético-déductive). Elle pourrait être progressivement complétée en ce qui concerne les idiotaxons fongiques traités et étendue au-delà des seuls milieux humides.

Remerciements

Ils s'adressent à Philippe JULVE (Université catholique de Lille), qui a bien voulu effectuer la relecture critique de cet article, à Cécile VIGNAU (CBNPMP) pour son aide dans la recherche documentaire, et à Carole HANNOIRE (CBNPMP), pour sa photographie de *Marasmius limosus*, pour son aide dans l'indexation des noms de taxons et ses suggestions. Merci également aux membres du comité de lecture pour le travail de corrections et d'amélioration du texte dont ils nous ont gratifiés.

Bibliographie

- ARNOLDS E. 1980. - De oecologie en sociologie van Wasplaten. *Natura* **77** : 17-44.
- ARNOLDS E. 1981. - Ecology and coenology of macrofungi in grasslands and moist heathlands in Drenthe, the Netherlands. Part 1: Introduction and synecology. *Bibliotheca mycologica* **83** : 1-407
- ARNOLDS E. 1992a. - The analysis and classification of fungal communities with special reference to macrofungi, in WINTERHOFF W. (ed.), Fungi in vegetation sciences, *Handbook of vegetation science* **19** (1) : 7-47.
- ARNOLDS E. 1992b. - Macrofungal communities outside forests, in WINTERHOFF W. (ed), Fungi in vegetation sciences, *Handbook of vegetation science* **19** (1) : 113-149.
- BARKMAN J.J. 1973. - Synusial approaches to classification, in WHITTAKER R. (ed) Ordination and classification of vegetation. *Handbook of vegetation science* **5** : 437-491.
- BARKMAN J.J. 1976a. - Algemene inleiding tot de oecologie en sociologie van macrofungi. *Coolia* **19** (3) : 57-66.
- BARKMAN J.J. 1976b. - Terrestrische fungi in jeneverbesstruwelen. *Coolia* **19** (3) : 94-110.
- BARKMAN J.J. 1987. - Methods and results of mycocoenological research in the Netherlands, in PACIONI G. (ed), Studies on fungal communities, Proceedings of the meeting Mycosociology or mycocoenology ? Problems an methods, 15-16 November 1985, Italy, University of l'Aquila, L'Aquila : 7-38.
- BENKERT D. 1993. - Bryoparasitic Pezizales: ecology and systematics, in PEGLER D.N. (ed), Fungi of Europe: investigation, recording and conservation. The Royal Botanic Gardens, Kew : 147-156.
- BON M. 1984. - Les principaux biotopes mycologiques du nord de la France, in MÉRIAUX J.-L., TOMBAL P., IERIA H. & BRIS B. (eds), Actes du colloque de l'Association multidisciplinaire des biologistes de l'environnement : Le patrimoine naturel régional Nord – Pas-de-Calais. Inventaire et gestion des milieux naturels et semi-naturels, 23-25 novembre 1983, France, Lille : 117-125.
- BON M. & GÉHU J.-M. 1973. - Unités supérieures de végétation et récoltes mycologiques. *Documents mycologiques* **6** : 1-40.
- BON M. & VAN HALUWYN C. 1981. - *Lactarietum lacunarum*, nouvelle association fongique des lieux inondables. *Documents mycologiques* **11** (44) : 19-27.
- BUJAKIEWICZ A.M. 1992. - Macrofungi on soil in deciduous forests. In : WINTERHOFF W. (ed), Fungi in vegetation sciences. *Handbook of vegetation science* **19** (1) : 49-78.
- CAILLET M. & SIMERAY J. 2003. - Recherches sur la sociologie des macromycètes de la réserve biologique intégrale en forêt domaniale de Chau (Franche-Comté, France). *Documents mycologiques* **32** (127-128) : 15-29.
- CAILLET M. & VADAM J.-C. 2009 (publié 2010). - Macromycètes déterminants et unités phytosociologiques en Franche-Comté (France). Applications aux habitats forestiers et préforestiers. *Bulletin de la Société mycologique de France* **125** (3-4) : 213-235.
- CORRIOL G. 2003 (publié 2004). - Contribution à l'inventaire mycologique et à la connaissance mycocénotique de la région Centre. *Bulletin de la Société botanique du Centre-Ouest*, NS, **34** : 361-416.
- CORRIOL G. 2016. - *Les champignons de trois tourbières d'Iraty : Iratzabaleta, Heguichouria, Olzatur (Larrau, Pyrénées-Atlantiques). Inventaire préliminaire*. Rapport d'étude non publié, Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, Office national des forêts, 24 p.
- COURTECUISSÉ R. 1986. - Transect mycologique dunaire sur la Côte d'Opale (France). II - Les groupements de l'hygrosère. *Documents mycologiques* **17** (66) : 1-70.
- DARIMONT F. 1973 (publié 1975). - *Recherches mycosociologiques dans les forêts de Haute-Belgique. Essai sur les fondements de la sociologie des champignons supérieurs*. Tome 1 : textes et planches, tome 2 : tableaux. Institut royal des sciences naturelles de Belgique. Mémoire 170, 220 p. + 34 pl. + 68 tab.
- DIGHTON J. & MASON P.A. 1985. - Mycorrhizal dynamics during forest tree development, in MOORE D. (ed.) Developmental biology of higher fungi. Cambridge University Press, Cambridge : 117-139.
- DOUGOUD R. 2001. - Clé des Discomycètes carbonicoles. *Documents mycologiques* **30** (120) : 15-29.
- DURALL M.D., JONES M.D. & LEWIS K.J. 2005. - Effects of Forest Management on Fungal Communities, in DIGHTON J., WHITE J.F. & OUDEMANS P. (eds), The fungal community. Its organization and role in the ecosystem. 3^e ed. Taylor & Francis : 833-854.
- DURRIEU G. 1993. - Écologie des champignons. Masson, Paris, 207 p. (Collection d'écologie, 23).
- EBERSOHN C. & EICKER A. 1997. - Determination of the coprophilous fungal fruit body successional phases and the delimitation of species association classes on dung substrates of African game animals. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* **38** : 183-190.
- ELLIS M.B. & ELLIS J.P. 1998. - *Microfungi on miscellaneous substrates. An identification Handbook*. The Richmond Publishing Co. Ltd, Slough, England, 246 p.
- FAVRE J. 1948. - *Les associations fongiques des hauts-marais jurassiens et de quelques régions voisines*. Kommissionsverlag Buchdruckerei Büchler & Co, 224 p. + 4 pl.
- FELIX H. 1988. - Fungi on bryophytes, a review. *Botanica Helvetica* **98** (2) : 239-269.
- FELLNER R. 1987. - Principles of the arrangement of syntaxonomic classification of mycocoenoses, in PACIONI G. (ed), Studies on fungal communities, Proceedings of the meeting Mycosociology or mycocoenology ? Problems an methods, 15-16 November 1985, Italy, University of l'Aquila, L'Aquila : 231-245.
- FELLNER R. 1988. - Notes to mycocoenological syntaxonomy. 2 - The survey of the syntaxonomic classification of mycocoenoses taking into account the principle of the unity of the substratum and trophism. *Česká mykologie* **42** (1) : 41-51.
- FOUCAULT B. (DE) & HALUWYN C. (VAN). 1980. - Séminaire de phytosociologie cryptogamique, Lille 16-17 février 1979. *Documents phytosociologiques*, NS, **V** : 503-521.
- FRAITURE R. 2008 (publié 2010). - Mycocoenologie des forêts de Haute Belgique. I - Fondements et méthodes de la mycocoenologie. *Bulletin de la Société mycologique de France* **124** (3-4) : 187-261.
- GILLET F. 1998. - *La phytosociologie synusiale intégrée. Guide méthodologique* (3^e ed. revue et corrigée). Documents du laboratoire d'écologie végétale. Université de Neufchâtel, 68 p.
- GILLET F., FOUCAULT B. (DE) & JULVE Ph. 1991. - La phytosociologie synusiale intégrée : objets et concepts. *Candollea* **46** : 315-340.
- GILLET F. & JULVE Ph. 2018. - The integrated synusial approach to vegetation classification and analysis. *Phytocoenologia* **48** (2) : 141-152.
- GOUBET P. 2006. - La dynamique des hauts-marais et les paramètres écologiques qui la contrôlent : proposition d'un schéma fonctionnel et applications à la conservation. *Revue d'Écologie (La Terre et La Vie)* **61** : 101-116.
- HARPER J.E. & WEBSTER J. 1964. - An experimental analysis of the coprophilous fungus succession. *Transactions of the British Mycological Society* **47** (4) : 511-530.
- HEILMANN-CLAUSEN J. & CHRISTENSEN M. 2003. - Fungal diversity on decaying beech logs; implications for sustainable forestry. *Biodiversity and conservation* **12** : 953-973
- HUECK H.J. 1953. - Mycosociological methods of investigation. *Vegetatio* **4** (2) : 84-101.
- JULVE Ph. 1998. - *Baseveg. Répertoire synonymique des groupements végétaux de France*. Disponible à <http://perso.wanadoo.fr/philippe.julve/catminat.htm>. [version de janvier 2015].
- JULVE Ph. 2002. - *Basebryo. Base de données des végétations bryophytiques de France*. Disponible à <http://perso.wanadoo.fr/philippe.julve/catminat.htm>. [version de juillet 2014].
- KALAMEES K. 1968. - Mycocoenological methods based on investigations in the Estonian forests. *Acta Mycologica* **4** (2) : 327-334.
- KEIZER P.-J. 1993. - The influence of nature management on the macromycetes flora, in PEGLER D.N. (ed), Fungi of Europe: investigation, recording and conservation. The Royal Botanic Gardens, Kew : 261-269.
- KEIZER P.-J. & ARNOLDS E. 1993. - Succession of ectomycorrhizal fungi in roadside verges planted with common oak (*Quercus robur* L.) in Drenthe, the Netherlands, in KEIZER P.-J. (ed) The ecology of Macromycetes in roadside verges planted with trees. Wageningen: Landbouwniversiteit Wageningen. III : 129-149.
- KREISEL H. & DÖRFELT H. 1985. - Pilzsoziologie, in MICHAEL E., HENNIG B. & KREISEL H. (eds) *Handbuch für Pilzfreunde IV*, Gustav Fischer, Jena : 67-95.
- LANGE M. 1992. - Sequence of macromycetes on decaying beech logs. *Persoonia* **14** (4) : 449-456.

- LARSEN K. 1971. - Danish Endocoprophilous Fungi, and Their Sequence of Occurrence. *Botanisk tidsskrift* **66** (1-2) : 1-32.
- LISIEWSKA M. 1992. - Macrofungi on special substrates, in WINTERHOFF W. Fungi in vegetation sciences *Handbook of vegetation science* **19** (1) : 151-182.
- MOREAU P.-A. 2002. - *Analyse écologique et patrimoniale des champignons supérieurs dans les tourbières des Alpes du Nord*. Thèse de doctorat d'État, Université de Savoie, France, 224 p. + annexes.
- MORNAND J. 1978. - La mycétation carbonicole. *Documents mycologiques* **8** (30-31) : 13-21.
- MOSER M. 1949. - Untersuchungen über den Einfluss von Waldbränden auf die Pilzvegetation, I. *Sydowia* **3** : 336-383.
- NITARE J. 1988. - Jordtungor, en svampgrupp pa tillbakagång i naturliga fodermarker. *Svensk botanisk tidsskrift* **82** : 341-368.
- ORSINO F. 1987. - Micosociologia, micocoenologia e loro rapporti con la fitosociologia, in PACIONI G. (ed), *Studies on fungal communities, Proceedings of the meeting Mycosociology or mycocoenology ? Problems and methods*, 15-16 November 1985, Italy, University of l'Aquila, L'Aquila : 143-160.
- PETERSEN P.M. 1970. - Danish Fireplace Fungi. An Ecological Investigation on Fungi on Burns. *Dansk botanisk arkiv* **27**(3) : 1-97.
- RACOVITZA A. 1959. - Étude systématique et biologique des champignons bryophiles. Mémoires du Muséum national d'histoire naturelle, Sér. B, **X** : 1-288 + 84 pl. h.t.
- REDHEAD S.A. 1981. - Parasitism of bryophytes by agarics. *Canadian Journal of Botany* **59** : 63-67.
- RICEK E.W. 1980. - Die Pilzgesellschaften heranwachsender Fichtenbestände auf ehemaligen Wiesenflächen. *Zeitschrift für Mykologie* **47** (1) : 123-148.
- RICHARDSON M.J. 2001. - Diversity and occurrence of coprophilous fungi. *Mycological Research* **105** (4) : 387-402.
- RICHARDSON M.J. 2002. - The coprophilous succession. *Fungal Diversity* **10** : 101-111.
- RUNGE A. 1979. - Pilz-Assoziationen auf Holz in Mitteleuropa. *Zeitschrift für Mykologie* **46** (1) : 95-102.
- ŠMARDÁ F. 1960. - Mykofloristická charakteristika rostlinných společenstev Čebínky u Brna. *Česká Mykologie* **14** (4) : 222-228.
- ŠMARDÁ F. 1968. - Kriterien der soziologischen Bewertung der Pilze. *Česká Mykologie* **22** (2) : 114-120.
- SMITH M.L., BRUHN J.N. & ANDERSON F.B. 1992 - The fungus *Armillaria bulbosa* is among the largest and oldest living organisms. *Nature* **356** (2) : 428-431.
- TERMORSHUIZEN A.J. 1991. - Succession of mycorrhizal fungi in stands of *Pinus sylvestris* in the Netherlands. *Journal of Vegetation Science* **2** : 555-564.
- TWIEG B.D., DURALL D.M. & SIMARD S.W. 2007. - Ectomycorrhizal fungal succession in mixed temperate forests. *New Phytologist* **176** (2) : 437-447.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=L05yuXf8X6E>

Guide des végétations des zones humides de la Normandie orientale

Identification et gestion

JULIEN BUCHET

Conservatoire botanique
national de Bailleul,
Hameau de Haendries,
F-59270 Bailleul ;
j.buchet@cbnbl.org

En 2019, paraîtra le *Guide des végétations des zones humides de Normandie orientale* qui sera le cinquième « guide des végétations » publié par Conservatoire botanique national de Bailleul.

Nous espérons, qu'à l'image des guides des végétations des zones humides du Nord – Pas de Calais et de Picardie publiés en 2009 et 2012, ce nouvel ouvrage trouvera sa place en tant qu'outil de référence pour la reconnaissance, la caractérisation, l'évaluation et la gestion de l'ensemble des zones humides de ce territoire (Eure et Seine-Maritime) et contribuera efficacement à leur préservation.

Ce guide des végétations sera le fruit d'une synthèse des données phytosociologiques issues de la bibliographie régionale, mais également le résultat d'une importante campagne d'inventaires de terrain réalisée entre 2016 et 2018 sur l'ensemble de la région. L'objectif de ces inventaires est, entre autres, d'obtenir un nombre suffisant de relevés phytosociologiques exploitables pour l'analyse des végétations à l'échelle du territoire d'étude. Ces prospections de terrain (211 relevés phytosociologiques réalisés) nous ont permis de confirmer ou d'infirmer l'existence de végétations alors considérées comme potentiellement présentes sur le territoire, de récolter sur le terrain des informations portant sur l'écologie ou la dynamique de végétations jusqu'ici peu documentées dans la région et enfin, de préciser la répartition géographique des végétations sur le territoire d'étude.

Nous estimons à environ 180 le nombre d'associations et groupements végétaux qui seront traités dans ce guide, dont environ 120 sous forme de fiches descriptives détaillées. En plus de ces fiches constituant le cœur de l'ouvrage, le guide comportera des clés de détermination des classes et des alliances, une présentation de la démarche méthodologique, des zones humides de Normandie orientale à travers notamment la présentation de quelques sites emblématiques ou représentatifs du territoire, ainsi qu'un important chapitre portant sur la gestion des zones humides.

En mai 2018 auront lieu les dernières journées d'inventaires et la finalisation des analyses de relevés avant d'entamer la phase de rédaction pour une parution de l'ouvrage en juin 2019.

Bibliographie citée

- ALARD D. 1990. - *La végétation pastorale de Normandie centrale : phyto-écologie, agronomie et dynamique, conséquences pour la gestion d'un espace agricole en mutation*. Thèse présentée à l'Université de Rouen Haute-Normandie pour obtenir le Doctorat ès Sciences naturelles (nouveau régime). Spécialité : biologie des organismes et des populations, 1 vol., pp 1-187 + annexes.
- BARDAT J. - 1993. - Phytosociologie et écologie des forêts de Haute-Normandie. Leur place dans le contexte sylvatique ouest-européen. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, Nouv. Série, NS **11**. 376 p + tableaux.
- BUCHET J., HOUSSET P. & CATTEAU E. (coord.) 2014. - *Inventaire des végétations du nord-ouest de la France. Partie 2c : évaluation patrimoniale des végétations de Haute-Normandie*. Version n°1 / avril 2014. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, avec la collaboration du Collectif phytosociologique du nord-ouest de la France. 33 p. (document téléchargeable sur le site du Conservatoire botanique national de Bailleul).
- CATTEAU E. & DUHAMEL F. (coord.) 2014. - *Inventaire des végétations du nord-ouest de la France. Partie 1 : analyse synsystématique*. Version n°1 / avril 2014. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, avec la collaboration du Collectif phytosociologique du nord-ouest de la France. 50 p. (document téléchargeable sur le site du Conservatoire botanique national de Bailleul).
- CATTEAU E., DUHAMEL F., BALIGA M.-F., BASSO F., BEDOUET F., CORNIERT T., MULLIE B., MORA F., TOUSSAINT B. & VALENTIN B. 2009. - *Guide des végétations des zones humides de la Région Nord-Pas de Calais*. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 632 p. Bailleul
- CHAÏB J. 1992. - *Flore et végétation des milieux aquatiques et amphibies de Haute-Normandie (Chorologie, phytosociologie, écologie, gestion)*. Thèse présentée à l'Université de Rouen Haute-Normandie pour obtenir le Diplôme d'Université d'Études doctorales en écologie végétale, 1 vol., pp. 1-501 + annexes pp. 1-65.
- DE FOUCAULT B. 1984. - *Systémique, structuralisme et synsystématique des prairies hygrophiles des plaines atlantiques françaises*. Thèse présentée à l'Université de Rouen Haute-Normandie pour obtenir le Doctorat d'État ès Sciences naturelles, 3 vol., I : 1-409 ; II : 411-675 ; 1 pochette comprenant 248 tableaux.
- FRANÇOIS R., PREY T., HAUGUEL, J.-C., CATTEAU E., FARVACQUES C., DUHAMEL F., NICOLAZO C., MORA F., CORNIERT T. & VALET J.-M. 2012. - *Guide des végétations des zones humides de Picardie*. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 656 pages. Bailleul.
- FRILEUX P.-N. 1977. - *Les groupements végétaux du Pays de Bray (Seine Maritime et Oise) : caractérisation, écologie, dynamique*. Thèse d'état, Université de Rouen, 209 pages.
- LECOMTET. & LE NEVEU C. 1986. - *Le Marais Vernier : contribution à l'étude et à la gestion d'une zone humide*. Thèse de l'Université de Rouen, 625 p.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=R8ZpKMinw3Q>

Abstract

Assessing the conservation status of habitats of Community Interest at the Natura 2000 sites scale (standing waters and alkaline fens)

The Habitats Directive is the first normative document that has ever defined the notion of "conservation status". The objective is to maintain or restore the habitats of Community Interest in a favourable conservation status. These types of habitats are listed in the directive (annex I). Thus, a network of protected areas called "Natura 2000" has been established. This network is composed of Special Areas of Conservation (SACs, Habitats Directive) and Special Protection Areas (SPAs, Bird Directive). In France, the Directive was transposed in the Environmental Code. The conservation status of habitats of Community Interest has to be assessed for each Natura 2000 site. The results of the assessment have to be presented in the management plan. In order to achieve the objectives defined by the Directive, the French Ministry of the Environment has assigned the French National Museum of Natural History the task of the elaboration of methods to assess the conservation status of all habitats considered to be of Community interest at the scale of Natura 2000 sites since 2008. The methods should be easy and affordable for applying. Several reports had been published on forest, agro-pastoral, coastal habitats, etc. The first method dealing with wet habitats was published in 2013. Then, two other methods were set, one about the first standing water habitat and the other one about peat bogs habitats. Work is still going on these two types of habitats. The purpose is to have some keys to assess the conservation status of peat bogs and standing waters habitats through the assessment of three parameters which are the surface, the structures and functions and the deteriorations. Some indicators allow to assess the conservation status of the habitats. These indicators are field-tested and compared to an expert view. The aim is to select only the indicators that correspond the most to the expert view. The testing phase also allows to assign some thresholds to the indicators. These thresholds correspond to the values from which the conservation status is considered "favourable" or "unfavourable". Three testing phases conducted on five habitats took place in 2017. These habitats are "oligotrophic waters containing very few minerals of sandy plains (*Littorelletalia uniflorae*)" (H3110), "Oligotrophic to mesotrophic standing waters with vegetation of the *Littorelletea uniflorae* and/or of the *Isoëto-Nanojuncetea*" (H3130), "Natural eutrophic lakes with *Magnopotamion* or *Hydrocharition*-type vegetation" (H3150), "Dystrophic lakes" (H3160) and "Alkaline fens" (H7230). For the three studies, a bibliographical research allowed to preset some indicators. Then, some experts validated the lists of indicators to test in the field. The testing phase took place with the support of six national botanic conservatories. Statistical analysis allowed to deliver some initial results. The cover of viewable damages is correlated to the conservation status given by the experts for four habitat types. For dystrophic lakes, the number of eutrophilous species seems to be a good indicator of deterioration of the conservation status. It is the same for the cover of high woody plants above alkaline fens. Nevertheless, some complementary tests and feedbacks from users are necessary to set up the first methodological version of the guide for these habitats.

Résumé

L'évaluation de l'état de conservation des habitats est une obligation dans les droits européen et français. C'est pourquoi, le Muséum national d'Histoire naturelle assure depuis 2008 la mise en place de méthodologies d'évaluation d'état de conservation des habitats en collaboration avec différents partenaires. Deux études ont été conduites en 2017, afin de trouver des indicateurs pertinents pour évaluer l'état de conservation des habitats d'eau dormante et des habitats tourbeux à l'échelle des sites Natura 2000. Des recherches bibliographiques, des tests sur le terrain, des analyses statistiques et une réunion d'experts ont permis de faire émerger les premiers résultats. Le recouvrement des atteintes quantifiables en surface à l'échelle du polygone d'habitat apparaît corrélé à l'état de conservation émis par avis d'expert pour quatre habitats. En ce qui concerne les mares dystrophes, le nombre d'espèces eutrophiles est présenté comme un indicateur potentiel pour intégrer la méthodologie. Il en est de même pour le recouvrement des ligneux hauts sur les tourbières basses alcalines. L'objectif final est la publication de deux premières versions des cahiers d'évaluation de l'état de conservation de l'ensemble des habitats d'eau dormante et des habitats tourbeux à l'échelle des sites Natura 2000. Des tests supplémentaires seront néanmoins nécessaires en 2018.

Évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire dans les sites Natura 2000 : habitats d'eau dormante et des tourbières basses alcalines

MARGAUX MISTARZ

AFB-CNRS-MNHN,
UMS Patrinat,
4 avenue du petit château,
F-91800 Brunoy ;
margaux.mistarz@mnhn.fr

Introduction

La directive « Habitats, Faune, Flore » (DHFF) (CONSEIL DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES 1992) vise le maintien ou la restauration dans un état de conservation favorable des habitats et espèces d'intérêt communautaire listés dans ses annexes (annexes I et II). Pour ce faire, un réseau de sites a été créé au niveau européen, le réseau « Natura 2000 ». À l'échelle du territoire métropolitain, la directive a été transposée dans le Code de l'environnement via l'article R 414-11 (ANONYME 2008). Ce dernier prévoit l'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle des sites Natura 2000. Les objectifs des méthodes d'évaluation de l'état de conservation des habitats sont donc multiples. Elles doivent permettre de répondre à une obligation réglementaire au niveau national, de collecter et mettre à disposition des données sur l'état de conservation des habitats pour chaque site Natura 2000 au travers des Formulaires standards de données (FSD), mais aussi de fournir des pistes d'indicateurs, afin d'assurer la surveillance des habitats à l'échelle biogéographique prévue par l'article 11 de la DHFF. Ces méthodes se veulent être des outils d'aide à la gestion concertée et à la prise de décision (et non des outils d'évaluation de la gestion). Elles doivent aider à la compréhension du fonctionnement écologique des habitats, mais aussi à la mise en place de suivis à l'aide d'indicateurs. L'échelle visée est ici l'habitat dit « générique », qui peut être décliné en plusieurs habitats dits « élémentaires », selon sa variabilité sur l'ensemble du territoire métropolitain.

Ces méthodes se veulent simples, pragmatiques, reproductibles et accessibles à tous les opérateurs, avec des moyens réalistes, limités en temps et en matériel. Elles ne doivent pas demander de compétences expertes dans un domaine particulier. Ces méthodes sont donc vouées à constituer un certain compromis entre coût et efficacité. Elles se veulent également évolutives dans le sens où celles-ci sont élaborées sur plusieurs années. Les indicateurs, les valeurs seuils, mais aussi les notes associées, sont recalibrés après chaque nouveau jeu de données acquis. De nouvelles recherches bibliographiques permettent également de mettre à jour la liste d'indicateurs proposés pour évaluer l'état de conservation de chaque habitat traité. Les questionnaires de sites Natura 2000 sont sollicités via des retours d'expérience quant à l'application de la méthode produite sur le terrain, le but étant de répondre à plusieurs questions telles que :

- la méthode est-elle facile à mettre en œuvre ? Est-elle adaptée à tous les contextes ?
- les listes d'espèces proposées sont-elles réalistes ? Les choix des unités et du plan d'échantillonnage sont-ils adaptés ?
- la méthode peut-elle être couplée facilement avec d'autres projets ? Avec les objectifs et le plan de gestion du site ?

Ces méthodes se situent à l'interface entre des mesures que l'on qualifiera de « qualitatives » (estimations visuelles), comme l'avis d'expert, et des mesures dites « quantitatives », effectuées dans le cadre de suivis. Plusieurs d'entre elles ont été publiées depuis 2009. En 2013, a été publiée la première méthode concernant les habitats aquatiques et humides (VIRY 2013) et notamment les habitats d'eau courante. S'en sont suivies deux autres méthodes en 2015 : la première sur un premier habitat d'eau dormante « Mares temporaires méditerranéennes » (UE 3170*) (CHARLES & VIRY 2015), la seconde sur les habitats de tourbières acides à sphaignes (UE 71XX) (EPICOCO & VIRY 2015). En 2016, le travail sur les habitats d'eau dormante s'est poursuivi avec la publication d'un rapport préliminaire sur quatre autres habitats (MISTARZ 2016).

Matériels et méthodes

Habitats étudiés

Habitats d'eau dormante

Quatre habitats d'eau dormante ont fait l'objet de tests en 2017. Ces derniers sont les :

- « Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses (*Littorelletalia uniflorae*) » (UE 3110)



Figure 1
Gazon à *Littorella uniflora* L. et *Baldellia repens* (L.) Parl. (*Elodea palustris*-*Sparganium* Braun-Blanq. & Tüxen ex Oberd.)
(© Margaux MISTARZ).

Figure 2

Gazon d'annuelles sur vases exondées (*Eleocharition soloniensis* G. Phil.) (© Margaux MISTARZ).



- « Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des *Littorelletea uniflorae* et/ou des *Isoeto-Nanojuncetea* » (UE 3130)

- « Lacs eutrophes naturels avec végétation du *Magnopotamion* ou de l'*Hydrocharition* » (UE 3150)

Figure 3

Mare forestière à *Utricularia australis* R.Br. et *Callitriche stagnalis* Scop. (*Hydrocharition morsus-ranae* Rübel ex Klika in Klika & Hadač)
(© Margaux MISTARZ).



- « Lacs et mares dystrophes naturels » (UE 3160)



Figure 4
Mare dystrophe chargée en acides humiques (*Scorpidio scorpidioidis-Utricularion minoris* Pietsch ex Krausch)
(© Margaux MISTARZ).

En ce qui concerne les deux premiers habitats, le travail effectué en 2017 s'inscrit dans la continuité du rapport préliminaire publié en 2016 (MISTARZ 2016).

Tourbières basses alcalines

En ce qui concerne les habitats tourbeux, un premier habitat de bas-marais calcaire a fait l'objet de tests sur le terrain en 2017, l'habitat « Tourbières basses alcalines » (UE 7230).



Figure 5
Tourbière basse alcaline d'altitude (*Caricion davallianae* Klika)
(© Hugo CLÉMENT).

Synthèses bibliographiques et validation, choix des critères et indicateurs

La phase de recherche bibliographique est un préalable au test des indicateurs sur le terrain. La DHFF prévoit l'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire (HIC) à l'échelle biogéographique (art. 17). Au titre de cette évaluation, la DHFF prévoit l'évaluation de quatre paramètres, qui sont l'aire de répartition de l'habitat, sa surface, sa structure et ses fonctions, ainsi que les perspectives futures. À l'échelle des sites Natura 2000, seront évalués trois paramètres qui sont la surface, les structures et fonctions, ainsi que les altérations. Pour chaque paramètre, des critères à évaluer sont recherchés, tels que la composition floristique, la surface couverte par l'habitat, le fonctionnement hydrologique, etc. Des recherches bibliographiques sont conduites afin de présélectionner des indicateurs à relever sur le terrain pour chaque critère, mais aussi les valeurs seuils pour chaque indicateur à partir desquelles on considère que les indicateurs sont favorables ou non.

Pour les cinq habitats étudiés, des recherches bibliographiques ont été conduites au niveau national, mais aussi international (MISTARZ 2016), afin d'élaborer des pré-listes d'indicateurs potentiels pour l'évaluation de l'état de conservation de chacun des habitats. Ces pré-listes d'indicateurs ont été discutées au cours d'un comité d'experts réunissant des botanistes phytosociologues (Conservatoires botaniques nationaux et Conservatoires d'espaces naturels) et des gestionnaires de site Natura 2000. Ces discussions ont permis l'élaboration d'une liste d'indicateurs à tester sur le terrain pour chaque habitat étudié.

Phase de test des indicateurs sur le terrain

Les différentes études ont été menées en partenariat avec les Conservatoires botaniques nationaux (CBN) et le Conservatoire d'espaces naturels de Picardie (CEN Picardie).

Sur les gazons oligo-mésotrophes (UE 3110 et UE 3130), la phase de terrain s'est déroulée en partenariat avec le CBN du Bassin parisien (CBNBP) dans les Yvelines et en Sologne, avec le CBN du Massif central (CBNMC) en Corrèze, en Haute-Vienne et dans la Loire, avec le CBN méditerranéen de Porquerolles (CBNMED) dans les Pyrénées-Orientales. Huit sites Natura 2000 ont

été prospectés. 58 relevés phytosociologiques ont été effectués au total dont 39 sur les gazons vivaces d'affinités alpine et continentale, ainsi qu'annuels (UE 3130) et 18 sur les gazons vivaces d'affinité atlantique (UE 3110). Sur les habitats méso-eutrophes et dystrophes (UE 3150 et UE 3160), la phase de terrain a eu lieu dans les Hauts-de-France en compagnie du CBN de Bailleul (CBNBL) et du CEN Picardie, en région parisienne avec le CBNBP, ainsi qu'en région Auvergne-Rhône-Alpes avec le CBN alpin (CBNA). 15 sites Natura 2000 ont été prospectés. 32 relevés phytosociologiques ont été effectués sur les mares dystrophes (UE 3160) ainsi que 26 sondages pédologiques. Sur les habitats méso-eutrophes (UE 3150), 54 relevés phytosociologiques ont été réalisés. Le test des indicateurs sur les tourbières basses alcalines (UE 7230) a, quant à lui, eu lieu dans les Hauts-de-France avec le CBNBL et le CEN Picardie, ainsi qu'en région Provence-Alpes-Côte d'Azur avec le CBNA. Sept sites Natura 2000 ont été prospectés. 54 relevés phytosociologiques et 41 sondages pédologiques ont été réalisés.

Sur le terrain, il s'est agi de réaliser, pour chaque polygone d'habitat prospecté, un relevé phytosociologique, un relevé des atteintes quantifiables en surface, ainsi qu'un relevé d'indicateurs complémentaires au relevé phytosociologique (couleur de l'eau par exemple). Sur les mares dystrophes et les tourbières basses alcalines, des relevés pédologiques ont été effectués en supplément à l'aide d'une tarière. Un exemple de fiche de terrain est disponible en Appendice 1. Un avis d'expert a été donné sur l'état de conservation de chaque polygone d'habitat où les relevés ont été effectués. Cet avis d'expert a été émis par une ou plusieurs personnes ayant une bonne connaissance de l'habitat concerné à une échelle plus ou moins locale (territoire d'agrément pour les CBN, sites Natura 2000, département ou région pour les CEN, etc.).

Analyse des données

Des statistiques exploratoires et des tests de corrélation de Spearman, conduits sous le logiciel R (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2017), ont permis de dégager les premières corrélations entre indicateurs, ainsi qu'entre indicateur et avis d'expert sur l'état de conservation de quatre habitats étudiés. Ces premières analyses ont également permis de tester la pertinence du plan d'échantillonnage.

Résultats

Listes des indicateurs sélectionnés

Habitats d'eau dormante

Pour les habitats oligo-mésotrophes, une pré-liste d'indicateurs communs aux deux habitats a été établie et soumise au comité d'experts (Appendice 2). La liste d'indicateurs validée, suite à ce premier comité d'experts, est présentée ci-dessous :

Paramètre	Critère	Indicateurs	
Surface	Surface couverte	Évolution de la surface couverte	
		Nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent	
Structures et fonctions	Caractéristiques de l'eau	Transparence de l'eau	
		Couleur de l'eau	
	Composition floristique	Recouvrement des ligneux (système alluvial)	
		Recouvrement des espèces eutrophiles	
		Nombre d'espèces eutrophiles	
		Taille moyenne des plantes	
		Indice N moyen d'Ellenberg	
		Indice F moyen d'Ellenberg	
		Recouvrement des EEE	
		Recouvrement des algues filamenteuses (malus)	
		Proportion de thérophytes	
		Recouvrement des hélophytes	
	Composition faunistique	Présence d'amphibiens (bonus)	
		Présence d'invertébrés aquatiques (bonus)	
	Altérations	Atteintes lourdes	Recouvrement des atteintes quantifiables en surface
		Atteintes diffuses	Impact des atteintes difficilement quantifiables en surface

En parallèle, une pré-liste d'indicateurs a été réalisée, et proposée au comité d'experts en ce qui concerne les habitats méso-eutrophes et dystrophes. La liste d'indicateurs validée par habitat est présentée ci-dessous :

Paramètre	Critère	Indicateurs	Habitats (UE)	
Surface	Surface couverte	Évolution de la surface couverte	3150, 3160	
		Nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent	3150, 3160	
Structures et fonctions	Caractéristiques de l'eau	Transparence de l'eau	3150	
		Couleur de l'eau	3160 (3150)	
	Sédimentation	Envasement	3160	
	Caractéristiques du sol	Composition floristique	Sondage pédologique	3160
			Recouvrement des ligneux	3160
			Recouvrement des espèces eutrophiles	3160
			Nombre d'espèces eutrophiles	3160
			Taille moyenne des plantes	3160
			Indice N moyen d'Ellenberg	3160
			Indice F moyen d'Ellenberg	3150, 3160
			Recouvrement des EEE	3150, 3160
			Recouvrement des algues filamenteuses (malus)	3150, 3160
			Recouvrement des hélophytes	3150, 3160
	Composition faunistique	Richesse spécifique	3150	
		Recouvrement total de la végétation	3150	
	Altérations	Atteintes lourdes	Présence de sphaignes	3160
			Recouvrement des espèces en touradons	3160
Altérations	Atteintes diffuses	Présence d'amphibiens (bonus)	3150, 3160	
		Présence d'invertébrés aquatiques (bonus)	3150, 3160	
Altérations	Atteintes lourdes	Recouvrement des atteintes quantifiables en surface	3150, 3160	
	Atteintes diffuses	Impact des atteintes difficilement quantifiables en surface	3150, 3160	

Tableau 1

Liste d'indicateurs validée par le premier comité d'experts pour l'évaluation de l'état de conservation des habitats d'eau dormante oligotrophes à mésotrophes (en gras, les indicateurs ayant fait l'objet de tests sur le terrain en 2017).

Tableau 3

Liste d'indicateurs validée par le premier comité d'experts pour l'évaluation de l'état de conservation des tourbières basses alcalines (en gras, les indicateurs ayant fait l'objet de tests sur le terrain en 2017).

Tourbières basses alcalines

Une pré-liste d'indicateurs a également été établie, puis validée en comité d'experts pour l'évaluation de l'état de conservation des tourbières basses alcalines. La liste est présentée ci-dessous :

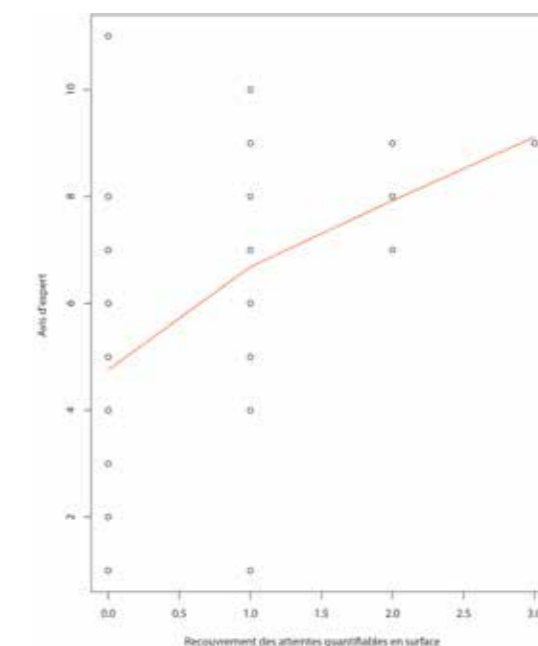
Paramètre	Critère	Indicateurs	
Surface	Surface couverte	Évolution de la surface couverte	
Structures et fonctions	Fonctionnement hydrologique	Hauteur de la nappe	
		Température de l'eau	
	Caractéristiques du sol	Composition floristique	Sondage pédologique
			Recouvrement des sphaignes
			Indice F moyen d'Ellenberg
			Recouvrement des ligneux
			Recouvrement des ligneux hauts (> 30 cm)
			Recouvrement des ligneux bas (< 30 cm)
			Recouvrement des espèces eutrophiles
			Nombre d'espèces eutrophiles
			Recouvrement des EEE
			Recouvrement des hélophytes à caractère envahissant
	Composition faunistique	Présence d'amphibiens (bonus)	
		Présence d'invertébrés aquatiques (bonus)	
	Altérations	Atteintes lourdes	Recouvrement des atteintes quantifiables en surface
		Atteintes diffuses	Impact des atteintes difficilement quantifiables en surface

Premières corrélations entre indicateurs et avis d'expert

Habitats d'eau dormante

Sur les habitats oligo-mésotrophes, une corrélation positive modérée a été mise en évidence entre le recouvrement des atteintes quantifiables en surface et l'avis d'expert ($\rho = 0.44$; p-value < 0,001) ainsi qu'entre l'indice N d'Ellenberg (ELLENBERG 1988) et l'avis d'expert ($\rho = 0.38$; p-value = 0,003). On entend par corrélation positive le fait que la valeur de l'indicateur augmente avec le niveau de dégradation de l'habitat. Des corrélations modérées négatives ont été mises en évidence entre l'indice F d'Ellenberg et l'avis d'expert ($\rho = -0.41$; p-value < 0,001), ainsi qu'entre la médiane de l'indice et l'avis d'expert ($\rho = -0.40$; p-value = 0,001) (MIEDZIEWJESKI 2017).

Figure 6
Corrélation entre le recouvrement des atteintes quantifiables en surface et l'avis d'expert (1 : bon-optimal ; 12 : très dégradé) sur les habitats oligo-mésotrophes.



Sur les mares dystrophes, des corrélations positives modérées ont été mises en évidence entre le nombre d'espèces eutrophiles et l'avis d'expert ($\rho = 0.50$; p-value = 0,0047) ainsi qu'entre le recouvrement des atteintes lourdes et l'avis d'expert ($\rho = 0.38$; p-value = 0,035). En ce qui concerne les habitats méso-eutrophes, la phase de terrain n'étant toujours pas achevée, il est impossible pour l'heure de proposer des résultats.

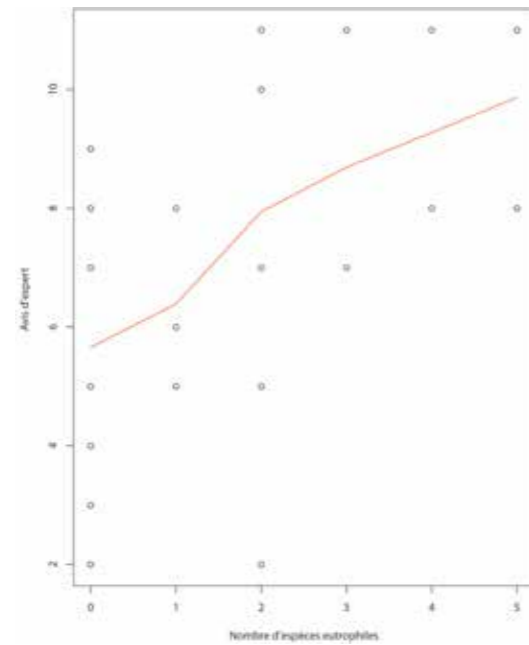


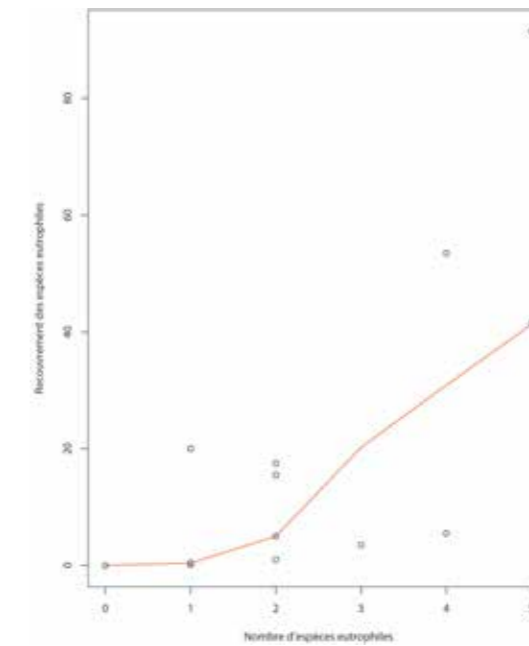
Figure 7
Corrélation entre le nombre d'espèces eutrophiles et l'avis d'expert (1 : bon-optimal ; 12 : très dégradé) sur les mares dystrophes.

Figure 9
Corrélation entre le nombre et le recouvrement des espèces eutrophiles sur les mares dystrophes.

Premières corrélations entre indicateurs

Habitats d'eau dormante

Sur les habitats oligo-mésotrophes, il s'avère que l'ensemble des indicateurs corrélés à l'avis d'expert sur l'état de conservation des habitats sont corrélés entre eux. Sur les mares dystrophes, une forte corrélation entre le nombre d'espèces eutrophiles et le recouvrement des espèces eutrophiles est à noter ($\rho = 0.92$; p-value = 0,000) (MIEDZIEWJESKI 2017).



Tourbières basses alcalines

Sur les tourbières basses alcalines, une corrélation négative modérée est observée entre le recouvrement des ligneux hauts (supérieurs à 30 cm) et l'avis d'expert ($\rho = -0,44$; p-value = 0,004). À l'inverse des habitats d'eau dormante, on entend par corrélation négative le fait que la valeur de l'indicateur augmente avec le niveau de dégradation de l'habitat. Il en est de même pour le recouvrement des atteintes quantifiables en surface et l'avis d'expert ($\rho = -0.35$; p-value = 0,024) (CLÉMENT 2017).

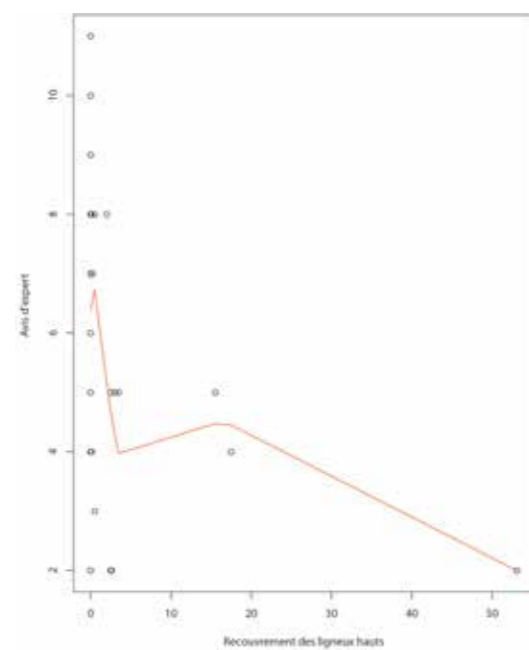
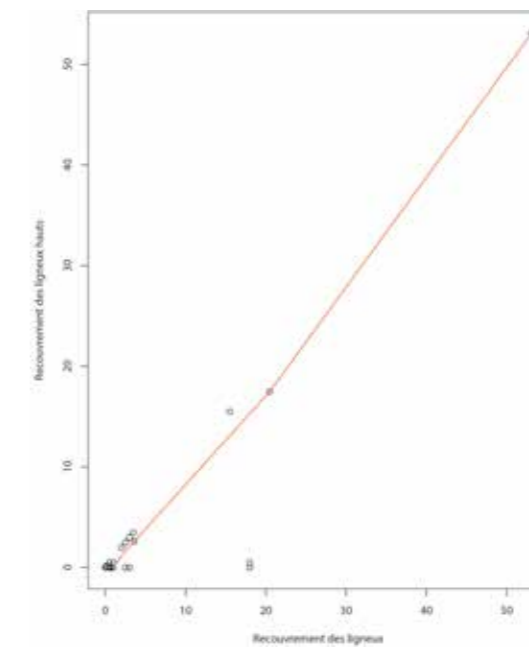


Figure 8
Corrélation entre le recouvrement des ligneux hauts et l'avis d'expert sur les tourbières basses alcalines (1 : très dégradé ; 12 : bon-optimal).

Figure 10
Corrélation entre le recouvrement des ligneux et celui des ligneux hauts sur les tourbières basses alcalines.

Tourbières basses alcalines

Sur les tourbières basses alcalines, des corrélations fortes sont observées entre le nombre et le recouvrement des espèces eutrophiles ($\rho = 0.867$; p-value = 0,000) ainsi qu'entre le recouvrement des ligneux et celui des ligneux hauts ($\rho = 0.667$; p-value = 0,000) (CLÉMENT 2017).



Discussion

Habitats d'eau dormante

Sur les gazons oligo-mésotrophes (UE 3110 et UE 3130), un travail préliminaire (MISTARZ 2016) et des recherches bibliographiques complémentaires ont permis de dresser une pré-liste d'indicateurs à tester sur le terrain en 2017. Cette pré-liste a fait l'objet d'une discussion et d'une validation en comité d'experts regroupant des experts de différents CBN, du CEN Picardie, mais aussi des gestionnaires. Tous les indicateurs sélectionnés ont fait l'objet de tests sur le terrain, hormis les indicateurs de composition faunistique et le nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent (critère « surface couverte »). À la suite de la phase de terrain, le recouvrement des atteintes quantifiables en surface est un candidat potentiel pour intégrer la méthode d'évaluation d'état de conservation des habitats. Un certain nombre d'indicateurs ont été écartés pour des raisons multiples :

- difficultés d'application sur le terrain (transparence de l'eau) ;
- informations jugées non adaptées à l'évaluation de l'état de conservation (indices F et N d'Ellenberg) ;
- non corrélation à l'avis d'expert sur l'état de conservation (recouvrement des algues filamenteuses, couleur de l'eau, taille des plantes).

Indicateurs potentiels	Indicateurs non retenus	Indicateurs à tester ou nécessitant des tests supplémentaires
Recouvrement des atteintes quantifiables en surface	Transparence de l'eau Couleur de l'eau Taille des plantes Indice F Indice N Recouvrement des algues filamenteuses	Évolution de la surface couverte Nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent Colonisation ligneuse (système alluvial) Recouvrement des espèces eutrophiles Nombre d'espèces eutrophiles Hauteur moyenne de la végétation Niveau de la nappe Recouvrement des espèces exotiques envahissantes Proportion de thérophytes

Sur les mares dystrophes (UE 3160) et les habitats méso-eutrophes (UE 3150), des recherches bibliographiques ont permis de dresser des pré-listes d'indicateurs, discutées et validées lors de ce même comité d'experts. Deux listes d'indicateurs à tester sur le terrain ont alors été validées. Tous les indicateurs ont fait l'objet de tests, hormis les indicateurs de composition faunistique. En ce qui concerne les mares dystrophes, la forte corrélation entre le nombre d'espèces eutrophiles et leur recouvrement nous pousse à sélectionner le nombre d'espèces eutrophiles comme un indicateur potentiel pour

La majorité des indicateurs nécessite des tests supplémentaires du fait de leur corrélation au recouvrement des atteintes quantifiables en surface (qui apparaît le mieux corrélé à l'avis d'expert), ou encore du fait qu'aucune configuration favorable au calcul des indicateurs n'ait été rencontrée en 2017 (colonisation ligneuse en système alluvial, recouvrement des espèces exotiques envahissantes, etc.). Les indicateurs de trophie nécessitent, quant à eux, des relevés supplémentaires exclusifs aux gazons vivaces atlantiques oligotrophes (UE 3110) ; ces derniers ne sont pas corrélés à l'avis d'expert sur les deux habitats confondus. Enfin, des indicateurs basés sur la hauteur de nappe et la proportion de thérophytes pourront également être testés sur les deux habitats pris séparément. De manière générale, il semble nécessaire, en 2018, d'effectuer des relevés supplémentaires sur les gazons oligotrophes vivaces d'affinité atlantique (seulement 18 relevés effectués en 2017 sur l'habitat), ainsi que sur les deux habitats en système alluvial afin de tester l'indicateur de colonisation ligneuse.

intégrer la méthode finale (car mieux corrélé au dire d'expert). Le recouvrement des atteintes quantifiables en surface est également sélectionné. Un certain nombre d'indicateurs ne seront *a priori* pas retenus, sous réserve de validation, pour diverses raisons :

- non corrélation à l'avis d'expert (recouvrement des ligneux, recouvrement des espèces en touradons, recouvrement des EEE, taille moyenne des plantes) ;
- informations jugées non adaptées à l'évaluation de l'état de conservation (indices N et F d'Ellenberg).

Tableau 5
Indicateurs potentiels, non retenus, à tester ou nécessitant des tests supplémentaires en 2018 sur les mares dystrophes (UE 3160).

Indicateurs potentiels	Indicateurs non retenus	Indicateurs à tester ou nécessitant des tests supplémentaires
Recouvrement des atteintes quantifiables en surface Nombre d'espèces eutrophiles	Recouvrement des espèces en touradons Recouvrement des espèces ligneuses Recouvrement des espèces exotiques envahissantes Taille moyenne des plantes Indice F Indice N Recouvrement des algues filamenteuses	Évolution de la surface couverte Nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent Couleur de l'eau Sondage pédologique Recouvrement des algues filamenteuses Envasement Recouvrement des hélophytes Recouvrement des espèces eutrophiles Présence de sphaignes

Un lien a été mis en évidence entre l'altitude de l'échantillonnage, la nature du substrat et l'avis d'expert sur l'état de conservation. Ont été prospectés en 2017 des sites sur substrat acide à l'étage montagnard en bon, voire très bon état de conservation. À l'inverse, les sites situés de l'étage planitiaire à l'étage collinéen sur substrat calcaire étaient plus altérés, voire dégradés. C'est pourquoi, la majorité des indicateurs nécessitent *a priori* des tests supplémentaires en 2018. Il sera nécessaire d'effectuer des tests sur substrat acide de l'étage planitiaire à collinéen, ainsi que des relevés sur substrat calcaire à l'étage montagnard. Ceci permettra d'avoir un échantillonnage non biaisé et couvrant relativement toutes les configurations possibles de l'habitat à l'échelle du territoire métropolitain.

L'étude menée en 2017 sur les habitats d'eau dormante (UE 3110, UE 3130, UE 3150 et UE 3160) doit aboutir à la publication d'une première version des cahiers d'évaluation de l'état de conservation des habitats d'eau dormante d'intérêt communautaire à l'échelle des sites Natura 2000.

Tourbières basses alcalines

Des recherches bibliographiques ont permis de dresser une pré-liste d'indicateurs pour l'évaluation de l'état de conservation

des tourbières basses alcalines. Cette pré-liste a fait l'objet d'une discussion et d'une validation en comité d'experts, comme pour les habitats d'eau dormante. Hormis les indicateurs de composition faunistique, l'indice F d'Ellenberg et la température de l'eau, tous les autres indicateurs sélectionnés ont fait l'objet de tests. Le recouvrement des ligneux hauts (supérieurs à 30 cm), ainsi que le recouvrement des atteintes quantifiables en surface, sont les mieux corrélés à l'état de conservation de l'habitat. Non corrélés entre eux, ils apparaissent comme étant deux indicateurs potentiels pour intégrer la méthodologie finale. Un certain nombre d'indicateurs ont été écartés car non corrélés à l'avis d'expert (recouvrement des espèces en touradons, recouvrement des hélophytes, recouvrement des ligneux bas inférieurs à 30 cm, recouvrement des sphaignes et hauteur de la nappe). Des indicateurs nécessitent des tests supplémentaires en 2018, soit parce qu'ils n'ont pu faire l'objet de tests en 2017, soit que ces derniers sont corrélés au recouvrement des ligneux hauts ou au recouvrement des atteintes quantifiables en surface, soit par manque de données récoltées afin d'être validés statistiquement. Des tests supplémentaires sont nécessaires dans d'autres régions afin de calibrer la méthode à l'échelle du territoire métropolitain.

Tableau 4
Indicateurs potentiels, non retenus, à tester ou nécessitant des tests supplémentaires en 2018 sur les gazons oligotrophes à mésotrophes (UE 3110, UE 3130).

Tableau 6
Indicateurs potentiels, non retenus, à tester ou nécessitant des tests supplémentaires en 2018 sur les tourbières basses alcalines (UE 7230).

Indicateurs potentiels	Indicateurs non retenus	Indicateurs à tester ou nécessitant des tests supplémentaires
Recouvrement des atteintes quantifiables en surface Recouvrement des ligneux hauts (> 30 cm)	Recouvrement des espèces en touradons Recouvrement des hélophytes Recouvrement des ligneux bas (< 30 cm) Recouvrement des sphaignes Hauteur de la nappe Indice N Indice F	Évolution de la surface couverte Température de l'eau Sondage pédologique Recouvrement des ligneux Nombre d'espèces eutrophiles Recouvrement des espèces eutrophiles Recouvrement des espèces exotiques envahissantes

Conclusion

L'évaluation de l'état de conservation des habitats est un préalable essentiel à la définition des objectifs de gestion à l'échelle des sites Natura 2000. Cependant, cette évaluation doit elle-même reposer sur la connaissance des objets évalués. Une cartographie fiable des habitats, à l'échelle de chaque site Natura 2000, apparaît comme un préalable indispensable à l'application des méthodes proposées.

Le principe méthodologique global repose sur la comparaison d'un état de l'habitat observé à un état de référence pour l'habitat. Or, les habitats présentent une grande variabilité à l'échelle du territoire métropolitain qu'il est difficile d'intégrer dans une évaluation à l'échelle de l'habitat générique. C'est pourquoi plusieurs états de référence sont envisagés, notamment du point de vue de la composition floristique ou encore du contexte dans lequel se retrouve l'habitat. Au sein d'un même site, on pourra retrouver plusieurs états de référence pour le même habitat générique selon la physionomie de la végétation (communautés de pleustophytes, communautés d'hydrophytes enracinés, mosaïques, mares dystrophes en contexte acide, mares dystrophes en contexte alcalin, etc.). C'est pourquoi il est également tenté de travailler au niveau des écosystèmes dans lesquels peuvent être rencontrés les habitats. Cependant, il est nécessaire de garder à l'esprit que l'évaluation de l'état de conservation à l'échelle nationale, mais aussi à l'échelle d'un site Natura 2000, reste un exercice difficile et réducteur de la complexité des interactions entre les habitats évalués et les composantes physiques du milieu dans lesquels ils se retrouvent, ainsi qu'entre habitats (HARDEGEN 2015).

Remerciements

Les études sur les habitats d'eau dormante oligo-mésotrophes et sur les tourbières basses alcalines ont été portées par deux stagiaires de Master 2, A. Miedziejewski et H. Clément, que je remercie pour leur active contribution. Merci également au CBNBL pour l'organisation de ce colloque bien réussi.

Bibliographie

- ANONYME 2008. - Article R414-11 du Code de l'environnement modifié par décret n°2015-959 du 31 Juillet 2015 - Art. 1 [en ligne]. Disponible à <http://www.legifrance.gouv.fr> [cité le 30 mars 2016].
- CHARLES M. & VIRY D. 2015. - État de conservation des mares temporaires méditerranéennes (UE 3170*), habitat d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Rapport d'étude. Version 1. Rapport SPN 2015-56. Service du Patrimoine naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office national de l'eau et des milieux aquatiques, Paris, 64 p.
- CLÉMENT H. 2017. - Évaluation de l'état de conservation des tourbières basses alcalines (UE 7230), habitats d'intérêt communautaire. UMS Patrinat – AFB/CNRS/MNHN, Université Claude Bernard Lyon 1, Paris, 64 p.
- CONSEIL DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES 1992. - Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. *Journal Officiel de l'Union Européenne*, **L206**, 27 juillet 1992
- ELLENBERG H. 1988. - *Vegetation Ecology of Central Europe*. Cambridge University Press. 758 p.
- EPICOCO C. & VIRY D. 2015. - État de conservation des habitats tourbeux d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000. Rapport préliminaire. Version 1. Rapport SPN 2015-57. Service du Patrimoine naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office national de l'eau et des milieux aquatiques, Paris, 111 p.
- HARDEGEN M. 2015. - Natura 2000 en Bretagne : Habitats d'intérêt communautaire terrestres et d'eau douce. Bilan des connaissances : interprétation, répartition, enjeux de conservation. Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Bretagne, Conservatoire botanique national de Brest, 242 p.
- MIEDZIEJEWSKI A. 2017. - Évaluation de l'état de conservation des eaux dormantes d'intérêt communautaire : - « Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses (*Littorelletalia uniflorae*) » (UE 3110) - « Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des *Littorelletea uniflorae* et/ou des *Isoeto-Nanojuncetea* » (UE 3130). UMS Patrinat – AFB/CNRS/MNHN, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 50 p.
- MISTARZ M. 2016. - État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Rapport préliminaire. Rapport SPN 2016-104. Service du Patrimoine naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office national de l'eau et des milieux aquatiques, Paris, 76 p.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM 2017. - R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, <http://www.R-project.org>
- VIRY D. 2013. - État de conservation des habitats humides et aquatiques d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000. Rapport D'étude. Version 1. Rapport SPN 2013-12. Service du Patrimoine naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office national de l'eau et des milieux aquatiques, Paris, 83 p.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=hlme80GheQ0>

Site	IDPolygone	Date	Auteur(s)	Localisation	Point GPS	N° photos

Habitat cartographié	Habitat déterminé	Surface (m²)

Relevés effectués	
MARE	PLACETTE
Dimensions <input type="checkbox"/>	Couleur de l'eau <input type="checkbox"/>
Sondages pédologiques <input type="checkbox"/>	Envasement <input type="checkbox"/>
	Relevé phytosociologique <input type="checkbox"/>
	Taille des plantes (app. Vég.) <input type="checkbox"/>
	Recouvrement des algues filamenteuses <input type="checkbox"/>
	Température de l'eau <input type="checkbox"/>

Avis d'expert	Nom expert		
Dégradé <input type="checkbox"/>	Altéré <input type="checkbox"/>	Bon-correct <input type="checkbox"/>	Bon-optimal <input type="checkbox"/>
Commentaires			




Commentaires sur la dynamique des ligneux

Atteintes à l'échelle du polygone	Surface impactée (% du polygone)

Appendice 1
Fiche de relevé utilisée en 2017
sur les mares dystrophes (UE
3160)

MARE

Sondages pédologiques				
	Croquis de répartition des sondages			
	1	2	3	4
Profondeur du sondage (cm)				
Alcalin				
Proportions de fibres				
Acide				
Épaisseur de couche fibrique (cm)				
Test de Von Post				

Horizon fibrique	Horizon mésique	Horizon saprique
Plus de 40 % de fibres frottées Pas de décomposition Végétaux identifiables	De 10 à 40 % de fibres frottées Décomposition moyenne Végétaux non identifiables	Moins de 10 % de fibres frottées Décomposition forte à totale Végétaux non identifiables
		

PLACETTE

Couleur de l'eau		Température de l'eau
N° photo		

Envasement	
Hauteur de vase (cm)	

Recouvrement des algues filamenteuses	
Recouvrement (%)	
Nature	

Caractéristiques du relevé			
Altitude		Exposition	
Hauteur d'eau (cm)		Géologie	
Description floristico-écologique		Contacts dynamiques	
Contacts écologiques		Syntaxon/Habitat	
Surface du relevé (m ²)		% total de la végétation :	
Flore			
Strate herbacée		Strate bryophytique	
H :	% :	H :	% :
	Taille		Taille
Strate arbustive basse (1-3 m)		Strate arbustive haute (3-7 m)	
H :	% :	H :	% :
	Taille		Taille
Remarques			

Appendice 2
Indicateurs pré-sélectionnés en 2017 pour l'évaluation de l'état de conservation des gazons oligotrophes à mésotrophes (UE 3110 et UE 3130) et exemples de sources utilisées

PARAMETRE	CRITERE	INDICATEUR	SOURCE
Surface	Surface couverte	Évolution de la surface couverte	Toutes les études antérieures du MNHN; Biotope, 2012. - Expertises scientifiques pour l'établissement des inventaires et des cartographies Natura 2000 sur la Vallée de la Dordogne, Sites FR7300898 « Vallée de la Dordogne Quercynoise » et FR7200660 « Vallée de la Dordogne ». Rapport final - Phases 2 à 4. EPIDOR. 112 p. Gobierno de Aragón, Departamento de Medio Ambiente, 2010. - Biorregión mediterránea. Aguas oligotróficas con un contenido de minerales muy bajo sobre suelos generalmente arenosos del mediterráneo occidental con Isoetes spp. Manual de gestión del habitat: ficha de manejo y conservación. 19 p. Pouyaret S., 2015. - Mise en œuvre du document d'objectif du site Natura 2000 « Zones alluviales de la confluence Dore-Ailier » (FR 830 1032) - Animation de la mise en œuvre, compte-rendu d'exécution - Évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire de vases et grèves exondées (3130 et 3270). Natura 2000, Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement d'Auvergne, Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne-Rhône-Alpes. 39 p.
		Nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent	Charles M. & Viry D., 2015. - État de conservation des mares temporaires méditerranéennes (UE 3170*), habitat d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Rapport d'étude. Version 1. Rapport SPN 2015-56. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 64 p. Mistaz M., 2016. - État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Rapport préliminaire. Rapport SPN 2016-104. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 76 p.
Structures et fonctions	Fonctionnement hydrologique	Présence d'une phase inondée	Bliss S.A. & Zedler P.H., 1998. - The Germination Process in Vernal Pools: Sensitivity To Environmental Conditions and Effects on Community Structure. <i>Oecologia</i> . 113(1): 67-73 Gobierno de Aragón, Departamento de Medio Ambiente, 2010. - Biorregión mediterránea. Aguas oligotróficas con un contenido de minerales muy bajo sobre suelos generalmente arenosos del mediterráneo occidental con Isoetes spp. Manual de gestión del habitat: ficha de manejo y conservación. 19 p. Guillon M., 2007. - La Lobélie de Dortmann (<i>Lobelia Dortmann</i> L.) dans le massif armoricain. <i>E.R.I.C.A.</i> , 20. 28 p. Mistaz M., 2016. - État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Rapport préliminaire. Rapport SPN 2016-104. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 76 p.
		Transparence de l'eau	Bolpagni R., Azzella M.M., Agostinelli C., Beghi A., Bettoni E., Brusa G., De Molli C., Formenti R., Galimberti F. & Cerabolini B.E.L., 2017. - Integrating the Water Framework Directive into the Habitats Directive: analysis of distribution patterns of lacustrine EU habitats in lakes of Lombardy (northern Italy). <i>J. Limnol.</i> Charles M. & Viry D., 2015. - État de conservation des mares temporaires méditerranéennes (UE 3170*), habitat d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Rapport d'étude. Version 1. Rapport SPN 2015-56. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 64 p. Laplace-Treytury C. & Feret T., 2016. - Performance of the Phytoplankton Index for Lakes (PLAC): A multimetric phytoplankton index to assess the ecological status of water bodies in France. <i>Ecol. Indic.</i> 69: 686-698 Lauridsen T.L., Jeppesen E., Deckerck S.A.J., De Meester L., Conde-Porcuna J.M., Rommens W. & Bruce S., 2015. - The importance of environmental variables for submerged macrophyte community assemblage and coverage in shallow lakes: differences between northern and southern Europe. <i>Hydrobiologia</i> 744(1): 49-61 Mistaz M., 2016. - État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Rapport préliminaire. Rapport SPN 2016-104. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 76 p. Mroz W., 2013. - Monitoring of natural habitats. Methodological guide for 5 natural habitats: 3110, 6210, 6520, 7230 and 9180. GIOŚ. 97 p. Pęczala W. & Banach B., 2013. - Small water bodies and lakes protected under EU habitats directive—results of the pilot wildlife monitoring in the Lubelskie region. <i>Teka Kom. Ochr. Kszt. rad. Przyr. - OL PAN</i> 10: 306-317 Pouyaret S., 2015. - Mise en œuvre du document d'objectif du site Natura 2000 « Zones alluviales de la confluence Dore-Ailier » (FR 830 1032) - Animation de la mise en œuvre, compte-rendu d'exécution - Évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire de vases et grèves exondées (3130 et 3270). Natura 2000, Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement d'Auvergne, Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne-Rhône-Alpes. 39 p. Scheffer M., 2001. - Alternative Attractors of Shallow Lakes. <i>Sci. World J.</i> 1: 254-63
	Composition floristique	Recouvrement des ligneux (%)	Bensettiti F., Gaudillat V. & Haury J., 2002. - <i>Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats d'intérêt communautaire. Tome 3. Habitats humides</i> . Éd. La Documentation française. 457 p. Charles M. & Viry D., 2015. - État de conservation des mares temporaires méditerranéennes (UE 3170*), habitat d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Rapport d'étude. Version 1. Rapport SPN 2015-56. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 64 p. Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon, 2012. - Évaluation de l'état de conservation des habitats naturels contractualisés en Lozère (Échelles de l'habitat et de

		Unité de gestion). Guide Méthodologique à l'usage des opérateurs. 154 p. Mistarz M., 2016. - État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Rapport préliminaire. Rapport SPN 2016-104. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 76 p. Mroz W., 2013. - Monitoring of natural habitats. Methodological guide for 5 natural habitats: 3110, 6210, 6520, 7230 and 9180. GIO5. 97 p.
Recouvrement des espèces eutrophiles (%)		Kleszczewski M., 2007. Élaboration de critères d'évaluation de l'état de conservation des habitats naturels du Parc National des Cévennes. Conservatoire d'Espaces Naturels du Languedoc-Roussillon. 65 p. Mistarz M., 2016. - État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Rapport préliminaire. Rapport SPN 2016-104. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 76 p. Mroz W., 2013. - Monitoring of natural habitats. Methodological guide for 5 natural habitats: 3110, 6210, 6520, 7230 and 9180. GIO5. 97 p. Pouvalet S., 2015. - Mise en œuvre du document d'objectif du site Natura 2000 « Zones alluviales de la confluence Dore-Allier » (FR 830 1032) - Animation de la mise en œuvre, compte-rendu d'exécution - Évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire de vases et grèves exondées (3130 et 3270). Natura 2000, Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement d'Auvergne, Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne-Riom. 39 p.
Nombre d'espèces eutrophiles		Bensettiti F., Gaudillat V. & Haury J., 2002. - <i>Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats d'intérêt communautaire. Tome 3. Habitats humides</i> . Éd. La Documentation française. 457 p. Charles M. & Viry D., 2015. - État de conservation des mares temporaires méditerranéennes (UE 3170*), habitat d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Rapport d'étude. Version 1. Rapport SPN 2015-56. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 64 p. Mistarz M., 2016. - État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Rapport préliminaire. Rapport SPN 2016-104. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 76 p.
Taille moyenne des plantes (cm)		Bensettiti F., Gaudillat V. & Haury J., 2002. - <i>Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats d'intérêt communautaire. Tome 3. Habitats humides</i> . Éd. La Documentation française. 457 p. Mistarz M., 2016. - État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Rapport préliminaire. Rapport SPN 2016-104. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 76 p. Sand-Jensen K., Borum J. & Binzer T., 2005a. - Oxygen stress and reduced growth of <i>Lobelia dortmanna</i> in sandy lake sediments subject to organic enrichment. <i>Freshw. Biol.</i> 50(6) : 1034-48
Indice N moyen		Bensettiti F., Gaudillat V. & Haury J., 2002. - <i>Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats d'intérêt communautaire. Tome 3. Habitats humides</i> . Éd. La Documentation française. 457 p. Forum des Marais Atlantiques (FMA), 2015. - Mallette d'indicateurs de travaux et de suivis en zones humides. Agence de l'Eau Loire-Bretagne, Conseil régional des Pays de la Loire. 189 p. Julve P., 1998. - <i>Basellor</i> . Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : 6 juillet 2016. http://perso.wanadoo.fr/philippejulve/catinat.htm Mistarz M., 2015. Inventaire des zones humides sur le bassin versant de la Brenne. Sous-bassin versant de la Glaise. Société d'étude, de protection et d'aménagement de la nature en Touraine. 53 p. Mistarz M., 2016. - État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Rapport préliminaire. Rapport SPN 2016-104. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 76 p.
Indice F moyen		Forum des Marais Atlantiques (FMA), 2015. - Mallette d'indicateurs de travaux et de suivis en zones humides. Agence de l'Eau Loire-Bretagne, Conseil régional des Pays de la Loire. 189 p. Julve P., 1998. - <i>Basellor</i> . Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : 6 juillet 2016. http://perso.wanadoo.fr/philippejulve/catinat.htm Mistarz M., 2015. Inventaire des zones humides sur le bassin versant de la Brenne. Sous-bassin versant de la Glaise. Société d'étude, de protection et d'aménagement de la nature en Touraine. 53 p. Mistarz M., 2016. - État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Rapport préliminaire. Rapport SPN 2016-104. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 76 p.
Recouvrement des espèces acidiphiles (%)		O Connor Á., 2015. - Habitats Directive Annex I lake habitats: a working interpretation for the purposes of site-specific conservation objectives and Article 17 reporting. National Parks and Wildlife Service, Department of Arts, Heritage and the Gaeltacht. 78 p.
Recouvrement des types biologiques (%)		Mistarz M., 2016. - État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Rapport préliminaire. Rapport SPN 2016-104. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 76 p.
Recouvrement des EEE (%)		Toutes les études antérieures du MNHN ; Baciczko W. & Kaszycka E., 2015. - The conservation requirements of rare and threatened vascular plants of Natura 2000 habitats of the Dolina Ptoci i Jezioro Miedwie (Polonia

		Valley and Miedwie Lake) special area of conservation. <i>Folia Pomeranica Univ. Technol. Stetin. Agric. Aliment. Piscaria Zootech.</i> 316(33)1 : 15-32 Biotope, 2012. - Expertises scientifiques pour l'établissement des inventaires et des cartographies Natura 2000 sur la Vallée de la Dordogne. Sites FR7300898 « Vallée de la Dordogne Quercynoise » et FR7200660 « Vallée de la Dordogne ». Rapport final - Phases 2 à 4. EPIDOR. 112 p. Brundu G., 2015. - Plant invaders in European and Mediterranean inland waters: profiles, distribution, and threats. <i>Hydrobiologia</i> . 746(1): 61-79 Kriemer I., 2003. - Monitoring of Natura 2000 freshwater habitats. A suggested program for Natura 2000 lakes and watercourses in the County of Jönköping/Sweden. Länsstyrelsen Jönköpings Län. 84 p. Pęczala W. & Banach B., 2013. - Small water bodies and lakes protected under EU habitats directive - results of the pilot wildlife monitoring in the Lubelskie region. <i>Teka Kom. Ochr. Kszt. rad. Przyn.</i> - OI PAN 10: 306-317 Pouvalet S., 2015. - Mise en œuvre du document d'objectif du site Natura 2000 « Zones alluviales de la confluence Dore-Allier » (FR 830 1032) - Animation de la mise en œuvre, compte-rendu d'exécution - Évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire de vases et grèves exondées (3130 et 3270). Natura 2000, Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement d'Auvergne, Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne-Riom. 39 p. Vilà M. & Garcia-Berthou E., 2010. - Monitoring Biological Invasions in Freshwater Habitats. 91-100 in Hurford C., Schneider M. & Cowx I.G. <i>Conservation monitoring in freshwater habitats: a practical guide and case studies</i> . Ed. Springer. 410 p.
Recouvrement des algues filamenteuses (%) (males)		Bensettiti F., Gaudillat V. & Haury J., 2002. - <i>Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats d'intérêt communautaire. Tome 3. Habitats humides</i> . Éd. La Documentation française. 457 p. Charles M. & Viry D., 2015. - État de conservation des mares temporaires méditerranéennes (UE 3170*), habitat d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Rapport d'étude. Version 1. Rapport SPN 2015-56. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 64 p. Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon, 2012. - Évaluation de l'état de conservation des habitats naturels contractualisés en Lozère (Échelles de l'habitat et de l'unité de gestion). Guide Méthodologique à l'usage des opérateurs. 154 p. Mistarz M., 2016. - État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Rapport préliminaire. Rapport SPN 2016-104. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 76 p. Mroz W., 2013. - Monitoring of natural habitats. Methodological guide for 5 natural habitats: 3110, 6210, 6520, 7230 and 9180. GIO5. 97 p. Scheffer M., 2001. - Alternative Attractors of Shallow Lakes. <i>Sci. World J.</i> 1: 254-63
Présence d'amphibiens (Bonus)		Charles M. & Viry D., 2015. - État de conservation des mares temporaires méditerranéennes (UE 3170*), habitat d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Rapport d'étude. Version 1. Rapport SPN 2015-56. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 64 p. Collectif RhoMéO, 2014. - La boîte à outils de suivi des zones humides du bassin Rhône-Méditerranée. Version 1. Conservatoire d'espaces naturels de Savoie. 147 p. Forum des Marais Atlantiques (FMA), 2015. - Mallette d'indicateurs de travaux et de suivis en zones humides. Agence de l'Eau Loire-Bretagne, Conseil régional des Pays de la Loire. 189 p. Gerlach J., Samways M. & Pryke J., 2013. - Terrestrial invertebrates as bioindicators: an overview of available taxonomic groups. <i>J. Insect Conserv.</i> 17(4): 831-50 Menetrey N., Sager L., Oertli B. & Lachavanne J-B., 2005. - Looking for metrics to assess the trophic state of ponds. Macroinvertebrates and amphibians. <i>Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.</i> 15(6): 653-64 Mistarz M., 2016. - État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Rapport préliminaire. Rapport SPN 2016-104. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 76 p. Oertli B., Auderset Joye D., Castella E., Juge R. & Lachavanne J-B., 2000. - Diversité biologique et typologie écologique des étangs et petits lacs de Suisse. Office fédéral de l'environnement. 340 p. Vallois D., Wezel A. & Robin J., 2011. - Caractérisation écologique des étangs de la Dombes. Mise au point d'une méthode d'évaluation applicable aux étangs. Étude Agence de l'Eau n° 2007 1488. Rapport technique final. Institut Supérieur d'Agriculture et d'agroalimentaire Rhône-Alpes. 65 p.
Présence d'invertébrés aquatiques (Bonus)		Charles M. & Viry D., 2015. - État de conservation des mares temporaires méditerranéennes (UE 3170*), habitat d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Rapport d'étude. Version 1. Rapport SPN 2015-56. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 64 p. Gerlach J., Samways M. & Pryke J., 2013. - Terrestrial invertebrates as bioindicators: an overview of available taxonomic groups. <i>J. Insect Conserv.</i> 17(4): 831-50 Gobierno de Aragón. Departamento de Medio Ambiente, 2010. - Biorregión mediterránea. Aguas oligotróficas con un contenido de minerales muy bajo sobre suelos generalmente arenosos del mediterráneo occidental con Isoetes spp. Manual de gestión del habitat: ficha de manejo y conservación. 19 p. Hill M. J., Sager C. D. & Wood P. J., 2016. - When is the best time to sample aquatic macroinvertebrates in ponds for biodiversity assessment? <i>Environmental Monitoring and Assessment</i> 188 (3): 188-194 Howard S. & Gipsy L., 2002. - A guide to monitoring the ecological quality of ponds and canals using PSYM. 14 p. Menetrey N., Sager L., Oertli B. & Lachavanne J-B., 2005. - Looking for metrics to assess the

			<p>trophic state of ponds. Macroinvertebrates and amphibians. <i>Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.</i> 15(6): 653-64</p> <p>Mistarz M., 2016. - État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Rapport préliminaire. Rapport SPN 2016-104. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 76 p.</p> <p>Oertli B., Auderset Joye D., Castella E., Juge R. & Lachavanne J.-B., 2000. - Diversité biologique et typologie écologique des étangs et petits lacs de Suisse. Office fédéral de l'environnement. 340 p.</p> <p>Pouvalet S., 2015. - Mise en œuvre du document d'objectif du site Natura 2000 « Zones alluviales de la confluence Dore-Allier » (FR 830 1032) - Animation de la mise en œuvre, compte-rendu d'exécution - Evaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire de vases et grèves exondées (3130 et 3270). Natura 2000, Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du logement d'Auvergne, Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne-Riom. 39 p.</p> <p>Vallois D., Wezel A. & Robin J., 2011. - Caractérisation écologique des étangs de la Dombes. Mise au point d'une méthode d'évaluation applicable aux étangs. Etude Agence de l'Eau n° 2007 1488, Rapport technique final. Institut Supérieur d'Agriculture et d'agroalimentaire Rhône-Alpes. 65 p.</p>
Altérations	Atteintes diffuses au niveau du site	Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface	<p>Mistarz M., 2016. - État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Rapport préliminaire. Rapport SPN 2016-104. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 76 p.</p> <p>Pouvalet S., 2015. - Mise en œuvre du document d'objectif du site Natura 2000 « Zones alluviales de la confluence Dore-Allier » (FR 830 1032) - Animation de la mise en œuvre, compte-rendu d'exécution - Evaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire de vases et grèves exondées (3130 et 3270). Natura 2000, Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du logement d'Auvergne, Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne-Riom. 39 p.</p>
	Atteintes lourdes	Recouvrement des atteintes (%)	<p>Baciewicz W. & Kaszycka E., 2015. - The conservation requirements of rare and threatened vascular plants of Natura 2000 habitats of the Dolina Płoni i Jezioro Miedwie (Płonia Valley and Miedwie Lake) special area of conservation. <i>Folia Pomeranae Univ. Technol. Stetin. Agric. Aliment. Piscaria Zootech.</i> 316(33): 15-32</p> <p>Biotope, 2012. - Expertises scientifiques pour l'établissement des inventaires et des cartographies Natura 2000 sur la Vallée de la Dordogne. Sites FR7300898 « Vallée de la Dordogne Quercynoise » et FR7200660 « Vallée de la Dordogne ». Rapport final - Phases 2 à 4. EPIDOR. 112 p.</p> <p>Charles M. & Viry D., 2015. - État de conservation des mares temporaires méditerranéennes (UE 3170*), habitat d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Rapport d'étude. Version 1. Rapport SPN 2015-56. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 64 p.</p> <p>Free G., Bowman J., McGarrigle M., Caroni R., Donnelly K., Tierney D., Trodd W. & Little R., 2009. - The identification, characterization and conservation value of isoetid lakes in Ireland. <i>Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.</i> 19(3): 264-73</p> <p>Krämer I., 2003. - Monitoring of Natura 2000 freshwater habitats. A suggested program for Natura 2000 lakes and watercourses in the County of Jönköping/Sweden. Länsstyrelsen Jönköpings Län. 84 p.</p> <p>Mistarz M., 2016. - État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Rapport préliminaire. Rapport SPN 2016-104. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 76 p.</p>

Résumé

Les milieux humides sont souvent le siège d'une biodiversité floristique et phytocénocytique remarquable. Outre ces aspects liés au patrimoine naturel, ils fournissent de nombreux services (épuration de l'eau, atténuation des crues, soutien d'étiage...) et ont toujours joué un rôle important dans l'approvisionnement de nos sociétés (herbages, pâturages...). Malheureusement, du fait des activités humaines, on estime que les deux tiers des zones humides ont déjà disparu au cours du siècle dernier (BERNARD, 1994).

Soucieuse de préserver ces milieux, l'Agence de l'eau Artois-Picardie a souhaité les mettre en valeur, notamment ceux des systèmes agropastoraux, à travers un programme de maintien de l'agriculture raisonnée en zone humide sur huit territoires tests. S'il existe des cartes des zones à dominante humide de ces territoires tests, les limites précises et le caractère plus ou moins hygrophile (mésophile, mésohygrophile et hygrophile) des prairies n'est cependant pas disponible. Pourtant, la distinction de ces différents niveaux semble très importante (pratiques et conduites de l'herbage et du pâturage différentes). Afin de disposer d'une base de travail cartographique, le Conservatoire botanique national de Bailleul a proposé à l'Agence de l'eau Artois-Picardie une méthode simple et accessible permettant de caractériser le degré d'humidité des prairies des systèmes agropastoraux sur le territoire des Hauts-de-France. Une clé simplifiée a donc été réalisée, celle-ci se compose de deux ensembles d'éléments diagnostiques. Le premier est basé sur des critères floristiques, le second sur des critères pédologiques. Bien que cette clé se veuille simplifiée, son utilisation sur le terrain nécessite un minimum de prérequis en botanique et en pédologie. Elle permet néanmoins, sans être un expert dans ces deux disciplines et en l'absence de connaissances en phytosociologie, de pouvoir évaluer le caractère hygrophile d'une prairie. Il faut rappeler que la mise en œuvre de cette clé et notamment des critères floristiques ne peut s'appliquer aux prairies gérées de manière trop intensive (la banalisation trop importante de la flore entraîne l'absence d'éléments floristiques diagnostiques).

Une phase test de cette clé s'est déroulée au cours de l'année 2016. Les critères floristiques et pédologiques ont été appliqués dans le même temps sur un certain nombre de parcelles. Parmi les résultats intéressants, on peut noter que les critères floristiques sont souvent plus précis que les critères pédologiques.

Abstract

The wetlands are often the seat of a remarkable floristic and phytocenotic biodiversity. In addition to these aspects related to natural heritage, they provide many services (water purification, flood mitigation, low water support...) and have always played an important role in the supply of our societies (grassland, pastures...). Unfortunately, it is estimated that more than half of the wetlands have disappeared during the last century (channelization of rivers, drainage...).

Concerned with preserving these environments, the Artois-Picardie Water Agency wished to highlight them, particularly those of agropastoral systems, through a program to maintain sustainable agriculture in wetlands in eight test areas. If maps of the predominantly wet areas are available, the precise boundaries between mesophilic, mesohygrophilic and hygrophilic are not available. However, the distinction between these different levels seems very important (practices and behavior of different grassland and pasture). In order to have a cartographic basis, the National Botanical Conservatory of Bailleul has proposed to the Artois-Picardie Water Agency a simple and accessible method for characterizing the moisture content of agropastoral systems on the territory of Hauts-de-France. A simplified key has been made, which consists of two sets of diagnostic elements. The first is based on floristic criteria, the second on pedological criteria. Without being an expert in these two disciplines and without knowledge in phytosociology, this key can be used to evaluate the hygrophilic character of a meadow. It must be remembered that the implementation of this key and in particular the floristic criteria can not be applied to the meadows managed too intensively (the banalization too important of the flora causes the absence of diagnostic floristic elements).

A test phase of this key was carried out during the year 2016. The floristic and pedological criteria were applied at the same time on a certain number of plots. Among the interesting results, it can be noted that the floristic criteria are often more precise than the pedological criteria.

Clé simplifiée pour la caractérisation des prairies humides en système agropastoral sur le territoire régional des Hauts-de-France

WILLIAM GELEZ

Conservatoire botanique
national de Bailleul,
Hameau de Haendries,
F-59270 Bailleul ;
w.gelez@cbnbl.org

Introduction et problématique

Les prairies humides en système agropastoral sont souvent le siège d'une diversité floristique, phytocénocytique et faunistique remarquable. Dans les systèmes gérés plus ou moins extensivement, on rencontre régulièrement de nombreuses espèces d'intérêt patrimonial.

Figures 1& 2

Deux espèces protégées et d'intérêt patrimonial fréquentes dans les prairies mésohygrophiles de fauche des départements du Nord et du Pas-de-Calais : le Silaus des prés (*Silaum silaus*) à gauche et l'Achillé sternutatoire (*Achillea ptarmica*) à droite © W. GELEZ, 2016.



Les prairies humides sont également reconnues pour les services écosystémiques qu'elles rendent (épuration des eaux, atténuation des crues, soutien d'étiage, ressource alimentaire pour le bétail...).

Soucieuse de préserver ces milieux et les services qu'ils rendent aux populations, l'Agence de l'eau Artois-Picardie a démarré un programme intitulé « Maintien de l'agriculture en zone humide ». L'objectif de ce programme consiste à encourager les pratiques raisonnées, favorables au maintien de l'herbage sur huit secteurs retenus de son territoire (Marais de la Slack, Marais audomarois, Boucle de la Lys, Val de Lys, Plaine maritime picarde, Moyenne vallée de la Somme, Plaine Scarpe-Escaut et Prairies de l'Avesnois).



Figure 3
Carte du territoire d'action de l'Agence de l'eau Artois-Picardie et des huit secteurs tests du programme « Maintien de l'agriculture en zone humide ». AEAP 2014.

Afin de pouvoir engager ce programme, il était nécessaire de disposer d'une cartographie des prairies humides. Si l'Agence dispose bien de l'information concernant les surfaces et les localisations occupées par l'ensemble des systèmes prairiaux (prairies sèches et humides confondues) sur son territoire d'action, elle ne dispose en revanche pas de l'information sur les systèmes prairiaux dits « humides ». Il existe bien des cartes des zones à dominante humide, mais celles-ci sont souvent peu précises et ne reflètent pas toujours la réalité. De plus, le caractère plus ou moins hygrophile (mésophile, mésohygrophile et hygrophile) des prairies est encore moins disponible. Or, ce dernier paramètre conditionne souvent les pratiques et la conduite de l'herbage et du pâturage.

C'est dans ce cadre que le Conservatoire botanique national de Bailleul a proposé à l'Agence de l'eau Artois-Picardie un outil permettant de caractériser le degré d'humidité des prairies des systèmes agropastoraux sur le territoire des Hauts-de-France.

L'outil réunit plusieurs critères :

- il doit permettre de distinguer les trois niveaux hydriques suivants : mésophile (sols rarement saturés en eau), mésohygrophile (sols saturés en eau quelques semaines à trois mois/an) et hygrophile (sols saturés en eau trois à six mois par an). Notons que ces trois niveaux sont une simplification des 4 niveaux réellement existants ;
- il doit permettre de réaliser des cartographies sur plusieurs milliers d'hectares relativement rapidement ;
- il doit être accessible à des agents de terrain n'ayant pas forcément de compétences en botanique, phytosociologie et pédologie ;
- il doit également être adapté aux prairies en mauvais état de conservation (plus ou moins fréquentes selon les territoires test) ;
- il doit être adapté à l'ensemble des huit territoires test.

Matériel et méthode

Au préalable, il faut spécifier plusieurs éléments. Les trois niveaux hydriques proposés le sont au sens phytosociologique, c'est-à-dire qu'ils correspondent globalement :

- pour l'hygrophile au niveau des *Deschampsietalia cespitosae* ;
- pour le mésohygrophile au niveau des *Potentillo anserinae - Polygonetalia avicularis* et du *Colchico autumnalis - Arrhenatherenion elatioris* ;
- pour le mésophile au niveau des autres végétations des *Arrhenatheretea*.

Afin de pouvoir réaliser une cartographie des prairies dites « humides », le Conservatoire botanique national de Bailleul a proposé à l'Agence de l'eau Artois-Picardie une clé de détermination intégrant des critères floristiques et pédologiques simples. Cette clé est inspirée d'un travail préliminaire réalisé par le Syndicat mixte Baie de Somme (DUFOR 2016). Elle a pour objectif de caractériser le degré d'humidité des prairies.

La clé d'entrée est basée sur l'étude de la flore présente sur la parcelle étudiée. La première étape consiste à observer sur le terrain, la présence/absence d'espèces diagnostiques des prairies humides sans distinction de niveau d'humidité.

Le choix de ces espèces a notamment été réalisé grâce aux différents référentiels du CBNBL et aux synthèses PVF2 des *Agrostietea stoloniferae* (de FOUCAULT & CATTEAU, 2012) et des *Arrhenatheretea elatioris* (de FOUCAULT, 2016).

Les espèces utilisées pour cette première étape doivent appartenir aux genres *Juncus*¹, *Carex*² et *Eleocharis*. *Alopecurus geniculatus* fait également partie des espèces dont il faut tenir compte.

Considérant qu'*a priori*, ces éléments sont nécessairement présents dans les prairies humides, la seule présence de l'un ou de plusieurs d'entre eux permet d'identifier le caractère humide de la prairie (mésohygrophile ou hygrophile). En leur absence, la prairie ne peut pas être considérée comme hygrophile et sera, de fait, potentiellement mésohygrophile ou mésophile.

Afin d'affiner le degré d'humidité de la prairie, la seconde étape consiste à observer des espèces plus strictement liées aux différentes conditions hydriques. Pour cela, une liste illustrée d'une dizaine d'espèces est proposée à dire d'expert pour les trois de-

grés d'humidité : espèces strictement liées aux prairies hygrophiles, strictement liées aux prairies mésohygrophiles et strictement liées aux prairies mésophiles.

La seule présence d'une de ces espèces permet de classer la prairie dans l'une des trois catégories.

En l'absence de ces éléments ou en cas de conflits (présence dans les mêmes proportions d'espèces appartenant à deux catégories) une liste d'une dizaine d'espèces supplémentaires ayant une écologie préférentielle pour l'une des trois catégories est proposée. Celle-ci permet éventuellement de consolider ou d'orienter le diagnostic.

Malgré ces différents éléments floristiques, dans certaines conditions comme après la fauche de la prairie ou lorsque les pratiques agricoles sont trop intensives (mauvaise expression de la flore), il est indispensable d'utiliser des critères autres que floristiques.

La clé permet alors, lorsque les seuls critères floristiques conduisent à une impasse, d'évaluer le degré d'humidité de la prairie via l'utilisation de critères pédologiques.

Cette partie pédologie s'est inspirée du « Guide pour l'identification et la délimitation des sols des zones humides » (MEDDE, GIS Sol 2013). Dans ce document, les différents profils de sols sont classés selon seize cas.

Chacun d'entre eux a été rattaché à l'une des trois catégories (sol mésophile, mésohygrophile, hygrophile). Il faut néanmoins souligner que dans certains cas, un profil a pu être rattaché à la fois à la catégorie mésohygrophile et hygrophile faute de précisions sur les temps d'engorgement.

L'expertise est ensuite relativement simple. À l'aide d'une tarière à main, un sondage pédologique est réalisé sur une profondeur de quatre-vingts centimètres minimum pour en étudier les différents horizons du sol.

L'analyse est alors basée sur l'apparition de traits rédoxiques ou d'horizons réductiques et histiques à différentes profondeurs. Chacun des horizons de sol extrait sur le terrain est comparé aux différents profils de sol proposés dans le « Guide pour l'identification et la délimitation des sols des zones humides » puis rattaché à l'un des trois niveaux hydriques.

Comme indiqué précédemment, les critères pédologiques seuls ne permettent parfois

¹ Dans les Hauts-de-France, l'ensemble des espèces appartenant au genre *Juncus* et *Eleocharis* sont caractéristiques des zones humides, elles ne sont donc pas listées.

² Le genre *Carex* contient près d'une centaine d'espèces en région Hauts-de-France. Seul un petit nombre d'entre elles ne sont pas indicatrices de zone humide : (de manière générale, celles en gras sont susceptibles d'être retrouvées en prairie) : ***Carex flacca*, *Carex hirta*, *Carex ovalis*, *Carex spicata*, *Carex arenaria*, *Carex caryophylla*, *Carex digitata*, *Carex divulsa*, *Carex muricata*, *Carex pallescens*, *Carex pilulifera*, *Carex sylvatica*, *Carex tomentosa*, *Carex umbrosa*, *Carex depauperata*, *Carex ericetorum*, *Carex halleriana*, *Carex ornithopoda*, *Carex humilis*, *Carex praecox*, *Carex reichenbachii*.**

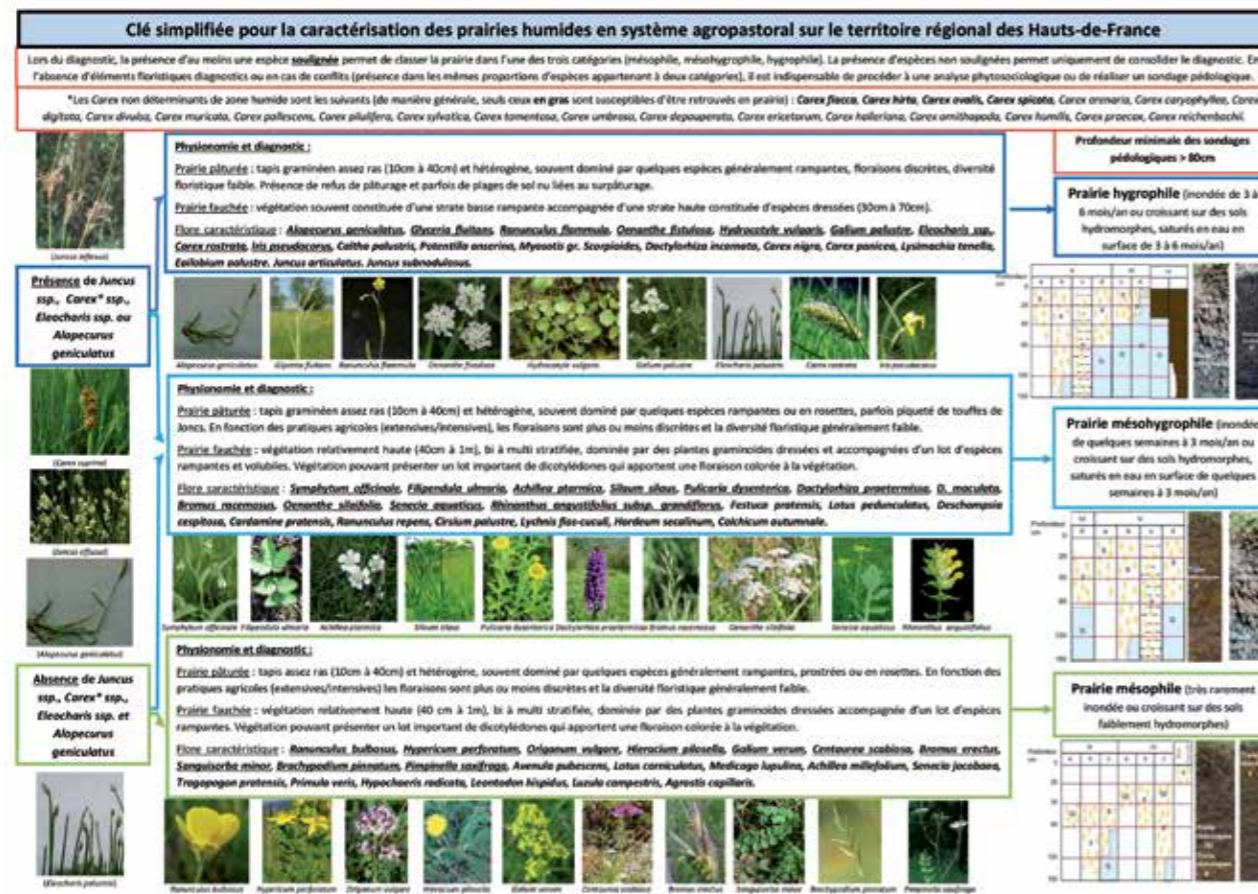
pas forcément de trancher entre le caractère hygrophile et mésohygrophile. Dans ce cas, il est seulement possible de conclure qu'il

s'agit d'une prairie humide sans préciser son degré d'humidité.

Résultats

Pour faciliter son utilisation et son transport, la clé ainsi produite est constituée d'un recto A4 voir A3, facilement plastifiable. Elle est illustrée par des photos d'espèces diagnostiques des différents niveaux hydriques et comporte une vue schématique des différents profils de sol.

Figure 4
Clé simplifiée pour la caractérisation des sols des systèmes agropastoraux en région Hauts-de-France
© W. GELEZ, 2016



Une phase test de cette clé s'est déroulée au cours de l'année 2016. Les critères floristiques et pédologiques ont été appliqués dans le même temps sur un certain nombre de parcelles. Comme attendu, les critères floristiques sont peu applicables lorsque les pratiques agropastorales sont trop intensives (banalisation et absence des espèces diagnostiques). En revanche, dans des conditions favorables, on peut noter que

les critères floristiques sont souvent plus précis que les critères pédologiques.

Ce type d'étude devra être reconduit pour affiner les aspects pédologiques et permettre à terme de rattacher strictement chaque profil de sol à l'un des trois degrés d'humidité.

Bibliographie

- BERNARD P. (éd) 1994. - Les zones humides. Comité interministériel de l'évaluation des politiques publiques. Commissariat au Plan. La Documentation française. 391 p.
- DUFOUR Y. 2016. - *Clé simplifiée de la typologie des prairies humides/non humides sur le territoire de la Plaine maritime picarde*. Syndicat mixte Baie de Somme – Grand littoral picard, 2 p.
- FOUCAULT B. (de) & CATTEAU E. 2012. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Agrostietea stoloniferae* Oberd. 1983. *J. Bot. Soc. Bot. France* **59** : 5-131.
- FOUCAULT B. (de) 2016. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Arrhenatheretea elatioris* Braun-Blanq. ex Braun-Blanq., Roussine & Nègre 1952. *Doc. Phytosoc.*, Vol **3** : 4-217.
- JULVE Ph. 1998 ff. - Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : «2016». <http://perso.wanadoo.fr/philippe.julve/catminat.htm>
- MEDDE, GIS Sol. 2013. - *Guide pour l'identification et la délimitation des sols de zones humides*. Ministère de l'Écologie, du développement durable et de l'énergie, Groupement d'intérêt scientifique Sol, 63 p.
- TOUSSAINT B., MERCIER D., BEDOUET F., HENDOUX F. & DUHAMEL F. 2008 – Flore de la Flandre française. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 556 p. Bailleul.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=zfzJdvnX2Y>

La phytosociologie au service de l'agroécologie : l'exemple des « prairies humides » de Midi-Pyrénées

FRANÇOIS PRUD'HOMME ⁽¹⁾ & JEAN-PIERRE THEAU ⁽²⁾

⁽¹⁾ Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, Syndicat mixte Conservatoire botanique pyrénéen, Vallon de Salut, BP 315, F-65203 Bagnères-de-Bigorre Cedex ; francois.prudhomme@cbnmpm.fr

⁽²⁾ AGIR, Université de Toulouse, INRA, 24 chemin de Borde Rouge, BP 52627 F-31326 Castanet-Tolosan ; jean-pierre.theau@inra.fr

Introduction

Les prairies permanentes sont à la fois un enjeu écologique (elles hébergent une forte diversité végétale et animale) et agronomique (support d'une nourriture de qualité pour le bétail et d'exploitation agricole à nécessité économique). Leur pérennité est pourtant fragile face à des politiques agricoles qui ne les favorisent pas toujours. Leur régression sur certaines parties du territoire français s'avère ainsi très spectaculaire (PEYRAUD *et al.* 2012). Les itinéraires techniques menés sur les parcelles de prairies naturelles sont souvent complexes et adaptés aux conditions du milieu et à la situation de la parcelle dans l'exploitation, ils résultent de savoir-faire traditionnels ou innovants souvent remarquables. Tous ces éléments font de la prairie permanente un sujet passionnant pour l'agriculteur, le naturaliste, le gestionnaire de territoire, le conseiller agricole, l'agronome. Elles ont ainsi concentré l'attention de tout un réseau de partenaires aux regards complémentaires engagés dans la compréhension de l'agroécologie dans ces agrosystèmes remarquables. Autour des concours prairies fleuries et des mesures agro-environnementales, le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées (CBNPMP) associé à l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) UMR AGIR (Unité mixte de recherche « Agroécologie, Innovations & Territoires ») a piloté un programme (PRUD'HOMME 2015) pour valoriser des années de collaboration avec les gestionnaires d'espaces (Parc national des Pyrénées, Parcs naturels régionaux Grands Causses, Haut-Languedoc, Pyrénées ariégeoises) et la profession agricole (Adasea du Gers, Adasea de l'Aveyron, Chambres d'agriculture du Gers, des Hautes-Pyrénées, du Tarn). Toutes les parcelles que nous avons visitées ensemble au cours des dernières années ont été qualifiées sur leur végétation et l'itinéraire technique associé. Nous avons alors pu confronter nos approches sur un jeu de données commun et construire autour de nos regards sur les végétations des indicateurs écologiques et agronomiques. C'est cette construction d'indicateurs partagés qui a orienté notre travail. Ces indicateurs que nous construisons permettent d'objectiver nos évaluations pour offrir des éléments d'aide à la décision et à la gestion pour les agriculteurs, leurs conseillers techniques, qu'ils soient gestionnaires d'un espace ou d'une ressource fourragère. Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise prairie, mais des prairies aux qualités différentes, les indicateurs proposés illustrent cette diversité. Les résultats obtenus sur les prairies humides (le terme prairie humide sera employé dans cet article comme il est utilisé dans le langage commun, raccourci d'une situation où le biotope humide accueille des prairies hydrophiles, hygrophiles ou mésohygrophiles) bousculent un peu la mauvaise réputation de ces terres contraignantes. Un usage approprié de ces prairies permet en effet non seulement de conserver des écosystèmes riches, mais également de rendre certains services agronomiques. Enfin, ce qui a également aiguisé cette envie d'hybridation de connaissances entre agronome et naturaliste, c'est cette volonté de proposer des indices objectifs, qui puissent outiller le technicien de terrain afin de le rendre plus autonome dans sa mission de gestion agroécologique des prairies permanentes.

Résumé

Pour faire passer l'agro-écologie de la théorie à la pratique de terrain sur les prairies permanentes de Midi-Pyrénées, le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées et l'INRA-Agir proposent des indices de mesure des qualités agronomiques et écologiques de ces végétations. Après avoir constitué une base de données de relevés phytosociologiques et d'enquêtes de pratique sur plus de 500 parcelles, le travail proposé ici est de mesurer l'apport de ces indices dans la compréhension des enjeux agro-écologiques des prairies humides. Les prairies humides se révèlent ainsi disposer de réelles qualités à valoriser au sein des exploitations agricoles. La productivité, la souplesse d'exploitation, la précocité, la présence de refus, la spécialisation écologique, la présence d'espèces rares sont autant d'éléments dont les indices proposés ici tirent une mesure mathématique construite sur la base de données. Ces indices fournissent des éléments de diagnostic et de dialogue entre les agronomes, les naturalistes, les gestionnaires de territoires et les agriculteurs.

Abstract

To move agro-ecology from theory to field practice on the permanent grasslands of Midi-Pyrénées, the Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées and INRA-Agir propose indices to measure the agronomic and ecological qualities of these vegetations. After having compiled a database of phytosociological surveys and practice surveys on more than 500 plots, the work proposed here is to measure the contribution of these indices to the understanding of agro-ecological issues in wet grasslands. Wet grasslands are thus proving to have real qualities to enhance on farms. Productivity, flexibility of exploitation, early maturity, presence of refusal, ecological specialisation, presence of rare species are all elements from which the indices proposed here draw a mathematical measure built on the database. These indices provide elements for diagnosis and dialogue between agronomists, naturalists, land managers and farmers.

Matériels et méthodes

Les données dont nous disposons proviennent de trois dispositifs distincts : 25 sessions de concours prairies fleuries réalisées sur 240 parcelles dans huit territoires ; 150 parcelles diagnostiquées dans le cadre de la mise en œuvre de la mesure agro-environnementale Herb07 sur zones humides sur huit territoires également (PRUD'HOMME *et al.* 2014) et un dispositif de suivi intrinsèque de l'INRA sur la commune d'Ercé en Ariège où la totalité des prairies est suivie sur quatre exploitations agricoles de la commune (ANSQUER *et al.* 2008). Le jeu de données concerne donc plus de cinq cents parcelles sur cinq départements et onze territoires, il est cependant le fruit d'opportunités de travail et pas d'un échantillonnage volontaire. Chaque dispositif porte ainsi des particularités. Les prairies participant au concours prairies fleuries sont souvent des parcelles exemplaires au titre de l'agroécologie, elles ne sont pas toujours représentatives ni d'une exploitation ni d'un territoire, les concours nous ont cependant permis de visiter des parcelles sur de nombreux territoires et dans des conditions stationnelles très différentes. Les parcelles suivies dans le cadre de la mesure Herb07 sont toutes des prairies humides, elles sont toutefois également réparties sur de nombreux territoires et dans des états de conservation assez variés. Le dispositif INRA sur Ercé est quant à lui concentré sur un tout petit territoire, il permet cependant d'intégrer de très nombreux types de végétations dans tous types de conditions stationnelles mais parfois non éligibles aux concours ou MAE. L'originalité du jeu de données est de décrire l'itinéraire technique de chaque parcelle, relevé par les partenaires et saisi en ligne sur un outil mis à disposition par le CBNPMP. Nous disposons *a minima* des pratiques de fertilisation (fréquences et types de fertilisation organique), des dates de pâturage et de fauche afin de reconstituer les itinéraires techniques de ces prairies. Des données historiques de gestion (vingt ans) sont également renseignées sur le dispositif d'Ercé ; les autres dispositifs disposent de ce point de vue de données très simplifiées qui ont aussi été collectées (mémoire d'agriculteur). Un des objectifs de notre collaboration était de trouver un support d'analyse commun à un regard agronomique et écologique. Nous nous sommes vite retrouvés

autour du relevé phytosociologique dont nous disposons pour la majorité des parcelles de notre base de données (PRUD'HOMME & THEAU 2017). Seul le dispositif d'Ercé disposait de données différentes du reste de la base avec des observations moins précises de la flore (en particulier les espèces peu abondantes). Une session de terrain en 2017 a donc été réalisée spécifiquement par le CBNPMP et l'INRA pour produire sur ces parcelles des relevés phytosociologiques intégrant ainsi au mieux ce dispositif dans notre jeu de données. Pour chaque dispositif, les parcelles aux conditions stationnelles hétérogènes bénéficient soit d'un relevé dans chaque contexte écologique, soit d'un seul relevé sur les conditions stationnelles les plus représentatives de la parcelle (la parcelle étant entendue comme une unité de gestion).

Agronomes et naturalistes ne partagent pas les mêmes questionnements ni les mêmes échelles spatiales et de ce fait font référence à des méthodologies de travail différentes. L'agronome et l'éleveur s'intéressent directement à la parcelle d'utilisation. Ils cherchent à en décliner ses caractéristiques agronomiques afin de concilier un itinéraire technique qui valorise tout en garantissant la pérennité de la ressource. Les agronomes ont rarement les compétences botaniques pour faire des relevés exhaustifs et, la valeur d'usage étant fortement déterminée par les espèces dominantes, ils vont le plus souvent chercher à en dresser une liste d'espèces qui couvre environ 80 % de l'abondance totale des espèces. Depuis quelques années, un certain nombre d'agronomes appliquent les principes de l'écologie fonctionnelle qui consistent à regrouper les espèces selon leur similitude de réponses aux gradients écologiques (milieux et pratiques) et d'effets sur les propriétés des agro-écosystèmes (LAVOREL & GARNIER 2002). Les naturalistes quant à eux ont une entrée qui vise à évaluer un patrimoine naturel à la fois d'un point de vue fonctionnel (saturation des communautés, construction systématique des complexes de végétation ou des zoocénoses) et d'un point de vue élémentaire (communautés et/ou espèces rares et menacées). La description élémentaire et fonctionnelle de ce patrimoine implique un

travail à l'échelle de conditions stationnelles homogènes et un relevé exhaustif des espèces. Les éléments de compréhension fonctionnelle, de diagnose des communautés ou d'un fort enjeu de conservation peuvent ainsi se trouver dans les 20 % d'espèces les moins abondantes, non évaluées dans l'approche agronomique classique précédemment décrite. La conservation de ce patrimoine naturel passe par de l'échange avec l'agriculteur, gestionnaire des parcelles concernées. Le naturaliste manque alors parfois de références et de compétences pour lire dans ses relevés de végétations les éléments liés à la gestion de la ressource primordiale pour l'agriculteur.

Le relevé phytosociologique s'est révélé un support compatible pour toutes les analyses. Il décrit précisément le cortège floristique (plus précis que nécessaire pour certaines analyses agronomiques) et donne des coefficients d'abondance (moins précis que les méthodes habituelles des agronomes mais suffisant pour les analyses qui

nous intéressent). L'intérêt du relevé phytosociologique est aussi de pouvoir nommer les communautés en suivant la typologie phytosociologique. Nommer une végétation, c'est pouvoir lui attribuer des relevés de références (bibliographiques en particulier), une chorologie, une écologie, un statut de rareté ou un statut officiel (vis-à-vis de la directive Habitats-Faune-Flore par exemple).

Nous avons souhaité produire des indices qui puissent parler de groupes de prairies auxquels on pourrait comparer une parcelle isolée. Le choix des groupes est important car il donne par conséquent à la fois une grille de lecture et une base de calcul pour les indices. Nous l'avons déterminé en faisant appel à une analyse statistique de classification ascendante hiérarchique (méthode de Ward, logiciel ADE-4) et désigner arbitrairement une distance à partir de laquelle nous avons effectué la partition.

Les indices agronomiques

L'agronome a sur le naturaliste un avantage dû au fait que les caractéristiques agronomiques de la parcelle sont pour beaucoup dépendantes des espèces qui dominent dans la communauté. De fait, il peut s'affranchir d'une liste exhaustive des espèces, coûteuse en temps de relevés et en compétences botaniques. Durant la période « fourrages plus » des années 1960, la *productivité* était la caractéristique la plus étudiée. Dans les périodes qui ont suivi, « fourrages mieux », puis plus récemment l'intérêt des prairies permanentes pour les services écosystémiques, mettent en avant d'autres caractéristiques agronomiques peu utilisées, voire à connotations négatives dans le passé. La *saisonnalité* de la végétation permet de qualifier la précocité de la prairie ; le caractère précoce ou tardif d'une végétation ne présente aucun jugement de valeur, il permet juste d'objectiver la période d'utilisation de l'herbe par rapport à sa phénologie. La *souplesse d'utilisation* d'une prairie est sa capacité à conserver une caractéristique stable (productivité, digestibilité de l'herbe...) sans dégradation de celle-ci sur un laps de temps long (DURU *et al.* 2010b). Les prairies souples vont se caractériser par une bonne persistance du rapport feuille/tige de la communauté.

Celui-ci peut être lié à certaines espèces (types fonctionnels de graminées b et c, Légumineuses), ainsi qu'à l'apparition d'espèces tardives dans la végétation qui viennent renouveler dans la communauté l'abondance de feuilles. Enfin, indépendamment de leur souplesse, les prairies peuvent présenter des espèces facilement refusées du fait de leur lignification précoce (*Chaerophyllum aureum* L., *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Heracleum sphondylium* L. / *H. pyrenaicum* Lam., *Rumex obtusifolius* L., *Veratrum album* L., *Crepis biennis* L....), c'est-à-dire des espèces difficilement acceptées par le bétail tant en pâturage que dans les foins et qui, pour ces derniers, rendent leur dessiccation difficile, générant des contraintes sur les chantiers de fenaison. L'*indice de fréquence des refus* exprime le potentiel de la prairie à renfermer ce type d'espèces, il permet d'alerter l'éleveur, qui doit être vigilant s'il souhaite contrôler ces espèces par les pratiques fourragères.

Ces quatre indices calculés à partir de l'abondance des espèces permettent (i) d'informer les techniciens fourragers pour la gestion des systèmes, (ii) de sensibiliser les éleveurs sur l'intérêt des prairies permanentes en dépassant le seul critère de la

productivité. Initialement calculés à partir d'une approche fonctionnelle des graminées qui définit six classes de types fonctionnels de graminées (CRUZ *et al.* 2010 ; DURU *et al.* 2010a), ils ont été complétés en intégrant les espèces non graminéennes de la communauté (THEAU *et al.* 2017) (Tableau 1). Ces indices ont été testés et validés sur des relevés de végétations de huit régions françaises (DURU *et al.* 2013). Nous montrons sur un jeu de données issues de prairies des Alpes du Nord et des Pyrénées centrales, que l'intégration des diverses conforte les indices construits avec les

seules graminées. L'indice refus, plus récent, se confronte encore au terrain pour mesurer sa validité. Construit sur un jeu de prairies issues des Alpes du Nord et des Pyrénées centrales, il est fortement marqué par les différences de physiologie des diverses au stade adulte. Il permet donc une meilleure évaluation des fourrages au-delà du stade végétatif, les refus pouvant générer de par la taille des tiges des espèces hautes une biomasse difficile à valoriser par l'animal au pâturage et très contraignante vis-à-vis de la dessiccation des fourrages destinés aux stocks hivernaux.

Productivité	$((\%TFGramA + \%TFGramB + \%DivH)*100 + (\%TFGramb + \%Légum + \%DivM)*60 + (\%TFGramC + \%TFGramD + \%TFGramE + \%DivB)*40)/100$
Précocité	$(\%TFGramA + \%TFGramB + \%TFGramC + \%TFGramE + \%Div1)$
Souplesse	$\%TFGramb + \%TFGramC + \%Légum + \%DivM2 + \%DivM3$
Fréquence de refus	$\%TFGramD + \%DivH$

Validité des indices agronomiques pour les milieux humides

Pour qu'une parcelle soit bien décrite par ces indices, nous considérons que 80 % de l'abondance de ses espèces doit être décrit par un type fonctionnel de graminées ou de diverses. Cette liste a été établie pour une quarantaine de graminées au niveau national (CRUZ *et al.* 2010) et 84 diverses les plus abondantes en Pyrénées et Alpes du Nord (THEAU *et al.* 2017, *op. cit.*). Un premier test consiste à vérifier dans la base de données le nombre de parcelles qui n'atteignent pas ce seuil. Selon la réponse à cette première question, nous chercherons à identifier les espèces abondantes en Midi-Pyrénées qu'il serait utile de renseigner

pour les intégrer à la liste des types fonctionnels de graminées et de diverses.

Dans un second temps, nous discuterons des spécificités des prairies humides afin d'en tirer des éléments pour mieux connaître leur valeur d'usage. Des analyses de variance (ANOVA) ont été effectuées en prenant comme facteur le statut d'humidité des parcelles, d'une part pour décrire les types de végétations qui les composent (graminées, légumineuses, cypéracées, juncacées, autres), d'autre part pour cerner leurs caractéristiques agronomiques.

Les indices environnementaux

Le Species Specialization Index (SSI) et Community Specialization Index (CSI)

L'indice de la spécialisation écologique est certainement le plus original de nos indicateurs environnementaux. Créé pour la faune (JULLIARD *et al.* 2006), validé pour la flore (TURCATI 2011), c'est la première fois à notre connaissance qu'il est utilisé pour décrire les communautés d'un jeu de données phytosociologiques pour une formation végétale homogène (PRUD'HOMME & THEAU *op.cit.*). Il permet d'intégrer à la fois la fonctionnalité écologique et la patrimonialité. Cet indice se calcule sur la base de notre jeu de données et des groupes discri-

minés par la classification ascendante hiérarchique. Il permet de qualifier à la fois la fidélité d'une espèce à un groupe et son exclusivité à ce groupe par rapport aux autres groupes (coefficient de variation de l'abondance des espèces au sein des habitats). Une espèce à la fois fidèle et exclusive aura une forte spécialisation (SSI élevée). Une communauté riche en espèces spécialisées traduira des conditions stationnelles très particulières (CSI élevé). L'indice de spécialisation traduit alors des particularités floristiques et donc stationnelles.

Tableau 1

Calcul des indices agronomiques (adapté de THEAU *et al.* 2017) sur la base de l'abondance des types fonctionnels de graminées (TFGram) A, B, b, C, D, E ; des légumineuses (Légum) et des autres espèces de la communauté (Div) selon leur taille maximale (B : bas, M : moyen ou H : haut) et leur précocité de floraison (précoce : 1 ; assez précoce : 2 ; tardif : 3).

Les pratiques agricoles d'intensification ont la volonté de limiter les particularités stationnelles pour niveler les types de prairies. Une prairie hygrophile va être asséchée, une prairie maigre va être fertilisée, une prairie acidiphile va être chaulée... Avec le nivellement des conditions stationnelles, on nivelle également les cortèges floristiques en effaçant les espèces spécialisées et en favorisant les généralistes. L'indice de spécialisation traduit donc à la fois un intérêt patrimonial dans la localisation d'une écologie très particulière (d'autant plus qu'une communauté spécialisée est plus

fragile aux perturbations qu'une communauté généraliste) et le résultat d'une gestion agricole qui a respecté les conditions stationnelles. Cet indice s'améliore à chaque fois qu'un relevé est ajouté dans la base et surtout quand de nouvelles communautés l'enrichissent. Cependant la base de données actuelle présente une diversité qui est représentative des conditions stationnelles attendues dans la région en rapport avec la typologie régionale existante (CORRIOL *et al.* 2010), nous offrant une lecture pertinente des indices produits (SSI et CSI).

La capacité de la communauté à héberger des espèces rares (RAR)

Le principe de rareté est souvent retenu comme un élément majeur de hiérarchisation des enjeux de conservation du patrimoine naturel (GAUTHIER 2010). Les bases de données phytosociologiques régionales actuelles (dont en particulier celle du CBNPMP) ne permettent pas hélas à ce jour de construire des indices de rareté pertinents car les données phytosociologiques sont encore trop lacunaires sur notre territoire. Il y a en effet trop peu de phytosociologues sans compter les problèmes d'interprétation et d'indexation des relevés. La base de données floristiques du CBNPMP est par contre suffisamment importante (plus de 1,2 million de données) pour permettre une définition de rareté pour les espèces. L'indice que nous avons produit mesure donc non pas la rareté de la communauté, mais la rareté des espèces hébergées. Les critères de rareté pour les espèces végétales ont plusieurs fois été traités en Midi-Pyrénées.

Nous avons retenu la méthode et les résultats produits dans le cadre de la politique de modernisation des ZNIEFF dans la région (HAMDY 2011). Les notes de rareté attribuées à chaque espèce lors de ce travail sont répercutées pour chaque parcelle et pour chaque groupe. À l'échelle du groupe, l'indice permet de mesurer le potentiel d'accueil maximum en espèces rares. Il s'agit d'un indice de potentialité théorique puisqu'en pratique toutes les espèces rares sont rarement dans la même parcelle. Une parcelle appartenant à un groupe au fort potentiel d'accueil en espèces rares a cependant plus de chance d'en héberger qu'une parcelle appartenant à un groupe à faible indice de rareté. C'est ce potentiel qui est mesuré à l'échelle des groupes. Chaque parcelle peut cependant être rattachée à un indice réel mesuré sur son exclusive composition floristique.

Indice de valeur patrimoniale (IVP)

Le patrimoine naturel peut se définir comme l'ensemble des éléments naturels et des systèmes qu'ils forment, qui sont susceptibles d'être transmis aux générations futures ou de se transformer (WEBER 1986). Il s'inscrit dans des notions d'héritage, de long terme, de propriété collective gérée (LEFEUVRE 1990). Pour qualifier synthétiquement ce caractère de la prairie (parmi les autres que sont le bien privé, l'outil de production, l'aliment du bétail...) pour ce qui concerne sa dimension végétale et fonctionnelle, il nous a semblé intéressant

de pouvoir mesurer un indice synthétique des deux précédents. Pour permettre une comparaison des deux indices sans donner plus de poids à l'un qu'à l'autre, nous avons choisi de mesurer cet indice de patrimonialité en ramenant chaque indice sur une base 100, en l'élevant au carré pour marquer les différences entre communautés et en faisant le produit des deux termes :

$$IVP = RAR_{100}^2 * CSI_{100}^2$$

Résultats

Les principales associations végétales de notre jeu de données

Les groupes de prairies à forte similarité floristique désignés par le traitement statistique (29 groupes) ont été analysés pour leur donner un certain nombre de caractéristiques : rattachement phytosociologique et caractéristiques écologiques [via les indices d'Ellenberg (ELLENBERG *et al.* 1992) pour l'Europe centrale révisés et étendus par JULVE (1998) pour la France métropolitaine].

Ce travail a déjà été fait pour l'ensemble de notre jeu de données (PRUD'HOMME & THEAU *op. cit.*) mais la base s'est enrichie depuis cette première analyse (relevés supplémentaires, création de nouveaux indices agronomiques) et, à l'occasion de ce colloque sur les zones humides, nous avons choisi de préciser nos résultats sur les groupes de prairies humides. Ces prairies, souvent parmi les plus menacées et les plus biodiversifiées sur notre territoire, n'ont pas souvent été au cœur des travaux des agronomes et notre analyse permet d'en faire une description qui montre qu'elles ne sont pourtant pas sans qualités valorisables par l'agriculteur.

Les groupes de prairies retenus sont fixés par une troncature fixe (pour objectiver le choix des groupes) dans le dendrogramme issu de la CAH. Ils ne correspondent donc pas à des groupes phytosociologiques toujours homogènes (la même distance de similarité permettant parfois d'isoler une association, parfois une alliance, parfois un autre rang encore). Nous avons souhaité rattacher cependant chaque groupe à un syntaxon pour permettre cette lecture de notre jeu de données.

La base de données que nous avons réunie a donc été décrite phytosociologiquement [les *n* précisés illustrent le nombre de relevés se rattachant au syntaxon (à l'alliance pour les prairies non humides, à l'associa-

Définition des prairies humides

Pour distinguer les prairies humides dans ce travail et en définir une limite chiffrée, nous avons caractérisé les 29 groupes sélectionnés par le nombre d'espèces par indice d'Ellenberg pondéré par la fréquence de ces espèces au sein des groupes (Fig. 1). Ces indices sont les suivants (les indices 11 & 12,

à noter que certains relevés n'ont pas été rattachés dans l'attente d'analyses à venir Les syntaxons sont ceux retenus par le Prodrome des végétations de France pour les classes traitées (de FOUCAULT & CATTEAU 2012) ou par la clef typologique du CBNPMP pour les autres (CORRIOL *et al. op.cit.*) :

- ***Mentho longifoliae-Juncion inflexi*** T. Müll. & Görs ex B. Foucault 2008
Mentho suaveolentis-Festucetum arundinaceae (P. Allorge 1941) B. Foucault 2008 (*n* = 17)
- ***Ranunculo repentis-Cynosurion cristati*** H. Passarge 1969
Junco acutiflori-Cynosuretum cristati Sougnez 1957 (*n* = 14)
- ***Oenanthion fistulosae*** B. Foucault 2008
Mentho aquaticae-Eleocharitetum palustris Corriol, Prud'homme & Enjalbal 2009 (*n* = 5)
Eleocharito palustris-Oenanthetum fistulosae B. Foucault 2008 (*n* = 3)
- ***Bromion racemosi*** Tüxen ex B. Foucault 2008
Ophioglossa vulgati-Oenanthetum pimpinelloidis Hofstra 1995 (*n* = 48)
- ***Juncion acutiflori*** Braun-Blanq. in Braun-Blanq. & Tüxen 1952
Caro verticillati-Juncetum acutiflori Oberd. 1979 (*n* = 18)
Caro verticillati-Molinietum caeruleae (Lemée 1937) Géhu ex Clément 1978 (*n* = 30)
Comaro palustris-Juncetum acutiflori H. Passarge 1964 (*n* = 17)
Polygono bistortae-Juncenion acutiflori B. Foucault & Géhu ex B. Foucault 1984 (*n* = 8)
- ***Brachypodio rupestris-Centaureion nemoralis*** Braun-Blanq. 1967 (*n* = 172)
- ***Rumici obtusifolii-Arrhenatherenion elatioris*** B. Foucault 1989 (*n* = 38)
- ***Triseti flavescens-Polygonion bistortae*** Braun-Blanq. & Tüxen ex Marschall 1947 (*n* = 44)

attribués aux espèces aquatiques, manquent évidemment dans notre échantillonnage) :

- 3 : xérophiles
- 4 : mésoxérophiles
- 5 : mésohydriques

- 6 : mésohygrophiles ;
- 7 : hygrophiles (courtement inondables, en semaines)
- 8 : hydrophiles (longuement inondables, en mois)
- 9 : amphibiés saisonnières (hélrophytes exondés une partie minoritaire de l'année) ;
- 10 : amphibiés permanentes (hélrophytes semi-émergés à base toujours noyée).

Il est intéressant de noter que si la composition spécifique d'une communauté est bien centrée sur les espèces aux indices représentatifs des conditions du milieu, elle héberge toujours des espèces des niveaux hydriques supérieurs et inférieurs.

Ainsi, parmi les groupes discriminés par la CAH, quatre ont une forte fréquence d'espèces aux indices d'hygrophilie édaphique les plus forts (9 et 10) ; leur profil général n'est cependant pas centré sur ces espèces-là et on peut considérer les communautés comme très hygrophiles à hydrophiles. Il s'agit de quatre groupes que nous rattachons aux ***Molinio-Juncetea*** (*Caro-Molinietum*, *Caro-Juncetum*, *Comaro-Juncetum*) et à l'*Oenanthion fistulosae*.

Parmi les groupes restants, six ont une forte fréquence relative d'espèces aux indices d'hygrophilie 8 ; on considère les communautés associées comme mésohygrophiles.

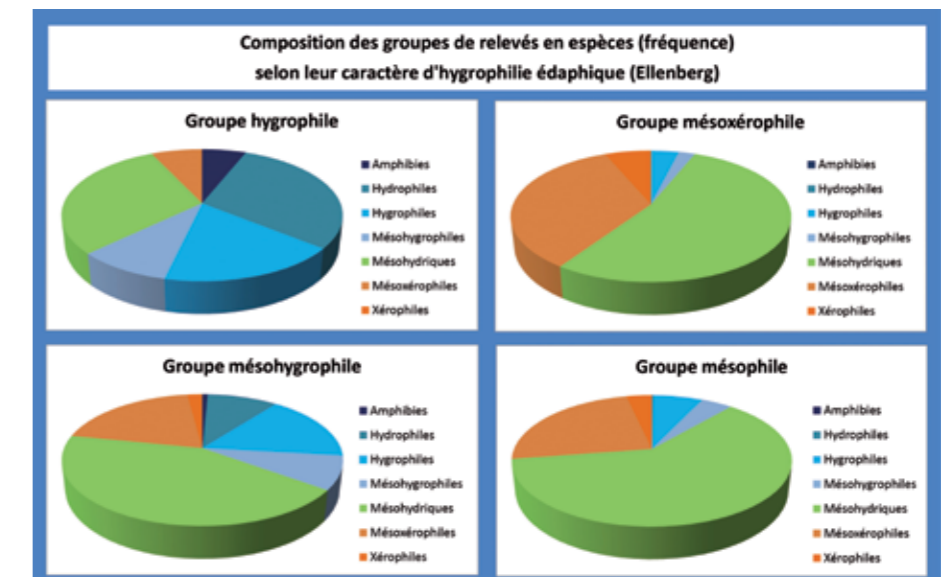
Il s'agit de communautés que nous rattachons aux ***Agrostietea stoloniferae*** Oberd. 1983 (*Bromion racemosi*, *Ranunculo-Cynosurion*, *Mentho-Juncion*) et aux ***Arrhenatheretea elatioris*** Braun-Blanquet ex Braun-Blanquet, Roussine & Nègre 1952 (branche fraîche du *Brachypodio-Centaureion* : *Oenanthe pimpinelloidis-Linetum biennis* B. Foucault 1986).

Parmi les groupes restants, huit hébergent plus d'espèces aux indices d'hygrophilie 6 et 7 ; on considère les communautés associées comme mésophiles. Il s'agit de communautés que nous rattachons aux ***Arrhenatheretea elatioris*** (*Triseti-Polygonion* et branche mésophile des *Brachypodio-Centaureion* et *Cynosurion* associé).

Les dix derniers groupes sont considérés comme mésoxérophiles. Il s'agit de communautés que nous rattachons aux ***Arrhenatheretea elatioris*** (*Brachypodio-Centaureion* et *Cynosurion* sur sols maigres calcaires et acides, souvent à la fois pauvres en nutriments et à faible réserve en eau).

Dans le présent travail, nous avons utilisé le terme de « prairies humides » pour les communautés relevant des groupes précédents qualifiés de mésohygrophiles, hygrophiles et hydrophiles.

Figure 1
Caractérisation des groupes de prairies en fonction de leur hygrophilie.



La volonté de notre approche est de transmettre des indicateurs lisibles et objectifs pour mesurer les qualités agro-écologiques des parcelles et prairies. C'est pour cela que nous avons produit quatre indices agrono-

miques (productivité, souplesse, précocité, refus) et trois indices écologiques (spécialisation écologique, rareté des espèces hébergées, patrimonialité).

Caractères généraux des prairies humides

Les prairies humides (130 parcelles) représentent 26 % des prairies dans notre jeu de données. Le tableau 2 présente la fréquence

moyenne des grandes familles végétales qui les composent en les comparant aux prairies mésophiles et mésoxérophiles.

Prairies	Effectif	% Graminées	% Légumineuses	% Cypéracées	% Juncacées	% Autres
Prairies humides	130	34 a	5 a	10 C	21 C	30 ns
Mésophiles	92	51 b	9 b	3 b	3 b	34 ns
Mésoxérophiles	273	56 b	12 c	0 a	0 a	32 ns
Total	495	49	10	3	6	32

Tableau 2
Caractéristiques des grandes familles végétales qui composent les trois types de prairies de Midi-Pyrénées (Anova et test des étendues multiples pour comparer les grandes familles végétales selon le statut hydrique des prairies). Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre statuts d'hygrophilie au seuil 0,05 ; ns = non significatif).

Les prairies humides se distinguent très nettement des autres prairies par leur faible part de graminées et de légumineuses au profit des Juncacées et des Cypéracées, contrairement aux mésoxérophiles qui se singularisent par leur part élevée de légumineuses et l'absence de Cypéracées et Juncacées. Le compartiment des espèces « autres » est assez homogène dans l'abondance et présente des différences non significatives pour les trois types d'habitats.

Sur l'ensemble du dispositif (495 parcelles), seule une vingtaine de parcelles n'atteint pas les 80 % de recouvrement d'espèces typées. Il s'agit principalement de prairies humides. Parmi elles, les espèces non typées sont essentiellement des Cypéracées et Juncacées qui n'apparaissent que rarement dominantes dans les végétations mésophiles et d'une graminée typique des milieux très humides (*Glyceria fluitans* (L.) R.Br.). Afin de compléter la liste d'espèces typées, nous

avons cherché à identifier, parmi les espèces non typées, celles qui couvrent au moins une fois au minimum 15 % du recouvrement d'une parcelle. 39 espèces ont été repérées, mais parmi elles trois reviennent souvent (*Juncus acutiflorus* Ehrh. ex Hoffm., *Juncus effusus* L. et *Juncus inflexus* L.) ; leurs taille maximale et précocité de floraison ont été évaluées à dire d'expert.

Une fois la base de données complétée, seulement quatre parcelles n'atteignent pas les 80 % de recouvrement d'espèces typées, leur score se situant entre 71 et 78 %. Nous les avons gardées ainsi pour la suite du traitement ; sur 495 parcelles, l'abondance moyenne des espèces typées par parcelle est de 97 % du recouvrement total. Nous concluons donc que la liste des espèces typées est suffisamment complète pour la base de données Midi-Pyrénées, y compris pour les prairies humides.

Caractéristiques agronomiques des prairies humides

L'abondance des Cypéracées et des Juncacées dans les prairies humides nous amène à revoir certains indices agronomiques. Leur taille et leur précocité étant renseignées, elles sont directement intégrées dans le calcul de la productivité et de la précocité. Par contre, leur effet est beaucoup plus discuté sur la souplesse d'utilisation et la fréquence des refus. Nous avons considéré que les espèces de petite taille (< 40 cm) sont consommées par les animaux (donc non refusées), mais par contre qu'elles n'amènent pas de souplesse d'utilisation à la prairie du fait de leur faible appétence.

$Indice\ de\ souplesse = \%TFGramb + \%TFGramC + \%Legum + (\%DivM2 + \%DivM3)^{hors\ Juncacées\ \&\ Cypéracées\ typées}$

Nous avons gardé l'indice initial en excluant les Juncacées et Cypéracées de taille moyenne assez tardives et tardives, considérant que ces espèces, malgré leur taille moyenne, deviennent assez peu appétentes pour la majorité des animaux.

$Indice\ de\ refus\ fauche\ pâture = \%TFGramD + (\%DivH) + \%Juncacées\ \&\ Cypéracées\ typées\ M$

Nous avons gardé l'indice initial qui comprend l'ensemble des DivH (dont Cypéracées et Juncacées hautes) et auxquelles

nous avons ajouté les Cypéracées et Juncacées de taille moyenne. Nous considérons que ces deux groupes sont facilement refusés par la plupart des herbivores et néces-

sitent des adaptations de pratiques assez contraignantes pour être contrôlées (pâturage précoce, fauche des refus...).

Calcul des nouveaux indices agronomiques

Le tableau 3 présente les indices agronomiques calculés sur les prairies de Midi-Pyrénées, ainsi que la date moyenne de floraison de la communauté exprimée en somme de températures. Pour rappel, ces sommes de températures exprimées en degrés C jours, correspondent au cumul des moyennes journalières, bornées entre 0 et 18°Cj qui sont initialisées depuis le premier février (THEAU *et al.* 2008). Elles permettent de positionner une date d'exploitation de l'herbe sur une échelle phénologique des espèces végétales et de ce fait, de s'affranchir des altitudes. Des sommes de tempéra-

tures pour le stade épi 10 centimètres, épiaison et floraison ont été définies pour chacun des types fonctionnels de graminées (CRUZ *et al.*, 2010), ils permettent de positionner une date d'exploitation de l'herbe par rapport au stade de développement de la végétation sur une parcelle.

Les prairies humides apparaissent comme les moins productives et les plus tardives. Sur le plan de l'usage, elles apparaissent aussi souples d'utilisation que les prairies mésophiles, mais avec des indices de refus plus élevés du fait des Cypéracées et Juncacées.

Tableau 3
Caractéristiques agronomiques des prairies permanentes de notre observatoire Midi-Pyrénées. Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre statuts d'hygrophilie au seuil 0,05 ; ns = non significatif).

Indices	Production	Floraison	Précocité	Refus	Souplesse
Prairies humides	62a	1219c	30a	31c	32a
Mésophiles	79c	1107a	58b	18b	30a
Mésoxérophiles	73b	1137b	59b	5a	40b
Ensemble	71	1159	50	14	37

On peut conclure que, dans leur globalité, les prairies humides présentent les indices de productivité les plus faibles, leur tardive-

té favorise leur valorisation dans un contexte humide, mais leur capacité à générer des refus facilement contraint leur usage.

Itinéraires techniques des prairies humides

Les prairies humides sont les moins fertilisées (sur les plans organique et minéral), 50 % d'entre elles ne reçoivent jamais de

fertilisation et seulement 27 % une fois par an (Tableau 4). Ceci est à mettre en relation avec leur faible indice de productivité.

Tableau 4
Rythme de fertilisation des prairies de notre observatoire Midi-Pyrénées en fonction de leur degré d'hygrophilie.

Rythme fertilisation	Jamais	Rarement	Tous les 2 ans	annuel
Prairies humides	50 %	16 %	7 %	27 %
Mésophiles	25 %	29 %	3 %	43 %
Mésoxérophiles	29 %	27 %	5 %	39 %
Ensemble	31 %	26 %	4 %	39 %

Elles sont utilisées le plus souvent en fauche (rarement en double fauche), 28 % des prairies humides n'étant jamais fauchées (Tableau 5). Les fauches unique ou double présentées dans le tableau ne sont pas exclusives puisqu'un pacage de printemps est le plus souvent associé. Cette pratique est

souvent mal évaluée (ras, effeuillage, précoce, tardif) et cette modalité n'a donc pas été retenue pour caractériser les itinéraires dans cette analyse. Au contraire, dans ce même tableau, les prairies inscrites dans l'itinéraire « pacage » ne sont jamais fauchées.

	Pacage	Une fauche	Deux fauches
Prairies humides	28 % (1207 °Cj)	70 % (1274 °Cj)	2 %
Mésophiles	12 % (643 °Cj)	62 % (1442 °Cj)	26 %
Mésoxérophiles	13 % (765 °Cj)	71 % (1558 °Cj)	16 %
Ensemble	17 %	69 %	14 %

Le premier passage d'animaux sur pacage hygrophile est assez tardif (floraison), ce qui peut être expliqué par les contraintes hydriques, alors que sur près de fauche les

dates moyennes d'interventions sont plus précoces qu'en communautés mésophiles et xérophiles (très certainement pâturés au printemps).

Les indices écologiques des prairies humides

L'indice de spécialisation écologique s'avère très pertinent pour illustrer le gradient hydrique. Les communautés les plus hygrophiles sont les plus spécialisées, viennent

ensuite les communautés mésohygrophiles, puis les mésoxérophiles et enfin logiquement les mésophiles (Fig. 2).

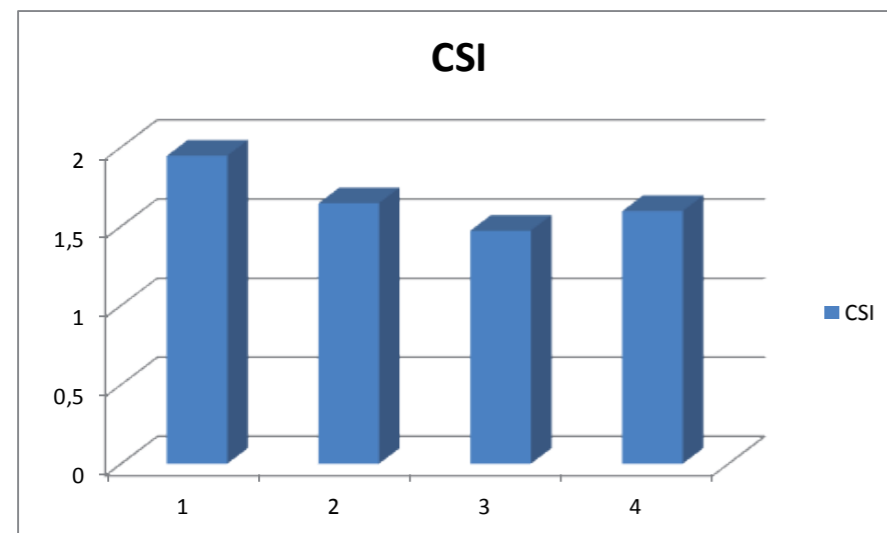


Tableau 5
Itinéraires techniques simplifiés des prairies permanentes de notre observatoire Midi-Pyrénées en fonction de leur degré d'hygrophilie. Les dates moyennes de pâturage ou de fauche sont exprimées en °C jours (°Cj).

Figure 2
Spécialisation écologique des prairies permanentes de Midi-Pyrénées en fonction de leur hygrophilie.

Il est intéressant de voir que l'indice de rareté suit la même courbe avec une chute specta-

culaire de l'indice entre le niveau mésohygrophile et le niveau mésophile (Fig. 3).

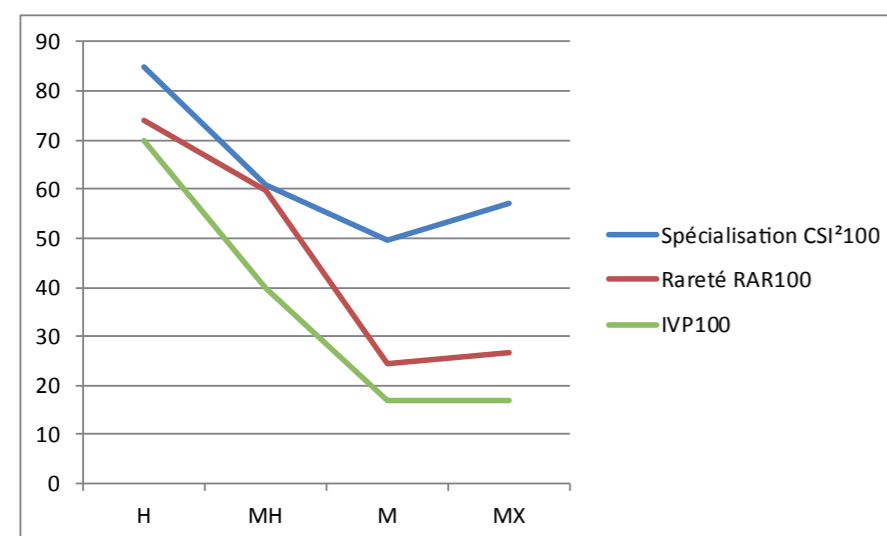


Figure 3
Comparaison des indices de spécialisation écologique, de rareté et de valeur patrimoniale en fonction du degré d'hygrophilie dans les prairies de Midi-Pyrénées (les différences de CSI ont été accentuées en portant l'indice à son carré. Pour observer les trois indices sur le même graphe, nous les avons tous portés sur une base 100).

Ces mesures et observations du comportement des indices en fonction du gradient hydrique permettent d'en valider la pertinence. En effet, il est admis que les zones humides concentrent un fort enjeu de conservation, qu'elles représentent des

contextes stationnels qui nécessitent une adaptation et donc une spécialisation des espèces et qui abritent de nombreuses espèces rares. C'est bien ce que disent les indices utilisés pour comparer les prairies humides au reste du jeu de données traité.

Discussion et conclusion

En amont de la base de données, il faut souligner la posture dialogique adoptée tant par le naturaliste que l'agronome, acceptant l'écoute de l'autre, sans préjugés de valeurs pour tirer parti de la mutualisation de leurs expériences. Elle a permis un transfert de connaissances et leur hybridation montre qu'il est possible d'aller au-delà de certaines idées reçues trop caricaturales du type « ce qui est bon pour l'agronome est mauvais pour le naturaliste ».

Pour l'agronome, l'entrée proposée par le naturaliste autour d'une nomenclature basée sur la phytosociologie permet d'instruire ses classifications « institutionnelles » avec des indices agronomiques. L'accès à de nombreuses séries de végétation permet de tester la validité de ces indices (et de les adapter comme pour les milieux humides) sur des types d'habitats plus rarement étudiés en agronomie.

Pour le naturaliste, beaucoup plus habitué à étudier les relations milieu-végétations, l'apport de l'agronomie sur la conduite technique des prairies (qualification de la fauche, de la pâture, modalité de fertilisation...) permet d'amener des compléments indispensables sur l'évolution des végétations. La considération de la prairie en termes de ressource lui permet d'intégrer cette question primordiale à son approche conservatoire. Ainsi, un des atouts majeurs de cette base de données est bien de combiner des relevés botaniques exhaustifs avec des pratiques agricoles conditionnant ces végétations.

La finalité de notre travail est bien de faciliter le diagnostic et le dialogue auprès des agriculteurs pour les conseillers agricoles ou conseillers en gestion naturaliste.

Pour illustrer l'intérêt de notre approche dans ce dialogue, il nous semble intéressant de prendre l'exemple des prairies à *Succisa pratensis* Moench. La Succise est en effet le support de ponte d'une espèce patrimoniale de papillon (le damier de la succise, *Euphydryas aurinia* Rottemburg, 1775). Afin de permettre à ce papillon de réaliser tout son cycle biologique, il est donc souvent proposé un retard de fauche à l'agriculteur gestionnaire de la parcelle en faisant appel au cahier des charges disponible, en particulier dans le cadre des mesures agro-environnementales. Si l'argument biologique s'entend bien, il est parfois difficile pour le conseiller comme pour l'agriculteur d'évaluer l'impact d'un tel retard de fauche. Les prairies hébergeant la Succise ne sont pas rares dans notre jeu de données (66 parcelles). Elles ne correspondent pas à un unique type de végétation mais à deux types : les prairies mésohygrophiles mésoeutrophiles du *Bromion racemosi* et les prairies hygrophiles oligo-mésotrophiles du *Juncion acutiflori*.

Le calcul de nos différents indices (Tableau 6) sur ces deux types de communautés montre qu'elles n'ont pas les mêmes caractéristiques agronomiques et environnementales. Le *Juncion acutiflori* représente des végétations hautement spécialisées et pouvant héberger de nombreuses espèces rares ; leur valeur patrimoniale mesurée est ainsi plus forte que celle du *Bromion racemosi*. Les prairies du *Bromion* sont plus productives et beaucoup plus précoces que celles du *Juncion*. Ces indices illustrent une plus grande contrainte pour ces prairies du *Bromion* pour accepter un retard de fauche. Le *Juncion*, plus tardif malgré un indice de refus élevé à sa floraison, a une date de productivité maximum qui peut se caler plus facilement avec un retard de fauche. On imagine bien comment ces différents indices informent toutes les stratégies possibles du gestionnaire face à ces prairies et aux enjeux locaux. Ces indices offrent des valeurs absolues, mais surtout des indicateurs relatifs comme autant de sujets argumentés à aborder dans la discussion entre le gestionnaire, le naturaliste et l'agronome sur la gestion des parcelles.

Communauté	CSI ² 100	RAR100	IVP100	Productivité	Précocité	Refus	Souplesse	Floraison
<i>Bromion racemosi</i>	55	27	16	67 b	53 b	9 a	35 ns	1120 a
<i>Juncion acutiflori</i>	97	97	100	61 a	23 a	35 b	29 ns	1244 b

Tableau 6
Indices écologiques et agronomiques mesurés pour les deux types principaux de « prairies à Succise » dans notre jeu de données.

Une connaissance objectivée des caractéristiques de chaque végétation permet d'introduire des éléments pertinents de dialogue entre le naturaliste, l'agronome et le gestionnaire. L'exemple de la Succise montre la fragilité des recettes pensées comme universelles et l'utilité des indices pour nuancer des situations et envisager les impacts d'une mesure conservatoire pour la ressource (on pourrait imaginer facilement la réciproque : envisager les impacts d'un changement de pratiques sur un enjeu de conservation).

Le travail mené sur les prairies humides a nécessité de typer de nouvelles espèces. Ces typages pourraient être consolidés en menant des observations spécifiques. On pourrait ainsi affiner en particulier les dates de floraison sur nos territoires et la variabilité du trait (étalement). Un appel à contribution pourrait être fait pour mener ce travail.

Le lien entre les pratiques et les végétations doit maintenant être approfondi en analysant notre jeu de données. Les conclusions seraient d'autant plus solides que nous serons capables de regrouper un maximum de relevés, y compris issus d'autres bases de données, sur d'autres territoires, sur d'autres types de prairies. On notera toutefois que, si le relevé des végétations peut être cadré par l'approche phytosociologique, un travail reste à mener pour homogénéiser les relevés de pratiques.

Traditionnellement, la seule différence d'échelle d'analyse (la station pour le naturaliste et la parcelle pour l'agronome) fait que les recherches de compromis dans une perspective de gestion agroécologique sont difficiles à trouver. Cette base de données montre toutefois qu'il est possible d'articuler nos points de vue et que cela ouvre des perspectives. D'autant plus que le niveau d'échelle le plus facile à trouver pour établir des compromis entre agronomie et conservation est supérieur à la parcelle : la sole (ensemble des parcelles de l'exploitation répondant à une même fonction : sole fauchée, sole pâturée par un lot d'animaux...). Il nous reste donc à appliquer nos indices sur les parcelles à cette nouvelle échelle et les confronter aux usages pour entrer pleinement ainsi dans la gestion agroécologique la plus pertinente et la plus performante : celle de la sole fourragère dans une exploitation.

Remerciements

Pour leur animation des concours et MAET, merci à Jean-Guillaume Thiébault (Parc national des Pyrénées), Carine Chatain et Béatrice Loncan (Chambre d'agriculture des Hautes-Pyrénées), Claire Lemouzy (ADASEA du Gers), Julien Aït El Mekki (Parc naturel régional des Pyrénées ariégeoises), Camille Favier et Marie-Julie Parayre (PNR Haut-Languedoc), Laure Jacob (PNR Grands Causses), Benoît Delmas (Chambre d'agriculture de l'Aveyron), Philippe Bernié (ADASEA d'Occ), Emmanuel Campagne et Jean-Bernard Mis (Chambre d'agriculture du Tarn).

Pour les enquêtes sur les exploitations et itinéraires techniques, merci à Béatrice Loncan, Julien Aït-El-Mekki, Claire Lemouzy, Marie-Julie Parayre (PNR HL), Claire Hermet (Chambre d'agriculture du Tarn), Laure Jacob, Philippe Bernié.

Pour les relevés floristiques et phytosociologiques complémentaires aux nôtres, merci à Julien Aït El Mekki, Gérard Briane, Francis Kessler, Françoise Laigneau, Bernard Lascurettes. .

Pour la base de données informatique, merci à Benjamin Fauchoux (CBNPMP).

Ont contribué aussi d'une façon indirecte mais fondamentale tous les membres de jury de concours prairies fleuries et tous les agriculteurs (près de deux cents pour les trois dispositifs !) : merci !

Merci à Emmanuel Catteau et Bruno de Foucault pour leur relecture attentive du manuscrit, ayant ainsi contribué à en améliorer la qualité.

Nous remercions enfin l'État, l'ex-Région Midi-Pyrénées et l'Europe pour leur soutien financier.

Ces travaux sont menés en partie dans le cadre des programmes suivants :

- programme Natura 2000 Occitanie, financé par l'État / Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) Occitanie ;
- programme Natura 2000 Nouvelle-Aquitaine, financé par l'État / DREAL Nouvelle Aquitaine.

Nous adressons nos remerciements à ces financeurs.

Bibliographie

- ANSQUER P., DURU M., THEAU J.-P. & CRUZ P. 2008. - Functional traits as indicators of fodder provision over a short time scale in species-rich grasslands. *Annals of Botany* : 1-10.
- CORRIOL G., PRUD'HOMME F. & ENJALBAL M. 2010. - Essai de clé typologique des groupements végétaux de Midi-Pyrénées et des Pyrénées françaises. III - Prairies (*Agrostio-Arrhenatheretea*). *Actes du 3^e colloque naturaliste de Midi-Pyrénées*, Toulouse, Novembre 2009. Ed Nature Midi-Pyrénées : 143-153.
- CRUZ P., THEAU J.-P., LECLoux E., JOUANY C. & DURU M. 2010. - Typologie fonctionnelle de graminées fourragères pérennes : une classification multitraits. *Fourrages* **201** : 11-17.
- DURU M., CRUZ P., JOUANY C. & THEAU J.-P. 2010a. - Herb'type© : un nouvel outil pour évaluer les services de production fournis par les prairies permanentes. *INRA Productions Animales* **23**(4) : 319-332.
- DURU M., CRUZ P. & THEAU J.-P. 2010b. - Évaluer la souplesse d'utilisation des prairies permanentes par la caractérisation de la composition fonctionnelle de la végétation et la phénologie des espèces. *Fourrages* **201** : 3-10.
- ELLENBERG H., WEBER H.-E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W. & PAULISSEN D. 1992. - Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* **18** : 1-258.
- FOUCAULT B. (de) & CATTEAU E. 2012. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Agrostietea stoloniferae* Oberd. 1983. *Journal de Botanique de la Société Botanique de France* **59** : 5-131.
- GAUTHIER P. 2010. - Établir des priorités de conservation chez les espèces végétales. *Espaces naturels* **29** : 38-40.
- HAMDI E. (coord.) 2011. - *Mise à jour de la liste de la flore vasculaire déterminante dans le cadre de la modernisation des ZNIEFF en Midi-Pyrénées*. Document de travail – Commission plénière du CSRPN du 11 mars 2011 - Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, Bagnères-de-Bigorre, 83 p.
- JULLIARD R., CLAVEL J., DEVICTOR V., JIGUET F. & COUVET D. 2006. - Spatial segregation of specialists and generalists in bird communities. *Ecology Letters* **9** : 1237-1244.
- JULVE Ph. 1998. - *Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France*. Version : 2018. <http://perso.wanadoo.fr/philippe.julve/catminat.htm>
- LAVOREL S. & GARNIER E. 2002. - Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology* **16** : 545-556.
- LEFEUVRE J.-C. 1990. - *De la protection de la nature à la gestion du patrimoine naturel*. In *Patrimoines enfoliés*, Éditions de la Maison des sciences de l'homme, ministère de la Culture. Paris : 29-75.
- PEYRAUD J.-L., PEETERS A. & De Vlieghe A. 2012. - Place et atouts des prairies permanentes en France et en Europe. *Fourrages* **211** : 195-204.
- PRUD'HOMME F. 2015. - La valorisation des données des concours prairies fleuries pour une meilleure compréhension de l'équilibre agro-écologique en Midi-Pyrénées. In : *Journée biodiversité en agriculture, 15 octobre 2015*, 2 p.
- PRUD'HOMME F., GIRE L. & UBALDO M. 2014. - *Herb07 sur les zones humides en Midi-Pyrénées : appui technique et scientifique à la mise en œuvre de la mesure agro-environnementale*. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, 66 p.
- PRUD'HOMME F. & THEAU J.-P. 2017. - Phytosociologie et agronomie à la rencontre des prairies fleuries. In : *Actes des Rencontres naturalistes de Midi-Pyrénées, Auch, 12 et 13 février 2016* : 69-73.
- THEAU J.-P., PAUTHENET Y. & CRUZ P. 2017. - Une typologie des espèces non graminéennes pour mieux caractériser la diversité et la valeur d'usage des prairies permanentes. *Fourrages* **232** : 321-329.
- THEAU, J.-P. & ZEROUROU, A. 2008. - Herb'âge, une méthode de calcul des sommes de températures pour la gestion des prairies. In : *Outil pour la gestion des prairies permanentes* at Symposium international INRA-UMR AGIR (Agrosystèmes et développement territorial) : Outils pour la gestion des prairies permanentes, Castanet-Tolosan, FRA (2005-07-06 - 2005-07-08) : 91-102.

- TURCATI L. 2011. - *Mesurer la biodiversité pour comprendre l'effet des perturbations sur les communautés végétales : apport des caractéristiques écologiques et évolutives des espèces*. Thèse de doctorat, UPMC Sorbonne Université – Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 264 p.
- WEBER J.-L. 1986. - Le Patrimoine naturel. In *Les Comptes du patrimoine naturel*, Paris, INSEE, n° 535-36, série C, n° 137-38 : 31-62.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=gNbtJ47PUzw>

Session 6

Bien connaître pour mieux gérer les végétations de zones humides

[Président de séance : Guillaume DECOCQ - Rapporteur : Philippe JULVE]



photo : © J.-C. HAUGUEL

Abstract

Make phytosociology functional and dynamic for the study of plant community successions: three challenges for the 21st century

Phytosociology as a science deals with plant communities at various spatial and time scales. It was developed and formalized in Europe, where it has become very popular as a method for describing, naming, characterizing and classifying plant communities. Phytosociology hardly permeated the Anglo-Saxon world which turned to a closely related science, namely plant ecology. While the latter continuously improved its theoretical background, concepts, and tools to meet the emerging challenges of a globally changing world over the 20th century, phytosociology rather stayed a "conservative" and often esoteric science, devoted to the description and naming of plant communities worldwide, sometimes with neverending debates on syntaxonomy and synsystematics. Doing so, phytosociology deeply diverged from ecology, so that the gap between the two sciences has never been so large. Time has come to bridge this gap: this is the challenge for the 21st century. In this contribution, I discuss three important challenges that the phytosociology of the 21st century should meet to bring it back together with ecology, become a modern science and find its niche in basic and applied ecology of plant communities.

The first challenge is to incorporate the concept of regional species pool as well as recent advances in dispersal ecology and metacommunity theory. Plant associations are traditionally defined on the basis of a statistically repetitive combination of species, but some "characteristic" species may miss simply because they are not belonging to the regional species pool. Alternatively, they may be dispersal-limited species whose diaspore sources are too far from the site under study. The relevance for restoration management is highlighted.

The second challenge is to make phytosociology more functional by accounting for structure – function relationships in plant species and upscaling life-history traits from individuals to communities. The creation of large databases of life traits together with the emergence of powerful statistical algorithms offer a great opportunity to phytosociology for relating the huge number of patterns it has described since decades to ecosystem processes and stability (including functional complementarity and redundancy).

The third challenge is to bury some old-fashion concepts, such as the one of climax. Succession is here critically reviewed in the light of the respective role of determinism, stochasticity and chaos. I argue that since ecosystems never experience stable environmental conditions, especially in the context of contemporaneous global changes, the climax concept assuming that one "final stage" in vegetation succession is reached under stable environmental conditions, is inherently misleading. Being static, the climax concept completely overlooks biological uncertainties and natural temporal variability. The influence of extinction of large mammals, climate change, and biological invasions (including plants and pests) is discussed.

I conclude that, to move forward in the 21st century, phytosociology must no longer lock itself into a dogma: it has to go beyond syntaxonomy and synsystematics, to become more functional, to take more care about dispersion and metacommunity dynamics, and to drop old-fashion, misleading concepts. Phytosociology can no longer afford to be a static science in a globally changing world.

Résumé

Il est d'usage d'opposer la phytosociologie, de tradition européenne, à l'écologie des communautés, de tradition anglo-saxonne, bien qu'elles partagent les mêmes origines. De fait, la phytosociologie a peu pris en compte les apports récents de l'écologie, restant trop souvent cantonnée aux approches descriptives de la syntaxonomie et de la synsystème. L'auteur montre ici qu'un défi pour la phytosociologie du XXI^e siècle est de moderniser ses concepts et ses approches pour devenir plus dynamique et fonctionnelle ; c'est à cette condition qu'elle deviendra un outil opérationnel et performant de gestion des milieux naturels. Trois propositions sont successivement détaillées : la prise en compte de la dynamique des flores régionales et des limites de dispersion des espèces, l'intégration des relations structure-fonction chez les plantes, l'abandon de concepts devenus désuets à l'ère anthropocène, avec comme exemple, celui du climax. À l'aide d'exemples concrets, les apports possibles à la phytosociologie de l'écologie de la dispersion, de l'écologie fonctionnelle des écosystèmes et de l'écologie globale sont illustrés.

Une phytosociologie fonctionnelle et dynamique pour la connaissance et la gestion des successions végétales : trois défis pour le XXI^e siècle

GUILLAUME DECOCQ

Unité de recherche « Écologie et dynamique des systèmes anthropisés » (EDYSAN, UMR 7058 CNRS), Université de Picardie Jules Verne, 1 rue des Louvels, F-80037 Amiens Cedex 1 ; guillaume.decocq@u-picardie.fr

Introduction : une petite généalogie des idées

En Europe, la phytosociologie s'est depuis longtemps imposée comme méthode d'étude des communautés végétales, au point de devenir un outil aujourd'hui classiquement utilisé par les gestionnaires d'espaces naturels. Dans les pays anglo-saxons au contraire, la phytosociologie n'est quasiment pas utilisée, l'écologie des communautés lui étant préférée. Pourtant, on ignore souvent que phytosociologie et écologie ont les mêmes racines...

Bien que l'on considère souvent Josias Braun-Blanquet comme le père fondateur de la phytosociologie, celle-ci trouve ses origines dans la phytogéographie née des grandes expéditions scientifiques du XVIII^e siècle et, en particulier, dans les travaux pionniers d'Alexander Von Humboldt. Dans son célèbre ouvrage « *Essai sur la géographie des plantes* », publié en 1805, il est en effet le premier à parler de sociologie des plantes, de l'importance du climat et de l'histoire géologique sur la distribution des espèces, des différents « types biologiques » responsables de la physionomie des paysages (DELÉAGE 1991). Même si le botaniste danois Schouw propose dès 1822 d'ajouter le suffixe *-etum* au nom de genre des espèces dominantes pour caractériser les communautés végétales, ce n'est qu'à la fin du XIX^e siècle que la phytosociologie (terme proposé par le Polonais Paczoski en 1896) émerge en tant que science, que formalisera Braun-Blanquet au début du siècle suivant, en particulier dans la troisième édition du « *Vocabulaire de Sociologie végétale* » (BRAUN-BLANQUET & PAVILLARD 1928), où il reprend, tout en le précisant, le concept d'*association végétale* introduit par Flahault et Schröter lors du Congrès international de Botanique de Bruxelles de 1910. Ce concept sera vigoureusement rejeté par les botanistes anglo-américains, qui considèrent au contraire qu'il n'existe pas de discontinuité dans le tapis végétal : c'est la théorie du continuum, ardemment défendue par Gleason et ses successeurs, Curtis et Whittaker, qui considèrent qu'une espèce végétale colonise un site donné en fonction de son auto-écologie et de facteurs aléatoires, indépendamment de toute relation « sociale » avec les autres espèces (DECOCQ 2016). Le courant dominant de la phytosociologie est appelé « sigmatiste », d'après le nom du laboratoire de Braun-Blanquet (Station internationale de géobotanique méditerranéenne et alpine ou SIGMA), mais d'autres approches sensiblement différentes ont été proposées au cours du XX^e siècle, dont la plus importante aujourd'hui est la phytosociologie « synusiale intégrée » (GILLET *et al.* 1991, GILLET & GALLANDAT 1996). La phytosociologie offre un ensemble de méthodes robustes pour décrire, caractériser et classer les communautés végétales. Elle fait pourtant l'objet de nombreuses critiques – parfois justifiées –, comme le caractère ésotérique du synsystème, les querelles syntaxonomiques et la faible applicabilité aux végétations tropicales.

De manière remarquablement similaire, on pourrait dire que Charles Elton fut à l'écologie ce que Braun-Blanquet fut à la phytosociologie : non pas le concepteur ou l'inventeur, mais le formalisateur. En effet, comme la phytosociologie, l'écologie est née de la phytogéographie d'Alexander Von Humboldt. Même la très influente « *théorie biogéographique des îles* » (MAC ARTHUR & WILSON 1967) se trouve en fait déjà dans la « *Géographie botanique raisonnée* » publiée en 1855 par De Candolle (mais de très nombreux ouvrages écrits en langue française

ou allemande sont souvent ignorés des auteurs anglo-saxons !). Les fondamentaux de l'écologie (et notamment le concept de « niche écologique ») sont déjà présents dans l'Origine des espèces (DARWIN 1859), bien avant l'introduction du terme même d'« écologie » par Haeckel en 1866 et la publication en 1895 du *Plantensamfund Grundtræk af den økologiske plantegeografi* de Warming (DECOCQ 2016). Ce dernier ouvrage a d'ailleurs influencé autant l'écologie que la phytosociologie. Le schisme entre ces deux disciplines débute à la charnière entre le XIX^e et le XX^e siècle, quand l'écologie incorpore les progrès récents en biochimie pour devenir plus fonctionnelle que descriptive, plus proche de la biologie que de la géographie (DELÉAGE 1991). Tandis qu'en Europe, les phytosociologues se concentrent sur la description d'associations végétales « statiques » et se querellent sur les noms à leur donner, la jeune génération d'écologistes américains (Cowles, Clements) se tourne vers l'étude de la dynamique de la végétation, dont émergeront la théorie du continuum (GLEASON 1917) et le concept de climax (CLEMETS 1916). Mais c'est incontestablement Charles S. Elton qui, en intégrant aussi bien les communautés végétales que les communautés animales, est le père de l'écologie moderne, la faisant devenir science des « écosystèmes » (terme introduit en 1935 par le Britannique Tansley).

Dans une France dominée par la phytosociologie, le terme « écologie » ne fera son entrée dans le dictionnaire Larousse qu'en 1956 (DROIN 1991). Si l'on excepte la phytosociologie synusiale intégrée (GILLET *et al.* 1991), qui incorpore certains apports de la théorie générale des systèmes, de la théorie de la hiérarchie et de l'écologie du paysage, les apports de l'écologie n'ont pas été intégrés à la méthodologie phytosociologique, ce qui ne fait qu'accroître le décalage entre une approche descriptive héritée de la phytogéographie du XIX^e siècle et qui peine de plus en plus à s'exporter hors d'Europe, et une science écologique de plus en plus fonctionnelle, dont les concepts et les outils sont en perpétuelle évolution, ce qui contribue à son succès mondial. Faire de la phytosociologie une science plus fonctionnelle et dynamique est sans doute un enjeu majeur pour le XXI^e siècle ; c'est à cette condition qu'elle s'imposera comme une méthode de choix pour la connaissance et la gestion des successions végétales. Pour y parvenir, les défis sont nombreux. Dans cette contribution, j'ai choisi d'en retenir trois qui me semblent prioritaires : la prise en compte de la dynamique des flores régionales et des limites de dispersion des espèces, l'intégration des relations structure-fonction chez les plantes, l'abandon de concepts devenus désuets à l'ère anthropocène, comme, par exemple, celui de climax.

Prendre en compte la dynamique des flores régionales et les limites de dispersion des espèces

Dans son analyse épistémologique de la phytosociologie, de FOUCAULT (1986) démontre que cette science peut être considérée comme une « morphophysique ». La phytosociologie est d'abord une *morphologie*, puisqu'elle a pour objectif de décrire des formes (les « individus d'associations ») que nous rencontrons dans la nature. Les descriptions qui en résultent sont nommées (syntaxonomie et nomenclature) puis classées (synsystématique) : il s'agit donc d'une taxonomie des formes. Mais la phytosociologie est aussi une *physique*, puisqu'elle vise à trouver les lois qui gouvernent les relations entre les communautés végétales (les syntaxons) et les facteurs de l'environnement (*e.g.* climat, sol, relief, facteurs biotiques). En procédant ainsi, la phytosociologie est une méthode inductive qui permet

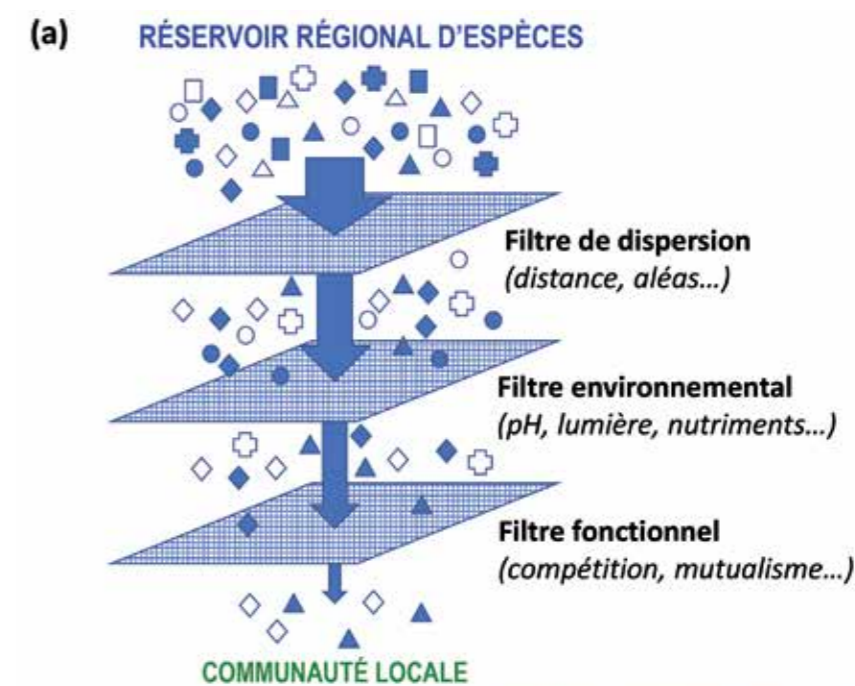
d'étudier indirectement les facteurs de l'environnement.

Implicitement, la phytosociologie renvoie au concept de niche écologique tel que défini par HUTCHINSON (1957) : chaque espèce possède une niche potentielle que l'on peut représenter par un hypervolume dans un référentiel dont chaque axe correspond à un facteur écologique du milieu (définissant l'autoécologie d'une espèce hors communauté), et une niche réalisée, représentée par un hypervolume plus petit inclus dans le précédent, correspondant à celle réellement exprimée *in natura* (définissant la synécologie de l'espèce, au sein des communautés qui l'hébergent). L'assemblage des espèces en communautés végétales suppose que les conditions environnementales qui prévalent au niveau d'un habitat

donné soient compatibles avec la niche écologique des espèces, ce que l'on peut symboliser par un « filtre environnemental » (Fig. 1) : parmi toutes les espèces d'une flore régionale, seules celles dont les caractéristiques physiologiques sont compatibles avec les conditions de l'habitat (climat, pH et nutriments du sol, lumière, etc.) pourront franchir ce filtre. Parmi celles-ci, seules celles capables de cohabiter avec les espèces déjà installées dans l'habitat peuvent effectivement s'établir, les autres

étant éliminées par compétition ou par absence d'un symbionte vital ; autrement dit, elles doivent franchir un second filtre, appelé « filtre fonctionnel » (LORTIE *et al.* 2004). Dans ce schéma, on oublie souvent un troisième filtre, qui se situe en amont des deux autres : le filtre de la dispersion. En effet, pour s'établir dans un habitat donné, une espèce doit satisfaire deux conditions *sine qua non* : être présente régionalement, et être capable de se disperser jusqu'à l'habitat en question.

Figure 1
Importance du réservoir régional d'espèces
 La composition d'une communauté végétale en un site donné et à un temps donné peut être modélisée qualitativement par une superposition de trois filtres agissant sur l'ensemble des espèces constituant la flore régionale (a). Pour s'établir, l'espèce doit être présente régionalement et pouvoir se disperser depuis un site-source où elle est déjà présente vers le site à coloniser (filtre de dispersion) ; puis que ses exigences auto-écologiques coïncident avec les conditions synécologiques du site (filtre environnemental) ; enfin, que les autres espèces déjà présentes n'empêchent pas son établissement (filtre fonctionnel). L'intervention du filtre de dispersion est souvent négligée lors des opérations de gestion (b). Ici, une lande dégradée à la suite d'un enrésinement (cliché de gauche) a fait l'objet d'une coupe forestière à visée restauratrice ; malheureusement, au lieu de retrouver la lande atlantique originelle (cliché en haut à droite), le site restauré a été rapidement envahi par le cerisier tardif (cliché en bas à droite) : le gestionnaire a négligé l'arrivée de cette espèce exotique à fortes capacités de dispersion dans le réservoir régional d'espèces.

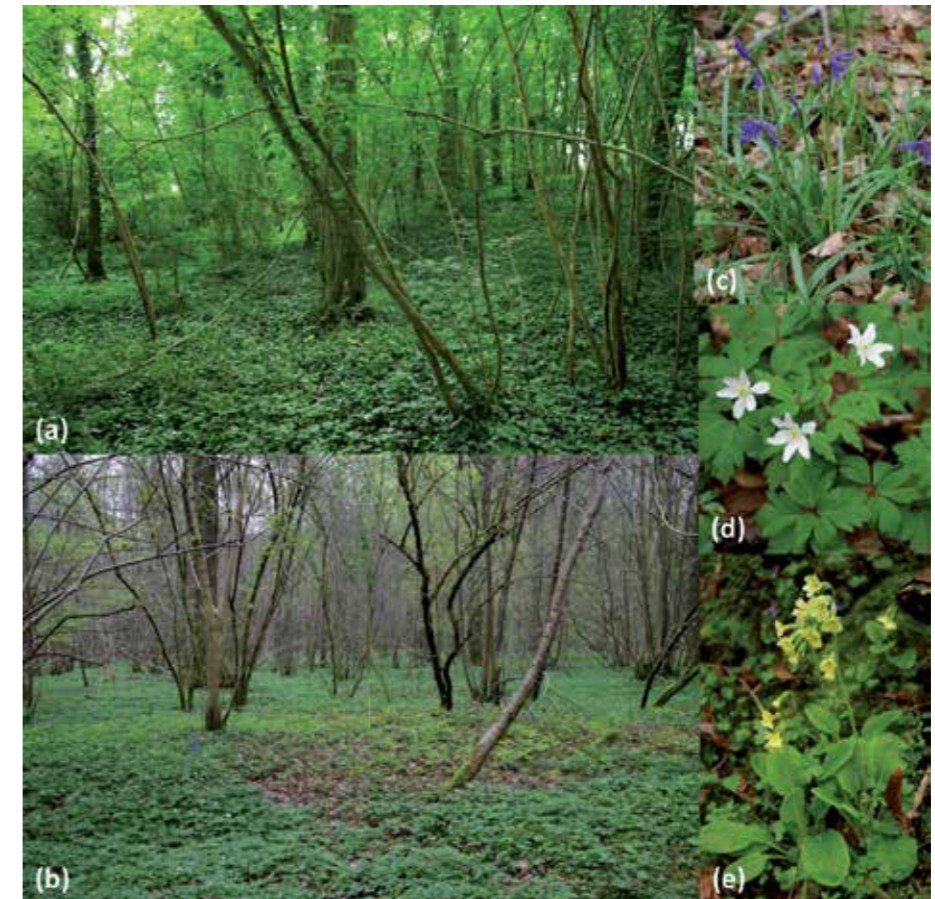


Cela peut paraître évident : pour être présente localement, dans un habitat donné, une espèce doit d'abord être présente dans la région où se trouve cet habitat. Autrement dit, elle doit appartenir au réservoir régional d'espèces (*regional species pool*). L'importance de ce concept a été mise en évidence par les travaux de Zobel, à travers la relation linéaire qui existe entre le nombre d'espèces présentes régionalement et le nombre d'espèces présentes à une échelle locale (ZOBEL 1997). Or, de la même manière que les filtres environnemental et fonctionnel se modifient constamment au cours d'une succession écologique, ce filtre de dispersion possède une dynamique temporelle propre. Constamment, certaines espèces disparaissent du réservoir régional (extinction régionale), tandis que de nouvelles apparaissent par immigration. Ce phénomène existe naturellement, au gré des modifications d'aire de répartition des espèces, notamment en lien avec les changements climatiques, mais il est très largement amplifié par les activités humaines, qui favorisent certaines immigrations (notamment les plantes exotiques envahissantes) et certaines extinctions (par exemple, certaines plantes messicoles *sensu stricto*).

Un autre paramètre qui est souvent négligé bien que crucial, est la capacité de dispersion des espèces. Il est évident que des espèces dont les diaspores ont pour vecteur le vent (anémochorie) ou les animaux (ecto- ou endozoochorie) auront une propension à se disperser sur de bien plus longues distances que des espèces se dispersant via la gravité (barochorie) ou les fourmis (myrmécochorie). Ceci a été remarquablement mis en évidence dans le cas de la colonisation

des boisements récents par l'équipe de Hermy en Belgique (e.g. HERMY *et al.* 1999). En comparant la flore herbacée de forêts anciennes (i.e. ayant existé en continu depuis plusieurs siècles, même si elles sont gérées de manière intensive) à celle de forêts récentes (i.e. établies sur d'anciennes terres agricoles depuis moins de 200 ans), les auteurs ont démontré que de nombreuses espèces spécialistes de l'habitat forestier (e.g. *Anemone nemorosa*, *Hyacinthoides non-scripta*, *Galium odoratum*, *Milium effusum*, *Oxalis acetosella*, *Lamium galeobdolon*) manquaient des secondes, bien que les conditions d'habitat leur convenaient parfaitement (Fig. 2). Au contraire, les espèces généralistes (e.g. *Urtica dioica*, *Galium aparine*, *Glechoma hederacea*, *Geum urbanum*, *Holcus lanatus*) étaient présentes dans les deux types de forêt. Cette différence s'explique essentiellement par les différences de capacités de dispersion des espèces. La phytosociologie considère très souvent les deux types de communautés comme des associations végétales différentes, même si elle reconnaît dans certaines situations le statut de « communauté basale » à des stades très pionniers ou fortement dégradés ; l'écologie montre que les communautés herbacées de forêts récentes ne sont qu'une forme fragmentaire des communautés herbacées de forêt plus ancienne : le délai de colonisation est encore insuffisant pour que toutes les espèces spécialistes aient pu s'installer. Ce « crédit de colonisation » (JACKSON & SAX 2009) peut perdurer, ce qui distingue les communautés fragmentaires en question, dont une partie de la composition est virtuelle (« *dark diversity* » *sensu* PÄRTEL *et al.* 2011) des communautés basales qui sont, elles, normalement transitoires.

Figure 2
Importance de la capacité de dispersion des espèces
 Indépendamment des conditions d'habitat, la composition floristique d'une communauté végétale locale est influencée par la capacité de dispersion des espèces du réservoir régional. Par exemple, la forêt en (a) a colonisé spontanément une ancienne terre agricole en déprise ; âgée de moins de 150 ans, sa végétation herbacée est très pauvre et constituée essentiellement d'espèces généralistes à forte capacité de dispersion. À moins de 500 mètres, la forêt en (b) est « ancienne » puisqu'elle a existé en continu depuis plus de 250 ans, même si elle est gérée de manière assez intensive : malgré des conditions stationnelles similaires, sa végétation herbacée est beaucoup plus riche en espèces spécialistes à faibles capacités de dispersion, comme *Hyacinthoides non-scripta* (c), *Anemone nemorosa* (d) ou *Primula elatior* (e).



Le délai de colonisation peut en effet être très long lorsque la distance séparant l'habitat à coloniser et les sources de diaspores est importante et/ou lorsque les habitats qui les séparent sont « imperméables ». C'est le cas, par exemple, des fragments forestiers situés au sein d'une matrice paysagère agricole intensément cultivée. Or, la fragmentation des habitats semi-naturels est devenue la règle dans bien des régions d'Europe occidentale, ce qui représente un obstacle supplémentaire à la dispersion des espèces. Ce contexte qui tend à devenir la règle, reçoit une attention croissante en écologie à travers la théorie des métapopulations (HANSKI 1999) et des métacommunautés (LEIBOLD *et al.* 2004). Les conséquences sur l'assemblage des communautés végétales sont majeures, mais encore largement négligées en matière de typologie. Pourtant, des travaux récents confirment qu'en système fragmenté, la dispersion joue un rôle bien plus important que les conditions d'habitat pour expliquer la composition floristique d'une communauté locale (JAMONEAU *et al.* 2011, ARAUJO CALÇADA *et al.* 2013). En système de forêt alluviale, il a été démontré, par

exemple, que la distribution spatiale des dépôts de semences par hydrochorie contrôlait la richesse et la composition des communautés végétales (ARAUJO CALÇADA *et al.* 2015). La colonisation de fragments forestiers récents par des espèces spécialistes peut d'ailleurs être accélérée par des modes de dispersion non conventionnels pour ces espèces, comme l'hydrochorie. Une étude a ainsi montré que des boisements récents connectés à une forêt ancienne via de petits ruisseaux étaient colonisés beaucoup plus rapidement que des boisements de même âge non connectés, grâce à un « effet de masse » (*mass effect*) couplé à un « effet proximal » (*biodiversity spillover effect*) (ARAUJO CALÇADA *et al.* 2013) (Fig. 3). Une espèce comme *Anemone nemorosa* qui se disperse ordinairement (par baro- ou myrmécochorie) à une vitesse inférieure à 50 cm par an, dépasse les 15,5 m par an lorsque ses fruits sont emportés par l'eau ! Il faut noter au passage que ce concept d'« effet de masse » issu de la théorie des métacommunautés a été introduit indépendamment, dès 1940, par le phytosociologue danois Nordhagen sous le terme de « vicinisme » (*vizinismus*) pour désigner le

même phénomène : des espèces sont présentes dans une communauté malgré l'incompatibilité avec leurs exigences écologiques, parce que leurs semences y arrivent

en très grande quantité. De quoi porter un nouveau regard sur les espèces « accidentelles » des tableaux phytosociologiques, souvent négligées sinon ignorées !

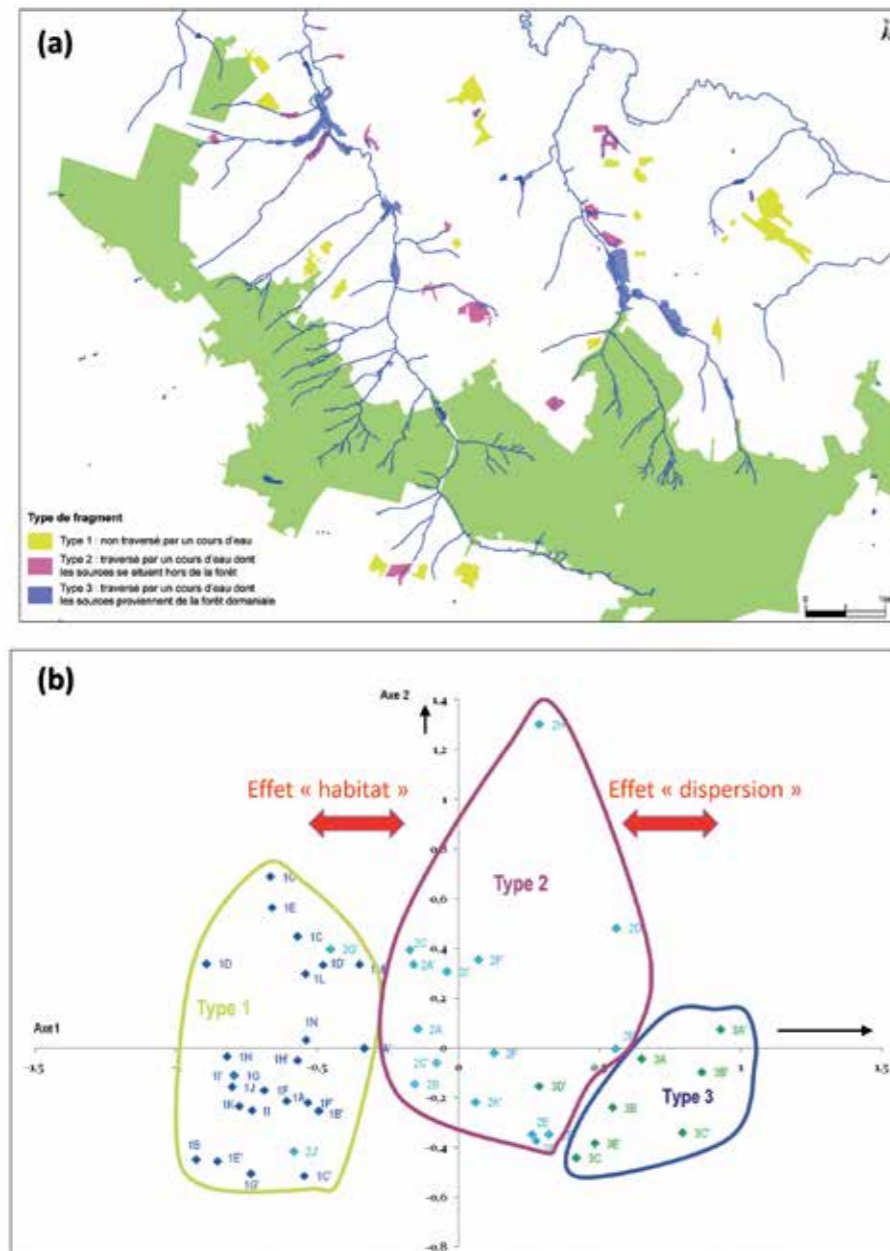


Figure 3
Dispersion non conventionnelle des espèces forestières
De nombreuses espèces végétales à faibles capacités de dispersion peuvent néanmoins être transportées sur de longues distances grâce à des modes de dispersion fortuits ; tel est le cas de l'hydrochorie pour les espèces herbacées forestières. Dans une étude portant sur les communautés végétales de fragments forestiers en paysage bocager (a), malgré des conditions stationnelles et une ancienneté comparables, des fragments connectés à un massif ancien par l'intermédiaire d'un ruisseau (type 3) possèdent une composition floristique différente de celle des fragments traversés par un ruisseau ne venant pas du massif forestier (type 2), elle-même différente de celle des fragments non traversés par un ruisseau (type 1), comme le montre l'analyse des correspondances détrencée effectuée sur la matrice fragments x relevés de végétation (b). Ce résultat démontre l'importance de la dispersion dans la structuration des communautés végétales et, donc, le fonctionnement en métacommunautés forestières du système étudié (d'après Araujo Calçada *et al.* (2013).

Il est impératif que la phytosociologie prenne en compte la dynamique des réservoirs régionaux d'espèces et intègre les apports de l'écologie de la dispersion et de la théorie des métacommunautés, *a fortiori* lorsqu'elle doit être appliquée à des mesures de gestion restauratrice des milieux (DECOCQ 2015). Avant toute opération de

restauration, deux questions doivent être posées : les espèces cibles sont-elles toujours présentes dans le réservoir régional d'espèces ? Si oui, sont-elles présentes à une distance suffisamment faible pour avoir une chance de se disperser jusqu'au site à restaurer ?

Intégrer les relations structure-fonction des espèces végétales

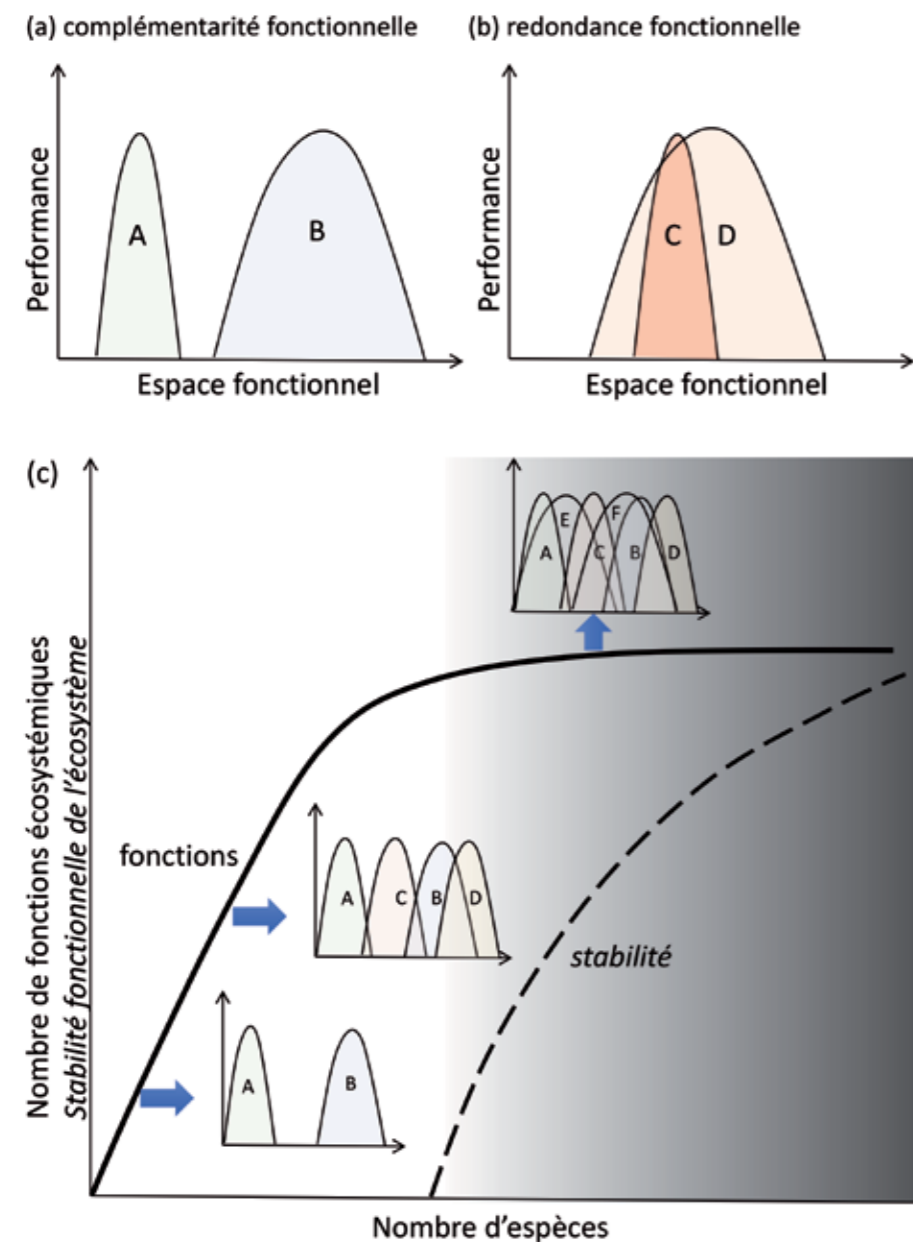
Au cours des deux dernières décennies, l'écologie des communautés est devenue de plus en plus fonctionnelle à travers l'utilisation des traits d'histoire de vie des espèces. Le principe en est simple : les individus d'une espèce possèdent un phénotype particulier, partiellement déterminé par les conditions environnementales, qui peut être décrit en termes de traits de vie. À ces traits de vie peuvent être associées des fonctions (WEIHER *et al.* 1999). Par exemple, la masse des semences est corrélée aux capacités de dispersion et de recrutement de l'espèce ; la surface spécifique foliaire est proportionnelle à la vitesse de croissance, à la palatabilité et à la décomposabilité de la litière ; la hauteur totale de la plante est associée à sa compétitivité ; etc. D'importants développements théoriques et méthodologiques ont été réalisés notamment par la Française Lavorel (*e.g.* LAVOREL *et al.* 1997, LAVOREL & GARNIER 2002) et l'Argentine Diaz (*e.g.* DIAZ & CABIDO 2001). On peut distinguer des traits « de réponse » (*e.g.* hauteur, fertilité, fécondité), s'exprimant sous la pression de conditions environnementales particulières, et des traits « d'effet », qui vont impacter le fonctionnement de l'écosystème qui les héberge (*e.g.* surface spécifique foliaire, teneur en matière sèche des feuilles, teneur en métabolites secondaires). Les fonctions de l'écosystème peuvent alors être associées aux services écosystémiques rendus.

Selon cette approche, il est possible de décrire les communautés végétales non plus en termes de composition spécifique, mais soit en termes de groupes fonctionnels (*e.g.* DECOCQ *et al.* 2004), soit en termes d'indices de diversité fonctionnelle (WASOF *et al.* 2018). Encore une fois l'idée n'est pas

nouvelle, puisque dès 1905 Raunkiaer proposait de classer toutes les plantes dans un petit nombre de « types biologiques » (thérophytes, géophytes, hémicryptophytes, chaméphytes, phanérophytes, hydrophytes), classification très largement utilisée en phytosociologie, notamment pour établir les spectres biologiques des communautés végétales étudiées. En 1974, Grime proposait de positionner chaque espèce dans un référentiel triangulaire dont les sommets correspondent à trois stratégies fondamentales, C-S-R (Compétitives, tolérantes au Stress, Rudérales), permettant là aussi d'établir des spectres de communautés et des séries spectrales le long de gradients successionnels (de FOUCAULT 1995).

Puisque ce type d'approche s'affranchit de l'identité des espèces, il permet de réaliser des comparaisons entre communautés végétales issues de régions et de continents différents pour en déduire des invariants fonctionnels. En effet, si le nombre d'espèces végétales est virtuellement illimité, les fonctions sont, elles, en nombre réduit. Ainsi, au fur et à mesure que l'on ajoute des espèces dans une communauté, le nombre de fonctions atteint une asymptote avant celui des espèces (Fig. 4). On considère que lorsque cette asymptote est atteinte, la *complémentarité fonctionnelle* l'est aussi : ajouter des espèces n'ajoutera plus de fonctions, la communauté fonctionne de manière optimale. Les espèces ajoutées assureront les mêmes fonctions que des espèces déjà présentes, augmentant la *redondance fonctionnelle* de la communauté et donc sa stabilité, puisque si des espèces viennent à disparaître (par exemple suite à une perturbation) des espèces redondantes pourront prendre le relais.

Figure 4
Relations entre complémentarité, redondance et stabilité fonctionnelle des communautés végétales
 Chaque espèce végétale possède une niche écologique qui lui est propre, c'est-à-dire qu'elle est capable de se développer dans une gamme limitée de facteurs environnementaux (températures, humidité, pH, trophie, salinité, etc.) qui définissent son auto-écologie, que l'on peut représenter par une courbe de Gauss le long d'un gradient écologique donné. Au sein de cette gamme, ses performances seront d'autant plus importantes que les conditions du milieu seront proches de son optimum écologique (pic de la courbe de Gauss). De la même manière, chaque espèce végétale possède une niche fonctionnelle qui lui est propre, c'est-à-dire qu'elle est capable de remplir un certain nombre de fonctions (captation de l'eau en profondeur, photosynthèse à l'ombre, acidification locale du sol, synthèse de métabolites secondaires, etc.). Cette niche fonctionnelle peut également être représentée par une courbe de Gauss. En (a), les espèces A et B, respectivement spécialiste (faible amplitude de niche) et généraliste (large amplitude de niche), n'occupent pas la même niche fonctionnelle : elles sont complémentaires. Au contraire, en (b), l'espèce spécialiste C occupe une niche fonctionnelle incluse dans celle de l'espèce généraliste D : elle est redondante. À l'échelle de la communauté (c) lorsqu'un faible nombre d'espèces coexistent, la probabilité qu'elles occupent des niches fonctionnelles distinctes est élevée : plus le nombre d'espèces augmente, plus la complémentarité fonctionnelle s'accroît (partie gauche du graphique). Le nombre de fonctions étant limité, au-delà d'un certain seuil, le fait d'augmenter le nombre d'espèces n'augmente plus le nombre de fonctions (asymptote de la courbe pleine), mais uniquement la redondance fonctionnelle puisque les espèces qui s'ajoutent assurent les mêmes fonctions que des espèces déjà présentes. Cette redondance fonctionnelle est positivement corrélée à la stabilité de l'écosystème (courbe en pointillés), puisqu'en cas de survenue d'une perturbation capable d'éliminer plusieurs espèces de la communauté la probabilité de perdre des fonctions est plus faible. La redondance fonctionnelle, proportionnelle à la richesse spécifique de la communauté, accroît donc la résistance et la résilience fonctionnelles de la communauté végétale. *A contrario*, une communauté sans redondance fonctionnelle sera beaucoup plus vulnérable, puisqu'une perturbation aurait toutes les chances d'éliminer des espèces assurant des fonctions uniques.



La constitution de vastes bases de données de traits d'histoire de vie (e.g. TRY : <https://www.try-db.org/>) et le développement de méthodes statistiques permettant de traiter simultanément trois matrices multidimensionnelles (e.g. analyse RLQ, *Fourth corner analysis*) ou d'intégrer des variables de nature très différentes (e.g. modèles linéaires généralisés, modèles généraux additifs) sont venus révolutionner l'écologie fonctionnelle des communautés. Par exemple, une étude menée en forêt de Compiègne a révélé que l'invasion par *Prunus serotina* n'entraînait pas de modification significative de la composition floristique de la strate herbacée à court terme, mais qu'en revanche la diversité fonctionnelle était modi-

fiée très précocement, dans un sens inattendu : une augmentation de la complémentarité et de la redondance fonctionnelles qui avaient été altérées par la gestion forestière intensive (CHABRERIE *et al.* 2010). Dans une autre étude, une approche fonctionnelle a démontré que le changement de type de sylviculture (conversion des taillis-sous-futaie en futaie irrégulière) entraînait d'importantes altérations de la diversité, dans le sens d'une réduction de la complémentarité fonctionnelle (DECOCQ *et al.* 2004). Devant la multiplication de ce type d'étude et leur caractère réellement heuristique, il est étonnant que la phytosociologie ne se soit que très peu approprié les progrès récents de l'écologie fonctionnelle.

Abandonner des concepts devenus désuets à l'ère anthropocène ; exemple du climax

Si la phytosociologie s'est très tôt attelée à restituer la dimension dynamique de la végétation en la modélisant qualitativement par des successions d'associations végétales (DECOCQ 2000), elle est en revanche restée prisonnière de la vision déterministe des communautés végétales qui prévaut depuis CLEMENTS (1936). Ainsi, en l'absence d'intervention humaine, on considère que se met en place une succession progressive au sein de laquelle chaque communauté « facilite » l'installation de la communauté suivante, jusqu'à atteindre une communauté végétale « finale », stable dans sa composition et « en équilibre » avec l'ensemble intégré des facteurs du milieu (notamment le climat) : le *climax* ou « végétation naturelle potentielle ». En cas de perturbation, naturelle ou anthropique, une succession régressive peut se mettre en place, mais reste déterministe. Ce modèle de facilitation occulte les autres modèles dynamiques de la végétation, comme le modèle d'inhibition (quand une espèce bloque durablement l'installation d'autres espèces et, donc, la succession) ou le modèle de tolérance (qui considère qu'il n'existe ni facilitation ni inhibition ; CONNELL & SLATYER 1977), ou encore le modèle aléatoire (LAWTON 1987) ou neutraliste (HUBBELL 2001) qui considèrent que toutes les plantes ont la même auto-écologie et que la succession végétale n'est que le résultat d'épisodes aléatoires de colonisation/extinction. Force est de constater que chacun de ces modèles, aussi dérangeant puisse-t-il être, a pu

être vérifié dans un certain nombre de situations.

D'une manière générale, plus le réservoir régional d'une région est de grande taille (comme en forêt tropicale) et/ou plus le milieu est « jeune » (comme une coulée de lave) et/ou isolé (comme une île océanique), plus l'assemblage des communautés sera aléatoire et, donc, peu prédictible (DECOCQ 2006). Pour s'en persuader, prenons l'exemple d'une banquette alluviale dans le lit d'un grand fleuve où serait positionné un quadrat permanent de 10 m² ; le phytosociologue qui effectuerait un relevé chaque année n'aurait aucune chance d'avoir deux relevés identiques, les perturbations et la composition de la pluie de diaspores réinitialisant constamment la succession. Dans une telle situation, la stochasticité l'emporte sur le déterminisme. On pourrait penser qu'en fin de succession, au stade « climacique », la prédictibilité des communautés serait plus importante parce que les assemblages d'espèces sont davantage déterministes. C'est probablement vrai en Europe occidentale, où la flore ligneuse est particulièrement pauvre en espèces du fait de l'histoire biogéographique particulière ; ça le devient beaucoup moins dans d'autres régions tempérées du monde (e.g. Amérique du Nord, Asie) et encore moins dans les régions tropicales, où les flores sont beaucoup plus riches. De plus, le climax est souvent défini uniquement à partir de quelques essences ligneuses dominantes

(par exemple, le hêtre en Europe occidentale), la strate herbacée étant négligée ; pourtant, c'est bien à son niveau que se trouve la diversité la plus élevée (GILLIAM 2007). La vision d'une communauté climatique unique avec une composition floristique stable est donc erronée. Il faut certainement lui préférer une vision où un grand nombre de stades pionniers puisse exister (dynamique stochastique), qui vont progressivement évoluer vers un stade de maturité de plus faible variabilité (dynamique déterministe), mais dont la trajectoire sera déviée à chaque perturbation ou à chaque modification de l'environnement (dynamique chaotique), le climax n'étant que l'« attracteur étrange » de cette dynamique (DECOCQ 2006).

Au-delà du caractère idéal et virtuel du climax, sa définition même pose question à l'ère anthropocène, où l'homme est devenu le principal facteur du déterminisme du fonctionnement de la biosphère et de la distribution des êtres vivants. Une communauté végétale laissée en évolution libre (et, donc, censée évoluer vers le climax) n'est plus soustraite à toute influence humaine puisque celle-ci est globale. Le climax n'a tout simplement plus de sens à l'heure des changements globaux qui affectent la planète : la végétation ne peut atteindre un hypothétique état d'équilibre dans un environnement changeant en perpétuel déséquilibre sur des pas de temps écologiques (CHIARUCCI *et al.* 2010). Par exemple, beaucoup de phytosociologues considèrent les hêtraies atlantiques de l'*Illici-Fagenion*

comme le climax du domaine tempéré européen sous influence océanique, dont la composition et la physionomie de forêt à canopée fermée seraient proches de ce qui est observée dans certaines réserves biologiques (comme dans les forêts de Compiègne en Picardie ou de Fontainebleau en Île-de-France) (Fig. 5). Mais ces hêtraies se sont mises en place relativement récemment et dans un environnement non dénué d'influence humaine. Un certain nombre d'auteurs considèrent au contraire que la forêt climacique du domaine atlantique serait plutôt une savane à chênes du fait du rôle essentiel des grands herbivores (RACKHAM 1998, VERA 2000). Les grands herbivores sauvages ont disparu de nos forêts les uns après les autres : aurochs au ^v siècle, élans au ^x siècle, bisons au ^{xiv} siècle, tarpans au ^{xv} siècle (seul le cerf élaphe subsiste aujourd'hui) et avec eux la savane climacique (même si pendant des siècles les grands herbivores sauvages ont été remplacés par les troupeaux d'animaux domestiques que l'homme emmenait paître en forêt, maintenant ainsi la « savane » ; c'est donc véritablement la fin progressive des droits d'usage, à partir de la seconde moitié du ^{xix} siècle, qui a induit la densification rapide des forêts françaises). C'est au Moyen Âge également qu'un animal exotique rapidement devenu envahissant a été introduit volontairement dans beaucoup de forêts françaises : le lapin de garenne, grand prédateur sélectif des plantules de ligneux qui a eu inévitablement un impact sur l'orientation des successions forestières.

Figure 5
À la recherche d'une végétation naturelle potentielle ?

Beaucoup considèrent, à partir des observations menées dans les zones laissées en évolution libre, que toute succession écologique en France tempérée doit conduire à une hêtraie(-chênaie) climacique dense (a), « en équilibre » avec les conditions du milieu. D'autres pensent que la véritable végétation naturelle potentielle en l'absence d'intervention humaine est plutôt une savane à chênes ponctuée d'îlots forestiers (b), du fait de la pression des grands herbivores aujourd'hui éteints (bisons, aurochs, tarpans, élans...), puis des troupeaux d'animaux domestiques aujourd'hui exclus des forêts françaises.



Le réchauffement climatique est une composante majeure des changements globaux qui entraîne une redistribution importante des êtres vivants et, en particulier, des plantes : certaines migrent en latitude et en altitude pour suivre les déplacements de leur niche climatique, tandis que d'autres, pas assez véloces, s'éteignent. L'extinction est prédite comme particulièrement importante en plaine où les isothermes sont distants les uns des autres et où la fragmentation des habitats semi-naturels est un obstacle supplémentaire à la migration des espèces (BERTRAND *et al.* 2011). Si bien qu'en une localité donnée la composition floristique est amenée à changer rapidement compte tenu de la rapidité du réchauffement climatique (+0,33°C par décennie).

Les épidémies de phytopathogènes, lorsqu'elles touchent des espèces dominantes et structurantes des communautés végétales, viennent également remettre en cause l'existence du climax. Tel a été le cas de la graphiose dans les années 1970s, qui a décimé les ormes et, par la même occasion, la forêt climacique des terrasses alluviales supérieures. Ces forêts alluviales et d'autres se trouvant à de plus hauts niveaux topographiques sont à nouveau mises à mal avec l'actuelle épidémie de chalarose, qui touche les frênes.

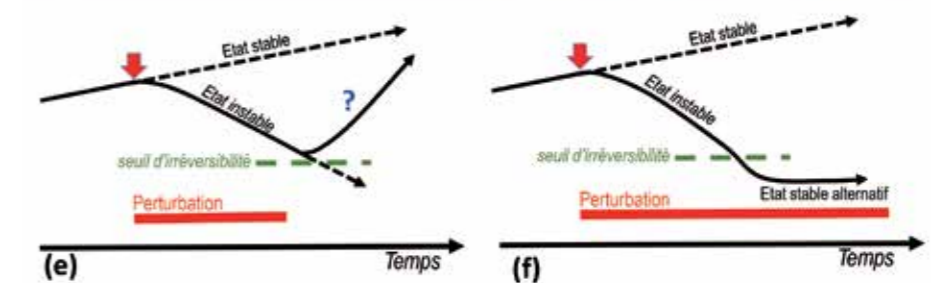
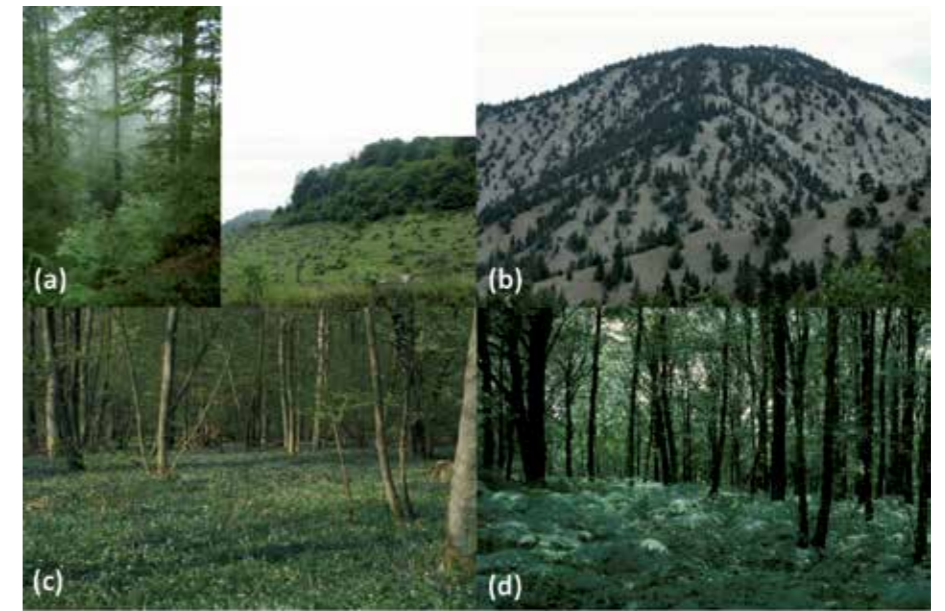
Les phytopathogènes ne sont pas les seuls organismes exotiques qui viennent bouleverser notre vision du climax. Les plantes exotiques envahissantes viennent aussi changer la donne en modifiant, parfois de manière spectaculaire, les successions végétales. C'est le cas par exemple de cer-

taines forêts envahies par le cerisier tardif (*Prunus serotina*) où la succession est au moins temporairement bloquée sur certains types de sol, l'espèce se maintenant jusque dans les phases de senescence observées en réserve biologique. Dans certains milieux fortement anthropisés, comme les friches industrielles, les anciennes voies ferrées ou certaines zones humides urbaines laissées en évolution libre, la communauté végétale de fin de succession comprend essentiellement des espèces exotiques ; par exemple, en ville d'Amiens, une « forêt » riveraine est dominée par *Acer negundo* ; en lisière, le manteau est dominé par *Ailanthus altissima*, *Parthenocissus inserta*, *Buddleja davidii*, tandis que l'ourlet est caractérisé par *Fallopia japonica*, *Impatiens glandulifera*, *Solidago gigantea* et *Duchesnea indica*. Ce néo-écosystème (*novel ecosystem* ; HOBBS *et al.* 2009) échappe encore à toute classification phytosociologique, bien qu'il soit de plus en plus fréquent et réponde au moins en partie à la définition de climax...

À l'ère anthropocène, il est probablement illusoire de penser qu'une communauté végétale puisse échapper suffisamment longtemps à une perturbation pour atteindre un hypothétique climax..., à moins de considérer que la perturbation puisse être le moteur du maintien d'un climax. C'est là qu'il importe de différencier une perturbation aiguë ou transitoire, d'une perturbation chronique (qui, d'un strict point de vue écologique, doit plutôt être considérée comme un stress contraignant le système) (Fig. 6).

Figure 6
Successions végétales et perturbations

Le pâturage en forêt est aujourd'hui considéré comme une perturbation « destructrice », comme dans la hêtraie primaire (a) du versant nord du mont Elbourz (Iran) où ce n'est que récemment que les troupeaux d'animaux domestiques sont emmenés en forêt (à gauche), empêchant la régénération forestière (à droite). Sur le versant sud de la même montagne, le pâturage, pratiqué depuis des millénaires, est au contraire une perturbation chronique qui assure le maintien de la biodiversité de cette forêt-savane à cyprès vert (b). La gestion forestière empêche toute végétation naturelle de s'installer, mais le régime de perturbations qui y est associé impacte considérablement la composition des communautés végétales, probablement de manière irréversible. Par exemple, certaines espèces « sélectionnées » par plusieurs siècles de traitement en taillis-sous-futaie (c) tendent à disparaître des parcelles récemment converties en futaie irrégulière (d), pourtant dans les mêmes conditions stationnelles. Conceptuellement, ces écosystèmes forestiers trouvent leur origine dans un système forestier initialement dans un état dynamiquement stable auquel une perturbation artificielle a été appliquée à un temps donné (flèche rouge) ; si la perturbation est temporaire et d'intensité modérée (e), le système dévie temporairement de sa trajectoire initiale puis, une fois la perturbation terminée, va tendre à rejoindre cette dernière au cours d'une succession secondaire (cas observé en a) ; si, au contraire, la perturbation est prolongée, voire permanente (f), les capacités de résilience du système sont dépassées et un seuil d'irréversibilité est franchi : le système évolue vers un état stable alternatif, éventuellement maintenu par une perturbation chronique comme le pâturage (cas observé en b) ou la gestion forestière (cas observés en c et d).



Dans un système évoluant progressivement vers le climax, une perturbation aiguë va temporairement faire dévier la succession de sa trajectoire initiale ; si le système est suffisamment résilient, la succession reviendra à sa trajectoire initiale. Toutefois, il existe un seuil d'irréversibilité au-delà duquel la perturbation est trop intense pour permettre un retour à l'état initial ; la succession dévie durablement vers un état stable alternatif, vers un autre climax. En France tempérée, la plupart des forêts sont gérées depuis des siècles. Pendant longtemps, beaucoup d'entre-elles ont été traitées en taillis ou en taillis-sous-futaie : le régime de perturbations associé à ce traitement contribuait à déterminer la composition floristique des communautés végétales forestières. La conversion des taillis et taillis-sous-futaie en futaie haute, régulière ou irrégulière, dans la seconde moitié du xx^e siècle a provoqué un changement brutal du régime des perturbations, entraînant des changements drastiques de composition végétale : un autre état d'équilibre dynamique s'est mis en place (DECOCQ *et al.* 2004)

Dans un système soumis à une perturbation chronique, comme par exemple le pâturage, la trajectoire dynamique est induite et maintenue par la perturbation ; si celle-ci vient à cesser (par exemple, l'abandon du pâturage), une nouvelle succession va se mettre en place avec, là aussi, des changements majeurs dans la composition floristique. Le pâturage peut ainsi être une perturbation qui dégrade une succession (lorsqu'il intervient sur une communauté végétale qui n'a jamais connu le pâturage, comme la hêtraie à *Fagus orientalis* du versant nord de la chaîne hyrcanienne en Iran) ou au contraire un facteur du maintien d'une communauté végétale stable (lorsqu'il est en place depuis des siècles ou des millénaires, comme par exemple dans les savanes à *Cupressus sempervirens* du versant sud de la chaîne hyrcanienne).

Conclusion : quel avenir pour la phytosociologie ?

En à peu près un siècle d'existence, de nombreuses végétations en Europe et dans le monde ont été étudiées selon la méthode phytosociologique. Bien que les techniques du relevé aient évolué depuis les débuts de cette science, l'accumulation de relevés localisés dans le temps et dans l'espace représente une source inestimable d'informations acquises de manière souvent rigoureuse (DECOCQ 2001). Le traitement de ces relevés par la méthode des tableaux, puis, plus récemment, par des algorithmes statistiques multivariés, a permis de mettre en évidence des invariants compositionnels, qui ont pu être nommés et classés. Cette robustesse est aussi le point faible de la phytosociologie, la syntaxonomie et la synsystème apparaissant étonnantes pour beaucoup et limitant parfois son caractère opérationnel et son utilisation comme outil de connaissance et de gestion des milieux semi-naturels. Comme toute science, la phytosociologie doit évoluer, intégrer les progrès récents d'autres disciplines et, en particulier, se réconcilier avec l'écologie, avec laquelle elle partage les mêmes racines (les ouvrages fondateurs de von Humboldt et de Warming). C'est probablement son plus grand défi pour le XXI^e siècle.

« *Bien connaître pour mieux gérer les végétations de zones humides* » était l'intitulé de cette session du colloque. Bien au-delà des seules zones humides, la phytosociologie reste incontestablement un outil de connaissance et de gestion de choix, mais à certaines conditions dont quelques-unes ont été développées dans cette contribution. Comme outil de typologie des habitats, elle ne doit pas pour autant négliger les processus supra-locaux, actuels et historiques, notamment la dynamique des flores régionales et des paysages. Comme outil de compréhension du fonctionnement des habitats, elle doit se souvenir que les communautés végétales *répondent* aux facteurs d'un environnement changeant **et affectent** le fonctionnement des écosystèmes et, donc, la délivrance de services écosystémiques ; à cet égard, la phytosociologie ne doit pas se contenter de rechercher des invariants compositionnels, mais également des invariants fonctionnels. Comme outil prédictif des successions végétales, elle doit s'affranchir de concepts trompeurs, surtout quand ceux-ci sous-tendent l'absence d'influence humaine, et admettre que hasard et dynamiques chaotiques puissent être plus fréquents que les processus déterministes. S'adapter en environnement changeant et incertain n'est pas que l'apanage des espèces mais aussi celui de toute science.

Bibliographie

- ARAUJO CALÇADA E., CLOSSET-KOPP D., HERMY M & DECOCQ G. 2013. - Streams are efficient corridors for forest species in fragmented landscapes. *Journal of Applied Ecology* **50** : 1152-1160.
- ARAUJO CALÇADA E., LENOIR J., PLUE J., BROECKX L., CLOSSET-KOPP D., HERMY M. & DECOCQ G. 2015. - Spatial patterns of water-deposited seeds control plant species richness and composition in riparian forest landscapes. *Landscape Ecology* **30** : 2133-2146.
- BERTRAND R., LENOIR J., PIEDALLU C., RIOFRIO-DILLON G., DE RUFFRAY P., VIDAL C., PIERRAT J.-C. & GEGOUT J.-C. 2011. Changes in plant community composition lag behind climate warming in lowland forests. *Nature* **479** : 517-520.
- BRAUN-BLANQUET J. & PAVILLARD J. 1928. *Vocabulaire de sociologie végétale, troisième édition*. SIGMA, Montpellier, 23 p.
- CHABRERIE O., LOINARD J., PERRIN S., SAGUEZ R. & DECOCQ G. 2010. - Impact of *Prunus serotina* invasion on understory functional diversity in a European temperate forest. *Biological Invasions* **12** : 1891-1907.
- CHIARUCCI A., ARAUJO M.B., DECOCQ G., BELERKUHNEIN J. & FERNANDEZ-PALACIOS M. 2010. - The concept of Potential Natural Vegetation : an epitaph? *Journal of Vegetation Science* **21** : 1172-1178.
- CLEMENTS F.E. 1916. - *Plant succession. An analysis of the development of vegetation*. Carnegie Institution of Washington, Washington, 512 p.
- CLEMENTS F.E. 1936. - Nature and Structure of the Climax. *Journal of Ecology* **24** : 252-284.
- CONNELL J.H. & SLATYER R.O. 1977 - Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *The American Naturalist* **111** : 1119-1144.
- DARWIN C. 1859. - *On the origin of the species by means of natural selection*. John Murray, London.
- DECOCQ G. 2000. - Apports de l'approche systémique des phénomènes phytodynamiques en phytosociologie forestière, in GÉHU J.-M. (ed), *Les données de la phytosociologie sigmatiste : structure, gestion, utilisation*. J. Cramer, Berlin : 767-788.
- DECOCQ G. 2001. - Importance et limites de l'observation en phytosociologie, in Viret J. (ed), *L'observation dans les sciences*. Editions du CTHS, Paris : 181-191.
- DECOCQ G. 2006. - Determinism, chaos and stochasticity in plant community successions: consequence for phytosociology and conservation ecology, in GAFTA D. & AKEROYD J. (eds), *Nature conservation. Concepts and practice*. Springer, Berlin: 254-266.
- DECOCQ G. 2015. - De l'ethnophytosociologie à l'écologie historique : comprendre les successions secondaires pour gérer la biodiversité, in PEDROTTI F. (ed), *Biodiversity, Ecological processes and Landscape dynamics*. J. Cramer, Berlin : 123-140.
- DECOCQ G. 2016. - Moving from patterns to processes: a challenge for the phytosociology of the 21st century, in Box E. (ed) *Vegetation structure and function at multiples spatial, temporal and conceptual scales*. Springer, Berlin : 407-424.
- DECOCQ G., AUBERT M., ALARD D., DUPONT F., WATTEZ-FRANGER A., DE FOUCAULT B., DELELIS-DUSOLLIER A. & BARDAT J. 2004. - Plant diversity in a managed temperate forest: understory response to two silvicultural systems. *Journal of Applied Ecology* **41** : 1065-1079.
- DELÉAGE J.-P. 1991. - *Histoire de l'écologie. Une science de l'homme et de la nature*. La Découverte, Paris.
- DIAZ, S. & CABIDO M. 2001. - Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology and Evolution* **16** : 646-655.
- DROIN J.-M. 1991. *Réinventer la nature, l'écologie et son histoire*. Desclée de Brouwer, Paris.
- FOUCAULT B. (de) 1986. - *La phytosociologie sigmatiste: une morphophysique*. Faculté de Pharmacie, Lille, 147 p.
- FOUCAULT B. (de) 1995. - À propos des concepts de spectre et de série spectrale en phytosociologie et lichénosociologie. *Documents Mycologiques* **25** : 173-184.
- GILLET F., de FOUCAULT B. & JULVE Ph. 1991. - La phytosociologie synusiale intégrée : objets et concepts. *Candollea* **46** : 315-340.
- GILLET F. & GALLANDAT J.-D. 1996. - Integrated synusial phytosociology: some notes on a new multiscalar approach to vegetation analysis. *Journal of Vegetation Science* **7** : 13-18.

- GILLIAM F.S. 2007. - The ecological significance of the herbaceous layer in temperate forest ecosystems. *Bioscience* **57** : 845-858.
- GLEASON H.A. 1917. - The structure and development of the plant association. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* **43** : 463-481.
- HANSKI I. 1999. - *Metapopulation Ecology*. Oxford University Press, Oxford, USA.
- HERMY M., HONNAY O., FIRBANK L., GRASHOF-BOKDAM C. & LAWESSON J.E. 1999. - An ecological comparison between ancient and other forest plant species of Europe, and the implications for forest conservation. *Biological Conservation* **91** : 9-22.
- HOBBS R.J., HIGGS E. & HARRIS J.A. 2009. - Novel ecosystems: implications for conservation and restoration. *Trends in Ecology and Evolution* **24** : 599-605.
- HUBBELL S.P. 2001. - *A unified neutral theory of biodiversity and biogeography*. Princeton University Press, Princeton, USA.
- HUTCHINSON G.E. 1957. - Concluding Remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* **22** : 415-427.
- JACKSON S.T. & SAX D.F. 2009. Balancing biodiversity in a changing environment: extinction debt, immigration credit and species turnover. *Trends in Ecology and Evolution* **25**: 153-159.
- JAMONEAU A., SONNIER G., CHABRERIE O., CLOSSET-KOPP D., SAGUEZ R., GALLET-MORON E. & DECOCQ G. 2011. - Drivers of plant species assemblages in forest patches among contrasted dynamic agricultural landscapes. *Journal of Ecology* **99** : 1152-1161.
- LAVOREL S. & GARNIER E. 2002. - Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology* **16** : 546-556.
- LAVOREL S., MCINTYRE S., LANDSBERG J. & FORBES T.D.A. 1997. - Plant functional classifications: from general groups to specific groups based on response to disturbance. *Trends in Ecology and Evolution* **17** : 474-478.
- LAWTON J.H. 1987. - Are there assembly rules for successional communities?, in GRAY A.J., CRAWLAY M.J. & EDWARDS P.J. (eds.), *Colonization, succession and stability*. Blackwell, Oxford : 225-244.
- LEIBOLD M.A., HOLYOAK M., MOUQUET N., AMARASEKARE P., CHASE J.M., HOOPES M.F., HOLT R.D., SHURIN J.B., LAW R., TILMAN D., LOREAU M. & GONZALEZ A. 2004. - The metacommunity concept: a framework for multi-scale community ecology. *Ecology Letters* **7** : 601-613.
- LORTIE C.J., BROOKER R.W., CHOLER P., KIKVIDZE Z., MICHALET R., PUGNAIRE F.I. & CALLAWAY R.M. 2004. - Rethinking plant community theory. *Oikos* **107** : 433-438.
- MACARTHUR R.H. & WILSON E.O. 1967. - *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton, USA.
- PÄRTEL M., SZAVA-KOVATS R., ZOBEL M. 2011. Dark diversity: shedding light on absent species. *Trends in Ecology and Evolution* **26** : 124-128.
- RACKHAM O. 1998. - Savanna in Europe, in KIRBY K.J. & WATKINS C. (eds.), *The Ecological History of European Forests*. CABI Publishing, Wallingford : 1-24.
- RAUNKIAER C. 1934. - *The life forms and statistical plant geography*. Clarendon, Oxford, 632 p.
- VERA F.W.M. 2000. - *Grazing ecology and forest history*. CABI Publishing, Wallingford.
- WASOF S., LENOIR J., HATTAB T., JAMONEAU A., GALLET-MORON E., AMPOORTER E., SAGUEZ R., BENSADDEK L., BERTRAND R., VALDÈS A., VERHEYEN K. & DECOCQ G. 2018. - Dominance of individual plant species is more important than diversity in explaining plant biomass in the forest understorey. *Journal of Vegetation Science* **29** : 521-531.
- WEIHER, E., VAN DER WERF A., THOMPSON K., RODERICK M., GARNIER E. & ERIKSSON O. 1999. - Challenging Theophrastus: a common core list of plant traits for functional ecology. *Journal of Vegetation Science* **10** : 609-620.
- ZOBEL M. 1997. - The relative importance of species pools in determining plant species richness: an alternative explanation of species coexistence? *Trends in Ecology and Evolution* **12** : 266-269.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=4qcTU0EvCAo>

Structure phytosociologique des végétations aquatiques spermatophytiques

PHILIPPE JULVE

Université catholique de Lille,
60 Bd Vauban,
F-59016 Lille cedex ;
philippe.julve@univ-catholille.fr



Figure 1
Lisière entre amphiphytes et
hydrophytes
(photo : mijntuin.org).

Des écotones

La figure 1 illustre la transition entre une phytocénose aquatique et une phytocénose amphibie. Horizontalement, l'interface entre les deux phytocénoses en contact constitue un écotone dont il existe de manière générale trois types :

- les écotones de type 1, qui sont constitués par un simple appauvrissement en espèces des écosystèmes en contact ;
- les écotones de type 2, qui présentent, en plus, des espèces ou des communautés spécifiques à l'écotone. C'est ce que l'on observe par exemple pour les lisières forestières, le littoral maritime, etc. Dans ces cas, il arrive que deux « demi-écotones » soient juxtaposés, chacun conservant des caractères des écosystèmes en contact. On peut parler d'un type 2bis. Ainsi le littoral maritime, présente un écotone algal et un écotone spermatophytique, constitués chacun de nombreuses communautés. De même, la lisière forestière complète présentera un manteau ligneux et un ourlet herbacé ;
- les écotones de type 3, qui sont semblables au type 1, mais présentent un phénomène d'expansion d'espèces banales, décrit par les algologues sous le nom d'effet Riou (BELSHER 1977).

Le contact observé sur la figure 1 est plutôt un écotone de type 1, avec effet de superposition des lisières des phytocénoses aquatiques et amphibies.

Résumé

L'auteur définit tout d'abord la spécificité morphologique et anatomique des plantes aquatiques par rapport aux plantes amphibies et plus généralement de zones humides. Il s'intéresse ensuite à la variation des stratégies de vie telles que révélées par les morphologies adaptatives qu'utilisent les différentes sortes de plantes aquatiques. Il est dès lors possible d'élaborer de manière déductive une typologie des groupements végétaux aquatiques, homogène du point de vue des modes de fonctionnement. Cette typologie est comparée aux classifications phytosociologiques les plus couramment proposées et implique la création et la hiérarchisation nouvelle de plusieurs classes, ou confirme et renforce la définition de certaines unités classiques. Ces nouvelles propositions devront être aptes à traduire les différentes conditions de vie des végétaux aquatiques à l'échelle de l'Europe occidentale et au-delà. Une typologie complète jusqu'au niveau association peut ainsi être mise à disposition dans des outils numériques (*baseveg*, *baseflor*) et illustrée par des tableaux phytosociologiques de définition, ainsi que par des données écologiques et des photographies illustratives (*eVeg*).

Abstract

The morphological, anatomical and physiological peculiarities of aquatic plants are described, compared to those of amphibians plants. The differing adaptive morphology of water plants indicates their life strategies. It becomes so possible to produce a functional typology of aquatic plant communities, with a deductive as well as an inductive approach. This typology is compared to classical phytosociological classifications and induces some changes proposals. The phytosociological structure of each class is then compared at European to world scale. A complete typology up to association level may be download through *baseveg* and *baseflor* databases on *telabotanica.org* and *eVeg.net*.

Plantes aquatiques et plantes terrestres

Verticalement, le passage de l'écosystème aquatique à l'écosystème amphibie se traduit par des modifications profondes du contexte physico-chimique des biotopes. L'eau est 775 fois plus dense que l'air ; le transport des solutés, la pression partielle en oxygène est différente entre la phase gazeuse et la phase liquide ; la transmission et l'absorption des radiations solaires sont également différentes (HILD 1963) ; les variations mensuelles de la température sont différentes, avec un tamponnement marqué en fonction de la profondeur d'eau.

Toutes ces importantes différences engendrent des adaptations morphologiques, anatomiques et physiologiques majeures pour les plantes aquatiques, en opposition aux plantes amphibies.

Ainsi, les véritables plantes aquatiques immergées ne possèdent pas de tissus de soutien lignifiés (sclérenchyme), ne possèdent pas de cuticule, ni de stomates. Leurs feuilles sont très peu épaissies afin d'assurer le transport d'oxygène dissous par simple diffusion. Il existe une capacité d'absorption des nutriments au niveau foliaire, ce qui réduit l'influence du système racinaire qui peut même disparaître plus ou moins (cératophylles, élodées, lentilles d'eau...). Des tissus lâches, propices à la circulation des gaz (aérenchymes) peuvent transporter l'oxygène nécessaire au métabolisme respiratoire jusque dans les parties profondes de la plante. Le CO₂ est absorbé sous forme de solutés (TITUS & PAGANO 2017).

Par opposition aux hydrophytes submergés, les hydrophytes flottants (nénuphars, grenouillère, stratiote, potamot nageant, renouée amphibie...) présentent quelques différences, intermédiaires avec les amphiphytes. Ainsi la face supérieure des feuilles de nénuphars présente une cuticule, des stomates (alors que ceux-ci sont situés à la face inférieure des feuilles chez les amphiphytes) et un parenchyme palissadique spécifique. Mais les hydrophytes flottants restent des hydrophytes par leur absence de tissus de soutien et leurs aérenchymes. Enfin, hydrophytes et amphiphytes diffèrent fondamentalement par leur résistance à l'émersion, qui, si elle est longue, fait disparaître les hydrophytes.

Au-delà de leur inclusion possible dans les types biologiques basaux de RAUNKIAER

(1905, 1934), hydrogéophytes, hydrohémicryptophytes et hydrothérophytes peuvent également être subdivisés en fonction de leur morphologies adaptatives selon l'approche de DEN HARTOG & SEGAL (1964).

Ces différences de stratégies de vie, liées à des adaptations morpho-anatomiques spécifiques (les traits d'histoire de vie des auteurs anglo-saxons ou les caractères épharmoniques ; WILLMANN & TÜXEN 1980) et à des conditions écologiques particulières, sont amplement suffisantes pour distinguer des synusies qui nécessitent des relevés séparés et des classifications distinctes, selon l'approche synusiale intégrée (GILLET *et al.* 1981, GILLET & JULVE 2018). Ainsi, on séparera naturellement les amphiphytes des hydrophytes, mais aussi les hydrothérophytes des vivaces (hydrogéophytes et hydrohémicryptophytes).

Il conviendra également de prendre en compte les écophènes, dans la mesure où, par exemple chez les callitriches, on observe sur le terrain trois formes : un écophène rhéophile, vivace, allongé et globalement stérile dans les eaux courantes, un écophène stagnophile, vivace et fleurissant dans les eaux stagnantes peu profondes et un écophène annuel mais fertile, dans les zones exondées des bords de mares. Certains amphiphytes développent également des écophènes rhéophiles en eaux courantes (*Sparganium emersum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Butomus umbellatus*, *Phalaris arundinacea*...).

Comme dans beaucoup de milieux, la morphologie foliaire est très significative. Ainsi les feuilles flottantes des eaux stagnantes sont généralement plus ou moins circulaires, afin de résister à l'enfoncement (*Araceae Lemnoideae* div. sp., *Hydrocharis mors-ranae*, *Nymphoides peltata*, *Nymphaea alba*...), les feuilles submergées dans les eaux stagnantes sont laciniées afin d'augmenter la surface de contact et d'échanges avec le milieu nutritif (*Ranunculus trichophyllum*, *R. circinatus*, *Ceratophyllum* div. sp., tous les potamots annuels à feuilles étroites, quelques potamots vivaces : *Stuckenia pectinata*, *S. filiformis*...), alors que les feuilles des eaux courantes sont rubanées et allongées, voire capillaires pour osciller librement dans le sens de la force du courant d'eau (*Ranunculus penicillatus*, *R. fluitans*...).

De manière intéressante, certaines plantes d'eaux stagnantes présentent les deux types de feuilles flottantes et submergées (*Ranunculus aquatilis*, *R. peltatus*, *R. baudotii*, *Potamogeton gramineus*, *P. natans*...).

L'homogénéité écologique, nécessaire à la délimitation des relevés en domaine aquatique, doit également prendre en compte la profondeur d'enracinement ou d'attache. Ainsi, on peut distinguer :

- aquatique, superficiel [50 cm] (*Callitriche* div. sp., *Ranunculus* div. sp., *Potamogeton* div. sp. annuels à feuilles étroites, *Utricularia* div. sp., etc.) ;
- aquatique, modérément profond [1 m] (*Ranunculus circinatus*, *Ceratophyllum*

div. sp., *Elodea* div. sp., *Nymphoides peltata*, *Chara* div. sp. annuels, *Zanichellia* div. sp., etc.) ;

- aquatique, profond [2-4 m] (*Nymphaea alba*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton* div. sp. vivaces à feuilles larges, *Stuckenia* div. sp., *Myriophyllum* div. sp., etc.) ;
- aquatique, très profond [10 m] (*Chara* div. sp., etc., vivaces).

Comme la plupart des eaux stagnantes sont également l'objet d'une dynamique évolutive liée à l'atterrissement, il est nécessaire de clarifier le rôle des espèces dans la succession des hydrophytes vers les amphiphytes (KLOSOWSKI *et al.* 2004).

Classification phytosociologique

Il est difficile d'effectuer des synthèses phytosociologiques des classes aquatiques, car le matériel publié est dans l'ensemble assez peu fiable, pour plusieurs raisons, dont l'absence de prise en compte des stratégies de vie dans la délimitation des relevés ; l'aire de relevés est souvent inférieure à l'aire minimale, centrée sur une espèce dominante, le plus souvent un clone, et, à cause de la délimitation micro-écologique des relevés, imparfaite : niveaux de profondeur en eaux stagnantes mal distingués et négligence des variations latérales (milieu et bords de rivières) et longitudinales (radiers et mouilles) en eaux courantes. L'épluchage de la littérature allié aux considérations précé-

dentes permet néanmoins de percevoir un système de classification, en partie inductive et en partie déductive.

Le détail des associations de Spermatophytes aquatiques avec leurs synonymes, à l'échelle mondiale, et les espèces caractéristiques des syntaxons de l'Europe occidentale est donné dans *baseveg* et *baseflor* (JULVE 1998 *a* & *b*). On donnera ici seulement les unités supérieures dulçaquicoles afin d'en comparer les structurations. Le lecteur intéressé voudra bien voir également l'appendice nomenclatural à la fin de l'article. À l'échelle mondiale, neuf classes sont renseignées :

- *Nymphaeetea loti* J.-P. Lebrun 1947 (enraciné, vivace, africano-tropical) ;
- *Nelumboetea nuciferae* Julve *class. nov. prov. hoc loco* (enraciné, vivace, asiatico-tropical) ;
- *Cabombo furcatae* – *Nymphaeetea amplae* Borhidi & Del Risco *in* Borhidi, Muñiz & Del Risco *ex* Borhidi 1996 (enraciné, vivace, néotropical) ;
- *Mayacetea fluviatilis* Galán de Mera & Rosa *in* Galán de Mera, Rosa & Cáceres 2002 (enraciné, vivace, néotropical, oligodystrophile), à inclure dans la classe précédente ? ;
- *Pistio stratiotae* – *Eichhornietea crassipedis* O. Bolòs, Cervi & Hatschbach 1991 (flottant, libre, vivace, pantropical) ;
- *Lemnetea minoris* Tüxen *ex* O. Bolòs & Masclans 1955 (flottant, libre, annuel, subcosmopolite) ;
- *Stuckenietea pectinatae* Klika *in* Klika & Novák 1941 *em.* Julve (enraciné, vivace, amphitempéré) ;
- *Najado marinae* – *Potamogetonetea pusilli* Julve (enraciné, annuel, amphitempéré) ;
- *Utricularietea intermedio* – *minoris* W. Pietsch 1965 (flottant, libre, vivace, circumboréal, oligodystrophile).

Seules les quatre dernières classes sont présentes en Europe occidentale et au Maghreb (zones tempérées froides, modales et chaudes) et nous en préciserons ici la structuration interne :

- *Stuckenietea pectinatae* Klika in Klika & Novák 1941 em. Julve
 - *Nymphaeetalia albae* H. Passarge 1978 (profond)
 - *Nymphaeion albae* Oberdorder 1957 (eutrophile, treize ass.)
 - *Hippuridion vulgare* Roig, Anchorena, Dollenz, Faggi & Méndez in Boelcke, Moore & Roig 1985 (mésotrophile, trois ass.)
 - *Utriculario minoris* – *Nymphaeion candidae* Vahle in Preising, Vahle, Brandes, Hofmeister, J. Tüxen & H.E. Weber 1990 (oligodystrophile, trois ass.)
 - *Callitricho hamulatae* – *Ranunculetalia aquatilis* H. Passarge ex Theurillat in Theurillat & al. 2015 em. Julve (peu profond)
 - *Ranunculion aquatilis* H. Passarge 1964 (eutrophile, 23 ass.)
 - *Potamogetonion graminei* V. Westh. & Den Held 1969 (mésotrophile, trois ass.)
 - *Junco bulbosi* – *Potamogetonion polygonifolii* H. Passarge 1996 (oligodystrophile, six ass.)
 - *Ranunculion fluitantis* Neuhäusl 1959 (rhéophile, 17 ass.)
 - *Ruppialia maritimae* J. Tüxen ex Den Hartog & Segal 1964
 - *Ruppion maritimae* Braun-Blanquet ex Westhoff in Bennema & al. 1943 (subhalophile, onze ass.)
 - *Ceratophylletalia demersi* Den Hartog & Segal 1964 ex H. Passarge 1995
 - *Ceratophyllion demersi* Den Hartog & Segal 1964 (hypereutrophile, trois ass.)
- *Najado marinae* – *Potamogetonetea pusilli* Julve
 - *Potamogetonetalia berchtoldii* Julve
 - *Potamogetonion pusilli* Wiegleb ex Vahle in Preising, Vahle, Brandes, Hofmeister, J. Tüxen & H.E. Weber 1990 (superficiel, sept ass.)
 - *Najadion marinae* H. Passarge 1978 (profond, trois ass.)
 - *Najadion guadalupensis* Julve all. nov. prov. hoc loco (profond, une ass.)
- *Utricularietea intermedio* – *minoris* W. Pietsch 1965
 - *Utricularion intermedio* – *minoris* (T. Müll. & Görs 1960) Julve ex Julve (oligodystrophile, deux ass.)
- *Lemnetea minoris* O. Bolòs & Masclans 1955
 - *Lemnetalia gibbae* Landolt 1999 prov. (eurasiatique eutrophile)
 - *Lemnion gibbae* Tüxen & Schwabe in Tüxen 1974 (eutrophile, trois ass.)
 - *Hydrocharition morsus-ranae* Rübel 1933 em. V. Westhoff & Den Held 1969 (mésotrophile, trois ass.)
 - *Lemnion paucicostatae* Miyawaki & J. Tüxen 1960 (japonais, eutrophile, cinq ass.)
 - *Lemno trisulcae* – *Utricularietalia vulgaris* H. Passarge 1978 (eurasiatique oligotrophile)
 - *Lemnion trisulcae* Den Hartog & Segal 1964 (oligotrophile, quatre ass.)
 - *Utricularion vulgaris* H. Passarge 1964 (oligodystrophile, quatre ass.)
 - *Aldrovando vesiculosae* – *Utricularietalia foliosae* Borhidi 1996 (néotropical, oligotrophile)
 - *Aldrovando vesiculosae* – *Utricularion foliosae* Borhidi 1996 (oligodystrophile, trois ass.)
 - *Lemnetalia aequinoctialis* Schwabe-Braun & Tüxen ex Galán de Mera & Navarro 1992 (néotropical, eutrophile)
 - *Azollo caroliniana* – *Salvinion auriculatae* Borhidi & Muñiz in Borhidi, Muñiz & Del Risco 1983 (trois ass.)
 - *Salvinio minimae* – *Lemnion minutae* Landolt 1999 prov. (deux ass.)
 - *Spirodelo intermediae* – *Lemnetalia valdiviana* Eskuche 2004 (néo-austral)
 - *Azollo filiculoidis* – *Lemnion valdiviana* Eskuche 2004 (une ass.)
 - ordo ? (paléotropical)
 - *Salvinion nymphellulae* Julve all. nov. prov. hoc loco (une ass.)

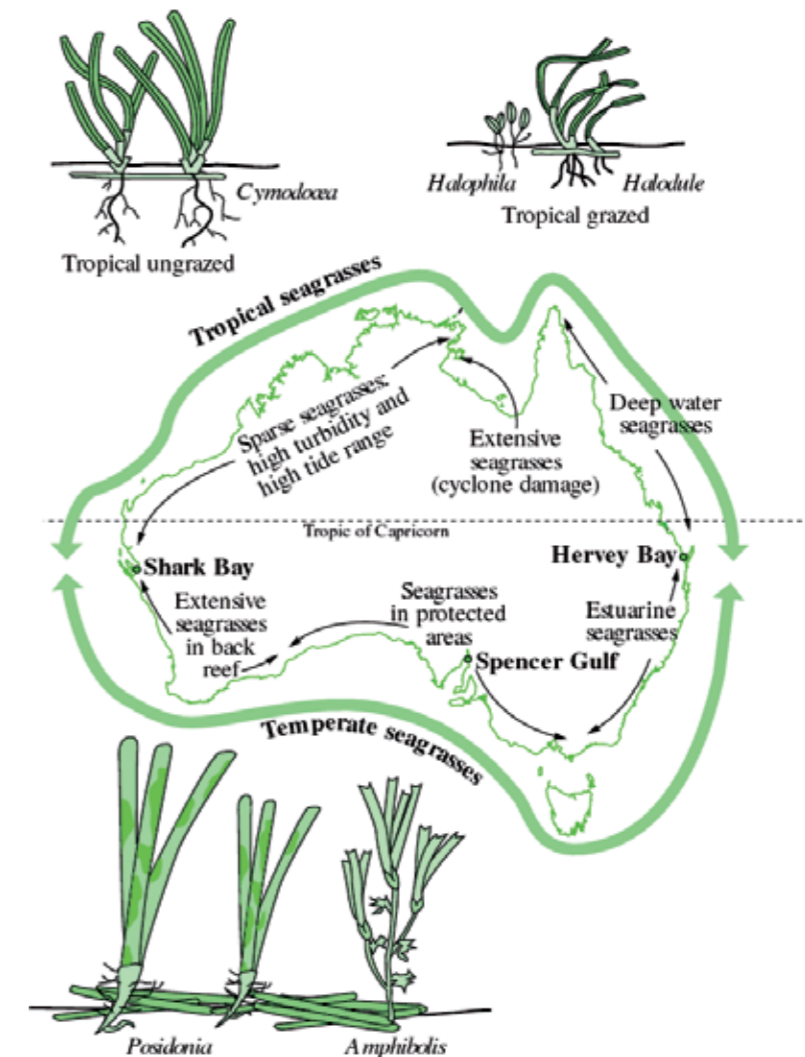
Le cas des phanérogames marines

Enfin pour terminer, il paraît utile de préciser la structure des classes de phanérogames marines. Tout d'abord, il est évident que les phanérogames marines forment des synusies propres associées en phytocénoses avec des groupements algaux. Par exemple, dans l'herbier méditerranéen à posidonies, des algues épiphytes héliophiles peuplent les feuilles alors que des algues épiphytes sciaphiles colonisent la base du rhizome orthotrope et les rhizomes plagiotropes, sous les feuilles. On a alors une structure verticale stratifiée similaire à celle d'une forêt. L'architecture et la structure phytocénotique des classes mondiales de phanérogames marines sont identiques à l'herbier de posidonies. La morphologie générale de ces végétations est imposée par celle de feuilles rubanées, adaptées à la mobilité des eaux, implantées sur des plantes vivaces géophytiques, à rhizomes ancrés dans le substrat.

On recense une classe tempérée modale, les *Zosteretea marinae* Pignatti 1953, qui s'observe du tempéré froid au tempéré modal, le long des côtes atlantico-européennes, mais aussi en mer Noire et en mer Adriatique. Elle est remplacée dans le tempéré chaud méditerranéen par la classe endémique des *Posidonieta oceanicae* Hartog 1976. À l'opposé, existe une classe tropicale *Halodulo wrightii* – *Thalassietea testudinum* Hartog 1976 ex Rivas Mart., Fern. Gonz. & Loidi 1999.

Cette structuration se retrouve en Australie où une classe vicariante comprenant huit espèces de posidonies reste au sud du tropique du Capricorne, donc dans les zones tempérées chaudes (GOBERT *et al.* 2006, LARKUM *et al.* 1989), et est remplacée au nord du tropique, dans les eaux tropicales, par une classe à *Halodule*, *Halophila*, *Cymodocea*, proche sinon identique aux *Halodulo wrightii* – *Thalassietea testudinum* (figure 2).

Figure 2
Distribution des phanérogames marines le long des côtes d'Australie (Carte de W.C. Dennison in *plantsinaction.science.uq.edu.au*).



Bibliographie

- BELSHER T. 1977. - *Analyse des répercussions de pollutions urbaines sur le macrophytobenthos de Méditerranée (Marseille, Port-Vendres, Port-Cros)*. Thèse Doctorat 3^e cycle, Univ. Aix-Marseille.
- DEN HARTOG C. & SEGAL S. 1964. - A new classification of the water-plant communities, *Acta Bot. Neerl.* **13** : 367-393.
- GILLET F., de FOUCAULT B. & JULVE Ph., 1991. - La phytosociologie synusiale intégrée : objets et concepts. *Candollea* **46** : 315-340.
- GILLET F. & JULVE Ph. 2018. - The integrated synusial approach to vegetation classification and analysis. Special Issue on Vegetation Classification Approaches. *Phytocoenologia* **48** : 141-152.
- GOBERT S., CAMBRIDGE M.L., VELIMIROV B., PERGENT G., LEPOINT G., BOUQUEGNEAU J.-M., DAUBY P., PERGENT-MARTINI C. & WALKER D.I. 2006. - Biology of Posidonia. In : A.W.D. LARKUM *et al.* (eds.), *Seagrasses: biology, ecology and conservation* : 387-408.
- HILD J. 1963. - Die mikroklimatischen Verhältnisse in der wassernahen Luftschicht. *Hydrobiologia* **21** (3-4) : 342-354.
- JULVE Ph., 1993. - Synopsis phytosociologique de la France (communautés de plantes vasculaires). *Lejeunia*, N.S., **140** : 1-160.
- JULVE Ph., 1997. - Some comments on the present code of Phytosociological nomenclature. *Folia Geobot. Phytotax.* **32** : 407-410.
- JULVE Ph. 1998 ff.a. - baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la Flore de France. [version 20/11/2018]. Programme Catminat. <http://www.tela-botanica.org>.
- JULVE Ph. 1998 ff.b. - baseveg. Répertoire synonymique des unités phytosociologiques du Monde. [version 10/04/2018]. Programme Catminat. <http://www.tela-botanica.org>.
- KLIKA J. & V. NOVAK 1941. - *Praktikum rostlinné sociologie, puzoznalství, klimatologie a ekologie*. Praha.
- KLOSOWSKI S., TOMASZEWICZ G.H. & TOMASZEWICZ H. 2004. - Long term changes in aquatic and swamp vegetation in selected lakes of Sejny lake district. *Teka Kom. Ochr. Kyzt. Srod. Przynr.* **1** : 102-109.
- LARKUM A.W.D., MAC COMB A.J. & SHEPHERD S.A. (eds), 1989. - *Biology of the Seagrasses. A Treatise on the Biology of Seagrasses with Special Reference to the Australian Region*. Elsevier, Amsterdam.
- RAUNKIAER C. 1905. - Types biologiques pour la géographie botanique. *Oversigt over Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Forhandling* : 347-438.
- RAUNKIAER C. 1934. - *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*, (being the collected papers of C. Raunkiaer. Translated by H. Gilbert-Carter, A. Fausbøll, and A. G. Tansley. Oxford University Press, Oxford. Reprinted 1978).
- TITUS J.E. & PAGANO A.M. 2017. - Carbon dioxide and submersed macrophytes in lakes: linking functional ecology to community composition, *Ecology* **98** (12) : 3 096-3 105.
- WILMANN O. & TÜXEN R. (eds), 1980. - Epharmonie. *Berichte über die internationalen Symposium der I.V.V. (1979)*, Cramer, Vaduz, 462 p.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=grZCNiHFc8>

Appendice nomenclatural

Nous pensons l'édition d'un code de nomenclature phytosociologique prématurée et très critiquable dans ses éditions successives (voir JULVE 1997). Néanmoins, pour maintenir une certaine homogénéité de ces actes, nous avons accepté de rédiger un appendice répondant aux exigences de ce code.

Stuckenieta pectinatae Klika in Klika & Novák 1941 *em. Julve hoc loco*

Cette classe, publiée par KLIKA & NOVAK (1941), est amendée pour en exclure les végétations annuelles pionnières à potamots à feuilles étroites. Cet amendement, publié électroniquement dans *baseveg* en 2004, base de données en ligne et facilement accessible, est validé ici par une publication imprimée. Elle comprend des herbiers aquatiques holarctiques, vivaces, enracinés, des eaux douces à saumâtres. La seule espèce caractéristique présente sur l'ensemble de l'aire et dans tous les ordres semble être *Stuckenia pectinata*, les potamots à feuilles larges et les myriophylles sont plutôt caractéristiques d'ordre.

Les *Callitricho hamulatae* – *Ranunculetalia aquatilis* H. Passarge ex Theurillat in Theurillat & al. 2015 *em. Julve hoc loco* représentent un ordre d'herbiers aquatiques vivaces, enracinés, européens, des eaux douces à saumâtres, peu profondes. La redéfinition par rapport à Passarge exclut les groupements annuels et précise les noms d'espèces et le contenu de l'ordre en unités. Présentée originellement dans la publication électronique *baseveg* en 2004, elle fait ici l'objet d'une publication imprimée. Les espèces caractéristiques d'ordre sont : *Callitriche brutia*, *C. cophocarpa*, *C. hamulata*, *C. obtusangula*, *C. palustris*, *C. platycarpa*, *C. stagnalis*, *Groenlandia densa*, *Egeria densa*, *Elodea callitrichoides*, *E. canadensis*, *E. nuttallii*, *Lagarsiphon major*, *Ranunculus trichophyllus*, *Zanichellia palustris*.

Najado marinae – *Potamogetonetea pusilli* Julve *class. nov. hoc loco*

Cette classe créée en 2004 dans *baseveg*, publication électronique en ligne, est validée ici avec l'ordre holotypus *Potamogetonalia berchtoldii* Julve *ord. nov. hoc loco*, dont l'alliance typus est le *Potamogetonion pusilli* Wiegand ex Vahle in Preising, Vahle, Brandes, Hofmeister, J. Tüxen & H.E. Weber 1990, avec comme ass. type le *Potamogetonum berchtoldii* Krasovskaya 1959. Elle groupe des herbiers dulçaquicoles holarctiques, annuels, enracinés, pionniers. Les espèces caractéristiques d'ordre et d'alliance en sont : *Potamogeton acutifolius*, *P. berchtoldii*, *P. compressus*, *P. friesii*, *P. obtusifolius*, *P. pusillus*, *P. rutilus*, *P. trichoides*, *Najas flexilis*, *N. gracillima*, *N. graminea*, *N. marina*, *N. marina* subsp. *marina*, *N. marina* subsp. *armata*, *N. marina* subsp. *intermedia*, *N. minor*.

Utricularion intermedio – *minoris* (T. Müll. & Görs 1960) Julve *ex Julve all. nov. hoc loco*. La conception de cette alliance, proposée provisoirement par JULVE (1993) est validée ici. Elle est restreinte aux groupements vivaces et donc exclut les végétations à *Utricularia vulgaris* et *U. australis*, lesquelles rentrent dans les *Lemnetea*. L'association typus est l'*Utricularietum intermedio* - *minoris* (Pietsch 1965) Krausch 1968. Les espèces caractéristiques de l'alliance sont : *Utricularia bremii*, *U. intermedia*, *U. minor*, *U. ochroleuca*, *U. stygia*.

Les communautés végétales aquatiques des zones humides en Algérie : cas des lacs d'eau douce du Parc national d'El-Kala

YAMINA KADID

École nationale supérieure
agronomique,
Laboratoire de Conservation,
gestion et amélioration des
écosystèmes forestiers,
Alger,
Algérie ;
y.kadid@ensa.dz

Introduction

Selon la Direction générale des forêts (DGF) et suivant le rapport de la *Stratégie nationale de gestion écosystémique des zones humides d'Algérie* (2016), l'Algérie compte 2 375 zones humides (2 056 zones humides d'origine naturelles et 319 d'origine artificielle), dont 50 sites Ramsar d'importance internationale.

La région d'El-Kala, considérée comme l'une des plus arrosées de l'Algérie, recèle un important éco-complexe de zones humides de renommée internationale. Ce complexe constitue un remarquable réservoir de biodiversité dans le Bassin méditerranéen et compte parmi les plus importants du Maghreb par sa diversité, son étendue et son écologie.

Selon les données recueillies auprès de la station météorologique d'El-Kala de 1971 à 2009 (KADID, 2010), la région d'El-Kala, au climat de type méditerranéen, avec une température moyenne annuelle de 18,4 °C, présente une période sèche longue de quatre mois, peu accentuée et s'étalant de la fin avril à la fin août. Le mois de janvier est le mois le plus froid avec une moyenne des minima de 9 °C et le mois d'août, le plus chaud, avec une moyenne des maxima de 29,7 °C.

La pluviométrie moyenne annuelle atteint 762,3 mm. La zone connaît un maximum de précipitations en automne et en hiver et un minimum en été. La valeur maximale de pluie est enregistrée au mois de novembre avec 118,5 mm et la valeur minimale au mois de juillet avec 4,8 mm. Le régime pluvieux saisonnier calculé sur la base des quantités de pluies hivernales, printanières, estivales et automnales est de type HAPE.

Enfin, la station météorologique d'El-Kala, représentative de toute la zone étudiée, se situe dans l'étage bioclimatique subhumide variante à hiver chaud à la limite de l'étage humide.

Situé à l'extrême nord-est du pays, entièrement localisé dans la wilaya d'El-Tarf, le Parc national d'El-Kala (PNEK) est limité au nord par la mer Méditerranée, à l'est par la frontière algéro-tunisienne, à l'ouest par la plaine d'El-Tarf et le marais de la Mekhada, et au sud par les Monts de la Medjerda.

Choisi comme cadre d'étude, ce parc offre des conditions écologiques particulières où divers lacs, lagune, marais et marécages constituent des habitats favorables au développement des macrophytes aquatiques composés d'hydrophytes et d'hélophytes, formant des associations végétales originales et diversifiées.

Résumé

Ce travail de recherche correspondant à une étude géobotanique et phytosociologique constitue une contribution majeure pour la connaissance et l'évaluation du patrimoine naturel de la région d'El-Kala. Il présente les résultats de l'analyse d'une matrice de 569 relevés et 80 espèces. L'analyse syntaxonomique, constitue la partie la plus importante de ce travail. Cette approche fondée sur un très important travail de terrain et une bonne connaissance de la flore vasculaire, permet une description phytocénocotique actuelle et détaillée de la végétation des lacs étudiés. Réparties dans 4 classes, 5 ordres, 7 alliances, 2 sous-alliances, 20 associations végétales sont décrites, parmi lesquelles 15 sont nouvelles pour la science. Cette proportion importante de nouvelles associations végétales montre l'apport essentiel de ce travail à la connaissance du patrimoine phytocénocotique des lacs en Algérie. L'analyse de la diversité végétale permet de préciser les caractéristiques taxonomiques, biologiques et phytogéographiques des cortèges floristiques de la dition. De même, l'analyse des facteurs de menaces et de raretés de la flore et des phytocénoses, permet de déboucher sur des propositions dans le domaine de la conservation de la biodiversité et de la protection réglementée de la flore et des associations végétales menacées.

Abstract

Aquatic vegetation communities in wetlands in Algeria: case of freshwater lakes in El-Kala National Park

This geobotanical and phytosociological study constitutes a major contribution for the knowledge and evaluation of the natural heritage of the El-Kala region. It presents the results of the analysis of a matrix of 569 relevés and 80 species. The syntaxonomical analysis is the most important part of this work. This approach based on a very important field work and a good knowledge of the vascular flora, allows a current and detailed phytocénocot description of the vegetation of the lakes studied. Spread into 4 classes, 5 orders, 7 alliances, 2 sub-alliances, 20 plant associations are described, of which 15 are new to science. This important proportion of new plant associations shows the essential contribution of this work to the knowledge of the phytocénocot heritage of lakes in Algeria. The analysis of plant diversity allows to specify the taxonomic, biological and phytogeographical characteristics of the floristic processions of the edition. Similarly, the analysis of threats and rarity of flora and phytocénoses, leads to proposals in the field of conservation of biodiversity and the regulated protection of flora and threatened plant associations.

Matériel et méthodes

La présente étude sur la végétation aquatique des zones humides du PNEK a été réalisée au sein des trois lacs permanents d'eau douce, les lacs Tonga, Oubeira et Bleu (Fig. 1).



Figure 1
Zone d'étude.

Le lac Tonga constitue l'élément le plus à l'Est du complexe de zones humides de la région d'El-Kala. Occupant une large dépression côtière de 2 800 ha, à 3 m au-dessus du niveau de la mer, le lac est situé à 36°53 N et 8°31 E, à 5 km à l'est d'El-Kala, à 6 km à l'ouest d'Oum-Teboul et à 10 km, en ligne droite, au nord-est du lac Oubeira. À l'Est, au Sud et à l'Ouest, le lac est bordé par les derniers contreforts de la Kroumirie, couverts de forêts de Chêne liège. Au Nord, ce sont les dunes maritimes fixées par un maquis dense de Chêne kermès qui le séparent de la mer à 3 km de distance.

Le lac Oubeira, presque circulaire, mesure 5 ou 6 km du Nord au Sud et 5 km d'Est en Ouest. Il remplit une légère cuvette de 2 200 ha et de 3 m de profondeur et présente 19 km de rives. Situé à 36°50 N et 08°23 E à 3 km à vol d'oiseau de la mer Méditerranée, à 4 km au sud-ouest de la ville d'El-Kala, le lac Oubeira s'insère entre le lac Mellah et le lac Tonga. Cette dépression, de 25 m d'altitude, s'insère au centre d'un cirque de collines de nature argilo-gréseuse, couvertes de forêts.

Le lac Bleu est une dépression interdunaire située au nord-est du lac Mellah à 8°20 E et 36°53 N. Il est limité, au Nord par Koudiat El Rhâr qui le sépare de la Méditerranée située à plus de 500 m, les eaux du lac Bleu remplissent une petite cuvette ovoïde large de 165 m dans sa plus grande largeur et longue de 240 m dans sa plus grande longueur. Ce

plan d'eau de 3 ha, présente une circonférence de 653 m et une profondeur maximale de 3,15 m.

L'échantillonnage a été réalisé de manière systématique le long de transects sur lesquels des relevés sont effectués. Cette technique permet de recenser l'ensemble des espèces aquatiques et la plupart des espèces subaquatiques présentes dans une station homogène. Nous avons recensé l'ensemble des taxons présents dans la zone immergée pendant au moins 40 % de l'année, comme le préconisent HOLMES & WITTON (1977) et HAURY (1988). L'inventaire est réalisé pendant la saison estivale.

La flore recensée a été identifiée à l'aide de la *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales* (QUÉZEL & SANTA 1962-1963). La nomenclature botanique utilisée est celle de l'index synonymique de l'Afrique du Nord (DOBIGNARD & CHATELAIN 2010-2013). La classification botanique adoptée est celle de la quatrième version de la classification phylogénétique établie par The Angiosperms Phylogeny Group ou APG IV (2016).

Des relevés de végétation ont été réalisés pour chaque phytocénose rencontrée le long des transects selon la méthode sigmatiste (GUINOCHET 1973 ; GÉHU & RIVAS-MARTINEZ 1981) sur des surfaces identifiées en fonction de leur homogénéité physiologique et floristique.

Les relevés ont été traités successivement par l'analyse factorielle des correspondances (AFC), complétée par une classification ascendante hiérarchique ou CAH et par la méthode phytosociologique.

Pour l'étude syntaxonomique des groupements, nous adoptons le synsystème décrit pour les *Lemnetea* par ROYER *et al.* (2006)

pour la classification des syntaxons identifiés dans cette classe. Pour les herbiers aquatiques des *Potametea*, les roselières des *Phragmito-Magnocaricetea* et les forêts riveraines humides des *Salici purpureae-Populetea nigrae*, nous adoptons le schéma syntaxonomique proposé par RIVAS-MARTINEZ *et al.* (2001-2002).

Résultats

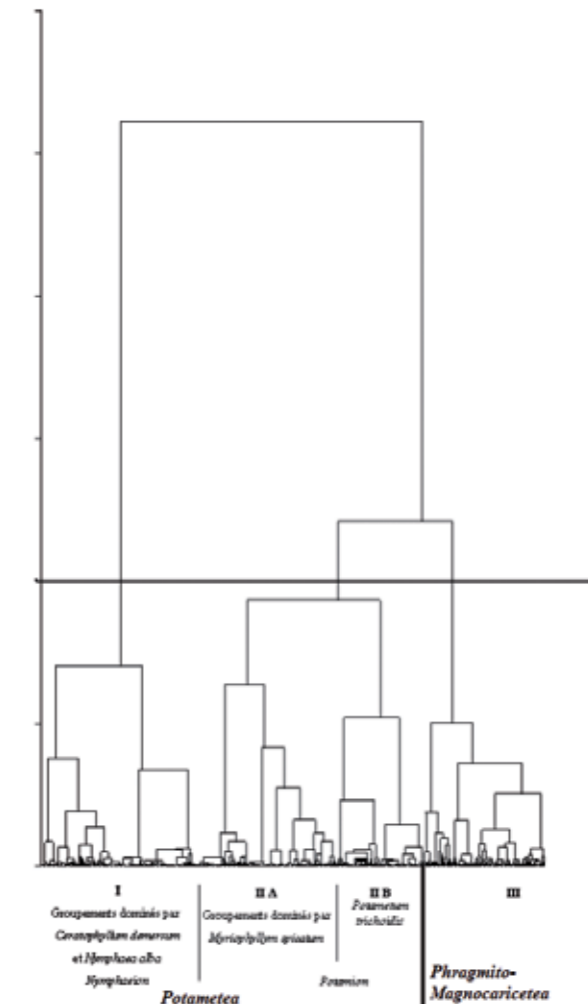
Analyse numérique des données

Le traitement numérique a porté sur une matrice de 569 relevés et 80 espèces. Le logiciel utilisé est M.V.S.P. version 3.1 de 1999 (KOVACH 1999 et 2002).

La représentation graphique des relevés, leur caractérisation physiologique (première et deuxième espèces dominantes) et l'ordination des relevés par la CAH ont permis la mise en évidence de différents ensembles de relevés et des groupements végétaux correspondants.

L'analyse numérique a permis d'individualiser, quatre ensembles de relevés (Fig. 2). Les trois premiers ensembles (I, II A et II B) correspondent aux phytocénoses aquatiques dominées par les hydrophytes submergées et flottantes relevant de la classe des *Potametea* Klika in Klika & V. Novák 1941 tandis que le quatrième (Ensemble III) correspond aux roselières dominées par les hélophytes relevant de la classe des *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika & V. Novák 1941.

Figure 2
Classification hiérarchique des relevés.



Analyse phytosociologique

L'analyse phytosociologique, en identifiant les combinaisons spécifiques à l'aide des tableaux phytosociologiques, a permis de décrire, pour les trois lacs d'eau douce du Parc national d'El-Kala, la composition exacte de la végétation aquatique.

L'étude syntaxonomique des végétations aquatiques des lacs, Tonga, Oubeira et Bleu a permis de recenser 28 phytocénoses représentées par 20 associations végétales et 8 sous-associations.

Hormis sept associations nouvelles de la classe des *Potametea* déjà publiées (KADID *et al.* 2007), ce travail a conduit à l'identification d'un autre groupement pour cette classe.

Il a permis de décrire aussi, une association de la classe des *Lemnetea*, sept nouvelles associations des *Phragmito-Magnocaricetea* et une nouvelle association de la classe des

Salici purpureae-Populetea nigrae (Rivas-Mart. et Cantó ex Rivas-Mart. et al. 1991) Rivas-Mart. et Canto in Rivas-Mart. et al. 2002.

Nous constatons une importante représentativité de la classe des *Potametea* dans laquelle on dénombre dix associations sur les vingt recensées dans le cadre de ce travail. Ceci montre la relative stabilité des milieux aquatiques échantillonnés. En effet, les groupements d'hydrophytes, particulièrement sensibles aux niveaux d'eau, trouvent dans ces sites des conditions écologiques favorables à leur développement.

Au terme de cette analyse, nous reconnaissons dans ces végétations aquatiques, 4 classes, 5 ordres, 7 alliances, 2 sous-alliances et 20 associations avec 9 sous-associations, soit 47 unités syntaxonomiques, classées selon le schéma syntaxonomique suivant :

Lemnetea Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955

- Lemnetalia minoris* Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955
- Lemnion minoris* Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955
- Lemno minoris-Wolffietum arrhizae* Miyawaki et J. Tüxen 1960

Potametea Klika in Klika & V. Novák 1941

- Utricularietalia* Den Hartog & Segal 1964
- Ceratophyllion demersi* Den Hartog & Segal ex Passarge 1996
- Utriculario australis-Ceratophylletum demersi* Kadid, Thébaud, Pétel & Abdelkrim 2007
- Lemno minoris-Ceratophylletum demersi* (Hilbig 1971) Passarge 1995
- Potametalia* Koch 1926
- Potamion* (Koch 1926) Libbert 1931
- Potametum trichoidis* (Freitag, Markus & Schwippl 1958) R. Tüxen 1965
- typicum*
- myriophylletosum spicati* Kadid, Thébaud, Pétel & Abdelkrim 2007
- myriophylletosum alterniflori* Kadid, Thébaud, Pétel & Abdelkrim 2007
- ceratophylletosum demersi subass. nov.*
- Potamo pectinati-Myriophylletum spicati* Rivas Goday 1964 corr. Conesa 1990
- Potametum lucento-pectinati* Kadid, Thébaud, Pétel & Abdelkrim 2007 *nom. cor.*
- Ceratophyllo demersi-Potametum lucentis* (Hueck 1931) *em.* Passarge 1994
- Nymphaeion albae* Oberdorfer 1957
- Myriophyllo spicati-Trapetum natantis ass. nov.*
- Myriophyllo spicati-Nymphaeetum albae* Kadid, Thébaud, Pétel & Abdelkrim 2007
- Ceratophyllo demersi-Nymphaeetum albae* Kadid, Thébaud, Pétel & Abdelkrim 2007
- Ranunculion aquatilis* Passarge 1964
- Potamo pectinati-Ranunculetum aquatilis* Kadid, Thébaud, Pétel & Abdelkrim 2007

Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika & V. Novák 1941

- Phragmitetalia* Koch 1926
- Phragmition australis* Koch 1926
- Phragmitenion australis* Rivas-Martínez in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

- Lythro salicariae-Phragmitetum australis ass. nov. typicum*
- potametosum lucentis subass. nov.*
- thelypteridetosum palustris subass. nov.*
- Potamo lucentis-Typhetum angustifoliae ass. nov.*
- Potamo lucentis-Iridetum pseudacori ass. nov.*
- Potamo lucentis-Schoenoplectetum lacustris ass. nov.*
- Irido pseudacori-Schoenoplectetum lacustris ass. nov.*
- Myriophyllo spicati-Schoenoplectetum lacustris ass. nov.*
- Irido pseudacori-Sparganietum neglectae ass. nov.*
- Bolboschoenenion maritimi* Rivas-Martínez in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

Damasonio alismae-Bolboschoenetum maritimi ass. nov.

Salici purpureae-Populetea nigrae (Rivas-Martínez & Cantó ex Rivas-Martínez, Báscones, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi 1991) Rivas-Martínez, Fernando-González, Loidi, Lousã & Penas 2002

- Salicetalia purpureae* Moor 1958
- Salicion pedicellatae* Galán, A.V. Pérez & Cabezudo in A.V. Pérez, Galán, P. Navas, D. Navas, Y. Gil & Cabezudo 1999
- Lythro salicariae-Salicetum pedicellatae ass. nov.*
- caricetosum pseudocyperi subass. nov.*
- caricetosum elatae subass. nov.*

Le tableau synoptique ci-après (Tableau 1) montre qu'au sein des syntaxons, la compétition interspécifique conduit à une stratification des espèces et à une interpénétration des groupements qui aboutit à une structure en écailles de la végétation. La complexité de la structure rend délicate l'analyse phytosociologique.

Tableau 1
Tableau synoptique des communautés végétales aquatiques des lacs d'eau douce du Parc national d'El-Kala.

Classe	S-P	P-M								P								L			
Syntaxon n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Nombre de relevés / syntaxon	16	26	30	13	19	12	14	16	13	27	13	7	22	11	86	14	12	7	60	10	
Nombre d'espèces / syntaxon	25	28	25	31	29	35	35	29	17	12	9	14	22	18	30	22	14	9	37	16	
<i>Salix pedicellata</i>	V																				
<i>Lythrum salicaria</i>	V	r																			
<i>Phragmites australis</i>		V	r																		
<i>Bolboschoenus maritimus</i>			V																		
<i>Damasonium alisma</i>				V																	
<i>Sparganium neglectum</i>					V																
<i>Iris pseudacorus</i>						V															
<i>Typha angustifolia</i>							V														
<i>Schoenoplectus lacustris</i>								V													
<i>Potamogeton lucens</i>									V												
<i>Myriophyllum spicatum</i>										V											
<i>Trapa natans</i>											V										
<i>Potamogeton pectinatus</i>												V									
<i>Ranunculus aquatilis</i>													V								
<i>Nymphaea alba</i>														V							
<i>Ceratophyllum demersum</i>															V						
<i>Lemna minor</i>																V					
<i>Utricularia australis</i>																	V				
<i>Potamogeton trichoides</i>																		V			
<i>Wolffia arrhiza</i>																				V	

S-P : *Salici purpureae-Populetea nigrae* P-M : *Phragmito-Magnocaricetea* P : *Potametea* L : *Lemnetea*

1. *Lythro salicariae-Salicetum pedicellatae ass. nov.*
2. *Lythro salicariae-Phragmitetum australis ass. nov.*
3. *Damasonio alismae-Bolboschoenetum maritimi ass. nov.*
4. *Irido pseudacori-Sparganietum neglectae ass. nov.*
5. *Irido pseudacori-Schoenoplectetum lacustris ass. nov.*
6. *Potamo lucentis-Iridetum pseudacori ass. nov.*
7. *Potamo lucentis-Typhetum angustifoliae ass. nov.*
8. *Potamo lucentis-Schoenoplectetum lacustris ass. nov.*
9. *Myriophyllo spicati-Schoenoplectetum lacustris ass. nov.*
10. *Myriophyllo spicati-Trapetum natantis ass. nov.*
11. *Potamo pectinati-Myriophylletum spicati* Rivas Goday 1964 corr. Conesa 1990
12. *Potamogeton trichoides* (Freitag, Markus & Schwippl 1958) R. Tüxen 1965
13. *Potamo pectinati-Ranunculetum aquatilis* Kadid, Thébaud, Pétel & Abdelkrim 2007
14. *Myriophyllo spicati-Nymphaeetum albae* Kadid, Thébaud, Pétel & Abdelkrim 2007
15. *Ceratophyllo demersi-Nymphaeetum albae* Kadid, Thébaud, Pétel & Abdelkrim 2007
16. *Ceratophyllo demersi-Potamogeton lucentis* (Hueck 1931) *em.* Passarge 1994
17. *Lemno minoris-Ceratophylletum demersi* (Hilbig 1971) Passarge 1995
18. *Utriculario australis-Ceratophylletum demersi* Kadid, Thébaud, Pétel & Abdelkrim 2007
19. *Potamogeton lucento-pectinati* Kadid, Thébaud, Pétel & Abdelkrim 2007 *nom. cor.*
20. *Lemno minoris-Wolffietum arrhizae* Miyawaki et J. Tüxen 1960

Analyse de la phytodiversité

La flore recensée qui comporte 80 espèces réparties en 56 genres et 37 familles représente 23 % de l'ensemble des plantes aquatiques de la flore d'Algérie. Les familles les plus riches en taxons sont les *Poaceae*, les *Cyperaceae* et les *Polygonaceae*.

Parmi les plantes aquatiques ainsi répertoriées, nous avons une algue *Chara delicatula* (*Characeae*), deux hépatiques de la famille des *Ricciaceae* (*Marchantiopsida*), *Riccia fluitans* et *Ricciocarpus natans*, et trois ptéridophytes, à savoir, *Marsilea diffusa*, *Osmunda regalis* et *Thelypteris palustris*.

Tous les taxons, connus de l'Algérie, de la famille des *Ceratophyllaceae* (*Ceratophyllum demersum* et *C. submersum*) et celle des *Haloragaceae* (*Myriophyllum alterniflorum*, *M. spicatum* et *M. verticillatum*) font partie de cet inventaire floristique.

Par ailleurs, parmi les espèces inventoriées, plusieurs trouvent dans les zones humides d'El-Kala, leur unique station en Algérie. Il s'agit de : *Ricciocarpus natans*, *Marsilea diffusa*, *Alternanthera sessilis*, *Bidens tripartita*, *Carex elata*, *Carex pseudocyperus*, *Ceratophyllum submersum*, *Cladium mariscus*, *Myriophyllum alternifolium*, *Nymphaea alba*, *Polygonum senegalense*, *Rumex palustris*, *Trapa natans* et *Utricularia exoleta*. Leur phytogéographie se limite à cette région selon QUÉZEL & SANTA (1962-1963).

Certains taxons ne persistent que dans un seul site. C'est le cas de *Ricciocarpus natans* et *Marsilea diffusa* exclusives au lac Tonga et *Trapa natans* au lac Oubeira.

Sur la base des chiffres obtenus, les lacs d'eau douce du Parc national d'El-Kala, recueillent 45 % des familles et 14 % des genres recensés dans le Monde. Ces valeurs soulignent la richesse et la diversité des plantes aquatiques mais aussi la haute valeur patrimoniale de ces zones humides.

Cette flore est caractérisée par la présence, en plus des taxons d'origine méditerranéenne, d'éléments septentrionaux et tropicaux remarquables, respectivement à raison de 33,3 % et 14,3 %. Cette diversité phytogéographique confère à la flore macrophytique de la région, une originalité et une valeur patrimoniale incontestable. Ceci s'explique par la position originale de la région d'El-Kala en Méditerranée centrale (à la croisée des grands biomes tempérés, tropicaux

et orientaux) et sa situation au sein du Maghreb, ensemble géographique isolé entre mer et désert

La rareté des espèces constitue un critère important de l'évaluation de la diversité biologique. Des 80 plantes aquatiques répertoriées 38 espèces, soit 47,5 %, font partie de la catégorie des espèces rares. Ce taux élevé met l'accent sur l'originalité floristique des communautés végétales aquatiques. La rareté de ces espèces est due à la rareté des milieux où elles se développent.

Le spectre biologique montre la dominance des espèces structurantes des milieux aquatiques : héliophytes et hydrophytes. Ceci montre la bonne stabilité des écosystèmes étudiés qui présentent un état d'équilibre. Les communautés végétales des zones humides d'El-Kala comprennent aussi quelques phanérophytes, hémicryptophytes et thérophytes. Ces dernières témoignent aussi de l'atterrissement des zones humides.

Concernant son origine biogéographique, la flore aquatique des zones humides d'El-Kala se compose de 38,1 % d'espèces cosmopolites et à large répartition, de 33,3 % de septentrionales, et en parts égales (14,3 %) de méditerranéennes au sens large et de tropicales au sens large.

La flore des communautés végétales aquatiques est dominée par les espèces à large répartition et cosmopolites et septentrionales. La flore recensée présente une seule espèce endémique, *Rumex algeriensis*, rencontrée uniquement au lac Tonga.

L'étude phytosociologique a permis de décrire 27 phytocoénoses aquatiques relevant d'associations ou de sous-associations. Le lac Tonga présente 24 syntaxons, le lac Bleu en comporte 8 tandis que le lac Oubeira n'accueille qu'une seule association.

Parmi les 27 phytocoénoses reconnues, 18 associations et sous-associations se rencontrent au lac Tonga, soit 67 % de l'ensemble des communautés végétales aquatiques ; deux sous-associations sont exclusives au lac Bleu soit 7 % (*Lythro salicariae-Phragmitetum australis thelypteretosum palustris* et *Lythro salicariae-Salicetum pedicellatae caricetosum elatae*) et une association se confine au lac Oubeira (*Myriophyllo-Trapetum natantis*).

Le lac Tonga constitue le site le plus riche en taxons et syntaxons. Cette richesse floristique s'explique par la superficie importante du lac, par la diversité des associations végétales aquatiques qui s'y trouvent et surtout par la relative stabilité des conditions

écologiques. La plupart de ces groupements sont bien conservés. Les principaux types de végétations caractéristiques des zones humides s'y rencontrent : herbiers aquatiques flottants, herbiers aquatiques submergés et roselières.

Conservation de la phytodiversité

L'analyse de la phytodiversité a permis de faire ressortir une liste de 40 espèces (Tableau 2) que nous considérons comme rares et de haute valeur patrimoniale qui méritent des mesures conservatoires et le statut d'espèces protégées car elles sont en danger de disparition à cause de perturbations que subissent les zones humides.

Tableau 2
Liste des espèces d'eau douce à protéger.

Famille	Espèces	Famille	Espèces
Amaranthaceae	<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R. Br. ex DC.	Onagraceae	<i>Epilobium tetragonum</i> subsp. <i>tournefortii</i> (Michalet) Lév.
Apiaceae	<i>Helosciadium crassipes</i> W.D.J. Koch	Osmundaceae	<i>Osmunda regalis</i> L.
Asteraceae	<i>Bidens tripartita</i> L.	Poaceae	<i>Leersia hexandra</i> Sw.
Betulaceae	<i>Ainus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	Poaceae	<i>Setaria obtusifolia</i> (Delle) Morrone
Callitricaceae	<i>Callitriche hermaphrodita</i> auct.	Poaceae	<i>Paspalum distichum</i> L.
Ceratophyllaceae	<i>Ceratophyllum submersum</i> L.	Polygonaceae	<i>Persicaria amphibia</i> (L.) Delarbre
Cyperaceae	<i>Carex elata</i> All.	Polygonaceae	<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Delarbre
Cyperaceae	<i>Carex pseudocyperus</i> L.	Polygonaceae	<i>Persicaria senegalensis</i> (Meisn.) Soják
Cyperaceae	<i>Cladium mariscus</i> (L.) Pohl	Polygonaceae	<i>Rumex algeriensis</i> Barratte & Murb.
Cyperaceae	<i>Schoenoplectus corymbosus</i> (Roth ex Roem. & Schult.) J. Raynal	Polygonaceae	<i>Rumex palustris</i> Sm.
Fabaceae	<i>Lotus palustris</i> Willd.	Potamogetonaceae	<i>Potamogeton lucens</i> L.
Haloragaceae	<i>Myriophyllum alterniflorum</i> DC.	Potamogetonaceae	<i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Bomer
Haloragaceae	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Potamogetonaceae	<i>Potamogeton trichoides</i> Cham. & Schtdl. Cham. & Schtdl.
Haloragaceae	<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	Ricciaceae	<i>Riccia fluitans</i> L.
Lamiaceae	<i>Lycopus europaeus</i> L.	Ricciaceae	<i>Ricciocarpus natans</i> (L.) Corda
Lamiaceae	<i>Mentha aquatica</i> L.	Salicaceae	<i>Salix pedicellata</i> Desf.
Lemnaceae	<i>Lemna minor</i> L.	Salicaceae	<i>Salix purpurea</i> L.
Lemnaceae	<i>Wolffia arrhiza</i> (L.) Horkel ex Wimm.	Thelypteridaceae	<i>Thelypteris confluens</i> (Thunb.) C. V. Morton
Lentibulariaceae	<i>Utricularia australis</i> R. Br.	Trapaceae	<i>Trapa natans</i> L.
Lentibulariaceae	<i>Utricularia gibba</i> L.	Typhaceae	<i>Typha latifolia</i> L.
Onagraceae	<i>Epilobium parviflorum</i> Schreb.		

Les résultats de l'analyse phytosociologique ont fait ressortir dix syntaxons considérés comme rares, de haute valeur patrimoniale et menacés, nécessitant des mesures de protection particulière. Leur préservation assurera la pérennité de la diversité biologique et les potentialités des zones humides d'El-Kala. Selon le type de végétation qu'elles représentent, ce sont :

- les végétations flottantes libres de la classe des *Lemnetea*
 1. *Lemna minoris-Wolffietum arrhizae*
- les végétations submergées et flottantes de la classe des *Potametea*
 2. *Utricularia australis-Ceratophylletum demersi*
 3. *Potametum trichoidis myriophylletosum spicati myriophylletosum alterniflori ceratophylletosum demersi*
 4. *Potametum lucento-pectinati*
 5. *Ceratophyllo demersi-Potametum lucentis*
 6. *Myriophyllo spicati-Trapetum natantis*
 7. *Myriophyllo spicati-Nymphaeetum albae*
 8. *Ceratophyllo demersi-Nymphaeetum albae*
- les végétations émergentes des roselières de la classe de *Phragmito-Magnocaricetea*
 9. *Lythro salicariae-Phragmitetum australis potametosum lucentis thelypteridetosum palustris*
- et les végétations arbustives de la classe des *Salici purpureae-Populetea nigrae*
 10. *Lythro salicariae-Salicetum pedicellatae caricetosum pseudocyperici caricetosum elatae*

De par sa valeur floristique et phytosociologique, le lac Tonga représente le plus important des milieux aquatiques de la région d'El-Kala, voire de l'ensemble du territoire national. Le maintien de la qualité de ses eaux, la protection de sa végétation ainsi que celle de son bassin versant s'imposent de toute évidence.

La conservation des phytocénoses est un élément spécifique qui s'inscrit dans la démarche plus générale de gestion d'un espace naturel au travers d'un plan de gestion.

Conclusion

Les premières observations phytosociologiques sur les phytocénoses aquatiques des lacs d'eau douce d'El-Kala montrent leur grande originalité. La présente étude a permis de souligner la très grande diversité des groupements végétaux des lacs Tonga et Bleu, laquelle diversité est liée à la richesse floristique de ces sites.

Le lac Tonga constitue le site le plus riche en taxons et syntaxons (24 syntaxons aquatiques et amphibies dont 18 présents uniquement sur ce site). Cette richesse floristique s'explique par la superficie importante du lac, par la diversité des associations végétales aquatiques qui s'y trouvent et surtout par la relative stabilité des conditions écologiques. La plupart de ces groupements sont bien conservés. Les principaux types de végétations caractéristiques des zones humides s'y rencontrent : herbiers aquatiques flottants, herbiers aquatiques submergés et roselières.

De ces observations, il ressort clairement que les zones humides d'El-Kala recèlent un capital phytocénologique et floristique incontestable, attestant de leur haute valeur patrimoniale et de leur richesse biologique.

L'écosystème lacustre d'El-Kala se révèle être remarquable par l'importance, la variabilité, la richesse et la haute originalité des différentes biocénoses qui le composent. Le maintien de ses richesses passe obligatoirement par une gestion adéquate, écologique et durable.

Bibliographie

- DOBIGNARD A. & CHATELAIN C. 2010-2013. - *Index synonymique et bibliographique de la flore d'Afrique du Nord. Vol. 1-5.* - Genève : Éditions Conservatoire et Jardin Botaniques. - [En ligne] disponible sur : <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/>.
- GÉHU J.-M. & RIVAZ-MARTINEZ S. 1981. - Notions fondamentales de phytosociologie. *Ber. Int. Symp. Syntaxonomie*, Rinteln 1980, Vaduz, 5-33.
- GUINOCHET M. 1973. - *La phytosociologie*. Collection d'écologie I. Masson éd., Paris, 227 p.
- HAURY J. 1988. - Macrophytes du Trieux (Bretagne-Nord) : Les ensembles floristiques. *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest de la France*, NS, **10**(3) : 135-150.
- HOLMES N. T. H. & WITTON B. A. 1977. - The macrophytic vegetation of the river Tees in 1975: observed and predicted changes. *Freshwat. Biol.* **7** : 43-60.
- KADID Y. 2010. - *Les communautés végétales aquatiques des zones humides en Algérie : Syntaxonomie, phytodiversité et conservation. Cas des lacs d'eau douce de Parc National d'El-Kala*. Th. Doct., INA., Alger, 191 p. Annexes.
- KADID Y., THEBAUD G., PÉTEL G. & ABDELKRIM H. 2007. - Les communautés végétales aquatiques de la classe des *Potametea* du lac Tonga, El-Kala, Algérie. *Acta Bot. Gallica* **154**(4) : 597-618.
- KOVACH W. L. 1999. - MVSP - A MultiVariate Statistical Package for Windows, Ver. 3.1. Kovach Computing Services. Pentraeth. Wales. U.K.
- KOVACH W. L. 2002. - MVSP Plus. Version 3.1. Users' Manual. Kovach Computing Services. Pentraeth. Wales. U.K. 138 p.
- QUÉZEL P. & SANTA S. 1962-1963. - *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. CNRS, Paris, 1 170 p.
- RIVAS-MARTÍNEZ S., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ F., LOIDI J., LOUSÁ M. & PENAS A. 2001. - Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobotanica*, **14** : 5-341. León.
- RIVAS-MARTÍNEZ S., DIAZ T. E., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ F., LOIDI J., LOUSÁ M. & PENAS A. 2002. - Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. Part II. *Itinera Geobotanica*, **15**(1-2) : 5-922.
- ROYER J.-M., FELZINES J.-C., MISSET C. & THÉVENIN S. 2006. - Synopsis commenté des groupements végétaux de la Bourgogne et de la Champagne-Ardenne. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, NS, Numéro spécial **25** : 1-394.
- The Angiosperm Phylogeny Group - An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. — *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181, 2016, pp. 1-20.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=d4FYvhVIQBw>

Apport de l'analyse combinée des populations de sphaignes et des paramètres physico-chimiques dans la compréhension de l'évolution d'une tourbière alcaline : la Réserve naturelle de l'étang Saint-Ladre à Boves (Somme)

GUILLAUME MEIRE⁽¹⁾ & JEAN-CHRISTOPHE HAUGUEL⁽²⁾

Abstract

Contribution of *Sphagnum* monitoring and physico-chemical parameters analysis to the understanding of of rich-fen functioning: the étang Saint-Ladre nature reserve in Boves (Somme)

Regular mapping of *sphagnum* populations has been made since the early seventies in étang Saint-Ladre nature reserve, located in Boves (Somme). Analysis of spatial and semi-quantitative changes of *sphagnum* populations has been correlated with conservation management methods that were conducted and with the variation of some chemical parameters such as pH and nitrogen, phosphorus and potassium in the water. Moreover, the impact of strong disturbances on the ecosystem, mainly due to the 2001 spring floods, has been monitored, in particular regarding the bryophyte communities. These analysis have shown a strong resilience of both the bryophyte cover and the natural environments it contributes to structure. The impact of eutrophication from ground water and acidification from meteoric waters could explain the significant changes of some of these *sphagnum* populations. Therefore *sphagnum* monitoring can be used as a relevant indicator of the functioning of valley mires in calcareous landscapes. *Sphagnum* vegetation is particularly original in the context of base-rich fens, but their spread can be considered from a certain standpoint as an indicator of deterioration of these fen.

Résumé

La Réserve naturelle nationale de l'étang Saint-Ladre située à Boves (Somme) a bénéficié de cartographies régulières de ses populations de sphaignes depuis le début des années 1970. L'analyse de l'évolution spatiale et semi-quantitative des populations de sphaignes a pu être mise en corrélation avec les modes de gestion conservatoire menée et avec l'évolution de certains paramètres physico-chimiques comme le pH et les teneurs en Azote, Phosphore et Potassium de l'eau. Par ailleurs, l'impact de perturbations fortes de l'écosystème, liées principalement aux inondations du printemps 2001 a pu être suivi, notamment sur le compartiment bryophytique. Ces suivis ont montré une importante résilience de ce compartiment de l'écosystème et des milieux naturels qu'il contribue à structurer. L'impact de l'eutrophisation par les eaux phréatiques et de l'acidification par les eaux météoriques est évoqué comme une cause possible du dynamisme important des populations de certaines espèces de sphaignes. Le suivi des populations de sphaignes peut ainsi être utilisé comme un indicateur pertinent de l'évolution de l'écosystème de vallée tourbeuse. Ces végétations à sphaignes sont particulièrement originales en contexte de tourbières alcalines, mais leur extension peut être considérée, d'un certain point de vue, comme un indice de dégradation de ces tourbières.

⁽¹⁾ Conservatoire d'espaces naturels de Picardie, 1 place Gingko, Village Oasis, Dury, F-80044 Amiens Cedex 01 ; g.meire@conservatoirepicardie

⁽²⁾ Conservatoire botanique national de Bailleul, Hameau de Haendries, F-59270 Bailleul ; j.c.hauguel@cbnbl.org

Introduction

L'étang Saint-Ladre à Boves (Somme, Hauts-de-France) est connu depuis de nombreuses années pour sa flore remarquable. Son intérêt particulier a été révélé au début des années 1970 par Gérard SULMONT (1973) qui a mis en évidence la forte originalité que représente la présence de sphaignes dans une vallée tourbeuse alcaline. Depuis, la qualité du patrimoine naturel de ce site a été reconnue, notamment par la création en 1979 d'une réserve naturelle d'État de treize hectares, gérée depuis 1992 par le Conservatoire d'espaces naturels de Picardie.

Ancienne fosse d'extraction de tourbe, l'étang Saint-Ladre est alimenté par des résurgences de la nappe de la craie. Il se caractérise par la présence de radeaux flottants, dit tremblants, qui colonisent l'étendue d'eau (Fig. 1). Composées de 10 à 20 cm de tourbe mésique à fibrique, ces formations offrent des conditions pédologiques particulières favorables au développement des sphaignes.

Figure 1

Photo aérienne de l'étang Saint-Ladre (à gauche) et tremblant tourbeux à sphaignes (à droite) (© B. COUVREUR et G. MEIRE).



La gestion mise en place depuis 25 ans a permis de diversifier les végétations des tremblants. Des saulaies à Fougère des marais (*Alnion glutinosae* Malcuit 1929) se développent sur les secteurs n'ayant pas l'objet d'intervention. Ailleurs, des bas-marais (*Caricion lasiocarpae* Vanden Berghen in J.P. Lebrun, Noirfalise, Heinen. & Vanden Berghen 1949) et des végétations à Jonc nouveau et Fougère des marais (phase pionnière du *Thelypterido palustris*

- *Phragmitetum australis* Kuyper 1957 em. Segal & V. Westh. in V. Westh. & den Held 1969) composent avec les herbiers aquatiques des dépressions tourbeuses (*Scorpidio scorpioidis* - *Utricularion minoris* W. Pietsch ex Krausch 1968, *Potametum colorati* Allorge 1922).

50 années d'études des sphaignes

L'observation d'une touffe de sphaignes (*Sphagnum fimbriatum* Wilson) en 1964 par Maurice DUQUEF fut le point de départ d'une succession d'études sur ce compartiment de la bryoflore. À cette époque, la présence de sphaignes était exceptionnelle pour le bassin de la Somme. En 1972, une première cartographie des populations est réalisée avec constitution d'un herbier de référence (SULMONT 1973). Des inventaires sont ensuite réalisés en 1978 et 1987.

Afin d'évaluer l'impact de déboisements sur les communautés de sphaignes, une nou-

velle cartographie, basée sur un levé de terrain au décimètre, est réalisée en 1999 (HAUGUEL 2000). L'opération est renouvelée en 2000 puis en 2001 après que la réserve naturelle ait été ennoyée pendant plusieurs mois suite aux grandes inondations de la Somme. Un nouvel inventaire de la bryoflore est réalisé en 2009 (HAUGUEL 2009) puis, en 2016, la cartographie des communautés de sphaignes, réalisée au GPS (Garmin, etrex20), est actualisée par J.-C. HAUGUEL & G. MEIRE (non publié).

Évolution des communautés de sphaignes entre 1969 et 2016

Un état des lieux de la flore du site menée en 1960 permet d'attester que l'implantation des sphaignes est récente (BOUSSU 1970). Si aucune espèce n'était à cette date recensée, ce sont sept espèces qui étaient décrites en 1972 (SULMONT 1973).

Les conditions d'installations de ces bryophytes sont incertaines. J. BOUSSU évoque l'hypothèse d'un apport par les oiseaux. Les premières données étant localisées à proximité d'une ancienne hutte de chasse.

Onze espèces ont été recensées depuis 1969 (Fig. 2). Certaines espèces sont pré-

sentes depuis les premiers inventaires (*Sphagnum fimbriatum*, *Sphagnum squarrosum* Crome, *Sphagnum subnitens* Russow & Warnst.). D'autres espèces plus oligotrophiles et plus acidiphiles [*Sphagnum fallax* (H.Klinggr.) H.Klinggr., *Sphagnum flexuosum* Dozy & Molk.] n'ont plus été revues depuis les inondations de 2001. À l'inverse, *Sphagnum teres* (Schimp.) Ångstr. qui est très localisée en région Hauts-de-France (trois stations) a plutôt vu sa population augmenter en surface.

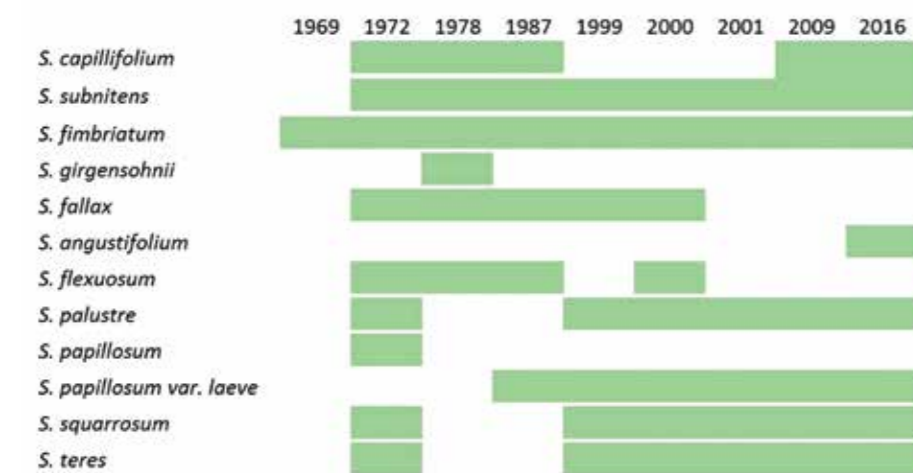
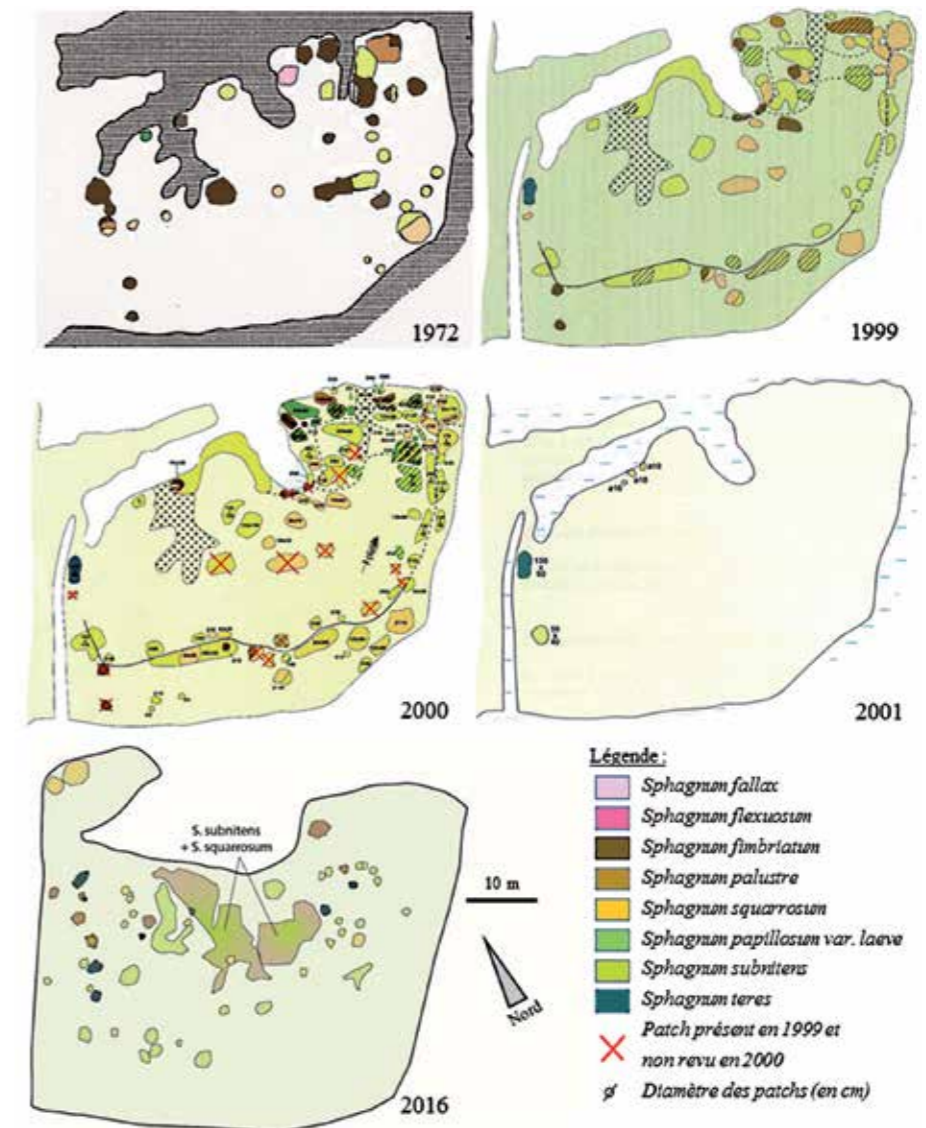


Figure 2
Évolution de la diversité spécifique entre 1969 et 2016.

Le suivi cartographique des peuplements de sphaignes du « tremblant Ouest » permet d'apprécier plus finement les dynamiques (Fig. 3). Dominée par une végétation herbacée en 1972, le tremblant a été déboisé en 1999 et est depuis géré par fauche triennale. L'espèce majoritaire en 1972 sur ce tremblant était *S. fimbriatum*,

typique de milieux plutôt ombragés. En 1999, juste avant le déboisement, c'est déjà *S. subnitens* (espèce photophile à héliophile) qui est dominante avec *S. palustre* (autre espèce plutôt sciaphile). En 1972, sept espèces vivaient sur le tremblant, celles-ci étaient toujours visibles en 1999.

Figure 3
Évolution de la répartition des populations de sphaignes sur le « tremblant ouest » de 1972 à 2016.



En 2000, juste après le déboisement, le tremblant accueille encore sept espèces. Les espèces considérées comme sciaphiles, *S. fimbriatum* et *S. palustre*, connaissent une régression évidente de leurs populations. Le cas de *S. squarrosum*, réputée sciaphile, est à noter. Si l'espèce a subi une forte régression dans les parties sud de l'îlot, les plus exposés au soleil, elle s'est plus ou moins mainte-

nue dans la partie nord. Ce secteur étant topographiquement plus bas et plus dense en végétation, l'hypothèse d'un micro-climat plus frais et humide est avancée pour expliquer son maintien. Suite aux inondations de 2001, le redéploiement de *S. squarrosum* et de *S. palustre* sur les points les plus bas de l'îlot, malgré l'absence de couvert arbustif, conforte cette hypothèse.

Les autres espèces, photophiles à héliophiles, *S. papillosum* var. *laeve*, *S. subnitens* et *S. flexuosum* ont profité du déboisement pour se développer sur l'îlot. *Sphagnum teres* s'est quant à lui maintenu.

En 2001, l'inondation prolongée a entraîné la disparition de plusieurs espèces telles que *S. fallax*, *S. flexuosum*, *S. papillosum* et *S. squarrosum*. Seules quelques stations de *S. subnitens* se sont maintenues. *Sphagnum teres*, par contre, s'est maintenue et s'est même étendue. Les espèces ayant disparu ou régressé étant plutôt oligotrophes, l'hypothèse d'un impact négatif des eaux carbonatées et riches en éléments nutritifs de

l'Avre sur ces populations de sphaignes a été émise.

En 2016, une recolonisation du tremblant par les sphaignes est observée, en particulier de *S. subnitens* et *S. squarrosum*. La progression de *S. teres* est notable. Seuls les peuplements des espèces de la section *Cuspidata* ne se sont pas restaurés.

Le suivi cartographique du « tremblant sud-est » est également riche en enseignement car d'une part, il correspond à un secteur n'ayant fait l'objet d'aucune mesure de gestion par déboisement et d'autre part il a bénéficié d'une cartographie en 2001 juste après les inondations (Fig. 4).

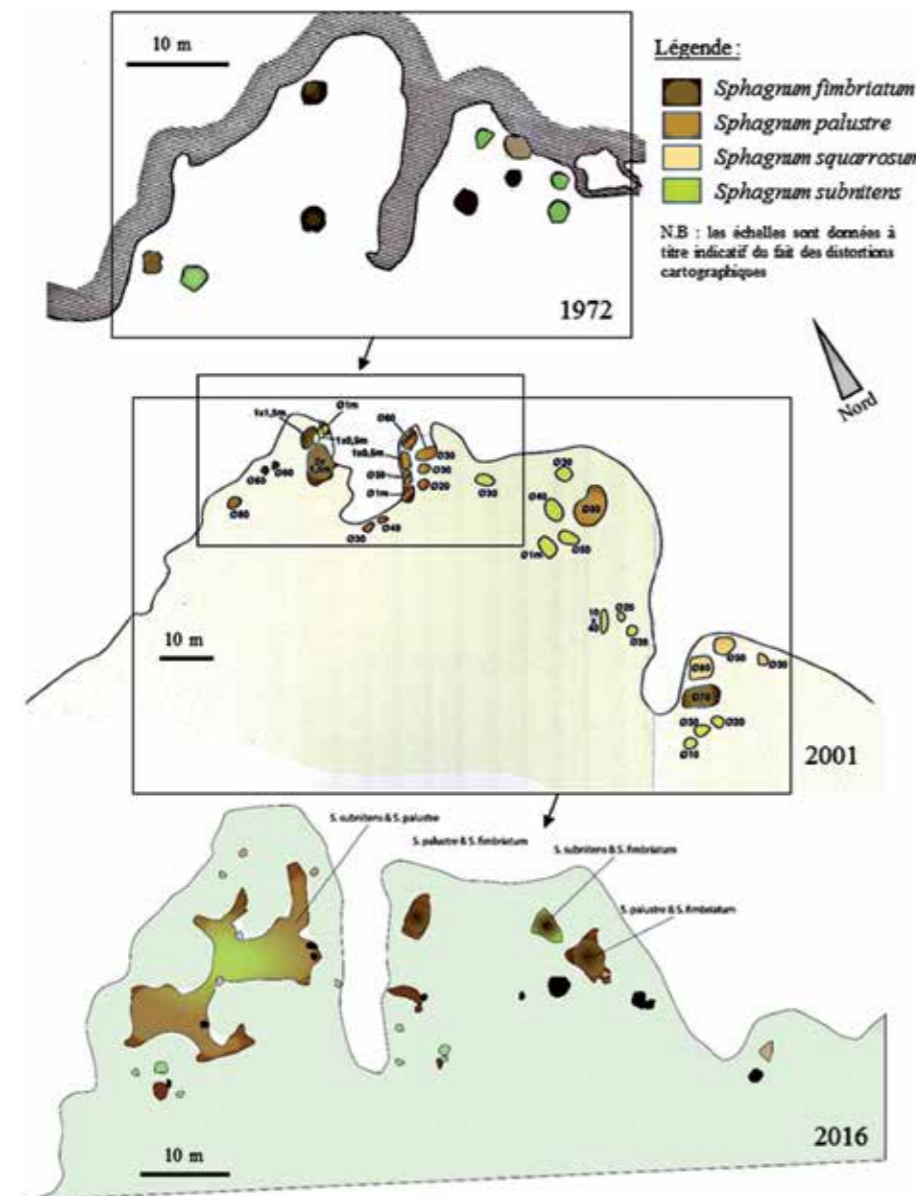


Figure 4
Évolution de la répartition spatiale des populations de sphaignes sur le tremblant sud-est de 1972 à 2016.

Figure 5
Localisation des mesures physico-chimiques sur un tremblant à sphaignes. Les numéros renvoient à ceux de la figure 6.

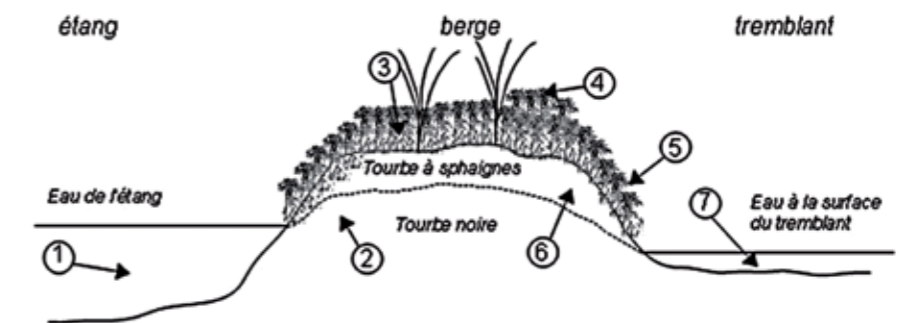


Figure 6
Mesures physico-chimiques sur un tremblant à sphaignes (2000).

Numéro mesure	Localisation	PH*	Temp. (°C)*	Conductivité (µS.cm ⁻¹)*
1	Eau de l'étang	7,50 / 7,97	9,1/8,0	590/490
2	Eau d'expression de la tourbe alcaline	7,70/7,14	8,1/14,6	445/220
3	Eau d'expression d'une touffe de <i>S. squarrosum</i>	5,10	8,0	160
4	Eau d'expression d'une touffe de <i>S. squarrosum</i>	4,25	8,0	195
5	Eau d'expression d'une touffe de <i>S. subnitens</i>	4,40	13,6	261
6	Eau d'expression de la tourbe à sphaignes	5,25/4,96	9,6/12,7	175/121
7	Eau libre à la surface d'un tremblant déconnecté de l'étang	6,50	9,1	235

* Deux valeurs séparées par un « / » indiquent deux mesures différentes effectuées dans les mêmes conditions hydro-topographiques.

La comparaison entre 1972 et 2001 est assez délicate du fait de problèmes de repérages cartographiques. Cependant, une progression du nombre de patches de toutes les espèces est nettement visible. Le tremblant n'aurait ainsi pas subi les contrecoups des inondations de 2001. L'évolution entre 2001 et 2016 est tout aussi spectaculaire avec l'installation d'un patch de plusieurs dizaines de mètres carrés au centre du tremblant de *S. subnitens* et de *S. palustre* proba-

blement liée à la remise en lumière ou à la perturbation du sol côté sud du tremblant par déboisement, ce qui a favorisé *S. subnitens*. A contrario, les patches de sphaignes situés à l'est du tremblant ont plutôt régressé, notamment *S. squarrosum* et *S. fimbriatum* ; *S. subnitens* ayant disparu de ce secteur. La densification des ronciers et des saulaies dans ce secteur, entraînant un fort ombrage et lié à une eutrophisation probable du sol, a été défavorable à la survie des sphaignes.

Les premières hypothèses de fonctionnement

Le développement de sphaignes dans des marais alcalins a rapidement suscité des interrogations. L'hypothèse d'une acidification superficielle par les eaux de pluie de la surface des tremblants, qui par flottaison se retrouveraient déconnectés de la nappe alcaline est alors avancée.

Pour y répondre, des mesures de conductivité et de pH sont réalisées en 2000 sur le « tremblant Ouest ». Les différents compartiments du milieu sont étudiés (HAUGUEL 2000) (Fig. 5). Le nombre de répliques, spatialement et temporellement (au cours de la journée et au cours de la saison), n'est cependant pas assez important pour disposer

de résultats fiables statistiquement.

Les résultats attestent d'une acidification superficielle du milieu (Fig. 6). Le pH de l'eau d'expression des sphaignes et de la tourbe sous-jacente était bien plus acide que celui de l'étang Saint-Ladre. Des différences significatives de conductivité étaient également observées. S'agit-il d'un effet direct des sphaignes sur le milieu ou d'une plus grande part d'alimentation d'origine météorique par rapport à celle de la nappe de la craie ? Toujours est-il qu'une différence certaine entre la surface des tremblants et l'étang Saint-Ladre est observable.

Des nouvelles analyses physico-chimiques et des résultats inattendus

En 2017, l'opportunité de réaliser une nouvelle campagne de mesures est saisie pour tenter de confirmer ces observations et de mieux comprendre la dynamique de redéploiement des sphaignes depuis les inondations de 2001.

40 prélèvements sont réalisés en période de hautes-eaux, après plusieurs jours sans fortes pluies, dans les différents compartiments du milieu (Fig. 5). Le protocole s'enrichit de l'extension des prélèvements à 4 autres tremblants de l'étang Saint-Ladre et de l'analyse de paramètres trophiques (nitrates, phosphates, potassium).

Malgré les répliqués (3 à 5 selon les compartiments), les données restent insuffisantes pour une validation statistique. Également, les variabilités saisonnières ou pluri-journalières des paramètres physico-chimiques n'ont, faute de moyens disponibles, pu être étudiées.

Les résultats furent inattendus puisqu'une alcalinisation de l'ensemble des compartiments des tremblants est observée (Fig. 7). Plus surprenant, les mesures de pH et de conductivité relevées dans l'eau d'expression des sphaignes de la réserve naturelle sont bien supérieures à celles mentionnées dans la littérature (KOOIJMAN 1992) (Fig. 8).

	pH			Conductivité ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	
	1969*	2000*	2017**	2000*	2017**
Etang Saint-Ladre	7,9	7,5 / 7,9	7,5	490 / 590	689
Eau libre à la surface de tremblant	6 / 6,9	6,5	7,2	235	699
Eau d'expression de <i>S. squarrosus</i>		4,25 / 5,1	7,3	160 / 195	247
Eau d'expression de <i>S. subnitens</i>		4,4	7	261	335
Eau d'expression de <i>S. fimbriatum</i>	4,8				
Eau d'expression de la tourbe à <i>S. squarrosus</i>		5,25	7,3	175	205
Eau d'expression de la tourbe à <i>S. subnitens</i>		4,96	7,2	121	222
Eau d'expression de la tourbe		7,7	7,3	220	292

* Deux valeurs séparées par un « / » indiquent deux mesures différentes effectuées dans les mêmes conditions hydro-topographiques.

** les valeurs correspondent à la moyenne des mesures enregistrées sur les différents points de prélèvements (une mesure par point de prélèvement). Etang Saint-Ladre (n=3), Eau libre à la surface de tremblant (n=5), Eau d'expression de *S. squarrosus* (n=4) et *S. subnitens* (n=5), Eau d'expression de la tourbe à *S. squarrosus* (n=4) et *S. subnitens* (n=5), Eau d'expression de la tourbe (n=4)

	pH	Conductivité ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)
Etang Saint-Ladre (n=3)	7,4 – 7,6	508-785
Eau d'expression de <i>S. subnitens</i> (n=5)	6,4 – 7,2 (5,1*)	208 – 390 (87*)
Eau d'expression de <i>S. squarrosus</i> (n=4)	6,8 – 8,2 (5,1*)	180 – 404 (141*)
Eau d'expression de <i>S. palustre</i> (n=5)	6 – 7,9	280 - 537
Eau de surface de tremblant (n=5)	7,2 – 7,4	370 – 699
Eau d'expression de la tourbe (n=4)	7,1 – 7,7	257 – 320

Les données correspondent aux valeurs minimales et maximales enregistrées sur les différents points de prélèvements

*Données issues de Kooijman (1992)

Ces résultats montrent une évolution significative de la qualité des eaux à la surface des tremblants et nous proposons plusieurs hypothèses pour expliquer ce phénomène :

Figure 7
Mesures du pH et de la conductivité sur le tremblant Ouest (2000 et 2017).

Figure 8
Mesures du pH et de la conductivité sur les six tremblants étudiés (2017).

Figure 9
Conductivité de l'eau libre à la surface des tremblants et de l'étang Saint-Ladre (avril 2017).

	Ouest	Sud-est	Central1	Nord	Central2	Etang Saint-Ladre
Conductivité ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	699	686	359	370	409	705

Figure 10
Concentrations en Nitrates, Phosphates et Potassium relevées en 2017 dans l'Etang Saint-Ladre et l'eau d'expression des sphaignes.

	Nitrates (mg/L)	Phosphates (mg/L)	Potassium (mg/L)
Etang Saint-Ladre (n=3)	15,97	0,007	4,73
Eau d'expression de <i>S. subnitens</i> (n=5)	0,83 (0,15*)	0,21 (0,01*)	12,02 (2,6*)
Eau d'expression de <i>S. squarrosus</i> (n=4)	1,00 (0,09*)	0,23 (0,48*)	12,62 (2,3*)
Eau d'expression de <i>S. palustre</i> (n=5)	0,75	0,18	9,58
Eau de surface de tremblant (n=5)	2,35	0,04	5,26

Les valeurs correspondent à la moyenne des mesures enregistrées sur les différents points de prélèvements (une mesure par point de prélèvement)

*Données issues de Kooijman (1992)

Implication du niveau trophique sur les dynamiques des sphaignes

L'expansion récente et rapide des sphaignes est un phénomène observé dans de nombreuses tourbières alcalines d'Europe comme aux Pays-Bas, en Suède, en République tchèque, en Pologne... (KOOIJMAN 2012, GUNNARSON *et al.* 2000, HAZEK *et al.* 2015, JUUTINEN 2011).

La confrontation des observations faites sur la réserve naturelle aux travaux de recherches menées sur le sujet nous apporte des éléments de compréhension quant aux

dynamiques observées, et notamment l'influence de l'enrichissement trophique des milieux.

Il a ainsi été montré qu'un taux élevé en potassium protège les sphaignes de la toxicité du calcium (VICHEROVA *et al.* 2017). Sur la réserve naturelle, l'eau d'expression des sphaignes était la plus concentrée en potassium. La réserve naturelle connaît un climat océanique atténué, caractérisé par des précipitations annuelles faibles (628 mm en

- les tremblants seraient aujourd'hui davantage alimentés par les eaux de l'étang Saint-Ladre qu'auparavant. Ce phénomène pourrait être lié à l'atterrissement naturel des milieux qui tend à réduire la flottabilité des tremblants qui sont alors davantage alimentés par les eaux de l'étang, notamment en période de hautes eaux. En avril 2017, l'eau de surface des tremblants les plus stables, c'est-à-dire les moins flottants (ouest et sud-est), présentait des conductivités proches de celles relevées dans l'étang Saint-Ladre (Fig. 9). Ce fonctionnement hydraulique s'est probablement renforcé depuis le désensivement des sources réalisé en 2006 qui a eu pour effet d'augmenter le niveau moyen de l'étang ;
- le tremblant ne serait pas plus alimenté par l'eau de l'étang qu'auparavant, mais simplement les sphaignes n'abaisseraient plus le pH comme avant (changement de quantité, de type, de stade de croissance ?) ou même c'est l'eau de l'étang qui changerait et qui en cascade induirait le changement de qualité d'eau sur le tremblant.

Il convient de préciser que l'influence du cycle hydrologique journalier et annuel n'a pas été étudiée, ce qui constitue un biais certain à nos interprétations.

moyenne sur la période 1998-2011). Pourtant, des buttes à sphaignes proches des systèmes ombrotrophes se développent. Ces observations sont concordantes avec les conclusions de HAJEK et VICHEROVA (2014) pour lesquels un taux élevé de calcium protégerait les sphaignes de la dessiccation.

Par ailleurs, les bas-marais alcalins riches en carbonate de calcium présentent normalement, du fait du pH élevé, un faible taux de phosphore. En effet, à pH élevé, le phosphore précipite avec le calcium ou le fer. Celui-ci est un facteur limitant pour la croissance des végétaux. Cependant, en cas de diminution du pH, notamment par installation des sphaignes par alimentation d'eaux météoriques, le phosphore est relargué sous formes de phosphates assimilables par les plantes d'où une eutrophisation du milieu (VICHEROVA *et al.* 2017).

Conclusion

Ce travail mené sur les populations de sphaignes de l'étang Saint-Ladre illustre l'intérêt majeur que représente la possibilité de réaliser des suivis à long terme sur des espaces préservés afin de disposer d'éléments nécessaires à la compréhension de la dynamique des végétations et des populations d'espèces.

Les récents travaux scientifiques nous amènent à changer de regard sur le développement des sphaignes en contexte de tourbière alcaline. En effet, dans notre contexte, les végétations à sphaignes viennent en remplacement de végétations de tourbières basses alcalines à Pleurocarpes. Or ces dernières sont beaucoup moins répandues à l'échelle mondiale et présentent une plasticité écologique beaucoup plus faible que les végétations dominées par les sphaignes. Elles sont donc beaucoup plus sensibles à la compétition. Les naturalistes, notamment dans le Nord-Ouest de la France (et nous en faisons partie), ont considéré le développement des populations de sphaignes dans les tourbières de vallées comme un phénomène remarquable nécessitant une vigilance particulière et des mesures de conservation adaptées. En fait, ces communautés sphagnologiques peuvent paradoxalement être considérées, dans certains cas, comme les marqueurs de la dégradation de certains écosystèmes où elles remplacent des communautés beaucoup plus rares et vulnérables.

De tels suivis, confrontés aux observations réalisées sur d'autres sites et avec les travaux de recherches sur les écosystèmes permettent également de se rendre compte que l'évolution des écosystèmes n'est pas forcément maîtrisable par le gestionnaire. En effet, ce dernier est tributaire de l'évolution de paramètres extérieurs au site comme par exemple les dépôts d'azote atmosphérique et l'augmentation de l'azote dans les eaux phréatiques, mais également des variations de régime de nappe phréatique, ce dernier élément étant probablement déterminant comme cela a pu être observé ailleurs dans le Nord de la France, notamment à Vred (GOUBET, 2015). Ainsi, la Réserve naturelle de l'étang Saint-Ladre constitue un site d'étude qui permet de mettre en évidence l'impact, à une échelle locale, de changements liés à des phénomènes globaux en lien avec des activités humaines. C'est particulièrement le cas avec les phénomènes d'eutrophisation généralisée des écosystèmes au cours des dernières décades du xx^e siècle, abondamment documenté par ailleurs dans les systèmes forestiers (DUPOUEY *et al.*, 1993 ; AUSSENAC *et al.* 1996 ; RIOFRIO-DILLON 2013...).

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=bN1BIJn4CHM>

Enfin, l'augmentation du taux d'azote est toxique pour de nombreuses mousses brunes typiques des tourbières alcalines [communautés à *Scorpidium scopioides* (Hedw.) Limpr.], ce qui permet de libérer des niches vacantes pour les sphaignes (HAJEK *et al.* 2015, CUSELL *et al.* 2013, KOOIJMAN 2012).

Ces phénomènes croisés et cumulés permettraient d'expliquer la progression des sphaignes malgré une alimentation plus importante des tremblants par les eaux carbonatées de l'étang Saint-Ladre. L'installation des espèces les plus tolérantes (*Sphagnum squarrosum*, *S. teres*) permet ensuite le développement d'espèces plus sensibles (*S. subnitens*, *S. palustre*...) au sommet des bombements.

Bibliographie

- AUSSENAC G., BONNEAU M., LANDMANN G. & TROY, J.-P. 1996. – Évolution des sols et changements globaux : deux enjeux majeurs pour la durabilité des écosystèmes forestiers. *Rev. For. Fr.* XLVIII - n° sp. 1996.
- BOUSSU J. 1970. – *Le Marais Saint-Ladre à Boves*. Rapport d'étude, Faculté des sciences de l'Université d'Amiens, 77 p.
- CUSELL C., LAMERS L.P.M., VAN WIRDUM G. & KOOIJMAN A.M. 2013. – Impacts of water level fluctuation on mesotrophic rich fens: acidification vs. eutrophication. *Journal of applied ecology*, **50** : 998-1009.
- DUPOUEY J.-L., THIMONIER A. & MENETTE B. 1993. - Dynamique de la végétation et pollution atmosphérique. *Annales de Géographie*, **102**(572) : 386-396.
- GOUBET, P. 2015. - Compte rendu d'étude commandée par le Parc naturel régional Scarpe-Escout. Diagnostic fonctionnel du complexe tourbeux de la Réserve naturelle régionale de la Tourbière de Vred (Nord). Phase 2. Cabinet Pierre GOUBET, Ardes, 71 p.
- GUNNARSON U., RUDIN H. & SJÖRS H. 2000. – Diversity and pH changes after 50 years on the boreal mire Skattlösbergs Stormosse, Central Sweden. *Journal of vegetation sciences*, **11** : 277-286.
- HAJEK T. & VICHEROVA E. 2014. - Desiccation tolerance of *Sphagnum* revisited: a puzzle resolved. *Plant Biol.* **16** : 765–773.
- HAJEK M., JIROUSEK M., NAVRATILOVA J., HORODYSKA E., PETERKA T., PLESKOVA Z., NAVRATIL J., HAJKOVA P. & HAJEK T. 2015. - Changes in the moss layer of Czech fens indicate early succession triggered by nutrient enrichment. *Preslia* **87**: 279–301.
- HAUGUEL J.-C. 2000. – *Réserve naturelle de l'étang Saint-Ladre. État initial avant déboisement des tremblants à sphaignes : méthodologie et premiers résultats*. Rapport d'étude, Conservatoire des sites naturels de Picardie, Amiens, 12 p.
- HAUGUEL J.-C. 2001. – *Réserve naturelle de l'étang Saint-Ladre. Suivi des tremblants à sphaignes après déboisement : Année 2000 : résultats*. Rapport d'étude, Conservatoire des sites naturels de Picardie, Amiens, 15 p.
- HAUGUEL, J.-C. 2002. – Étude de la *Bryoflore de la réserve naturelle de l'étang Saint-Ladre à Boves (Somme)*. Conservatoire des sites naturels de Picardie. Rapport d'étude, 18 p.
- HAUGUEL, J.-C. 2009. – Étude de la *Bryoflore de la réserve naturelle de l'étang Saint-Ladre à Boves (Somme)*. Conservatoire botanique national de Bailleul pour le Conservatoire des espaces naturels de Picardie. *Rapport d'étude*, 2 p + 3 listes.
- JUUTINEN R., 2011. – The decrease of rich fen bryophytes in springs as a consequence of large-scale environmental loss : a 50-year re-sampling study. *Lindbergia*, **34** : 2-18.
- KOOIJMAN A. M. 1992. - The decrease of rich fen bryophytes in the Netherlands. *Biological Conservation* **59** : 139-143.
- KOOIJMAN A. M. 2012. - 'Poor rich fen mosses' : atmospheric N-deposition and P-eutrophication in base-rich fens. *Lindbergia* **35** : 42-52.
- KOOIJMAN A.M. & PAULISSEN, M.P.C.P. 2006. - Higher acidification rates in fens with phosphorus enrichment. *Appl. Veg. Sci.* **9** : 205–212.
- RIOFRIO-DILLON G. 2013. - Évolution de l'acidité et de la disponibilité en azote des sols forestiers français au cours du 20^{ème} siècle. *Une approche spatio-temporelle et multi-échelle basée sur le caractère bio-indicateur de la flore*. Ph D. Thesis, Agro Paris Tech, Nancy, France, 215 p.
- RYDIN H. & McDONALD A.J.S. 1985. – Tolerance of *Sphagnum* to water level. *Journal of Bryology* **13** : 571-578.
- SULMONT G. 1973. - Une tourbière à sphaignes et *Huperzia selago* dans la vallée de l'Avre à Boves (Somme). *Bulletin de la Société botanique du Nord de la France* **26-27**(1-4) : 17-20.
- SULMONT G. 1986. – *Le marais Saint-Ladre à Boves : description botanique et écologique du milieu, actions à entreprendre*. U.F.R Sciences Amiens. Doc. polycop., 39 p.
- VICHEROVA E., HAJEK M., SMILAUER P. & HAJEK T. 2017. – *Sphagnum* establishment in alkaline fens: Importance of weather and water chemistry. *Science of the Total Environment* **580** (2017) : 1429–1438.

Les travaux d'étude et de gestion du patrimoine naturel menés sur la Réserve naturelle de l'étang Saint-Ladre à Boves ont bénéficié de financements des partenaires suivants : l'Europe dans le cadre des fonds FEDER, l'État (Ministère en charge de l'Environnement), le Conseil régional des Hauts-de-France, le Conseil départemental de la Somme, Amiens Métropole et l'Agence de l'eau Artois-Picardie.

Abstract

Phytosociological typology of wetlands in Algeria

The Algerian territory hosts nearly 2,500 wetlands, including many Ramsar sites of international importance. These areas, composed mainly of wetlands of natural origin and some hundreds of artificial origin, are characterized by a broad biogeographical distribution from the Mediterranean coast to the Sahara. They have a remarkable biodiversity and have multiple uses. To ensure their protection, a national strategy has been implemented to ensure their sustainable management, thereby contributing to the fight against desertification in the Saharan regions, to mitigating the effects of climate change and to protect the country's water resources. These wetlands have various local or regional denominations (sebkha, chott, guelta, garâ, aguelmam, zahrez). To this vernacular toponymic nomenclature are added the names used in the specialized works (lake, marsh, swamp, lagoon) and the names used in the international conventions (Ramsar, Medwet). This situation causes great confusion for the managers of these wetlands; it does not facilitate the work for these managers: the field identification, characterization and delimitation of these spaces cause them problems.

The main purpose of this typology is to facilitate the work of these managers in the development and implementation of effective management and conservation of these wetlands. Considering the remaining gaps in the phytosociological knowledge of vegetation in Algeria, bibliographic data and unpublished data were used to complete the first phytosociological typology established in 1998.

These unpublished data are obtained from our own observations following the exploration of new undescribed wetlands, particularly in the central and southern Algerian Sahara. Edaphic criteria are usually used to define these wetlands. These criteria are sometimes difficult to observe in the field. On the other hand, the floristic criteria are easy to observe. Indeed, vegetation is an important component of these wetlands, whatever their edaphic substrate. For this reason, the phytosociological method is used. This method provides a rigorous description of the various types of vegetation and also contributes to delimit precisely these wetlands.

The analysis of the floristic composition identified 19 phytosociological classes, 30 orders and 39 alliances. The analysis of the ecological context of wetlands allows them to be grouped into the following seven categories: aquatic vegetation class, source and stream vegetation class, reedbed vegetation class, pioneer vegetation class, vegetation class meadow, halophilic vegetation class and forest pioneer vegetation class of watersheds.

This work also made it possible to specify the range of distribution of wetland plant communities in the desert regions of Algeria. Through this communication, the author wishes to pay tribute to the memory of Professor J.-M. GÉHU who was the initiator and co-author of the first phytosociological typology of the vegetation of Algeria.

Keywords: Algeria, wetlands, phytosociological typology, uses, values.

Résumé

Comptant parmi les écosystèmes les plus diversifiés, les milieux humides se caractérisent, en Algérie, par une large répartition et des usages multiples. Sur le plan typologique, ces milieux recouvrent des définitions aussi diverses que leurs auteurs, provoquant ainsi une véritable confusion auprès des gestionnaires. De nombreuses classifications, de portée locale (sebkha, chott, zahrez, guelta, garâ, aguelmam) ou mondiale (Medwet, Ramsar), compliquent encore davantage la situation de telle sorte qu'il n'est pas aisé de les identifier et de les délimiter.

Si la valeur des services écosystémiques rendus par ces milieux n'est plus à démontrer, leur usage suscite bien des débats de par le monde scientifique. Aussi, l'objectif principal vise à faciliter la tâche aux gestionnaires pour la mise en œuvre d'une gestion efficiente de ces milieux. La démarche la mieux à même de les caractériser reste la phytosociologie qui, tout en assurant une description rigoureuse des végétations, contribue aussi à les délimiter sur le terrain. Les résultats permettent de regrouper les milieux humides d'Algérie en fonction de critères floristiques. Avec 88 unités phytosociologiques (19 classes phytosociologiques, 30 ordres et 39 alliances), le schéma syntaxonomique de la végétation des milieux humides d'Algérie est mis à jour sur la base de nouvelles données et à la lumière des travaux phytosociologiques récents.

Mots-clés : Algérie, zones humides, typologie phytosociologique, usages, valeurs.

Typologie phytosociologique des milieux humides d'Algérie

MOHAMMED KAABÈCHE

En hommage à la mémoire du Professeur Jean-Marie GÉHU

Introduction

Initiées par MAIRE (1940), les recherches phytosociologiques en Algérie, sont restées fragmentaires jusqu'au début des années 70. Depuis et sous l'impulsion du Professeur Salah DJÉBAÏLI, ces recherches ont été développées et élargies à l'ensemble du territoire algérien, particulièrement en ce qui concerne la végétation steppique et forestière. Depuis les années 90, la contribution du Professeur Jean-Marie GÉHU a donné une nouvelle impulsion à ces recherches et a constitué, dans la connaissance de la végétation d'Algérie, une nouvelle étape orientée vers les communautés végétales des écosystèmes humides dont les études, fautes de spécialistes étaient jusqu'alors fragmentaires.

Si la valeur des services écosystémiques rendus par ces milieux n'est plus à démontrer, leur usage suscite bien des débats de par le monde scientifique. Ainsi, selon une note d'information du Groupe d'évaluation scientifique et technique de Ramsar (GARDNER *et al.* 2015), les « études démontrent que, dans la plupart des régions du monde, les zones humides subissent un déclin continu dans leur superficie et leur qualité ».

Ce constat alarmant s'applique, également, à la situation de quelque 2 500 zones humides (dont 50 sites d'importance internationale) en Algérie. Ces zones qui présentent de multiples facettes et des usages multiples, selon leur localisation géographique, sont reconnues sous diverses dénominations de portée locale (sebkha, chott, guelta, garâ, aguelmam, oglâ, etc.). À cette nomenclature toponymique vernaculaire, s'ajoutent d'une part celle en usage dans les ouvrages spécialisés (lac, marais, marécage, lagune, etc.) et d'autre part celle usitée dans les conventions internationales (Ramsar, Medwet).

Si l'identification paysagère et la caractérisation écologique de ces zones sont relativement aisées (présence d'une nappe phréatique avec ou sans plan d'eau au moins une partie de l'année et d'une végétation à caractère hygrophile), ces nomenclatures compliquent davantage la situation de telle sorte qu'il n'est pas toujours aisé de délimiter avec précisions ces espaces.

Tenant compte du fait que toutes les définitions des zones humides considèrent la végétation comme une composante majeure, la démarche la mieux à même de décrire, de caractériser et d'identifier ces milieux reste la phytosociologie sigmatiste qui « est un des outils les plus performants de l'analyse des végétations, pour leur connaissance, leur gestion et leur conservation » (GÉHU 2010).

Par cette communication, l'auteur souhaite rendre hommage à la mémoire du Professeur Jean-Marie GÉHU qui a été initiateur et co-auteur de la première mise au point d'une classification des groupements végétaux pour le territoire algérien (GÉHU *et al.* 1998).

Matériel et méthode

Considérant les grandes lacunes qui subsistent dans la connaissance phytosociologique de la végétation d'Algérie, il a été jugé utile de contribuer à la connaissance de la végétation des milieux humides à la lumière de nouvelles données, soit bibliographiques (ALIAT 2016, BENALIA *et al.* 2015, HAMADÈNE 2016 et KADID *et al.* 2007), soit obtenues lors de nos propres observations :

- zones humides de Dayat Ettiour à Béchar au Sahara nord-occidental algérien et de Oglat Ed Daïra à Naâma dans les Hautes Plaines steppiques occidentales (KAABÈCHE 2010) ;
- Gueltat Tafagoumt (djebel Ouarkiz à Tindouf) dans le Sahara nord-occidental algérien (KAABÈCHE 2012) ;
- Oued Zentout (Djebel Babor à Sétif) dans l'Atlas tellien (KAABÈCHE 2015) ;
- zone humide d'El-Guersa (bassin du Hodhna, M'sila) ; barrage de Sidi Brahim (Aflou), zone humide d'El Haoud (Aflou), Oued El Malha, Oued El Ghaicha (Laghouat), zone humide de Hassi Laabid (Brida, Laghouat), zone humide de Ain Ouerka à Naama (KAABÈCHE 2016).

Des données inédites portant sur des observations faites en 2014 au Sahara méridional algérien (zone humide d'Aflal dans le massif de l'Ahaggar) complètent cet ensemble de données.

Sur le plan méthodologique, il y a lieu de rappeler que GUINOCHET (1973) considérait « la valeur de la composition floristique totale comme réactif des conditions édaphiques » et que pour GÉHU (2010) « les unités syntaxonomiques, floristiquement et statistiquement définies sont porteuses d'informations sur leur milieu de vie ». Aussi, la démarche phytosociologique a-t-elle été privilégiée pour entreprendre ce travail.

Résultats et discussions

Les résultats ont permis de revoir, à la lumière des travaux récents dans ce domaine, le schéma syntaxonomique spécifique à la végétation des milieux humides d'Algérie (GÉHU *et al.* 1998). Certains noms d'unités phytosociologiques ont été reformulés sur la base des travaux de BARDAT *et al.* (2004). Deux classes ont été ajoutées à ce schéma initial : d'une part celle des *Glycerio fluitantis* – *Nasturtietea officinalis* Géhu & Géhu-Franck 1987 dont des éléments fragmentaires observés en 1998 avaient été rattachés aux *Phragmito* – *Magnocaricetea* Klika 1941 in Klika et Novak 1941 ; d'autre part celle des *Ruppietea* J. Tüxen 1960 dont deux associations (*Zannichellio* – *Myriophylletum alterniflori* Géhu, Kaabèche & Gharzouli 1994 et *Zannichellietum palustris* Kaabèche, Gharzouli & Géhu 1994) avaient été classées au sein des *Potametea pectinati* Tüxen & Preising 1942. La mise à jour de ce schéma a tenu compte des travaux récents notamment en ce qui concerne les *Ruppietea* J. Tüxen 1960 et les *Utricularietea intermedio* – *minoris* Pietsch ex Krausch 1968.

Les aires de distribution des communautés végétales relevant des catégories phytoso-

ciologiques citées ont toutes été reconnues sur le terrain, soit par les auteurs cités en bibliographie, soit à la suite d'observations sur le terrain par nos soins. Afin de ne pas alourdir le texte, les syntaxons cités se limitent aux unités jusqu'au niveau de l'alliance à l'exception de trois associations rarissimes en Algérie : deux relevant des *Potametea pectinati* Tüxen & Preising 1942 (*Nupharetum luteae* Géhu, Kaabèche & Gharzouli 1995 ; *Nymphaetum albae* Géhu, Kaabèche & Gharzouli 1995) et une des *Molinio* – *Arrhenatheretea* Tüxen 1937 (*Eryngio barrelieri* – *Caricetum divisae* Géhu, Kaabèche & Gharzouli 1994). Cependant, les références bibliographiques des publications concernées par les catégories phytosociologiques citées permettent de retrouver les unités (sous-alliance, association et sous-association) reconnues en Algérie au sein de ces catégories. Les principales unités de rang supérieur qui caractérisent les milieux humides algériens sont les suivantes.

- *Zosteretea marinae* Pignatti 1953 : des communautés de cette classe représentant l'aspect estival de la végétation phanérogamique submergée ont été observées sur les plateaux de vase sub-

mergée du lac Mellah (GÉHU *et al.* 1995) où *Zostera noltii* forme des peuplements purs. Ces communautés relèvent des *Zosteretalia marinae* Béguinot 1941 *em.* Tüxen & Oberd. 1958 et du *Zosterion marinae* W. Christ. 1934.

- *Lemnetea minoris* (Tüxen 1955) Schwabe & Tüxen 1981 : cette végétation aquatique flottante de petits pleustophytes se rencontre au sein des plans d'eau douce de la plupart des zones humides naturelles (lacs, gueltas, Aguelmam, Garâ), ou artificielles (retenues collinaires, barrages) et dans les oueds permanents, mais à écoulement lent, localisés dans les Hautes Plaines (GÉHU *et al.* 1994). Ces communautés relèvent des *Lemnetalia minoris* (Tüxen 1955) Schwabe & Tüxen 1981 et des deux alliances suivantes : *Lemnion minoris* W. Koch & Tüxen 1954 et *Riccio fluitantis* – *Lemnion trisulcae* (Hartog & Segal 1964) Schwabe & Tüxen 1981. Il y a lieu de rappeler que la végétation aquatique de phanérogames herbacées nageantes, dominée par des utriculaires, qui colonise les lacs d'eau douce situés dans le littoral oriental (GÉHU *et al.* 1995), a été initialement rattachée aux *Utricularietea intermedio* – *minoris* Pietsch ex Krausch 1968. Cependant, ces communautés constituant l'aspect estival de la végétation aquatique flottante du lac Tonga et celui des ceintures des rives sableuses du lac Bleu relèvent, de par leur combinaison floristique (*Utricularia neglecta*, *Lemna minor*, *Wolffia arrhiza*), plutôt des *Lemnetea minoris* (Tüxen 1955) Schwabe & Tüxen 1981.
- *Potametea pectinati* Tüxen et Preising 1942 : constitués par des hydrophytes enracinés des eaux douces, des groupements de cette classe ont été observés dans les zones humides telliennes (HAMADÈNE 2016), les sources et les gueltas sahariennes (QUÉZEL 1957). Ces groupements réunis dans les *Potametalia* W. Koch 1926 *corr.* Oberd. 1979 ont été insérés dans les trois alliances suivantes : *Ranunculion aquatilis* H. Passarge 1964, *Potamion pectinati* W. Koch 1926 *em.* Oberd. 1957 et *Nymphaeion albae* Oberd. 1957. Il y a lieu d'observer que cette dernière alliance regroupe deux associations exceptionnelles en Algérie : le *Nupharetum luteae* Géhu, Kaabèche & Gharzouli 1995 rarissime connu au sein de deux stations, d'étendue restreinte, situées sur le littoral oriental ; par contre le *Nymphaetum albae* Géhu, Kaabèche & Gharzouli 1995, constituant l'aspect estival des rives sableuses du complexe des zones humides du littoral oriental, est répandu dans la région de Skikda et d'El-Kala (GÉHU *et al.* 1995).
- Il y a lieu d'observer que la végétation aquatique représentée sur le littoral oriental, depuis El-Kala jusqu'à Skikda, par des groupements dominés par *Zannichellia palustris* et *Myriophyllum alterniflorum* au sein du complexe de zones humides et particulièrement à l'embouchure de la Mafragh et le lac Tonga de la région d'El-Kala (GÉHU *et al.* 1995) ainsi que la végétation, représentée dans les régions telliennes par des groupements dominés par *Zannichellia palustris* dans les sources et les oueds permanents (KAABÈCHE *et al.* 1994) ont été initialement rattachées aux *Ruppietea* J. Tüxen 1960. Aussi, compte tenu de la présence des espèces citées et de l'absence de taxons caractéristiques des *Ruppietea* J. Tüxen 1960, ces végétations relèveraient plutôt des *Potametea pectinati* Tüxen et Preising 1942.
- *Littorelletea uniflorae* Braun-Blanq. & Tüxen 1943 : colonisant les lacs, gueltas et mares, ces communautés relèvent des *Littorelletalia uniflorae* W. Koch 1926 et du *Littorellion uniflorae* W. Koch 1926. Des éléments fragmentaires de cette classe ont été reconnus dans les bordures aquatiques oligo-mésotrophes représentés par les ceintures végétales des rives sableuses des lacs de la région d'El-Kala (GÉHU *et al.* 1994).
- *Montio* – *Cardaminetea* Braun-Blanq. & Tüxen 1943 : colonisant les sources et ruisseaux aux eaux fraîches et limpides des montagnes telliennes (KAABÈCHE 2015), les communautés associées à cette classe sont représentées par des groupements à *Ranunculus hederaceus* (KAABÈCHE *et al.* 1994) relevant des *Montio* – *Cardaminetalia* Pawł. 1928 et du *Cardamino* – *Montion* Braun-Blanq. 1925.
- *Phragmito* – *Magnocaricetea* Klika 1941 in Klika & Novak 1941 : cette végétation se développe aussi bien dans les régions telliennes que sahariennes (KAABÈCHE

et al. 2011). Dans la région de Béjaïa, une communauté fragmentaire à *Cladium mariscus* a été observée sur les bas-marais alcalins du littoral de Béjaïa à Melbou-Les Falaises (GÉHU et al. 1992a). Au Sahara Central, des éléments de cette classe ont été répertoriés par QUÉZEL (1965) sous le nom de « prairies à *Typha* » localisées sur les montagnes du Sahara, entre 900 et 1 600 m d'altitude et au niveau des lits d'oueds per-humides et des marges des gueltas. Au Sahara occidental algérien, d'autres éléments ont été mis en évidence le long des bordures de la zone humide de Tafagoumt à Tindouf (KAABÈCHE 2012). Ces communautés relèvent (KAABÈCHE et al. 1995) d'une part des *Phragmitetalia* W. Koch 1926 em. Pignatti 1953 (*Phragmitetalia* W. Koch 1926) et d'autre part des *Scirpetalia compacti* Hejný in Holub, Hejný Moravec & Neuhäusl 1987 (*Scirpion compacto – littoralis* Rivas Mart. in Rivas Mart., M.C. Costa, Castrov. & Valdés Berm. 1980).

- *Glycerio fluitantis – Nasturtietea officinalis* Géhu & Géhu-Franck 1987 : des groupements représentatifs de cette « végétation basse d'hélophytes, en bordure des eaux calmes ou courantes » ont été reconnus dans la région de Sétif (HAMADÈNE 2016) le long des bords de petits ruisseaux (asséchés en été) de faible profondeur à eau limpide et très fraîche suite à la fonte des neiges des collines environnantes. Ces groupements ont été rattachés aux *Nasturtio – Glycerietalia* Pignatti 1953 et au *Nasturtion officinalis* Géhu & Géhu-Franck 1987.
- *Bidentetia tripartitae* Tüxen, W. Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951 : des groupements intra-forestiers relevant de cette classe, exceptionnelle en Algérie, ont été observés au sein des borbiers de l'aulnaie limitrophe du bord des eaux douces de la rive septentrionale du lac Tonga dans la région d'El-Kala (GÉHU et al. 1992b). Ces groupements relèvent des *Bidentetalia tripartitae* Braun-Blanq. & Tüxen 1943 et du *Bidention tripartitae* Nordh. 1940 (GÉHU et al. 1998).
- *Isoeto – Nanojuncetea* Braun-Blanq. & Tüxen 1943 ex V. Westh., Dijk & Paschier 1946 : des groupements thérophytiques relevant de cette classe colonisent les

petites cuvettes limoneuses inondables sur grès de Numidie sur le littoral de la corniche kabyle entre Béjaïa et Jijel. De très faible superficie, ces groupements à base de *Cyperus flavescens* ont été observés aussi bien sur cette corniche littorale qu'à l'intérieur des terres, le long des rives de l'oued Bou-Sellam dans les Hautes Plaines sétifiennes (KAABÈCHE et al. 1994). Revues à la lumière des données plus récentes (BARDAT et al. 2004), les communautés correspondant à cette classe relèvent des unités (ordres et alliances) suivantes : *Cicendietalia filiformis* Géhu 1994 et *Cicendion filiformis* (Rivas-Goday (1961) 1964) Braun-Blanq. 1967, des *Isoetalia velatae* Braun-Blanq. 1931 et de l'*Isoetion velatae* Braun-Blanq. 1931, des *Nanocyperetalia flavescens* Klika 1935 (*Nanocyperion flavescens* W. Koch ex Libbert 1932), des *Elatino triandrae – Cyperetalia fuscii* B. Foucault 1988 (*Heleochoilo schoenoidis* Braun-Blanq. ex Rivas Goday, Borja, Monasterio, Galiano & Rivas Mart. 1956) et des *Mollugini – Anticharidietalia* Quézel 1965 (*Nanocyperion flavescens* Quézel 1965).

- *Thero – Salicornietea strictae* Tüxen ex Géhu & Géhu-Franck 1984 : ce type de végétation, où dominant des salicornes annuelles, colonise les bordures des dépressions salées limoneuses (chotts, sebkhas, zahrez, oglas) continentales (GÉHU et al. 1993). Sur le littoral oriental, ces groupements se manifestent par des salicornes tétraploïdes rougissantes qui représentent l'aspect estival des communautés végétales développées sur les vases salées entourant le lac Mellah. Ces communautés relevant des *Thero – Salicornietalia* Pignatti 1953 em. Tüxen in Tüxen & Oberd. 1958 sont réparties au sein de deux alliances (*Salicornion emerici* Géhu & Géhu-Franck 1984 et *Salicornion patulae* Géhu & Géhu-Franck 1984).
- *Saginetea maritima* V. Westh., C. Leeuwen & Adriani 1962 em. Géhu & Biondi 1986 : selon GÉHU & BIONDI (1994) cette classe est « constituée de communautés très ouvertes et rases développées dans les plages écorchées des falaises maritimes sur sol peu épais ou squelettique, en mosaïque plus ou moins étroite avec les chasmophytes aérohalins ou les garrigues littorales ».

En Algérie, ce type de communautés thérophytiques, à caractère halophile, observées sur les zones plates soumises à émergence et immersion périodique des pourtours des chotts, sebkhas et zahrez, relèvent des *Saginetea maritima* V. Westh., C. Leeuwen & Adriani 1962 (*Saginion maritima* V. Westh., C. Leeuwen & Adriani 1962) et des *Franke-nietalia pulverulenta* Rivas-Mart. in Rivas-Mart. & M.C. Costa 1976 (*Franke-nietalia pulverulenta* Rivas Mart. in Rivas Mart. & M.C. Costa 1976).

- *Caricetea curvulae* Braun-Blanq. 1948 : des groupements de cette classe ont été observés dans des dépressions terreuses et fermées localisées sur les hautes montagnes telliennes (QUÉZEL 1957). Ces groupements correspondant à des « prairies des bords de sources » relèvent des *Udo – Nardetalia* Quézel 1957 (*Trifolion humilis* Quézel 1957).
- *Molinio caeruleae – Arrhenatheretea elatioris* Tüxen 1937 : cette végétation est représentée dans les plaines côtières orientales par des prairies permanentes et des pâturages qui constituent les aspects vernal et estival des ceintures végétales développées au sein des lacs de la région d'El-Kala (lac Tonga, lac Oubeira et lac Mafragh). Dans les plaines alluviales telliennes, elle est représentée le long des cours d'eau permanents par des pelouses hygrophiles développées sur les sols alluvionnaires à fort contraste d'humidité à nappe phréatique affleurante en saison humide. Des communautés (*Eryngio barrelieri – Caricetum divisae* Géhu, Kaabèche & Gharzouli 1994), très rares en Algérie, ont été observées sous forme de prairies localisées dans la plaine du Mafragh sur le littoral oriental (GÉHU et al. 1994). Ces communautés relèvent des unités suivantes : d'une part des *Agrostietalia stoloniferae* Oberd. in Oberd., Görs, Korneck, W. Lohmeyer, T. Müll., G. Phil. & P. Seibert 1967 (*Paspalo distichi – Agrostion semiverticillatae* Braun-Blanq. in Braun-Blanq., Roussine & Nègre 1952), d'autre part des *Holoschoenetalia vulgaris* Braun-Blanq. ex Tchou 1948 (*Molinio arundinaceae – Holoschoenion vulgaris* Braun-Blanq. ex Tchou 1948 ; *Trifolio fragiferi – Cynodontion dactyli* Braun-Blanq. & O. Bolòs 1958), enfin des *Eleocharitetalia palustris* B. Foucault 1984.

▪ *Juncetea maritimi* Braun-Blanq. in Braun-Blanq., Roussine & Nègre 1952 : cette classe correspond, en Algérie, aux communautés végétales constituées par des jonchaies oligohalophiles développées en ceintures extérieures des lacs situés sur le littoral oriental. Observées dans la région d'El-Kala (GÉHU et al. 1994) autour des lacs Tonga, Oubeira, Mafragh et du lac des Oiseaux, ces végétations sont regroupées dans les *Juncetalia maritimi* Braun-Blanq. ex Horvatić 1934 et déclinées en trois alliances : celle du *Plantaginion crassifoliae* Braun-Blanq. in Braun-Blanq., Roussine & Nègre 1952, celle du *Juncion maritimi* Braun-Blanq. ex Horvatić 1934 et celle du *Trifolion maritimi* Braun-Blanq. in Braun-Blanq., Roussine & Nègre 1952. Il y a lieu d'observer que cette classe et ses syntaxons subordonnés, particulièrement le *Trifolion maritimi*, ont fait l'objet de diverses conceptions. Cependant, dans le contexte phytogéographique du territoire algérien, ces unités possèdent certaines cohérences (phytogéographique et écologique) qui jouent en faveur de leur maintien.

- *Salicornietea fruticosae* Braun-Blanq. & Tüxen ex A. Bolòs & O. Bolòs in A. Bolòs 1950 : selon Géhu & Géhu-Franck (1977), cette classe est représentée par une végétation « frutescente et crassulescente, des sansouires méditerranéennes et hauts de prés salés thermo-atlantiques ». En Algérie, ces communautés d'aspect steppique, dominées par des halophytes à port chamaephytique et nanophanerophytique sont largement réparties depuis le littoral jusqu'au Sahara où elles colonisent le pourtour des dépressions salées (lagunes, chotts, sebkhas, zahrez). Elles relèvent de quatre ordres (GÉHU et al. 1993) : *Salicornietalia fruticosae* Braun-Blanq. 1933 (*Salicornion fruticosae* Braun-Blanq. 1933), *Limonietalia* Braun-Blanq. & O. Bolòs 1958 (*Suaedion brevifoliae* Braun-Blanq. & O. Bolòs 1957), *Limoniastralia guyoniani* Guin. 1952 (*Limoniastrion guyoniani* Guin. 1952 et des *Salsolo – Nitrietalia* Quézel 1965 (*Salsolo – Nitrietalia* Quézel 1965) mis en évidence au Sahara (QUÉZEL 1965).
- *Nerio oleandri – Tamaricetea africanae* Braun-Blanq. & O. Bolòs 1958 : répartis à travers l'ensemble du territoire algérien,

ces groupements arbustifs pionniers colonisent les bords d'oueds et les thalwegs avec nappe phréatique persistant toute l'année. Observés dans la région de Tafagoumt au Sahara nord-occidental algérien (KAABÈCHE 2012), ces groupements relèvent des *Tamaricetalia africanae* Braun-Blanq. & O. Bolòs 1958 et de deux alliances (*Tamaricion africanae* Braun-Blanq & O. Bolòs 1958 et *Ruboulmifolii - Nerion oleandri* O. Bolòs 1985).

- *Alnetea glutinosae* Braun-Blanq. & Tüxen 1943 : cette classe, exceptionnelle en Algérie, constitue une irradiation méridionale des aulnaies mésotrophes médio-européennes et atlantiques (GÉHU et al. 1992b). Cette végétation formait des paysages forestiers dont il ne reste à l'état actuel que quelques îlots, sous forme d'aulnaie développée sur des substrats tourbeux ou paratourbeux imprégnés d'eau en permanence. Strictement localisées au sein des plaines littorales orientales (régions de Skikda et El-Kala) où elles constituent des fragments d'une « végétation forestière, de distribution médio-européenne, des

aulnaies et saulaies fangeuses sur gley superficiel et tourbeux » (GÉHU et al. 1994), ces communautés relèvent des *Alnetalia glutinosae* Tüxen 1937 et de deux alliances subordonnées à cet ordre, celle de l'*Alnion glutinosae* Malcuit 1929 et celle du *Salicion cinereae* T. Müll. & Görs 1958.

Avant de conclure, il y a lieu de rappeler les « réflexions et observations sur le classement des végétations halophiles européennes » (GÉHU, 1987). Bien qu'elles aient pour objet la complexité des « végétations halophiles européennes » ces « réflexions et observations » sont, à mon sens, valables aussi sur les communautés situées sur la rive « africaine » de la région méditerranéenne. Car toutes ces communautés halophiles sont déterminées, entre autres facteurs, par un simple taux de concentration (saisonnier ou annuelle) déterminera dans une grande proportion leur combinaison floristique, d'où la « difficulté de leur classement » signalée par l'auteur de ces « réflexions ».

Conclusion

Les résultats obtenus, tout en dressant un état des lieux de la répartition des milieux humides en Algérie, mettent en évidence de nouveaux sites, particulièrement dans le Sahara central et le Sahara nord-occidental algérien. Cette typologie phytosociologique a permis, au-delà des dénominations vernaculaires géographiques à caractère local, de proposer une démarche sur une base floristique et paysagère pour une identification rigoureuse et une cartographie plus fiable des milieux humides d'Algérie. Cependant, ces milieux, situés parfois dans un contexte environnemental saharien, subissent des transformations parfois radicales car ils sont soumis à une double pression : celle due aux changements climatiques globaux à l'échelle de la planète et une pression à l'échelle locale générée par leurs usages. Ces pressions sont d'autant plus importantes que la dynamique de ces transformations est élevée, la menace du changement climatique plus grande et le besoin de développement, source de bien-être des populations riveraines de ces milieux, est de plus en plus pressant. Aussi, toute approche méthodologique qui facilite leur identification, leur caractérisation et leur délimitation constitue un apport certain pour les gestionnaires de ces milieux.

Ne prétendant nullement à l'exhaustivité ni à constituer un référentiel définitif des végétations des milieux humides d'Algérie, ce travail consiste à proposer, vingt ans après, une mise à jour partielle des unités syntaxonomiques identifiées en 1998 et réunies sous le titre de « *Typologie hiérarchisée des principales unités phytosociologiques d'Algérie* » (GÉHU et al. 1998). Cette « typologie » a été retenue, par ailleurs, comme document de référence dans le cadre de l'élaboration de la stratégie algérienne sur la biodiversité en 1998 puis en 2006.

Bibliographie

- ALIATT. 2016. - *Les relations sol-végétation dans les zones humides des Hautes plaines orientales*. Thèse doctorat, Université de Sétif 1, Algérie, 97 p.
- BARDAT J., BIRET F., BOTINEAU M., BOULLET V., DELPECH R., GÉHU J.-M., HAURY J., LACOSTE A., RAMEAU J.-C., ROYER J.-M., ROUX G. & TOUFFET J. 2004. - *Prodrome des végétations de France*. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 171 p. (*Patrimoines Naturels* 61).
- BÉNALIA N., NOUIOUA W. & KAABÈCHE M. 2015. - *Biodiversité et typologie des habitats écologiques de Djebel ouahche*. 3rd International Congress of Plant Biodiversity. Marrakech. 09-11 October 2015.
- GARDNER R.C., BARCHIESI S., BELTRAME C., FINLAYSON C.M., GALEWSKI T., HARRISON I., PAGANINI M., PERENNOU C., PRITCHARD D.E., ROSENQVIST A. & WALPOLE M. 2015. - *State of the World's Wetlands and their Services to People: a compilation of recent analyses*. Ramsar Briefing, Note no. 7. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
- GÉHU J.-M. 1987. in : Huiskes A.H.L., Blom C.W.P.M., Rozema J. (eds) *Vegetation between land and sea*. Geobotany, vol 11. Springer, Dordrecht pp 134-145 ; https://doi.org/10.1007/978-94-009-4065-9_11.
- GÉHU J.-M. 2010. - Problématique de l'étude phytosociologique des forêts. *Revue Forestière Française*, 3-4, n° spécial « Phytosociologie et gestion durable des milieux naturels » : 219-228. DOI : <https://doi.org/10.4267/2042/38936>.
- GÉHU J.-M. & BIONDI E. 1994. - Végétation littorale de la Corse. Essai de synthèse phytosociologique. *Braun-Blanquetia* 13 : 1-149 + 4 pl. couleur.
- GÉHU J.-M. & GÉHU-FRANCK J. 1977. - Quelques données sur les *Arthrocnemetea fruticosi* ibériques sud-occidentaux. *Acta Botanica Malacitana* 3 : 145-157.
- GÉHU J.-M., KAABÈCHE M. & GHARZOULI R. 1992a. - Observations phytosociologiques sur le littoral kabyle de Bejaia à Djijel. *Documents Phytosociologiques*, NS, XIV : 306-322.
- GÉHU J.-M., KAABÈCHE M. & GHARZOULI R., 1992b. - L'aulnaie glutineuse de la région d'El Kala (La Calle) Annaba, Algérie : une remarquable irradiation biogéographique européenne en Afrique du Nord. *Fitosociologia* 27 : 67-71.
- GÉHU J.-M., KAABÈCHE M. & GHARZOULI R. 1993. - Une remarquable toposéquence phytocoenotique en bordure du Chott El Hodna (Algérie). *Fragmenta Floristica et Geobotanica Suppl.* 2 (2) : 513-520.
- GÉHU J.-M., KAABÈCHE M. & GHARZOULI R. 1994. - Observations phytosociologiques dans le nord-est de l'Algérie. *Phytocoenologia* 24 : 369-382.
- GÉHU J.-M., KAABÈCHE M. & GHARZOULI R. 1995. - Phytosociologie et typologie des habitats des rives des lacs de la région d'El Kala (Algérie). *Colloques Phytosociologiques XXII*, la syntaxonomie et la synsystème européenne, comme base typologique des habitats : 297-329.
- GÉHU J.-M., MEDDOUR R., KAABÈCHE M. & SADKI N. 1998 - *Typologie hiérarchisée des principales unités phytosociologiques d'Algérie*. Direction Générale de l'Environnement, Direction de la Préservation de la Biodiversité et des Espaces Naturels, projet, FEM / PNUD, annexe 4 Bailleul-Alger.
- GUINOCHE M. 1973. - *Phytosociologie*. Masson, Paris, 227 p.
- HAMADÈNE S. 2016. - *La zone humide de Zaïri : étude de classement en aire protégée*. Master gestion des systèmes écologiques protégés. Université de Sétif, 97 p.
- KAABÈCHE M. 2010. - Guide des habitats arides et sahariens. Typologie phytosociologique de la végétation d'Algérie. Projet ALG/00/ G35, D.G.F, 59 p. <http://www.naturevivante.org/documents/typologie.pdf> [cité le 20 septembre 2017].
- KAABÈCHE M. 2012. - *Diagnostic écologique de l'arganaie de Tindouf*. Rapport de classement de l'aire protégée. Direction générale des Forêts, Alger, 60 p.
- KAABÈCHE M. 2015. - *Contribution à la création participative d'une aire protégée dans le Djebel Babor*. Association de réflexion, d'échanges et d'actions pour l'environnement et le développement, Critical Ecosystem Partnership Fund, Alger, 42 p.
- KAABÈCHE M. 2016. - *Conservation de la biodiversité d'intérêt mondial et utilisation durable des services écosystémiques dans les parcs culturels en Algérie*. Direction nationale des Projets, Direction générale des Forêts, Programme des Nations Unies pour le développement, Alger.

- KAABÈCHE M., GHARZOULI R. & GÉHU J.-M. 1994. - Phytosociologie et typologie des habitats de la haute vallée de l'oued Bou-Sellam (Sétif, Algérie). *Colloques Phytosociologiques XXIII*, Large area vegetation surveys : 531-557.
- KAABÈCHE M., GHARZOULI R. & GÉHU J.-M. 1995. - Observations phytosociologiques sur le Tell et les hautes plaines de Sétif (Algérie). *Documents Phytosociologiques*, NS, **XV** : 117-125.
- KAABÈCHE M., MOALI A. & BENKHEIRA A. 2011. - *Guide Habitats, Flore et Faune des régions arides et sahariennes d'Algérie*. Altitude Communication, Alger, 156 p.
- KADID Y., THÉBAUD G., PÉTEL G. & ABDELKRIM H. 2007. - Les communautés végétales aquatiques de la classe des *Potametea* du lac Tonga, El-Kala, Algérie *Acta Botanica Gallica* **154** (4) : 597-618.
- MAIRE R. 1940. - Études sur la flore et la végétation du Sahara central. *Mémoire de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord* **3**, 3^e partie : 273-433.
- QUÉZEL P. 1957. - Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord, essai de synthèse biogéographique et phytosociologique. *Encyclopédie biogéographique et écologique* **10** : 1-464 + 4 cartes h.-t.
- QUÉZEL P. 1965. - La végétation du Sahara, du Tchad à la Mauritanie. *Geobotanica Selecta II* : 1-333.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=770hqzOi6jA>

Les communautés à Characées de trois grands marais tourbeux alcalins du territoire picard

TIMOTHÉE PREY⁽¹⁾ & AYMERIC WATTERLOT⁽²⁾

⁽¹⁾ 2, rue de Bretteville,
F-14250 Brouay ;
timprey@hotmail.fr

⁽²⁾ Conservatoire botanique
national de Bailleul,
Hameau de Haendries,
F-59270 Bailleul ;
a.watterlot@cbnbl.org

Introduction

Trois sites Natura 2000, sur lesquels le patrimoine charologique a fait l'objet d'études ciblées, ont été choisis pour présenter certaines communautés spécifiques aux milieux tourbeux alcalins. Les points communs entre ces trois marais sont assez nombreux (usages, types de gestion, présence de tourbe alcaline...) et la présence d'herbiers à Characées en fait partie. Outre la connaissance scientifique, ces études récentes de la charoflore ont permis d'engager des pistes de réflexion vis-à-vis de l'emploi des Characées et de leurs communautés en tant qu'indicateurs de la qualité des milieux. L'objectif de ce travail est donc d'identifier les communautés les plus remarquables et caractéristiques rencontrées au sein de ces différents marais tourbeux. La valeur patrimoniale des végétations a été prise en compte en lien avec la gestion et les usages des sites, tout en s'appuyant sur des éléments factuels recueillis sur le terrain.

Présentation des sites d'études

Les marais arrière-littoraux picards (département de la Somme)

Ce site d'une surface d'environ 1 600 ha est composé de plusieurs entités étendues sur onze communes.

Le secteur étudié est situé dans la partie est de la plaine maritime picarde entre la vallée de la Somme et la vallée de l'Authie (cf. figure 1).

Cet ensemble est pénétré par un réseau hydrographique complexe (fossés, canaux, mares de chasse, étangs). Il se caractérise par une mosaïque de milieux allant des végétations aquatiques jusqu'aux stades de boisements. Les habitats les plus originaux sont les herbiers aquatiques sur tourbes alcalines, les tremblants tourbeux, les roseières turfcôles. Certains secteurs de faible

niveau trophique comparativement à ce qui prédomine dans les Hauts-de-France permettent le développement de certaines espèces et l'expression de végétations extrêmement rares et menacées à l'échelle nationale. Certaines activités traditionnelles, notamment l'élevage et la chasse, permettent d'une part, d'entretenir les habitats et d'autre part, de générer une grande diversité de zones humides. Ainsi, l'abondance des micro-dépressions (gouilles, flaques...), des anciennes fosses de tourbage, des mares-abreuvoirs, des mares de hutte de chasse favorise le développement d'herbiers à Characées diversifiés et abondants.

Les marais de Sacy-le-Grand (département de l'Oise)

Ce marais alcalin de pied de cuesta s'étend sur une superficie de 1 368 ha. Les principales activités exercées sur le site sont l'élevage et la chasse. L'ensemble des marais

héberge une diversité floristique et phytocénotique exceptionnelle à l'échelle régionale ce qui explique qu'il soit connu des botanistes depuis plus d'un siècle. Il s'agit

Résumé

Les Characées, algues évoluées des eaux douces à saumâtres, sont de plus en plus étudiées. Ces espèces sensibles aux conditions du milieu aquatique peuvent donner des indications sur la dynamique des milieux, l'état de conservation et la qualité générale des milieux aquatiques. Trois sites tourbeux alcalins majeurs du territoire picard ont été pris en exemple pour présenter les différentes communautés à Characées, mettre en exergue et comprendre leurs points communs et leurs différences notables.

Abstract

Characeae, evolved algae from fresh to brackish waters, are being studied more and more. These species, which are sensitive to the conditions of the aquatic environment, can give indications on the dynamics of the environments, the state of conservation and the general quality of the aquatic environments. Three major alkaline peat sites in the Picardy region were used as examples to present the different communities of Characeae, to highlight and understand their commonalities and their notable differences.

d'un des systèmes tourbeux alcalins les plus importants des plaines du nord-ouest européen. Des végétations pouvant être considérées comme rares et menacées au nord de la France se développent sur ce site et sur de vastes surfaces. On peut prendre en exemple : la cladiaie du *Cladietum marisci* Allorge 1922, la roselière turficole du *Thelypterido palustris - Phragmitetum australis* Kuyper 1957 em. Segal & V. Westh. in V. Westh. & den Held 1969. En outre, le pâturage extensif et/ou la fauche ont permis de maintenir ce site Natura 2000 en plus ou moins bon état selon les secteurs. La singularité des marais de Sacy repose essentiellement sur la présence d'un réseau de bas-marais et de prairies tourbeuses alcalines subatlan-

tiques. Les eaux claires et riches en calcaire favorisent par endroit l'expression de végétations aquatiques souvent diversifiées. Parmi les végétations aquatiques les plus intéressantes, il est par exemple possible d'observer, à proximité de puits artésiens, des potamaies du *Potametum colorati* Allorge 1922 ou encore des végétations oligotrophiles à *Utricularia minor* L. et à *Sparganium natans* L. du *Scorpidio scorpioidis - Utricularietum minoris* T. Müll. & Görs 1960.

La préservation de ce site Natura 2000 est donc capitale puisqu'il représente un réservoir spatial remarquable subsistant dans le nord de la France, au moins, pour ces types d'habitat.

Les marais de la Souche (département de l'Aisne)

Situé au nord-est de Laon (cf. figure 1), ce site est le plus vaste des trois avec une seule entité de 2 410 ha (dont 1 800 ha réellement tourbeux). Il s'étend sur le territoire de douze communes. Une partie des paysages de ce marais tourbeux alcalin a été façonnée par l'exploitation intensive de la tourbe. Actuellement, l'élevage tend à régresser sur ces marais et ce sont maintenant les activités de loisirs (pêche et chasse) ainsi que la populiculture qui prédominent. Un grand nombre de pièces d'eau de taille et de forme différentes sont présentes dans la partie centrale du site. Au nord, on trouve la Réserve naturelle nationale de Vesles-et-Caumont et au sud une partie plus boisée.

L'ensemble abrite un grand éventail d'habitats tourbeux alcalins, notamment des roselières, mégaphorbiaies, saulaies, aulnaies et aulnaies-frênaies. Pour les végétations, on notera en particulier la présence sporadique du *Lathyro palustris - Lysimachietum vulgaris*. Passarge 1978 et le rare *Junco subnodulosi - Caricetum lasiocarpae* (Wattez 1968) B. Foucault 2008. Concernant la flore, les marais de la Souche hébergent encore des populations d'espèces dont la situation est critique en région (ex : *Cyperus flavescens* L. et *Gentiana pneumonanthe* L.).

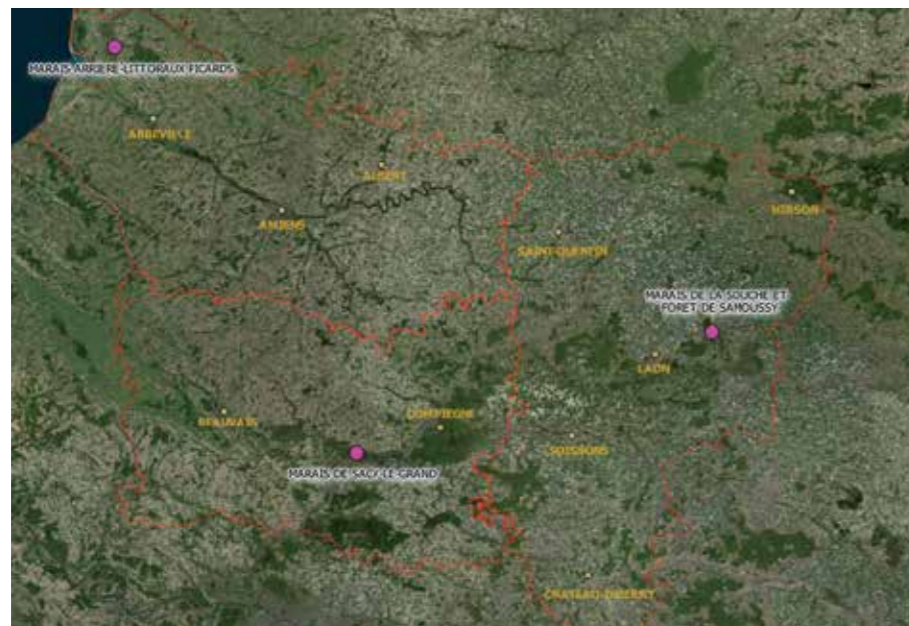


Figure 1
Carte de localisation des trois sites étudiés.

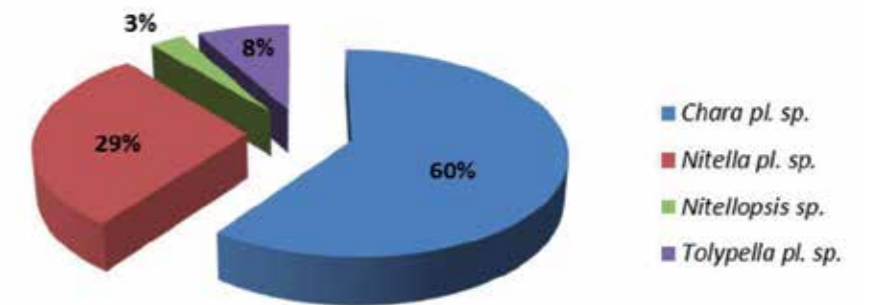
Les Characées du territoire picard

Sur la base des connaissances actuelles, 35 taxons ont été observés au moins une fois en Picardie, incluant une forme et des variétés de *Chara vulgaris* L. et de *Chara contraria* A. Braun ex Kütz. Cela représente un total de 30 taxons de niveau spécifique sur 42 répertoriés en France (espèces exogènes exclues). Le territoire picard héberge donc un peu plus de 70 % de la richesse spécifique nationale (WATTERLOT & PREY 2016). Cette diversité spécifique relativement importante s'explique pour partie par la diversité des milieux aquatiques (gravières, rivières, mares en contexte prairial ou forestier, ma-

rais arrière-littoraux...). Le rôle de l'avifaune dans la dispersion des espèces de Characées constitue également un paramètre explicatif puisque certaines zones humides de la région sont des axes de migration majeurs et d'importance nationale pour l'avifaune (littoral picard, vallées de l'Oise et de la Somme).

Comme le montre la figure 2, les Characées du territoire sont majoritairement représentées par le genre *Chara* (60 % des espèces). Le second genre le plus représenté est celui de *Nitella* (29 % de la richesse spécifique).

Figure 2
Spectre de répartition du nombre d'espèces par genre des Characées sur le territoire picard.



Les végétations à Characées du territoire picard

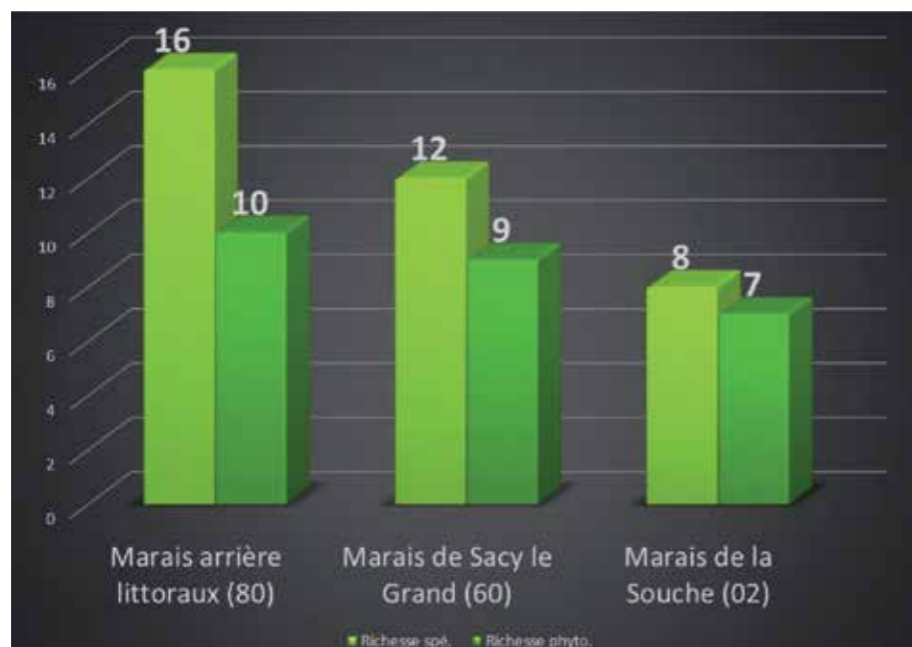
Les herbiers à Characées sont des végétations encore méconnues à l'échelle du territoire national. La publication de la déclinaison de la classe des *Charetea fragilis* pour le PVF2 (déclinaison du Prodrome des végétations de France) a permis de faire le point sur les syntaxons connus en France (FELZINES & LAMBERT 2012, 2016).

Malgré le faible nombre de relevés phytosociologiques et de données bibliographiques, 22 associations et groupements ont pu être recensés à l'échelle du territoire picard (PREY & WATTERLOT 2016). En l'état actuel des connaissances, il est possible de considérer que le territoire picard abrite 55 % des syntaxons recensés à l'échelle du territoire national.

Les Characées et les végétations à Characées inventoriées sur les trois sites Natura 2000 étudiés

Des études récentes sur ce groupe d'espèces ont permis de constituer un socle de connaissances sur les trois sites : PREY (2016), PREY (2017), PREY & WATTERLOT (2015), PREY & WATTERLOT (2016), PREY & WATTERLOT (2017), WATTERLOT (2013), WATTERLOT (2014), WATTERLOT & PREY (2013), WATTERLOT & PREY (2016).

La synthèse de ces différents travaux permet de réaliser le graphique ci-après présentant la valeur des richesses spécifiques et phytocénotiques pour chaque secteur étudié.



D'après la figure 3, on observe que la richesse spécifique est très différente d'un site à l'autre alors que la richesse phytocénologique est globalement la même. Il faut noter que les communautés basales ont été comptabilisées au même titre que les associations au sens strict. Néanmoins, le nombre de communautés basales est identique pour chaque site étudié. Même si ce type de données n'apporte pas d'informa-

tions précises, il n'en reste pas moins que celles-ci donnent des tendances et des informations sur les potentialités d'accueil ou de restauration de certaines végétations.

Dans le détail et en prenant en compte les secteurs non tourbeux des sites, voici un tableau de présence/absence des taxons et des syntaxons.

Taxons	Marais arrière-littoraux	Marais de la Souche	Marais de Sacy-le-Grand
<i>Chara aspera</i>	X		X
<i>Chara canescens</i>	X		
<i>Chara contraria</i> var. <i>contraria</i>	X	X	X
<i>Chara contraria</i> var. <i>hispidula</i>	X		X
<i>Chara delicatula</i>	X	X	X
<i>Chara globularis</i>	X		X
<i>Chara hispida</i>	X	X	X
<i>Chara intermedia</i>	X	X	X
<i>Chara major</i>	X	X	X
<i>Chara polyacantha</i>	X	X	X
<i>Chara vulgaris</i>		X	
<i>Chara vulgaris</i> var. <i>longibracteata</i>	X		X
<i>Chara vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i>	X		X
<i>Chara vulgaris</i> f. <i>subhispida</i>	X		X
<i>Nitella capillaris</i>	X		
<i>Nitella mucronata</i>	X		
<i>Nitella opaca</i>	X		
<i>Nitella tenuissima</i>	X	X	X
<i>Nitella translucens</i>	X		
<i>Nitellopsis obtusa</i>			
<i>Tolypella glomerata</i>	X		X

Figure 3
Richesse spécifique et phytocénologique des trois sites étudiés.

Tableau 2
Liste syntaxonomique des *Charetea* inventoriées sur les sites étudiés.

Syntaxons	Marais arrière-littoraux	Marais de la Souche	Marais de Sacy-le-Grand
<i>Charetum asperae</i> Corillion 1957	X		
<i>Charetum polyacanthae</i> Dambaska ex Gabka & Pelechaty 2003	X	X	X
<i>Charetum intermediae</i> W. Krause and Lang in Oberd. 1977		X	X
Communauté basale à <i>Chara contraria</i>	X	X	
Communauté basale à <i>Chara globularis</i>	X		X
Communauté basale à <i>Chara delicatula</i>		X	X
Communauté à <i>Chara vulgaris</i>	X	X	X
<i>Magnocharetum hispidae</i> Corill. 1957		X	
<i>Magnonitellum translucens</i> Corill. 1957	X		X
<i>Nitellum capillaris</i> Corill. 1957	X		
<i>Nitellum opacae</i> Corill. 1957	X		
<i>Nitellum syncarpo - tenuissimae</i> W. Krause 1969	X	X	X
<i>Nitellopsietum obtusae</i> Dambaska 1961			X
<i>Tolypelletum glomeratae</i> Corill. 1957	X		X

Les végétations caractéristiques des milieux tourbeux alcalins

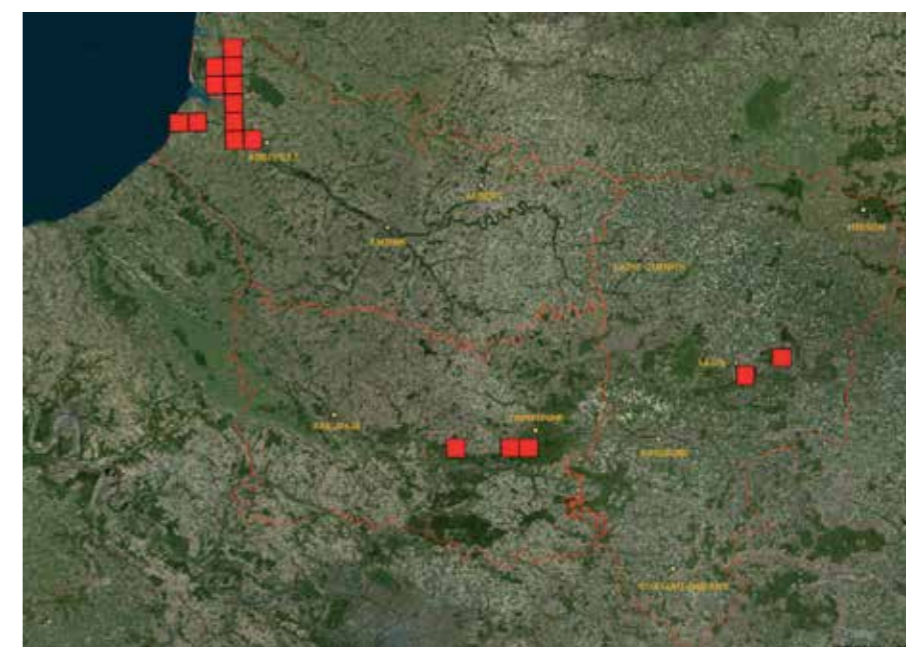
Seules les communautés jugées comme étant les plus caractéristiques et remarquables des milieux tourbeux alcalins seront présentées ici. L'ordre de présentation se fera en fonction de l'optimum phénologique de chaque végétation.

Végétation pionnière : *Tolypelletum glomeratae* Corill. 1957.

Cette association est rattachée à l'alliance du *Charion vulgaris* W. Krause 1981 et à l'ordre des *Nitellalia flexilis* W. Krause 1969.

Les espèces de la combinaison caractéristique de l'association sont : *Tolypella glomerata* (Desv.) Leonh., *Chara vulgaris*, *Chara contraria* et *Chara globularis* Thuill.

Figure 4
Carte de répartition des données après 2000 de *Tolypella glomerata* sur le territoire picard (UTM 25 km²).



Cette association héliophile vernale se développe dans des eaux stagnantes basiques (pH 7-8) douces à oligohalines, mésotrophes à méso-eutrophes.

Les pièces d'eau sont en majorité peu profondes et temporaires : micro-dépressions, ornières, mares temporaires, traces d'animaux et mares intraforestières. Cette végé-

tation s'exprime sur des substrats divers (limoneux, vaseux, sableux, tourbeux) mais toujours dans des eaux claires en contexte ouvert à très faible profondeur (5 à 20 cm).

Les végétations à *Tolypella glomerata* sont assez abondantes dans les marais arrière-littoraux et les marais de Sacy. En effet, le *Tolypelletum glomeratae* se développe pré-

férentiellement dans des secteurs prairiaux, le plus souvent pâturés ou lorsque des micro-dépressions humides temporaires sont présentes. Ce type de biotope est très rare dans les marais de la Souche où cette végétation n'a d'ailleurs pas encore été observée.

Le *Tolypelletum glomeratae* semble être un indicateur des prairies tourbeuses pâturées en bon état de conservation. Cette association est menacée par la fermeture des milieux en lien avec l'abandon de certaines pratiques et notamment, le pâturage extensif. Cela dit, des activités à des fins cynégétiques telles que la création et l'entretien par fauche de platières à bécassines

(marais arrière-littoraux) peuvent générer des biotopes très favorables à l'expression de ce syntaxon.

Végétation tardi-vernale à estivale : Nitelletum syncarpo - tenuissimae W. Krause 1969

Cette association est rattachée à l'alliance du *Charion vulgaris* et à l'ordre des *Nitelletalia flexilis*.

Les espèces de la combinaison caractéristique de l'association sont : *Nitella tenuissima* (Desv.) Kütz., *Chara vulgaris*, *Chara major* Vaillant et *Chara contraria*.

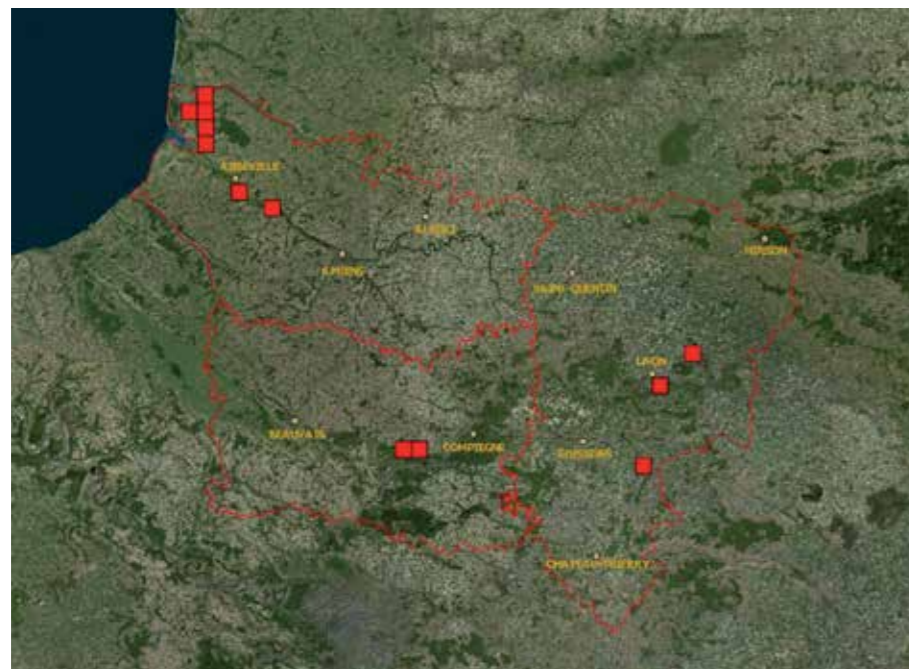


Figure 5
Carte de répartition des données après 2000 de *Nitella tenuissima* sur le territoire picard (UTM 25 km²).

Cet herbier est monospécifique en profondeur ou paucispécifique sur les ceintures périphériques des pièces d'eau ou dans les biotopes éphémères. On l'observe sur les berges tourbeuses des mares et des étangs ; au pied des cladiaies inondées une partie de l'année ou dans les dépressions humides temporaires au sein des bas-marais alcalins. Cette association a très souvent été observée dans des eaux transparentes au sein de milieux bien éclairés et à des profondeurs inférieures à 2 m. À l'échelle du territoire picard, ce syntaxon se développe sur des substrats calcaires tourbeux. Sur les sites étudiés, l'association a régulièrement été notée dans des biotopes peu profonds, temporaires ou semi-permanents.

Le *Nitelletum syncarpo - tenuissimae* a été recensé sur les trois sites dans des contextes assez différents. Par exemple, sur les marais arrière-littoraux, l'association est majoritairement présente dans des micro-dépressions prairiales ou dans des bas-marais dans des conditions assez proches de celles évoquées pour l'association précédente. Dans les marais de Sacy-le-Grand, cette végétation a pu être inventoriée au pied des cladiaies inondées une partie de l'année, dans des ornières ou des fossés. Enfin dans les marais de la Souche, cette communauté a été relevée uniquement sur les berges tourbeuses, abruptes, des étangs à quelques dizaines de centimètres de la surface.

Outre le substrat tourbeux alcalin, les points communs entre ces trois situations sont la turbidité très faible des eaux et la faible profondeur.

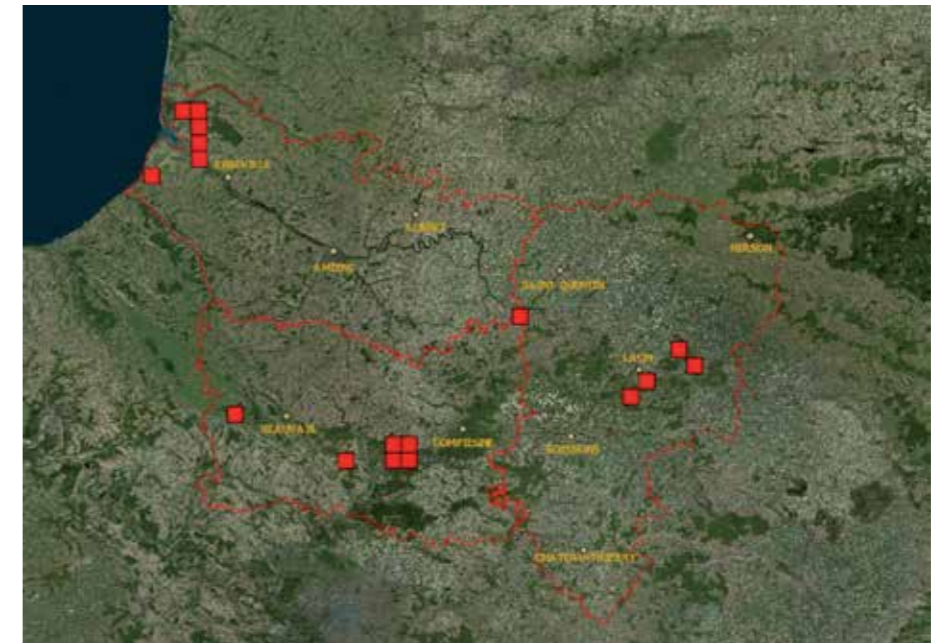
Végétation estivale : Charetum polyacanthae Damska ex Gabka & Pelechaty 2003

Cette association est rattachée à l'alliance

du *Charion fragilis* F. Sauer ex Damska 1961 et à l'ordre des *Charetalia hispidae* Krausch ex W. Krause 1997.

Les espèces de la combinaison caractéristique de l'association sont : *Chara polyacantha* A. Braun, *Chara major*, *Chara aspera* Deth. ex Willd. et *Chara delicatula* Agardh non Desv.

Figure 6
Carte de répartition des données après 2000 de *Chara polyacantha* sur le territoire picard (UTM 25 km²).



Cette végétation correspond le plus souvent à des herbiers denses et au développement spatial important fréquemment incrustés de calcaire. On la trouve en mosaïque spatiale ou temporelle avec les herbiers à potamots (*Potametum colorati*), les herbiers flottants à nénuphars (*Nymphaeo albae - Nupharetum luteae* Nowinski 1928) ou les clairières présentes ponctuellement à l'intérieur des roselières tourbeuses (*Thelypterido palustris - Phragmitetum australis*).

Le *Charetum polyacanthae* occupe fréquemment les grandes pièces d'eau. Les eaux y sont hypercarbonatées, limpides, méso-oligotrophes à méso-eutrophes. L'association se retrouve en majorité dans les secteurs tourbeux du territoire picard. Cette végétation s'installe à des éclaircissements et des profondeurs variables (0,1-10 m).

Cet herbier a été recensé dans des situations différentes au sein des trois sites étudiés :

- anciennes fosses de tourbage dans les marais arrière-littoraux ;
- grandes pièces d'eau aux eaux peu turbides du marais de la Souche ;

- mares de chasse et fossés alimentés par des puits artésiens dans les marais de Sacy-le-Grand.

Lorsque cet herbier est présent et bien développé, l'état de conservation générale des pièces d'eau est très souvent bon à très bon. Il est aussi utile de rappeler que ces herbiers, et d'une manière générale les prairies benthiques à Characées, sont des habitats d'intérêt pour la faune (pontes des odonates, refuge pour le poisson et les carabes aquatiques, ressources alimentaires pour les canards...).

Végétation estivale Nitellopsietum obtusae Damska 1961

Cette association est rattachée à l'alliance du *Charion fragilis* et à l'ordre des *Charetalia hispidae*.

Les espèces de la combinaison caractéristique de l'association sont : *Nitellopsis obtusa* (Desv.) J. Groves, *Chara major*, *Chara intermedia* A. Braun et *Chara polyacantha*.

Bibliographie

- FELZINES J.-C. & LAMBERT É. 2012. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Charetea fragilis* F. Fukarek 1961. *J. Bot. Soc. Bot. France* **59** : 133-188.
- FELZINES J.-C. & LAMBERT É. 2016. - Contribution au prodrome des végétations de France : modification de la structure syntaxinomique des *Charetea* et compléments. *J. Bot. Soc. Bot. France* **74** : 41-55.
- MOURONVAL J.-B. BAUDOUIN S. BOREL N. SOULIÉ-MÄRSCHÉ I. KLESCZEWSKI M. & GRILLAS P. 2015. - *Guide des Characées de France méditerranéenne*. Office national de la chasse et de la faune sauvage, Paris. 214 p.
- PREY T. 2016. - Étude sur les bryophytes et les charophytes sur le site Natura 2000 « Marais de Sacy-le-Grand » (Oise). Conservatoire botanique national de Bailleul pour le Conservatoire des espaces naturels de Picardie. Rapport d'étude, 4 p.
- PREY T. 2017. - Étude sur les bryophytes et les charophytes sur le site Natura 2000 « Marais de Sacy-le-Grand » (Oise). Conservatoire botanique national de Bailleul pour le Conservatoire des espaces naturels de Picardie. Rapport d'étude, 7 p.
- PREY T. & WATTERLOT A. - 2015. - Étude diachronique des herbiers aquatiques des marais de la Souche (2001-2015). Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, pour l'Europe, la DREAL Picardie, le Conseil régional Nord-Pas de Calais - Picardie et le Conseil départemental de l'Aisne. 40 p. + annexes. Bailleul.
- PREY T. & WATTERLOT A. 2016. - *Inventaire des végétations à Characées (Charetea fragilis F. Fukarek 1961) sur le territoire picard (Aisne, Oise et Somme) : Évaluation patrimoniale. Version n° 1 / décembre 2016*. Centre régional de phytosociologie / Conservatoire botanique national de Bailleul, 16 p. Bailleul.
- PREY T. & WATTERLOT A. 2016. - Étude des charophytes sur les sites Natura 2000 de la plaine maritime picarde (Somme) – Phase 1. Centre régional de phytosociologie / Conservatoire botanique national de Bailleul, pour le Syndicat Mixte Baie de Somme – Grand Littoral Picard. 96 p. + annexes. Bailleul.
- PREY T. & WATTERLOT A. 2017. - Étude des charophytes sur les sites Natura 2000 de la plaine maritime picarde (Somme) – Phase 2. Centre régional de phytosociologie / Conservatoire botanique national de Bailleul, pour le Syndicat Mixte Baie de Somme – Grand Littoral Picard. 73 p. + annexes. Bailleul.
- WATTERLOT A. 2013. – Étude des Characées de la Réserve naturelle de Vesles-et-Caumont (Aisne). Conservatoire botanique national de Bailleul. *Rapport d'étude*, 9 p + 1 liste.
- WATTERLOT A. 2014. – *Tolypella glomerata* et *T. intricata* en région Picardie. *Bulletin de la Société linnéenne Nord-Picardie (N.S.)*, **32** : 49-53.
- WATTERLOT A. & PREY T. 2013. - *Première liste des Characées de Picardie*. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, Version n°1.
- WATTERLOT A & PREY T. 2016. - *Inventaire des Characées sur le territoire picard (Aisne, Oise et Somme) : Évaluation patrimoniale - Version n°2 / décembre 2016*. Centre régional de phytosociologie / Conservatoire botanique national de Bailleul, 55 p. + annexes. Bailleul.

Les travaux d'études menés sur les marais de la Souche ont bénéficié de financements des partenaires suivants : l'Europe dans le cadre des fonds FEDER, l'État (Ministère en charge de l'Environnement), le Conseil régional des Hauts-de-France et le Conseil départemental de l'Aisne.

Pour visionner cette intervention

https://www.youtube.com/watch?v=L5-Ck5S_ZsU

Étude de la végétation du lac Bleu (Parc national d'El-Kala). Phytoécologie, phytosociologie et cartographie

YAMINA KADID⁽¹⁾ & SOROR DJAABOUB⁽²⁾

⁽¹⁾ École nationale supérieure
agronomique,
Laboratoire de Conservation,
gestion et amélioration des
écosystèmes forestiers,
Alger,
Algérie ;
y.kadid@ensa.dz

⁽²⁾ Université Blida 1 Saad DAHLAB,
Algérie ;
djaab_soror@yahoo.fr

Introduction

Cette étude est extraite de notre travail sur la végétation aquatique des zones humides de la région d'El-Kala. Elle porte sur une petite dépression située dans une zone interdunaire au nord-est du lac Mellah, le lac Bleu, petit lac d'eau douce et sa nechâa (36°53 N et 8°20 E) au sein du Parc national et Réserve de biosphère d'El-Kala (Fig. 1).



Figure 1
Situation géographique
du lac Bleu.

Selon les données recueillies auprès de la station météorologique d'El-Kala de 1971 à 2009 (KADID, 2010), la région d'El-Kala, au climat de type méditerranéen, avec une température moyenne annuelle de 18,4 °C, présente une saison sèche longue de quatre mois, peu accentuée et s'étalant de la fin avril à la fin août. Le mois de janvier est le mois le plus froid avec une moyenne des minima de 9 °C et le mois d'août, le plus chaud, avec une moyenne des maxima de 29,7 °C.

La pluviométrie moyenne annuelle atteint 762,3 mm. La zone connaît un maximum de précipitations en automne et en hiver et un minimum en été. La valeur maximale de pluie est enregistrée au mois de novembre avec 118,5 mm et la valeur minimale au mois de juillet avec 4,8 mm. Le régime pluvieux saisonnier calculé sur la base des quantités de pluies hivernales, printanières, estivales et automnales est de type HAPE. La station d'El-Kala se situe dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver chaud, à la limite de l'étage humide.

Le lac Bleu (DJAABOUB, 2008) qui présente une forme ovoïde mesure dans sa plus grande largeur 0,165 km, et sa plus grande longueur 0,240 km, avec une profondeur maximale de

Résumé

Ce travail a pour objet l'étude de la végétation (principalement aquatique) du lac Bleu, l'un des quatre lacs du Parc national d'El-Kala.

Il présente les résultats de l'analyse d'une matrice de 93 relevés phyto-écologiques englobant 38 espèces. Les données recueillies sont traitées par les approches phyto-écologique, numérique, phytosociologique et cartographique ; l'aspect socio-économique est également abordé.

L'analyse a permis de préciser l'écologie des espèces par l'intermédiaire des groupes écologiques relatifs à la profondeur de l'eau. L'Analyse factorielle des correspondances (AFC) et la Classification ascendante hiérarchique (CAH) ont dégagé six ensembles floristiques correspondant à sept groupements végétaux qui ont été définis et décrits par la méthode phytosociologique en sept associations végétales dont cinq nouvelles.

La chorologie, la physiognomie et la syntaxonomie des syntaxons décrits ont fait l'objet de trois représentations cartographiques.

L'aspect socio-économique met en évidence les principaux facteurs anthropiques affectant le lac Bleu. Sur la base de ces résultats, quelques actions sont proposées pour une meilleure gestion et conservation des richesses remarquables de ce site.

Abstract

The purpose of this work is to study the vegetation of Lac Bleu, one of the four lakes of the El-Kala National Park.

It presents the results of the analysis of a matrix of 93 phytoecological surveys covering 38 species. The data collected are processed by phytoecological, digital, phytosociological and cartographic approaches; the socio-economic aspect is also discussed.

The analysis clarified species ecology through ecological groups related to water depth. The Factorial Correspondence Analysis (FCA) and the Hierarchical Ascending Classification (HAC) identified 06 plant groups corresponding to 07 plant groups which were defined and described by the phytosociological method in 07 plant associations including 5 new ones.

The chorology, physiognomy and syntaxonomy of the syntaxes described were the subject of 03 cartographic representations.

The socio-economic aspect highlights the main anthropogenic factors affecting Lac Bleu. On the basis of these results, some actions are proposed for a better management and conservation of the remarkable richness of this site.

3,15 m et une profondeur moyenne de 1,15 m. Le volume calculé de ce plan d'eau est de 33.400 m³, sa circonférence est de 0,653 km et sa superficie est de 2,904 ha. Il présente un espace d'eau libre de 0,844 ha, une remarquable nupharaie de 1,267 ha et un ensemble de végétations qui ceinture le lac de 0,793 ha. Les données collectées au cours de notre travail indiquent un pH moyen de 6,52. La Nechâa du lac Bleu se caractérise, pour ce qui la concerne, par une superficie de 0,549 ha, un périmètre égal à 0,345 km, une longueur de 0,137 km et une largeur de 0,040 km.

Le sol des alentours du lac est de nature particulièrement tourbeuse. Le relief est peu accidenté et particulièrement marqué par des dunes et des Koudiates qui sont de petites collines basses.

Le lac Bleu est endoréique avec, essentiellement, une alimentation qu'assure la nappe phréatique, à laquelle il faut ajouter l'apport du ruisseau Sud dont le débit équivalait à 100 l/h. Le niveau du lac est principalement régi par les pluies.

Matériel et méthodes

Le présent travail a porté sur l'étude et l'analyse de la végétation du lac Bleu. Ce site comprend divers types de milieux : la végétation dunaire, les pelouses, le lac proprement dit et la Nechâa constituée essentiellement de saules (Fig. 2).

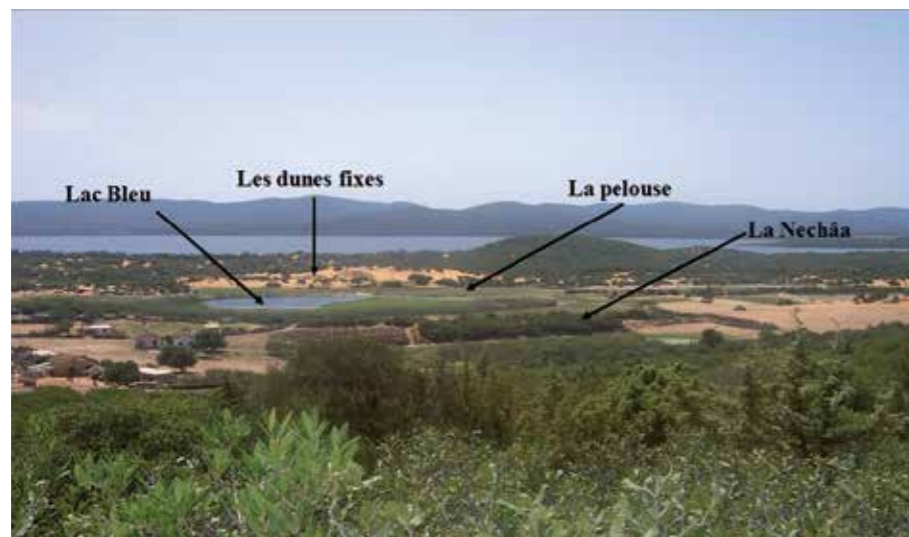


Figure 2
Les divers types de milieux du site d'étude.

La flore recensée a été identifiée à l'aide de la *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales* (QUÉZEL & SANTA 1962-1963). La nomenclature botanique utilisée est celle de l'Index synonymique de l'Afrique du Nord (DOBIGNARD & CHATELAIN 2010-2013). La classification botanique adoptée est celle de la quatrième version de la classification phylogénétique établie par The Angiosperms Phylogeny Group ou APG IV (2016).

La réalisation des relevés floristico-écologiques s'est effectuée selon un échantillonnage systématique représenté par des transects. Au niveau de la cuvette du Lac Bleu, nous avons tracé 17 transects en partant des rives de direction Nord-Est/ Sud-Ouest

traversant les ceintures de végétation et s'arrêtent là où là où la profondeur de l'eau est trop importante pour pouvoir y accéder puisque les relevés ont été effectués à pied. Pour la Nechâa du lac Bleu qui se trouve à environ 300 m du lac, nous avons procédé de la même façon en traçant treize transects en partant des rives. Au total, nous avons réalisé 93 relevés : 71 relevés pour le lac, 16 relevés pour la Nechâa et 6 pour les dunes.

Le traitement des données quant à lui a été fait selon : l'approche phyto-écologique (GOUNOT 1969 ; DAGET *et al.* 1970 et 1972), l'approche numérique, l'approche phytosociologique (GUINOCHET 1973 ; GÉHU & RIVAS-MARTINEZ 1981) et l'approche cartographique.

Résultats et discussion

Les mesures de la conductivité effectuées au niveau du lac Bleu montrent que le site d'étude est un lac d'eau douce eutrophe avec une valeur de 249,55 µS/cm, tout comme le sont tous les lacs d'eau douce de la région (CHEROUANA 1996, KADID 1999 et 2007).

Concernant l'analyse floristique, l'échantillonnage systématique réalisé au sein du lac, de la ripisylve attenante au site (Nechâa du Lac Bleu, à 150m au nord du lac) et des dunes qui l'entourent nous a permis de recenser 38 espèces végétales (dont 10 espèces terrestres au niveau des dunes et 28 aquatiques). Ces espèces appartiennent à 25 familles botaniques ; 31,57 % d'entre elles sont considérées comme assez rares, rares et rarissimes. Cette rareté dénote, sans doute, la valeur patrimoniale du site et suggère une fragilité qui risque d'entraîner la perte de ce patrimoine particulier.

Les types biologiques des espèces composant la végétation aquatique du lac Bleu sont au nombre de quatre avec une nette dominance des héliophytes qui totalisent 57,14 % et des hydrophytes qui représentent 23,8 %. Le reste des espèces sont des phanérophytes et des hémicryptophytes avec 9,52 % chacune ; alors que les types biologiques de la végétation de la pelouse sont au nombre de deux, dominés par les petites héliophytes qui totalisent 86 % ; viennent ensuite les thérophytes avec 14 %.

La flore aquatique du lac Bleu est constituée principalement d'espèces subcosmopolites (23 %), cosmopolites (18 %) et eurasiatiques (14 %). Les espèces de la pelouse sont dominées par les espèces méditerranéennes (28,57 %).

Cette diversité biogéographique des espèces ainsi que leur rareté soulignent l'originalité de ce site et lui confèrent une valeur patrimoniale élevée.

L'approche phyto-écologique a permis d'analyser la distribution des espèces retenues dans les différentes classes de profondeur, grâce aux profils écologiques en fréquences relatives et corrigée. Selon les fréquences relatives, il apparaît que presque la moitié des espèces ont pour préférence la classe 4 (90 à 120 cm), soit 44 % des espèces retenues, vient ensuite la classe 3 (60 à 90 cm) avec 33 %, suivie de la classe 2 (30 à

60 cm) avec 17 %, puis finalement la classe 5 (>120cm) avec seulement 6 %.

Sur la base des fréquences corrigées, la méthode phyto-écologique a permis la détermination de quatre groupes écologiques qui sont :

- le groupe d'espèces indicatrices des moyennes profondeurs (30-60 cm) qui est composé de *Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor* et *Iris pseudoacorus* ;
- le groupe d'espèces indicatrices de la classe des 60 à 90 cm de profondeur qui est composé de six espèces. Il est dominé par les héliophytes (*Typha angustifolia*, *Galium palustre*, *Lycopus europaeus*, *Leersia hexandra*, *Carex elata*) et *Utricularia vulgaris*, seule hydrophyte ;
- le groupe d'espèces indicatrices des fortes profondeurs (90-120 cm). Il est composé de huit espèces dont six sont des héliophytes (*Scirpus lacustris*, *Phragmites australis*, *Lythrum salicaria*, *Polygonum salicifolium*, *Potamogeton trichoides*, *Cladium mariscus* et *Typha latifolia*) et une hémicryptophyte (*Thelypteris palustris*) ;
- le groupe d'espèces indicatrices des très fortes profondeurs (>120 cm), composé d'une seule espèce *Nymphaea alba*.

Cette approche nous a permis, également, de mesurer la plasticité écologique de chaque espèce vis-à-vis des classes de profondeurs par le calcul de l'amplitude d'habitat et le barycentre. Le calcul de ces deux paramètres nous a permis d'avoir trois grands groupes (Fig. 3) :

- le groupe d'espèces généralistes qui exploitent cinq ou quatre classes de profondeurs. Il est composé de douze espèces soit 66,66 % de la totalité des espèces retenues ;
- le groupe d'espèces spécialistes qui montre une amplitude sur une seule classe voire débordant légèrement sur une deuxième. Ce groupe est composé de trois espèces soit 16,16 % ;
- le groupe d'espèces intermédiaires composé de trois espèces soit 16,16 %.

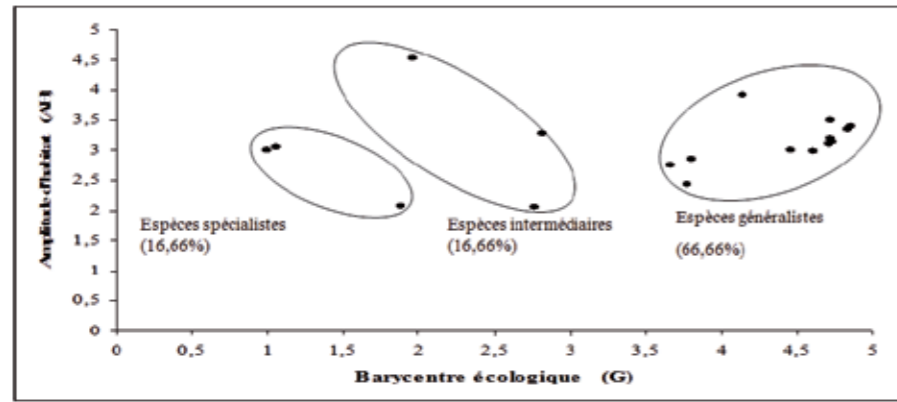


Figure 3
Représentation des groupes d'espèces en fonction des valeurs de G et AH.

Le traitement numérique a porté sur une matrice de 71 relevés et 38 espèces. Le logiciel utilisé est M.V.S.P. version 3.1 de 1999 (KOVACH, 1999 et 2002).

Le traitement numérique des données par l'analyse factorielle des correspondances (AFC) et la classification ascendante hiérarchique (CAH) met en évidence deux gradients écologiques conditionnant la répartition de nos groupements au niveau du site d'étude. Ces gradients sont la profondeur de l'eau et les caractéristiques du substrat relatives à la matière organique.

L'AFC a permis aussi de dégager sept groupements végétaux définis et décrits par la méthode sigmatiste de BRAUN-BLANQUET.

L'approche phytosociologique nous a permis de définir et décrire au lac Bleu, six associations dont quatre nouvelles, et une peu connue décrite pour la première fois en Algérie ainsi qu'un groupement végétal qui sont :

- *Ceratophyllo demersi-Potametum trichoides* ass. nov. prov. ;
- *Ceratophyllo demersi-Nymphaetum albae* Kadid et al 2007 ;
- *Lemno minoris-Ceratophylletum demersi* (Hilbig 1971) Passarge 1995, localisé au niveau de la Nechâa du lac Bleu ;

- *Thelypterido palustris-Phragmitetum australis* Kuiper 1957, décrit pour la première fois en Algérie ;
- *Carici elatae-Salicetum pedicellatae* ass. nov. prov. ;
- Groupement à *Paspalum distichum* et *Baldellia ranunculoides*, localisé au niveau de la pelouse du lac Bleu ;
- *Genisto ulicinae-Quercetum cocciferae* Djaaboub 2008 nom. ined. localisé au niveau des dunes du lac Bleu.

Ces groupements végétaux se rattachent à cinq classes : *Potametea* Klika in Klika & V. Novák 1941 (trois associations), *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika & V. Novák 1941 (une association), *Salici purpureae-Populetea nigrae* (Rivas-Mart. et Canto ex Rivas-Mart. et al. 1991) Rivas-Mart. et Canto in Rivas-Mart. et al. 2002 (une association), *Molinio-Arrhenatheretea* Tüxen 1937 (un groupement) et *Quercetea ilicis* Br.-Bl. ex A. et O. Bolòs 1950 (une association). La succession débute par les hydrophytes qui sont bientôt remplacés par des espèces semi-aquatiques composées soit des géophytes soit d'hémicryptophytes. Ceux-ci cèdent la place aux phanérophytes au fur et à mesure que le sol s'assèche (Tableau 1).

Tableau 1
Les végétations du lac Bleu.

Syntaxon n°	1	2	3	4	5	6	7
Nbre relevés / syntaxon	7	18	17	15	9	16	6
Végétations aquatiques des <i>Potametea</i>							
<i>Ceratophyllum demersum</i>	V	IV	IV				
<i>Lemna minor</i>	V	IV	I				
<i>Potamogeton trichoides</i>		V	II				
<i>Utricularia vulgaris</i>		I					
<i>Nymphaea alba</i>			V				
Végétations de roselières des <i>Phragmito-Magnocaricetea</i>							
<i>Thelypteris palustris</i>				V			
<i>Phragmites australis</i>				V	II		
<i>Polygonum salicifolium</i>				II	II		
<i>Iris pseudoacorus</i>				I	III		
<i>Lythrum salicaria</i>				V	III		
<i>Leersia hexandra</i>				V	I		
<i>Scirpus lacustris</i>				III			
<i>Typha latifolia</i>				II			
<i>Cladium mariscus</i>				III			
<i>Lycopus europaeus</i>				I			
Végétations des sols hydromorphes des <i>Salici purpureae-Populetea nigrae</i>							
<i>Carex elata</i>				III	V		
<i>Salix pedicellata</i>					V		
<i>Salix purpurea</i>					IV		
Végétations des sols hydromorphes des <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>							
<i>Paspalum distichum</i>					V		
<i>Baldellia ranunculoides</i>					V		
<i>Lythrum junceum</i>					III		
<i>Scirpoides holoschoenus</i>					II		
<i>Mentha suaveolens</i>					II		
<i>Anagallis arvensis</i>					I		
<i>Lythrum tribracteatum</i>					I		
Végétation de terre ferme des <i>Quercetea ilicis</i>							
<i>Quercus coccifera</i>						V	
<i>Genista ulicina</i>						III	
<i>Olea europaea</i>						V	
<i>Chamaerops humilis</i>						IV	
<i>Juniperus oxycedrus</i>						III	
<i>Erica arborea</i>						III	
<i>Pistacia lentiscus</i>						I	
<i>Scirpoides holoschoenus</i>						II	
<i>Nerium oleander</i>						II	
<i>Lavandula stoechas</i>						I	

Notons que le *Carici elatae-Salicetum pedicellatae* est une association d'atterrissement, le groupement à *Paspalum distichum* et *Baldellia ranunculoides* indique l'anthropisation et l'abondance du *Ceratophyllo demersi-Nymphaetum albae* (KADID et al., 2007) décrite pour le lac Bleu indique entre autres l'eutrophisation.

Cette étude a permis de mettre en évidence la très grande diversité des groupements végétaux du lac Bleu et l'existence du phénomène d'anthropisation.

La représentation cartographique a pour objectif la mise en relief des associations végétales une fois qu'elles sont démantelées et

déterminées et que leur physionomie ainsi que les différentes classes de profondeurs caractérisant la zone étudiée qui correspondent à ces syntaxons sont mises en évidence.

Les démarches opérationnelles entreprises dans l'élaboration de nos cartes à savoir, la carte bathymétrique, la carte physionomique et la carte phytosociologique, sont comme suit :

1. le traçage du pourtour du lac Bleu sur le terrain à l'aide du GPS ;
2. le calage du tracé obtenu sur une photographie aérienne datant de 1980, au 1/10.000 (R : 239 O-N-C, syst : NORD) ;
3. la délimitation sur la carte obtenue au 1/200^e, des limites de la zone échantillonnée par l'intermédiaire des 17 transects ;
4. la circonscription des limites de la répartition spatiale des groupements végétaux dégagés et des différentes classes de profondeurs qui ont été réalisés en se basant sur les relevés phytosociologiques ;
5. l'attribution des symboles ou des couleurs particuliers à chacune des unités cartographiées suivantes : les associations végétales, les unités physionomiques et les classes de profondeurs.

En ce qui concerne les instruments utilisés dans la délimitation des unités végétales d'un territoire donné, de nombreux auteurs s'accordent à considérer la photographie

aérienne ainsi que les fonds topographiques comme le meilleur instrument pour la délimitation des unités végétales.

Dans notre cas, le tracé a été réalisé avec le logiciel « MapInfo® professional version 6.5 » qui est un logiciel GIS (geographic information system) à partir d'une photo aérienne du lac Bleu géoréférencée sous « MapInfo® », les références géographiques ont été calées par GPS « Garmin® 12 » sur des repères reconnus à partir de la photo aérienne et marqués sur terrain.

L'approche cartographique s'est avérée un outil synthétique efficace du fait qu'elle nous a permis la description la plus fidèle qui soit de la phytocénose aquatique du lac Bleu dans lequel elle se développe et de combler, également, quelque peu le manque de données sur ce lac et sa Nechâa.

Nous avons élaboré, de ce fait, trois cartes :

- une carte bathymétrique visualisant la profondeur et ses variations, la répartition et la localisation de sept classes de profondeurs (Fig. 4) ;
- une carte physionomique illustrant la morphologie des communautés végétales aquatiques occupant le lac (Fig. 5) ;
- et une carte phytosociologique mettant en évidence le mode de distribution spatiale des quatre groupements végétaux aquatiques occupant le lac Bleu (Fig. 6).

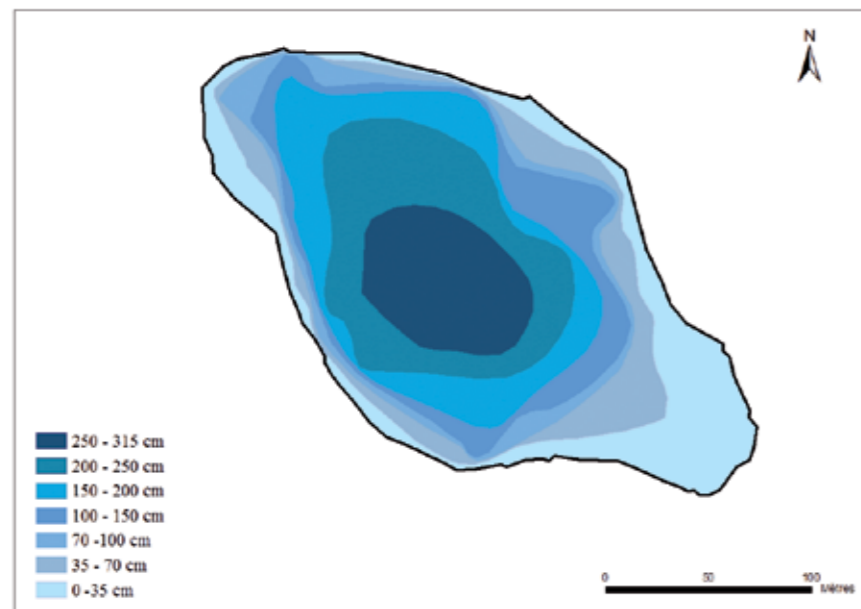


Figure 4
Carte bathymétrique lac Bleu.

Figure 5
Carte physionomique de la végétation du lac Bleu.

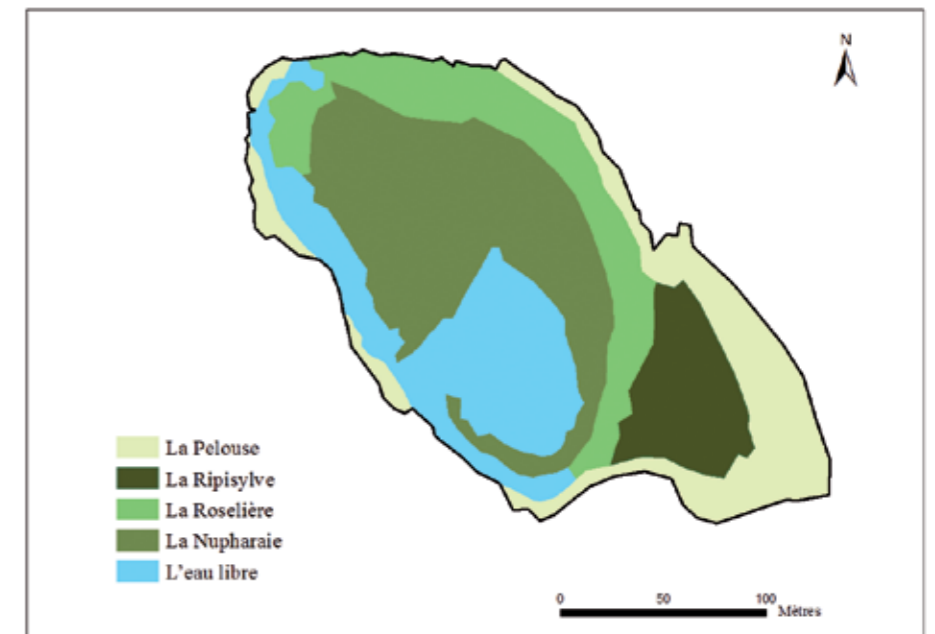
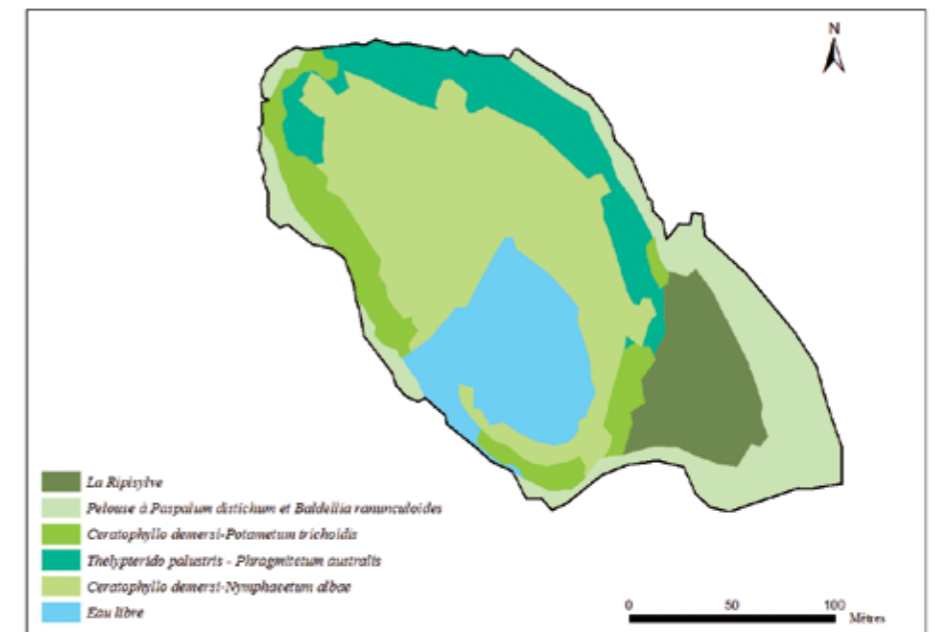


Figure 6
Carte des groupements végétaux du lac Bleu.



La figure 6 montre le mode de répartition des quatre syntaxons aquatiques qui sont situés le long du lac Bleu. La structuration de la végétation pour la majorité des groupements est en ceinture continue ou fragmentée dans lesquelles s'insèrent des îlots de végétation. La végétation aquatique du lac Bleu se présente comme suit :

- La pelouse à *Paspalum distichum* et *Balduvia ranunculoides* : cette formation herbacée est la première ceinture de végétation longeant les bordures immédiates du lac, elle se propage sous forme d'une longue et étroite bande de

bout en bout des rives et s'entrecoupe dans certains endroits pour laisser l'espace aux parcelles à activité agricole. Cette bande de végétation colonise les parties exondables du lac ;

- *Thelypterido palustris-Phragmitetum australis* : cette association se cantonne aux niveaux des rives Nord-Est, Nord-Ouest et une partie de la rive Sud-Est. Elle forme une ceinture bordant pratiquement toute la rive Nord. Cette bande de végétation colonise des profondeurs variables comprises entre 30 cm et 160 cm ;

- *Ceratophyllo demersi-Potametum tri-choidis* : se présente sur la carte par une ceinture fragmentée en deux morceaux ; le premier fragment occupe la rive Sud-Est du lac alors que le deuxième, la rive Sud-Ouest. Ce deuxième se rétrécit au fur et à mesure qu'on s'approche de la rive Nord-Ouest où il se limite en une tâche plus ou moins mince pourvue d'îlots à *Phragmites australis*. Notons, également, que ce groupement forme une autre tâche au niveau de la roselière à *Phragmites australis* et *Thelypteris palustris* dans la partie nord-est du lac. Cette association s'installe à des profondeurs allant de 10 cm à 100 cm ;
- *Ceratophyllo demersi-Nymphaeetum albae* : ce groupement se localise au centre du lac à de fortes profondeurs allant de 90 cm à 290 cm où il forme une grande tâche continue, et qui se rétrécit en allant de la rive Nord-Ouest vers la rive Sud-Est. Cette association végétale marque aussi sa présence au sein de ce lac en s'implantant à l'intérieur des ceintures de végétation précédemment décrites sous forme de quatre îlots plus ou moins circulaires.

De ce qui précède, il apparaît que la berge Nord-Est est, pratiquement, envahie par la végétation émergée (les grandes hélophytes), c'est ce qui attribue à cette partie du lac l'aspect d'un milieu fermé et moins dégagé où certaines zones sont inaccessibles, contrairement à la rive Sud-Ouest qui constitue, de par sa végétation submergée (groupements d'hydrophytes), un milieu ouvert et dégagé. Cette différenciation phytocénotique, semble être due aux caractéristiques du milieu aquatique (profondeur, substrats) qui diffèrent d'une berge à une autre et qui créent, de ce fait, des biotopes plus ou moins propices pour l'installation et la prolifération des phytocénoses distinctes.

L'approche cartographique a confirmé la relation de dépendance stricte qui existe entre la végétation aquatique et la profondeur de l'eau qui a été largement relevée au niveau des lacs Tonga (KADID 1999 et 2010 ; BOUZGHINA 2001), Oubeira (MIRI 1996), lac des Oiseaux (CHEROUANA 1996) et lac Mel-lah (DJAABOUB 2002).

La cartographie de la végétation aquatique du lac Bleu a permis :

- de décrire de façon exacte et précise les limites du lac Bleu et sa Nechâa et de combler, de ce fait, le manque d'informations sur la bathymétrie de ce site ;
- d'affirmer qu'en général la variation de la colonne d'eau suit un gradient croissant, au fur et à mesure que l'on s'oriente vers le centre du lac ;
- de conclure que le niveau de la profondeur des rives Nord-Est et Nord-Ouest est plus important par rapport à celui des rives Sud-Est et Sud-Ouest ;
- de délimiter l'étendue du couvert végétal et de révéler sa diversité ;
- de mettre en évidence l'aspect général du couvert macrophytique et la distribution spatiale des différents syntaxons ;
- de montrer que la végétation du lac Bleu qui présente un aspect particulier et unique est disposée de façon bien organisée et spécifique, offrant à ce site une beauté paysagère unique et remarquable ;
- de préciser que la phytocénose aquatique des rives Nord est très distincte de celles des rives Sud du lac, car les hélophytes se localisent d'un côté (au niveau des rives Nord) et les hydrophytes se situent du côté opposé du lac (au niveau des rives Sud) ; alors qu'au centre du lac s'installe une grande tâche formée par des hydrophytes flottantes.

L'aspect socio-économique, que nous avons abordé enfin, a montré que l'équilibre naturel du lac Bleu est affecté, principalement, par des facteurs d'ordre anthropique causés par des activités domestiques des riverains. Ces facteurs se rapportent à l'exploitation des eaux du lac à usage domestique, l'irrigation des parcelles agricoles, le rejet des eaux usées domestiques, l'exploitation de la matière végétale pour le renforcement de la toiture des bergeries, le surpâturage qui soumet le site au phénomène d'entassement, les coupes du bois pour le chauffage essentiellement et le braconnage.

Une gestion efficace est, de ce fait, nécessaire afin d'assurer le maintien de son équilibre naturel ainsi que la résolution du problème d'approvisionnement en eau qui est l'étape primordiale de cette gestion. Toutefois, nous considérons que cet aspect socio-économique mérite d'être étudié de manière plus approfondie.

Conclusion

Le lac Bleu, réserve intégrale dans le Parc National d'El-Kala, ce lac naturel d'eau douce entouré d'un épais cordon dunaire et d'une forêt humide, est un exemple représentatif d'une zone humide naturelle rare, voire unique, de la région méditerranéenne.

La présence d'espèces végétales rares et des associations végétales nouvelles décrites pour la première fois au niveau de ce lac dénote, sans aucun doute, de l'intérêt de ce site, de sa grande diversité et de sa richesse indéniable.

La végétation étant une composante essentielle des zones humides, elle permet très souvent de les identifier et de les déterminer. L'étude que nous avons menée au Lac Bleu a permis la connaissance de sa végétation, principalement la végétation aquatique ainsi que son écologie. L'objectif recherché par cette étude est le maintien de la richesse naturelle du site tout en permettant un développement respectueux de l'environnement et une exploitation rationnelle de ce lac par les riverains.

Cette étude révèle que le lac Bleu s'avère un milieu unique. Exceptionnel par sa beauté paysagère et sa richesse floristique diversifiée et rare, il reste fragile et menacé. Ce site qui est jusqu'à présent mal connu mérite plus d'attention. Une multiplication des recherches sur ses différents aspects est, à ce stade, nécessaire pour bien le connaître et mieux le protéger car la perte d'une telle beauté paysagère est dommageable pour notre pays de manière générale et pour la région d'El-Kala de manière particulière.

L'importance de ce lac exige que lui soit accordée plus d'attention pour une meilleure conservation, afin de le maintenir en état d'équilibre naturel, lequel est, actuellement, gravement menacé par les actions humaines néfastes.

Bibliographie

- BOUZGHINA A. 2001. - *Cartographie de la végétation aquatique des rives Sud et Sud-Est du lac Tonga, El-Kala (W. d'El-Tarf)*. Thèse Ing. Agr., I.N.A, El-Harrach, Alger, 106 p.
- CHEROUANA N. 1996. - *Contribution à la cartographie et à l'écologie de la végétation aquatique du lac des Oiseaux (W. d'El-Tarf)*. Thèse Ing. Agr., I.N.A, El-Harrach, Alger, 102 p.
- DAGET PH., GODRON M. & GUILLERM J.L. 1970. - Profils écologiques et information mutuelle entre espèces et facteurs écologiques. Application à l'inventaire écologique des hautes Tatras (Tchécoslovaquie). *Comm. Assoc. Int. Phytos. Rintel-sur-Weser*. 32 p.
- DAGET Ph., GODRON M. & GUILLERM J.L. 1972. - Profils écologiques et information mutuelle entre espèces et facteurs écologiques. *14^e Symp. Ass. Int. Phytosoc. Rintelm.* 1970. Verlag. Dr.W. Junk. N. V. Den Haag. pp 121 -149.
- DJAABOUB S. 2002. - *Étude de la végétation aquatique du lac Mellah (El-Kala. W. d'El-Tarf)*. Thèse Ing. Agr., I.N.A, El-Harrach, Alger, 60 p.
- DJAABOUB S. 2008. - *Étude de la végétation du lac Bleu (Parc National d'El-Kala). Phytoécologie, phytosociologie et cartographie*. Thèse Magistère, INA Alger, 131 p. + annexes.
- DOBIGNARD A. & CHATELAIN C. 2010-2013. - *Index synonymique et bibliographique de la flore d'Afrique du Nord. Vol. 1-5. - Genève: Éditions Conservatoire et Jardin Botaniques.* - [En ligne] disponible sur : <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/afrika/>.
- GÉHU J.-M. & RIVAZ-MARTINEZ S. 1981. - Notions fondamentales de Phytosociologie. *Ber. Int. Symp. Syntaxonomie, Rinteln 1980, Vaduz*, 5-33.
- GOUNOT M. 1969. - *Méthode d'étude quantitative de la végétation*. Masson. Paris. 314 p.
- GUINOCHET M. 1973. - *La phytosociologie*. Collection d'écologie I. Masson éd., Paris, 227 p.
- KADID Y. 1999. - *Contribution à l'étude des phytocénoses aquatiques du lac Tonga, El-Kala (W. d'El-Tarf)*. Thèse. Magistère., Scien, Agro, I.N.A, El-Harrach. Alger. 161 p.
- KADID Y. 2010. - *Les communautés végétales aquatiques des zones humides en Algérie: Syntaxonomie, phytodiversité et conservation. Cas des lacs d'eau douce de Parc National d'El-Kala*. Thèse Doct., INA., Alger, 191 p. Annexes.
- KADID Y., THEBAUD G., PÉTEL G. & ABDELKRIM H. 2007. - Les communautés végétales aquatiques de la classe des *Potametea* du lac Tonga, El-Kala, Algérie. *Acta Bot. Gallica* **154**(4) : 597-618.
- KOVACH W. L. 1999. - MVSP - A MultiVariate Statistical Package for Windows, Ver. 3.1. Kovach Computing Services. Pentraeth. Wales. U.K.
- KOVACH W. L. 2002. - MVSP Plus. Version 3.1. Users' Manual. Kovach Computing Services. Pentraeth. Wales. U.K. 138 p.
- MIRI Y. 1996 - Contribution à la connaissance des ceintures de végétation du lac Oubeira (PNEK). Approche phytoécologique et analyse de l'organisation spatiale. Thèse. Magistère., Scien, Agro, I.N.A, El-Harrach, Alger 89 p.
- QUÉZEL P. & SANTA S. 1962-1963. - *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. CNRS, Paris, 1 170 p.
- The Angiosperm Phylogeny Group - An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. — *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181, 2016, pp. 1-20.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=E0qgwBDmrzg>

Les gueltas dans le Hoggar et le Tassili : flore, végétation et impact sur les populations

HACÈNE ABDELKRIM⁽¹⁾, KHELADI MEDERBAL⁽²⁾ & BOUZID CHALABI⁽³⁾

Introduction

Parmi les travaux conduits pour une évaluation et une appréciation des milieux, de la flore et de la végétation, nous avons initié une approche selon des transects en amont et en aval des communautés autour de deux gueltas¹ labellisées sites "Ramsar". Il s'agit des gueltas Issakarassene et Afilal dans l'Ahaggar.

De nombreuses contributions ont permis d'aboutir à une approche méthodologique pour asseoir un inventaire des sites et des habitats intéressants pour l'étude des communautés végétales de ces territoires. Nous citons l'ensemble des travaux d'expertise entamés depuis les années 2000 (ABDELKRIM 2000 ; 2006 ; 2009 ; 2010 ; ABDELKRIM *et al.* 2010).

La flore et la végétation ont été aussi un centre d'intérêt depuis très longtemps. Les travaux se rapportent à la flore (MAIRE 1933-1940 ; MONOD 1957 ; OZENDA 1977 ; SAHKI & SAHKI 2004) ou à la syntaxonomie (QUÉZEL 1965 ; ABDELKRIM *et al.* 2010).

Les oueds à *Acacia* sont partiellement étudiés par BENHOUBOU *et al.* (2003). Un centre d'intérêt scientifique s'est développé pour certains taxons endémiques à valeur patrimoniale et phytocénotique particulière. C'est le cas pour l'olivier du Hoggar (BAËLI-CHERIF *et al.* 2002).

Compte tenu de la pression exercée sur ces habitats et afin d'atténuer les dégradations et régressions de leurs végétations, nous proposons une approche méthodologique selon un système parcellaire en amont et en aval des points d'eau permanents en tenant compte des physiologies en place. Des relevés floristiques appuient cette conduite pour évaluer et suivre périodiquement les peuplements.

Sous les influences paléo-environnementales, bioclimatiques, géomorphologiques et biocénologiques, les gueltas se sont façonnées au cours des périodes pluviales et interpluviales du Quaternaire.

Les définitions retenues sont similaires à celles données pour un ensemble appartenant aux zones humides des milieux désertiques comme le chott, la daya et la sebkha, dont les compositions phytocénologiques présentent des variantes.

À ce titre, la végétation est parfois de composition floristique hétérogène variable d'un habitat à un autre et les syntaxons sont inféodés à diverses unités. Les déclinaisons à retenir sont les suivantes.

Pour les gueltas d'altitude, y compris Issakarassene, nous avons le schéma syntaxonomique suivant :

Lavanduletea antineae Quézel 1965
Lavanduletalia antineae Quézel 1965
 Alliance à *Rhus tripartitum* ou à *Myrtus nivellei*
Pistacio – Myrtetum Abdelkrim 1992
Rhoo – Myrtetum Abdelkrim *et al.* 2010

Pour la guelta Afilal, nous nous situons dans les *Nerio – Tamaricetea*. Et, la végétation de certains plans d'eau correspond nettement à des groupements aquatiques.

Résumé

Les gueltas se rapportent à des points d'eau permanents alimentés par l'écoulement des eaux de surface (oueds) ou par suintement le long des parois les délimitant sur les flancs. La végétation consiste souvent en des groupements hygrophiles relevant de divers syntaxons partiellement connus au niveau des massifs du Hoggar et au piémont des plateaux du Tassili.

La présence permanente d'eau rend ces habitats particulièrement recherchés par les populations autochtones pour leur alimentation et leurs troupeaux. Ces milieux bien originaux sont aussi un lieu de passage privilégié pour l'avifaune migratrice et un refuge pour la faune locale.

À travers quelques transects, nous donnons une idée des phytocénoses en place et quelques indices pour une meilleure connaissance de la flore et des syntaxons que nous avons identifiés. Un suivi de la végétation est proposé pour deux gueltas labellisées sites "Ramsar". Il s'agit des gueltas Issakarassen et Afilal dans un des massifs du Hoggar.

Mots-clés : gueltas, habitats, végétation, Issakarassen, Afilal, Hoggar.

Abstract

Gueltas in Hoggar and Tassili: flora, vegetation and impact on populations

Gueltas refer to permanent water fed points by surface waters flow (wadis) or by seepage along the walls that delimit them on the flanks. The vegetation consists in hygrophilous communities belonging to various syntaxons which are partially known in Hoggar massifs and Tassili plateau foothills.

The permanent presence of water helps to make these habitats particularly by indigenous populations for their food supply and livestock. These very original environments are also a favorite passage for migratory birds and a refuge for local fauna.

Through some transects, we give an idea about phytocenoses in site and some clues for a better identified flora and syntaxons knowledge. Vegetation monitoring is proposed for two gueltas listed among Ramsar sites. These are the Issakarassen and Afilal gueltas, situated in the Hoggar massifs.

Keywords: gueltas, habitats, vegetation, Issakarassen, Afilal, Hoggar.

⁽¹⁾ Département de botanique,
École nationale supérieure
agronomique El Harrach
16200 Alger ;
nazim84dz@yahoo.fr
h.abdelkrim@ensa.dz

⁽²⁾ Université Ibn Khaldoun de
Tiaret,
14000 Tiaret ;
mederbel@univ.tiaret.dz

⁽³⁾ Décédé

¹ La guelta (pluriel *gueltate*) correspond à une dépression ou une cuvette où l'eau s'est accumulée à la faveur d'une crue, de l'alimentation par des sources ou l'inféroflux en contexte désertique ; cela peut être une résurgence naturelle.

Conduite méthodologique

Les gueltas et plans d'eau des sites "Ramsar"

1. La guelta Issakarassene

Située à une centaine de kilomètres au nord-est de la ville de Tamanrasset, sur la piste menant à Hirafok, à une altitude voisine de 2 000 m, la guelta Issakarassene se situe sur l'oued du même nom. Elle bénéficie d'un immense bassin versant récoltant les eaux des oueds Taddeinet, Ehrene et Tihaadine et des nombreuses griffes d'oueds dévalant les versants est du col de Tin Tinghamtine (Fig. 1).

Des bassins versants vers l'aval de la guelta, sur une distance de 20 km environ, l'altitude diminue passant de 2 050 à 1 340 m. L'encaissement de l'oued s'accroît pour devenir un canyon avec un ensemble de cascades et de gueltas recueillant les eaux d'écoulement ou de l'inféoflux latéral.

Les zones échantillonnées sont les points 1, 2, 3, 4 (voir carton de la figure 1) selon des transects se rapportant chacun à la physiologie à partir du plan d'eau principal (guelta proprement dite).

* Transect 1

Ce transect correspond au plan d'eau principal comme le montre la photo de la figure 1. La falaise surplombe la rive gauche et la zone d'atterrissement couvre la rive droite. Cette zone comporte une végétation plus ou moins stable sur des terrasses consolidées dominées par des formations essentiellement à *Atriplex halimus* (40 %), *Deverra denudata* (5 %), *Anabasis articulata* (présent), *Artemisia campestris* subsp. *glutinosa* (5 %) (Fig. 2). Le recouvrement général atteint 40 %. Nous notons un grand piétinement par les caprins, les équidés (ânes sauvages) et les camelins. Au niveau de la zone d'atterrissement alluviale, les sols peuvent être colonisés par un groupement à *Scirpoides holoschoenus*. Sur la falaise, les groupements chasmophiles accueillent *Capparis spinosa*, *Hyparrhenia hirta*, *Rumex vesicarius*... Au pied de la falaise, les grandes touffes d'*Erianthus ravennae*, quelques pieds de joncs (*Juncus maritimus*). Ça et là, on relève de jeunes pousses de *Tamarix* sp.

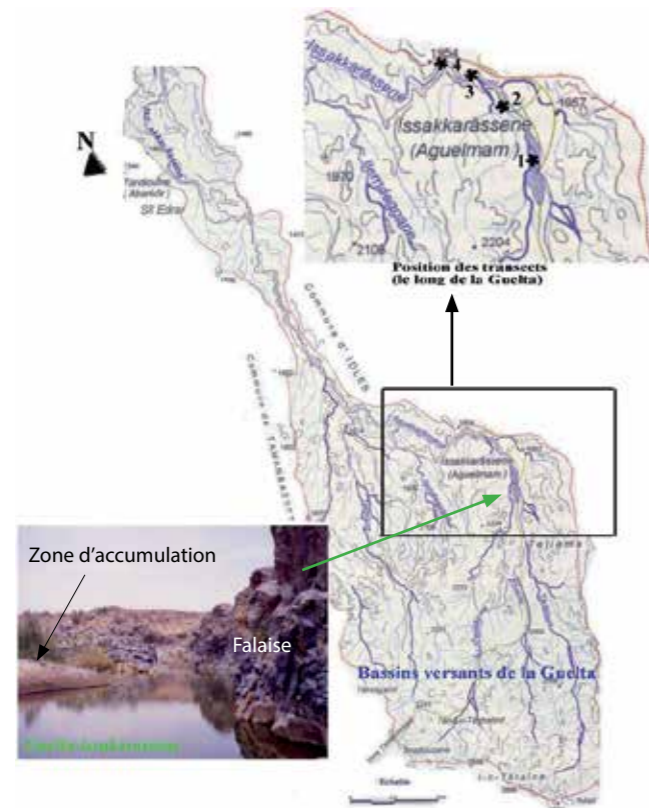


Figure 1
Environnement de la guelta Issakarassene et position des transects (d'après *Atlas des 26 zones humides algériennes d'importance internationale*, éd. 2002, modifié).

Figure 2

Vue générale de la guelta Issakarassene et groupements (Transect 1)

- Zone d'atterrissement (= zone d'accumulation des alluvions lors des crues, sans végétation)
1. Groupement à *Scirpoides holoschoenus* (peut être éphémère).
 2. Groupement à *Atriplex halimus* sur terrasses stables.
 3. Lit de l'oued avec quelques espèces (*Rumex vesicarius*), pousses de *Tamarix* sp., de joncs.
 4. Groupement du pied de la falaise (*Erianthus ravennae* et *Tamarix africana*).
 5. Groupement à *Zilla spinosa* et *Deverra denudata* (partie rarement inondable).



Ces différentes physionomies et les groupements reconnus peuvent être retenus pour un suivi périodique de la composition floristique et de l'état de vigueur des taxons de part et d'autre de ce plan d'eau.

Les unités matérialisées peuvent faire l'objet de transects "parcelles" allant de "2" à "1"; de "2" à "4" en passant par "1" et "3" ou de "2" à "5" (Fig. 2).

En amont de la guelta, l'encaissement se précise et la figure 3 nous montre un groupement éphémère dominé par *Rumex vesicarius* et, aux pieds des parois, nous retrou-

vons des touffes d'*Erianthus ravennae*, quelques pieds de *Setaria verticillata*. Quant aux parois, outre *Capparis spinosa*, nous relevons *Dianthus crinitus*, *Anethum graveolens*, *Centaurea foucaudiana*...

Cet encaissement mitoyen du plan d'eau principal de la guelta peut faire l'objet d'un transect à la fois transversal, mais aussi d'un suivi latitudinal jusqu'à la cascade à algues et mousses marquant véritablement le début de ce complexe de gueltas Issakarassene (voir miniatures et fléchage au niveau de la figure 3).

Figure 3

Amont immédiat de la guelta Issakarassene et miniatures de quelques espèces illustrant les parois et la cascade.



Sur le principe décrit au niveau du plan d'eau principal, nous avons procédé de la même manière en amont de la guelta. Nous donnons, à travers quelques illustrations et relevés floristiques la progression vers le nord.

* Transect 2

Le transect 2 de la figure 1 correspond au point 5 de la figure 2. C'est un lieu rarement inondable et la végétation semble stabiliser. Le recouvrement atteint 50 % pour une vingtaine d'espèces. Du bord de l'oued vers le centre, nous avons un premier groupement à *Zilla spinosa*, *Deverra denudata*, *Rumex vesicarius*, *Pulicaria incisa*, *Asteriscus graveolens*.

Vers le milieu de la zone inondable, le recouvrement est de 20 % avec un nombre conséquent d'espèces, dont principalement *Salvia aegyptiaca*, *Teucrium polium* subsp. *geyrii*, *Lotus jolyi*, *Senecio coronopifolius*, *Lavandula antinea*, *Marrubium desertii*, *Polycarpaea repens*, *Launaea residifolia*, *Echinops spinosus* subsp. *spinosus*, *Paronychia argentea*, *Salvia chudaei*, *Euphorbia granulata*, *Centaurea pungens*, *Morettia canescens*, *Rumex vesicarius*, *Matricaria pubescens*.

Vers le lit de l'oued, nous avons de jeunes pousses de *Tamarix* sp., *Juncus maritimus*, *Artemisia campestris* subsp. *glutinosa*, *Reseda* cf. *lutea*, *Cistanche phelypaea*, *Ballota hirsuta*...

Figures 4 & 5

À gauche : bras de l'oued Issakarassene à *N. oleander*.
À droite : autre bras avec la guelta.



Quelques pieds de jeunes pousses d'*Acacia raddiana* sont à signaler malgré une altitude élevée (1 952 m).

Ce transect 2 est intéressant à plus d'un titre.

Pour le suivi de la biodiversité, il est indicateur d'une station plus ou moins stable là où l'oued Issakarassene constitue un élargissement important avant de rentrer dans une toposéquence d'une série d'étranglements et de cascades encaissées.

Le nombre d'espèces est notoire et c'est un lieu privilégié pour les nomades et leur troupeau, les touristes et les équidés sauvages.

Par ailleurs, le transect constitue un complexe phytocénotique aux environs immédiats de la guelta Issakarassene.

* Transect 3

Quelque 200 m en aval, l'oued Issakarassene se creuse et nous observons des phytocénoses remarquables. Deux bras présentent des physiologies et des densités différentes. L'un (Fig. 4) est dominé par *Nerium oleander* avec un recouvrement faible (10 % environ) ; l'autre (Fig. 5) plus dense (60 % environ) semble plus riche en espèces et se distingue par la présence de *Typha elephantina*, *Erianthus ravennae*, *Nerium oleander*, *Equisetum ramosissimum* et une algue incrustée de calcaire (*Chara gymnohylla*). Leur jonction est faite de petites gueltas riches en poissons, notamment le barbeau Hoggar.

Cette succession de gueltas est un atout précieux pour la diversité biologique dont le suivi pourrait se concrétiser sur un parcours de quelques kilomètres d'amont en aval du plan d'eau principal.

Outre son classement comme site "Ramsar", la guelta offre des conditions idéales pour la recherche et le suivi en tant que complexe de phytocénoses.

Accessible, en amont et en aval, on peut retenir les transects proposés voire les compléter à l'intérieur des canyons.

Les recouvrements et le nombre d'espèces sont remarquables malgré parfois une banalisation des taxons. Cela se corrigerait si le suivi était périodique car, dans ces contrées, les opportunités d'inventaire sont, semble-t-il, intimement liées à la présence des chercheurs aux moments propices, c'est-à-dire au moment où les pluies se manifestent.

Autour des cours d'eau et des gueltas, sur les versants et les plateaux environnants, chacune de ces toposéquences contribuerait elle aussi à cette diversité biologique.

* Transect 4

700 m en aval, à une altitude de 1 920 m, l'oued se creuse encore plus et se termine en une cascade avant de rétrécir et de dévaler dans un canyon. Les figures ci-après montrent un replat rocaillieux occupé par un groupement végétal dominé par *Cymbopogon schoenanthus* et auquel est inféodé un certain nombre d'espèces à savoir : *Launaea residifolia*, *Marrubium desertii*, *Helianthemum lippii*, *Deverra denudata*, *Echium spinosus* subsp. *spinosus*, *Salvia chudaei*, *Lavandula antinea*, *Pulicaria incisa*.

Figure 6
Aspect de la série en cascade de la guelta Issakarassene.



Le recouvrement atteint 30 % sur ce milieu minéral. Les individus de Laurier rose deviennent de plus en plus épars et le lit de l'oued de plus en plus profond (Fig. 6).

Quelques pieds de *Scirpoides holoschoenus* et d'*Erianthus ravennae* accompagnent la griffe de l'oued.

Le plan d'eau assez profond est couvert d'algues indiquant la mésotrophie du milieu provoquée probablement par la fréquentation des troupeaux des différentes espèces animales.

À partir de cette cascade, l'oued devient de plus en plus encaissé et de plus en plus inaccessible par le chemin que nous avons emprunté. Il est certain que les successions des communautés végétales sont de plus en plus remarquables, aspect à découvrir dans le suivi de la biodiversité de cette série de gueltas.

2. La guelta Afilal

Située à une soixantaine de kilomètres au nord-est de la ville de Tamanrasset sur la piste menant à l'Assekrem, la guelta Afilal est un plan d'eau sur l'oued du même nom à une altitude de 2 050 m environ (Fig. 7).

Cette guelta recueille les eaux des bassins versants dévalant vers le sud à partir d'une altitude moyenne voisine de 2 600 m.

Contrairement à la guelta Issakarassene, la guelta Afilal est un oued plus ou moins en-

caissé, peu cascadé, avec une série répétitive de communautés végétales denses, de gueltas remarquables et de creusets dans la roche en forme de marmites géantes.

Les zones échantillonnées sont des transects au niveau des points 1, 2, 3, 4 (Fig. 7) se rapportant chacun à une physionomie particulière à partir du plan d'eau principal (guelta proprement dite).



Figure 7
Environnement de la guelta Afilal et position des transects (d'après Atlas des 26 zones humides algériennes d'importance internationale, éd. 2002, modifié).

*** Transect 1**

C'est le plan d'eau proprement dit d'une longueur égale à 50 m et d'une largeur pouvant atteindre 20 m, subissant des variations au gré des crues. Le flanc est est une falaise et la partie ouest est constituée d'une terrasse bien structurée où l'on peut observer les résultats des crues successives montrant cette stabilisation.

L'aval immédiat de la guelta Afilal présente une communauté végétale dominée par *Nerium oleander* sur des éboulis recouverts d'alluvions (Fig. 8). Sur une surface de 600 m² le groupement à *N. oleander* accuse un recouvrement général de 60 %. Le cortège floristique est composé des taxons rassemblés dans le tableau 1).

Figures 8 & 9

À gauche : groupement à *N. oleander* (aval immédiat de la guelta).
À droite : zone d'atterrissement à *Rumex vesicarius*.



Tableau 1
Taxons des éboulis en aval immédiat de la guelta

Espèces	Abondance-dominance	Recouvrement (%)	État phénologique, vigueur
<i>Nerium oleander</i>	3	25- 50	Floraison, vigoureux
<i>Mentha longifolia</i>	2	10- 25	Floraison, fructification, vigoureux
<i>Juncus maritimus</i>	1	5- 10	Vigoureux
<i>Scirpoides holoschoenus</i>	2	10- 25	Fructification
<i>Tamarix africana</i>	+	Présent	-----
<i>Setaria verticillata</i>	+	Présent	-----
<i>Matricaria pubescens</i>	+	Présent	Floraison, vigoureux
<i>Erianthus ravennae</i>	+	Présent	Fin fructification, vigoureux
<i>Fagonia bruguieri</i>	+	Présent	Fin floraison
<i>Rumex vesicarius</i>	+	Présent	Fin fructification

En bordure, nous relevons la présence d'*Artemisia campestris* subsp. *glutinosa*, *Ballota hirsuta*, *Crambe kralickii*, *Cleome amblyocarpa*, *Pulicaria crispa*.

À ce groupement dominé par *Nerium oleander*, succède, toujours en aval, une zone d'atterrissement (Fig. 9) sur cailloux et graviers pouvant être balayée lors des crues. Une vingtaine d'espèces occupe quelques dizaines de mètres carrés. Nous notons : *Veronica anagallis-aquatica* (dominant), des pousses de *Tamarix* sp. (important), *Matricaria pubescens* (10 % de recouvrement), *Pulicaria crispa*, *Echium spinosus* subsp. *spinosus*, *Pentzia monodiana* (6 individus/m²), *Asperiscus graveolens*, *Ononis* sp., *Astragalus*

eremophilus, *Rumex vesicarius*, *Trichodesma africanum* (très vigoureux), *Paronychia arabica*, *Gnaphalium luteo-album*, *Aizoon canariensis*, *Anethum graveolens*, *Danthonia forskaalii*. En bordure, nous avons *Deverra denudata*, *Rhus tripartitum*, *Capparis spinosa* et *Ephedra altissima*. Ces dernières espèces sont aussi fréquentes au niveau des falaises de la guelta.

Vient ensuite une zone de rochers polis par l'eau où se situent les "marmites géantes" caractéristiques de l'oued Afilal avec des écoulements et des mares temporaires ou des bassins où domine une végétation aquatique de mousses et d'algues, dont *Chara gymnophylla* (Fig. 10a et b).

Figures 10a & 10b

À gauche : physionomie des mares temporaires et des bassins en aval de la guelta Afial.
À droite : plan d'eau à *Chara gymnophylla*.



*** Transect 4**

Toujours en aval de la guelta, 200 à 800 m environ, l'oued Afial devient un peu plus encaissé et la végétation plus éparse. Le recouvrement de *Nerium oleander* est plus réduit, à peine 10 %, quelques pieds de *Juncus maritimus*, *Euphorbia granulata*, *Scirpoides holoschoenus*, *Echium spinosus* subsp. *spinosus*, *Matricaria pubescens*, *Heliotropium undulatum*, *Salvia chudaei*, de jeunes pousses de *Tamarix* sp. et au pied des parois *Erianthus ravennae* et *Cymbopogon schoenanthus*.

Les parois rocheuses, à ce niveau, sont occupées par les taxons classiques des oueds sahariens : *Rhus tripartitum*, *Myrtus nivellei*, *Olea laperrini*, *Osyris alba*, *Globularia alypum* subsp. *eriocephala*, *Capparis spinosa*, *Reseda villosa*, *Dianthus crinitus*, *Ballota hirsuta*, *Lotus jolyi*, *Acacia tortilis* var. *raddiana*, plutôt arbustif à ces altitudes, *Salvia aegyptiaca*, *Withania somnifera*, *Hyparrhenia hirta*. (Fig. 11).

Figures 11 & 12

À gauche : groupement chasmophile à *Myrtus nivellei*.
À droite : physionomie éparse et étiolée en aval de la guelta, à *Desmostachya bipinnata*.



Entre 800 et 1 200 m, toujours en aval, la physionomie change et les phytocénoses rencontrées plus haut s'atténuent pour laisser place à des groupements plutôt chasmophiles.

Le paysage se modifie, de nouvelles espèces apparaissent, notamment *Desmostachya bipinnata* atrocement brouté par les ânes sauvages (Fig. 12).

*** Transect 2**

En amont, nous avons retenu deux transects. Le transect 2 regroupe, entre 20 et

50 m, une phytocénose progressive dominée par *Mentha longifolia* et *Nerium oleander* (Fig. 13a et b). Le recouvrement général atteint 80 % et les principales espèces, outre les deux taxons cités, sont : *Anethum graveolens*, *Echium pycnanthum* subsp. *humile*, *Euphorbia granulata*, *Sisymbrium rebouidanium*, *Veronica anagallis-aquatica*, *Matricaria pubescens*, *Scirpoides holoschoenus*, *Equisetum ramosissimum* subsp. *campanulatum*, *Ballota hirsuta*, *Marrubium desertii*, *Typha angustifolia*, *Salvia aegyptiaca*, *Pulicaria* sp., *Amaranthus albus*, *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Lavandula antinea*.

Figures 13a & 13b

À gauche : physionomie mitoyenne de la guelta Afial.
À droite : groupement à *M. longifolia* et *N. oleander*.



Ces deux groupements sont fortement influencés par la présence de l'eau qui favorise le développement de *Mentha longifolia* et *Equisetum ramosissimum* subsp. *campanulatum*. La densité du peuplement est remarquable et le nombre de taxons atteint la vingtaine. La vigueur et les stades phénologiques (floraison, fructification) sont à relever.

Vers 400 m en aval de la guelta, le groupement à *Nerium oleander* est presque monospécifique. Le recouvrement général atteint 90 % avec cinq taxons simplement, à savoir :

<i>Nerium oleander</i>	70 %
<i>Erianthus ravennae</i>	5 %
<i>Tamarix africana</i>	5 %
<i>Ballota hirsuta</i>	5 %
<i>Echinops spinosus</i> subsp. <i>spinosus</i>	5 %

La figure 14 illustre ce type de formation que nous rangeons dans les *Nerio - Tamaricetea* en optimum de développement.

À 800 m en aval, le groupement dominant l'oued et la guelta s'amointrit, *Nerium oleander* et l'ensemble des espèces sont en réduction notable et d'autres taxons apparaissent, occupant à peine 10 % du sol (Fig. 15). Le milieu est minéral avec des cailloux et des graviers. Nous donnons les principales espèces de ce biotope et celles des parois environnantes.

Espèces de l'oued (recouvrement 10 %)

Artemisia campestris subsp. *glutinosa*, *Cassia lanceolata*, *Cleome amblyocarpa*, *Asteriscus graveolens*, *Echium pycnanthum* subsp. *humile*, *Cynodon dactylon*, *Moricandia arvensis* subsp. *robusta*, *Teucrium polium* subsp. *geyrii*,

Pulicaria crispa, *Ballota hirsuta*, *Trichodesma africanum*, *Zilla spinosa*, *Euphorbia granulata*.

Espèces de la paroi rocheuse (recouvrement 20 %)

Deverra denudata, *Zilla spinosa*, *Ballota hirsuta*, *Withania somnifera*, *Capparis spinosa*, *Moricandia arvensis* subsp. *robusta*, *Artemisia herba alba*, *Ephedra altissima*, *Euphorbia calcytrapa*, *Echinops spinosus* subsp. *spinus*, *Fagonia glutinosa*.

Figures 14 & 15

À gauche : groupement monospécifique à *N. oleander* vers 400 m en amont de la guelta Afilal.

À droite : groupement à *A. campestris* subsp. *glutinosa* et des parois à 800 m en amont de la guelta Afilal.



Conclusion

Les habitats humides que nous venons de décrire et, outre leur inscription sur la liste des sites "Ramsar", constituent assurément, dans le cadre de la recherche des indicateurs biologiques pour la préservation et le suivi de la biodiversité, des lieux privilégiés que nous devons retenir sur la base de transects "parcellaires" en amont et en aval des plans d'eau principaux.

Malgré la réduction de la distance de part et d'autre, les oueds alimentant les gueltas constituent un véritable refuge de communautés végétales possédant une certaine originalité sur les plans phytocénologiques et spécifiques.

En effet, le nombre de taxons, dont certains sont rares ou endémiques, participent un tant soit peu à la parure des paysages en contradiction permanente avec les monticules et les plateaux environnants désertiques et désolés. Il y va aussi de la survie de la faune locale – Guépard (*Acinonyx jubatus*), Ganga cata (*Pterocles alchata*), Ganga unibande (*P. orientalis*), Gazelle de Cuvier (*Gazella cuvieri*), G. dorcas (*G. dorcas*) – ou passagère, voire le cheptel et les populations nomades.

Il y a lieu de revenir sur les mêmes points pour mieux apprécier l'état et l'évolution des taxons, de leur phénologie et de leur vigueur, mais aussi des phytocénoses d'autant plus que l'impact de l'homme n'est pas négligeable au niveau des gueltas d'Issakarassene et d'Afilal.

Bibliographie

- ABDELKRIM H. 1992. - Un joyau floristique : l'oued Idikel, oued à *Pistacia atlantica* et *Myrtus nivellei* dans le Hoggar. *Doc. Phytosoc.*, NS, **XIV** : 211-218. Camerino.
- ABDELKRIM H. 2000. - *Flore et végétation du Tassili N'Ajers*. Projet "Tassili – Ahaggar Alg/99/G41/A/1G/99, 33 p + annexes.
- ABDELKRIM H. 2006. - *Note méthodologique pour la mise en place d'un système de suivi de la biodiversité*. Rapport scientifique, projet PNUD 0034575 "Préservation et utilisation de la diversité biologique d'intérêt mondial dans les parcs nationaux de l'Ahaggar et du Tassili", 32 p.
- ABDELKRIM H. 2009. - Contribution à la connaissance de la flore et de la végétation du Parc national du Tassili N'Ajers : préservation et conservation des habitats. *Racines* **1** : 37-51.
- ABDELKRIM H. 2009. - Essai de synthèse sur la diversité floristique et faunistique. In *Préservation et utilisation durable de la diversité biologique d'intérêt mondial dans les Parcs nationaux de l'Ahaggar et du Tassili*, projet Tassili – Ahaggar (Award ID 00034575), 43 p.
- ABDELKRIM H. 2010. - Les approches phytosociologiques dans la préservation des habitats. Application à quelques sites des parcs nationaux de l'Ahaggar et du Tassili. *Braun Blanquetia* **46** : 81-86.
- ABDELKRIM H., BENSETTITI F. & ZERIAIA L. 2010 (paru en 2014). - Contribution à l'étude de la flore et de la végétation des oueds des massifs de la Taessa et de la Tefedest dans l'Ahaggar (Sahara central, Algérie). *Syntaxonomie et phytodiversité. Doc. Phytosoc.*, 3e série, **1** : 33-45.
- ABDELKRIM H., CHALABI B. & MEDERBAL K. 2007. - *Mise en place d'un système de suivi de la biodiversité dans les parcs nationaux de l'Ahaggar et du Tassili*. Rapport scientifique, projet PNUD 0034575 "Préservation et utilisation de la diversité biologique d'intérêt mondial dans les parcs nationaux de l'Ahaggar et du Tassili", 39 p + annexes.
- BAËLI CHERIF D., MEGHAOUI A., ZEMIT O., SAHKI A., KARA MOSTEFA KI. & BOUGDOURA N. 2002. - Étude de quelques aspects biologiques de l'Olivier de Laperrine (*Olea laperrini*) en vue de la mise en place d'une banque *ex situ*. Séminaire Djanet "Redécouvrir et réinventer une sylviculture en zones arides" : 82-89.
- BENHOUBOU S., BOUCHENEB N., KERZABI Q. & SASSI O. 2003. - Plant communities of several wadi types in the Tassili N'Ajers, Central Sahara, Algeria. *Phycoenologia*. **33**(1) : 49-69.
- BENSAÏD S., AIT MOHAND L. & ECHAIB B. 1996. - Évolution spatio-temporelle des peuplements d'*Acacia tortilis* (Forsk.) Hayne subsp. *raddiana* (Savi) Brenan dans les monts Ougarta (Sahara nord occidental). *Sécheresse* **7** : 173-178.
- DGF, 2002. - *Atlas des 26 zones humides algériennes d'importance internationale*, **3**. ed. DGF, 89 p.
- DGF, 2004. - *Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale*, **4**. ed. DGF, 107 p.
- MAIRE R. 1933. - Étude sur la flore et la végétation du Sahara central. *Mem. Soc. Hist. Nat. Afrique Nord*, fasc. 3, 272 p. + annexes.
- MAIRE R. 1933-1940. - Étude de la flore et de la végétation du Sahara central. *Mém. Soc. Hist. Nat. Afrique Nord*. N°3, 2 vol. 433 p + annexes.
- MONOD Th. 1957. - Les grandes divisions chorologiques de l'Afrique. *Publication du CSA* 24 1-147.
- OZENDA P. 1977. - *Flore du Sahara*. CNRS, Paris, 622 p.
- QUÉZEL P. 1965. - *Végétation du Sahara du Tchad à la Mauritanie*. ed Masson et Cie, Paris, 325 p.
- QUÉZEL P. & SANTA S. 1962-63. - *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. CNRS, Paris, 1 170 p.
- SAHKI A. & SAHKI R. 2004. - *Le Hoggar, promenade botanique*. ed. Esope, 311 p.

Pour visionner cette intervention

<https://www.youtube.com/watch?v=J67CWJY-ww4>

Contribution à l'étude des écotones prés salés/landes des rias du sud Morbihan : approche phytosociologique et conservatoire

ERWAN GLEMAREC^{*(1)} & JEAN-ROGER WATTEZ⁽²⁾

⁽¹⁾ Conservatoire botanique national de Brest, 52 allée du Bot, F-29200 Brest ; e.glemarec@cbnbrest.com

⁽²⁾ Professeur honoraire de botanique, 14 rue François Villon, F-80000 Amiens.

Introduction

Le littoral du sud de la Bretagne est très découpé. Au fond des rias et des anses de la côte morbihannaise, dans une topographie peu marquée, sur des alluvions fluvio-marines, des groupements végétaux originaux assurent une transition entre des végétations herbacées des vases salées de haut schorre et des landes mésohygrophiles à *Ulex* et *Erica*. Ces écotones recèlent des syntaxons rares et menacés.

Le sud du Morbihan est une région attractive sur les plans touristique et économique ; les accès routiers et les sentiers se multiplient sur la frange littorale. Les mutations actuelles du système agricole conduisent à l'abandon des pâtures et à l'arrêt de l'entretien des hauts de prés salés et des landes. Depuis plusieurs décennies, un arbuste invasif prolifère. Il s'agit du *Baccharis halimifolia* L. qui trouve son optimum écologique dans le très haut schorre. Sa multiplication, qui constitue des «néo-écosystèmes», est un facteur supplémentaire du morcellement et de la fermeture des écotones entre prés salés et landes. De nombreuses landes ont fait l'objet de plantations de pins (*Pinus pinaster* Aiton) et sont aujourd'hui clairsemées ou dégradées.

Il convient aujourd'hui de mieux caractériser ces zones d'écotone qui présentent un fort enjeu de conservation : localiser les secteurs, cerner la dynamique de ces zones humides, définir les végétations et les espèces végétales indicatrices, lister les menaces et les dégradations afin de cibler les actions à mener pour leur préservation.

Matériel et méthode

Un premier diagnostic a été mené en 2016 et 2017. Les secteurs les plus caractéristiques ont été recherchés et localisés sur la base de données bibliographiques, d'une analyse cartographique et de la synthèse des connaissances antérieures des auteurs (DELVOSALLE & GÉHU 1969, WATTEZ & WATTEZ 1995, CHAUVAUD & BERNARD 2002, BOUGAULT *et al.* 2005, GLEMAREC 2009, WATTEZ & RIVIÈRE 2010, IZARD 2011, GLEMAREC & GUILLEVIC 2016). Pour chacun de ces secteurs, des relevés phytosociologiques ont été menés selon la méthode de la phytosociologie sigmatiste

(GUINOCHET 1973, GÉHU & RIVAS-MARTINEZ 1981) afin de décrire finement les végétations de ces écotones originaux. Les dégradations, les végétations de contact et les trajectoires dynamiques ont été étudiées. La nomenclature botanique est celle de TaxRef 10 (GARGOMINY *et al.* 2016).

Les investigations de terrain ont permis de localiser plusieurs sites représentatifs des écotones prés salés/landes sur treize communes, réparties sur quatre grands sites naturels (Fig.1).

Résumé

Il existe des végétations originales dans les rias du sud du Morbihan. Elles constituent des écotones entre prés salés et landes, avec des pelouses particulières. Ces végétations rares et menacées méritent d'être étudiées. Il convient dès à présent de les prendre en compte dans les politiques d'aménagement et de conservation de ces écosystèmes.

Mots-clés : rias, Morbihan, écotones, prés salés, landes, pelouses, conservation.

Abstract

There are original vegetations in the rias of the south of Morbihan. They are ecotones between salt marshes and heaths, with particular lawns. These rare and threatened vegetations deserve to be studied. It is right now advisable to take into account them in the politics of development and preservation of the ecosystems.

Keywords: rias, Morbihan, ecotones, saltmarshes, heaths, lawns, preservation.



Figure 1
Localisation des écotones étudiés.

Résultats

Dans les secteurs de transition entre les prés salés et les landes (Fig. 2) cohabitent des végétations du *Glauco maritima* - *Juncion maritimi* Géhu & Géhu-Franck ex Géhu in Bardat et al. 2004 et des landes atlantiques de l'*Ulicion minoris* Malcuit 1929. L'équilibre est instable entre ces communautés ; il est essen-

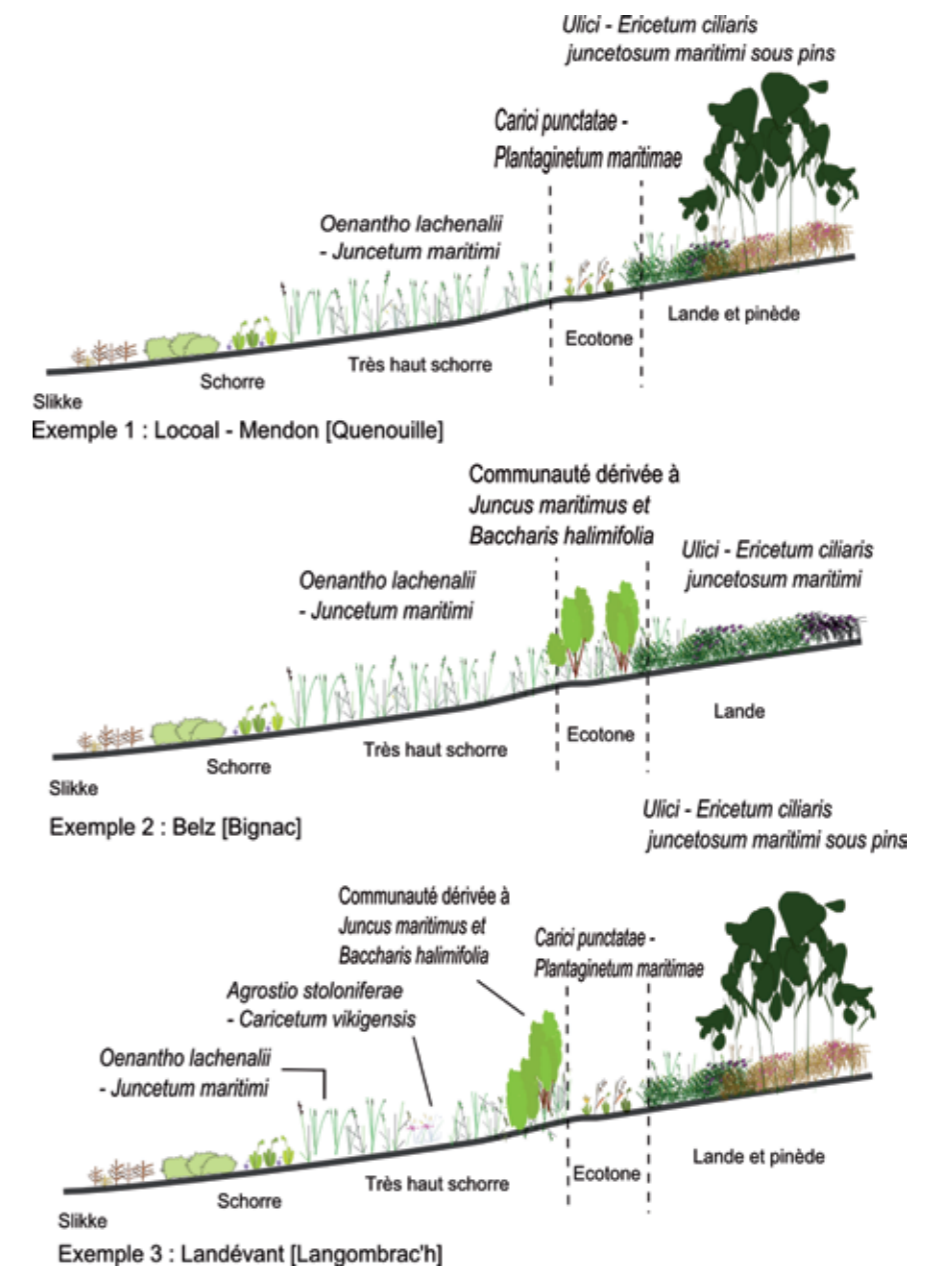
tiellement lié à la variation naturelle du marage et à l'impact de l'eau salée sur les végétations (par apport d'alluvions marines récentes et d'éléments chlorurés). Ces écotones révèlent des combinaisons floristiques originales.



Figure 2
Prés salés et landes du Têno (Pluneret).

Les végétations observées sont les suivantes (Fig. 3) :

Figure 3
Exemples de transect des végétations des écotones prés salés/landes des rias du sud Morbihan.



- Haut schorre

- *Oenantho lachenalii* - *Juncetum maritimi* Tüxen 1937 (Fig. 4) [*Asteretea tripolii* Westhoff & Beeftink in Beeftink 1962] : prairie halophile, infiltrée d'eau douce riche en bases, plus ou moins déchlorurée, dominée par *Juncus maritimus* Lam., *Elytrigia acuta* (DC.) Tzvelev, *Oenanthe lachenalii* C.C.Gmel. ou *Carex extensa* Gooden. Cette végétation est dense et assez haute, sur des surfaces exceptionnellement étendues dans les rias morbihannaises ;
- *Agrostio stoloniferae* - *Caricetum vikingensis* Géhu 1982 (Fig. 5) [*Agrostietea stoloniferae* Oberdorfer 1983] : pelouse régressive du très haut schorre, issue d'agropyraies et de jonchaies subhalophiles piétinées et pâturées,



Figures 4, 5, 6, 7 & 8

De haut en bas :

- *Oenantho lachenalii* - *Juncetum maritimi* (Merlevenez).
- *Agrostio stoloniferae* - *Caricetum vikingensis* (Theix) [premier plan].
- Communauté dérivée à *Juncus maritimus* et *Baccharis halimifolia* (Locoal-Mendon).
- *Carici punctatae* - *Plantaginietum maritimae* *ass. nov.* (Locoal-Mendon)
- *Ulici minoris* - *Ericetum ciliaris juncetosum maritimi* (Surzur).

Actions de conservation

Ces végétations et ces écotones, d'une grande originalité, sont aujourd'hui menacés. Les dégradations observées sont multiples. La colonisation par les pins (*Pinus pinaster*), provenant des nombreuses plantations menées sur les landes depuis la fin du XIX^e siècle, provoque de l'ombrage et entraîne un apport de litière (aiguilles, branches) peu propice au développement des landes et pelouses associées. À cela s'ajoute l'envahissement par *Baccharis halimifolia* qui modifie fortement la structure et la physionomie des végétations. Une cause supplémentaire de dégradation est la surfréquentation et l'aménagement des sentiers piétonniers le long du littoral. En effet, l'apport et le dépôt de copeaux ou de graviers, la pose de caillottes sont défavorables aux pelouses de l'écotone. Les passages sur le littoral, sentiers mais aussi routes d'accès (remblai), ou passage d'engins agricoles, se font le plus souvent en marge supérieure des prés salés, à la limite des hautes mers lors des plus grandes marées de vives eaux, où se situe l'écotone étudié.

Perspectives

Par le biais de ce court article, nous espérons convaincre de l'originalité écologique, phytosociologique et paysagère de cet écotone, ainsi que de la nécessité de conserver ces végétations originales. Ce premier travail doit se poursuivre en localisant de manière exhaustive et précise ces écotones à forts enjeux patrimoniaux, en prenant en compte ces végétations lors des aménagements littoraux (études d'impacts, études d'incidences, servitude de passage des piétons le long du littoral, etc.) et en informant les acteurs et gestionnaires d'espaces natu-

Par ailleurs, l'appauvrissement des pelouses et des landes dans cet écotone est aussi causé par l'abandon de l'entretien des milieux naturels anciennement exploités par fauche ou pâturage très extensif.

De manière très succincte, nous proposons des actions de gestion favorables à leur conservation et à une meilleure prise en compte dans les politiques publiques : débroussaillage et déboisement systématique de ces écotones (coupes des pins, arrachage des *Baccharis*) en les définissant comme zones prioritaires d'interventions de génie écologique ; maintien d'une faible fréquentation (en autorisant le passage, sans le favoriser, c'est-à-dire en évitant tout aménagement, même léger, et le remblaiement ou l'apport de matériaux extérieurs sur ces sentiers). Enfin, il serait pertinent de mettre en place un pâturage saisonnier et contrôlé des hauts schorres et des landes, comme en rivière de Noyal (Golfe du Morbihan), en évitant néanmoins le surpâturage (observé en rivière de Pénerf).

rels (services de l'État, Parc naturel régional, Réserve naturelle, sites Natura 2000) de l'existence de ces contacts prés salés/landes. Il serait pertinent de compléter l'étude naturaliste et géographique de ces écotones (variabilité syntaxonomique, faune, connectivité écologique, répartition).

Un tel type d'inventaire démontre également la nécessité de prendre en compte les écotones dans la gestion et la conservation des espaces naturels.

Bibliographie

- BOUGAULT C., HARDEGEN M. & QUÉRÉ E. 2005. - *Site Natura 2000 n° 28 : Rivière Etel. Inventaire et cartographie des habitats terrestres et des espèces végétales d'intérêt communautaire*. DIREN de Bretagne. Brest : Conservatoire botanique national de Brest, 123 p.
- CAÑO L., GARCÍA-MAGRO D. & HERRERA M. 2013a. - Phenology of the dioecious shrub *Baccharis halimifolia* along a salinity gradient: Consequences for the invasion of Atlantic subhalophilous communities, *Plant Biosystems* **147**(4) : 1128-1138.
- CAÑO L., CAMPOS J.A., GARCÍA-MAGRO D. & HERRERA M. 2013b. - Replacement of estuarine communities by an exotic shrub: distribution and invasion history of *Baccharis halimifolia* in Europe. *Biological Invasions* **15**(6) : 1183-1188.
- CHAUVAUD S. & BERNARD N. 2002. - *Cartographie des habitats d'intérêt européen du Golfe du Morbihan et de la Rivière de Pénerf*. Auray : Télédétection et biologie marine, 2 vol. (79 p., 61 p.).
- DELVOSALLE L. & GÉHU J.-M. 1969. - Herborisation générale de la Société royale de botanique de Belgique en 1967 dans le sud du Massif armoricain. *Mémoires de la Société royale de botanique de Belgique* **4** : 15-44.
- FRAU, D. ONDIVIELA B., GALVÁN C. & JUANES J.A., 2014. - The role of the hydrodynamic regime in the distribution of the invasive shrub *Baccharis halimifolia* (Compositae) in Oyambre Estuary (Cantabria, Spain). *Limnetica* **33**(1) : 1-12.
- FRIED G., CAÑO L., BRUNEL S., BETETA E., CHARPENTIER A., HERRERA M., STARFINGER U. & F. DANE PANETTA F. 2016. - Monographs on Invasive Plants in Europe: *Baccharis halimifolia* L., *Botany Letters*, 163:2, 127-153.
- GARGOMINY O., TERCERIE S., RÉGNIER C., RAMAGET., SCHOELINCK C., DUPONT P., VANDEL E., DASZKIEWICZ P. & PONCET L. 2016. - TAXREF v10.0, référentiel taxonomique pour la France : méthodologie, mise en œuvre et diffusion. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. Rapport SPN 2016 – 101. 144 pp.
- GÉHU J.-M. & RIVAS-MARTINEZ S. 1981. - Notions fondamentales de Phytosociologie. Ber. Intern. Symp., Syntaxonomie : 1-33.
- GUINOCHET M. 1973. - La phytosociologie. Collection d'écologie I. Masson Ed. Paris, 227 p.
- GLEMAREC E. 2009. - *Site Natura 2000 n°28 «Rivière Etel - Extension sud». Inventaire et cartographie des habitats terrestres et des espèces végétales d'intérêt communautaire*. Auray : Télédétection et biologie marine, 2 vol. (107 p., annexes).
- GLEMAREC E., DELASSUS L., GORET M., GUITTON H., HARDEGEN M., JUHEL C., LACROIX P., LIEURADE A., MAGNANON S., REIMRINGER K., THOMASSIN G. & ZAMBETTAKIS C. 2015. - *Les landes du Massif armoricain. Approche phytosociologique et conservatoire*. Brest : Conservatoire botanique national de Brest, 277 p. (Les cahiers scientifiques et techniques du CBN de Brest ; 2).
- GLEMAREC E. & GUILLEVIC Y. 2016. - *Plan national d'actions en faveur du Panicaut vivipare (Eryngium viviparum J. Gay). Quatre Chemins & landes du Bignac : inventaire et cartographie de la flore et des végétations*. Conseil départemental du Morbihan / DREAL de Bretagne / Agence de l'eau Loire-Bretagne. Brest : Conservatoire botanique national de Brest, 52 p.
- IZARD C. 2011. - *Site Natura 2000 «Ria d'Etel» FR5300028. Document d'objectifs*. Belz : Syndicat mixte de la Ria d'Etel, 3 vol. (158 p., 174 p., 97 p.).
- KOPECKÝ K. & HEJNÝ S. 1974 - A new approach to the classification of anthropogenic plant communities. *Vegetatio* **29** : 17-20.
- WATTEZ J.-R. & RIVIÈRE G. 2010. - Étude de quelques communautés végétales originales du site de Kercadoret, en Locmariaquer (Morbihan) ; des vases salées à la lande mésophile. *E.R.I.C.A.* **23** : 91-104.
- WATTEZ J.-R. & WATTEZ A. 1995 - Les landes à Ericacées et les formations landicoles annexes subsistant dans la région alréenne (département du Morbihan). *Documents phytosociologiques* **15** : 153-181.

Abstract

The state of temporary pools in djebel Megriss from 2005 to 2016 (High Plateaus of Setifian Province, north of Algeria)

Algeria is rich in wetlands, which are among the most valuable resources in terms of biodiversity and natural production. These natural environments contain a diverse and rich flora with many rare species (*Agrostis pourretii*, *Oldenlandia capensis*, *Callitriche truncata* subsp. *occidentalis*, *Laurenbergia tetrandra*, *Butomus umbellatus*,...) and endemic (*Carum montanum*, *Rumex algeriensis*, *Oenanthe virgata*, *Cerastium atlanticum*,...). Among these wetlands, there are temporary ponds of djebel (mountain) Megriss, located in the high plateaus of Setifian Province.

The objective of this work is the evaluation of the state of the temporary ponds and the human impact on it. The method used was as follows: 1) to make an inventory of the ponds, 2) to give informations about ponds and their environment based on our observations and investigations. We have chosen a periodic evaluation to follow the state of ponds since the first inventory made from 2005 until 2016. For each pond an identification sheet was established. Each pond is presented by a description of its origin, topography characteristics, substrata, hydrological characters and of the impacts it has been subjected to.

We have inventoried 37 ponds, located between 1200 and 1500 meters and diversified in terms of size, area and flora. Of these ponds, 24 are located on state owned lands; the others are on private owned land. Three of them are artificial, Madjene Griche, was created by the owner Boutarfa especially for irrigation and Madjene Bin el kifan was created after exploitation of sand.

Rural people use the ponds for their water and grass. Water is used for the irrigation (cereal and vegetables) and for watering the flock. The grass is grazed and / or mowed. These activities, when they are not controlled, can cause serious problems and affect the resources of ponds.

In addition to the practices, the risk of pollution of the ponds is worsening day by day. Pollution can be caused by the waste left by the visitors. In addition to these threats, ponds are exposed to two types of fillings: natural fillings, caused by the topography of djebel Megriss and the location of ponds at the foot of the cliffs and artificial filling caused by local landowners to increase the area of their farmland. Four ponds have completely disappeared between the years 2009 and 2016. The physiognomy of some ponds has changed the case of Madjene Lahneche where *Ranunculus aquatilis* L. was replaced by *Typha domingensis* Pers.

In view of all these threats, urgent protective measures are in fact necessary and justify the establishment of a law to protect the temporary ponds.

Keywords: Djebel Megriss, temporary ponds, periodic evaluation, observations, filling, protection.

Résumé

L'Algérie est riche en zones humides, qui font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle. Ces milieux naturels renferment une flore diversifiée et riche avec de nombreuses espèces rares (*Agrostis pourretii* Willd., *Oldenlandia capensis* L., *Callitriche truncata* Guss., *Butomus umbellatus* L., etc.) et endémiques (*Selinopsis montana* Coss. et Durieu ex Batt., *Rumex algeriensis* Barratte et Murb., *Oenanthe virgata* Poir., *Cerastium atlanticum* Dur., etc.). Parmi ces zones humides, il y a les mares temporaires.

Le djebel Megriss, situé dans les Hautes plaines sétifiennes, compte 37 mares temporaires distinctes par leur taille, superficie et flore. Parmi ces mares, 24 sont localisées dans des terres domaniales (étatiques), les autres se situent sur des terrains appartenant à des particuliers.

L'objectif de ce travail est l'évaluation de l'état des mares temporaires du djebel Megriss et de l'impact anthropique sur ces mares. Une évaluation périodique, locale, permet de suivre l'état des mares depuis le premier inventaire réalisé en 2005 jusqu'en 2016. Les méthodes de suivi sont les observations sur terrain et l'enquête socio-économique auprès des riverains. Une fiche technique d'identification a été établie pour chaque mare.

Les mares sont très exploitées par la population locale qui utilise l'eau pour l'irrigation des cultures (céréalière et maraîchère) et pour l'abreuvement du troupeau. L'herbe est broutée et/ou fauchée.

Le risque de pollution des mares s'aggrave de jour en jour, du fait de l'augmentation des visiteurs laissant derrière eux leurs déchets qui peuvent induire un comblement des mares. En plus des comblements naturels, occasionnés par la topographie du djebel Megriss et à la localisation des mares au pied des falaises, un comblement artificiel est provoqué par les propriétaires terriens locaux pour augmenter la superficie de leurs terres agricoles. Quatre mares ont complètement disparu entre les années 2009 et 2016.

Au vu de tous ces risques sur ces mares temporaires du djebel Megriss, des mesures de protection urgentes s'imposent de fait et justifient l'instauration d'une loi de protection des mares temporaires.

Mots-clés : djebel Megriss, mares temporaires, évaluation périodique, observations, comblement, protection.

État des mares temporaires du djebel Megriss depuis 2005 jusqu'à 2016 (Hautes plaines sétifiennes, nord de l'Algérie)

NACIRA BOULAACHEB⁽²⁾, FAROUK AMRAOUI⁽¹⁾ & CHEMSEDINE BOUGUERNE⁽¹⁾

⁽¹⁾ Département de biologie et écologie végétales, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université Ferhat ABBAS Sétif 1, Algérie ;

⁽²⁾ Département de pharmacie, Faculté de médecine, Université Ferhat ABBAS Sétif 1, Algérie ;
boulaacheb1bv@yahoo.fr

Introduction

L'Algérie, comme tout autre pays, est soucieuse des problèmes de biodiversité, de fonctionnement des écosystèmes terrestres et aquatiques, ainsi que des menaces pesant sur eux et du risque de disparition de son patrimoine naturel. En plus de son adhésion à de nombreuses conventions pour la protection de la nature, l'Algérie lance des projets de recherche, dont l'objectif principal est la prévention pour une meilleure conservation. Parmi ces projets, l'inventaire des zones humides à l'échelle nationale. Plus de 1500 zones humides ont pu être dénombrées, dont 50 sont classées sites Ramsar. Cependant, cet inventaire reste incomplet, compte tenu que certaines zones humides ne sont pas encore recensées. C'est le cas des zones humides de montagnes, et par exemple celles du djebel Megriss, où de nombreuses zones humides sont présentes, pour l'essentiel des mares temporaires.

Depuis 2005, les mares du djebel Megriss ont suscité notre intérêt. Le premier inventaire a été réalisé en 2005 et a fait l'objet d'une publication (BOULAACHEB et al. 2007). D'autres travaux sont venus enrichir nos connaissances sur les mares (BOULAACHEB 2009 ; BOULAACHEB & al. 2011 ; GHERZOULI 2013 ; AMRAOUI & BOUGUERNE 2016 ; BOUGUENDOURA & GHARZOULI 2017).

Notre objectif est de compléter l'inventaire réalisé depuis 2005 et d'évaluer l'état et l'impact anthropique sur les mares.

Les noms des espèces sont donnés selon le site <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa>

Matériel et Méthodes

Présentation de la zone d'étude

Le djebel Megriss se trouve dans la partie septentrionale de l'Algérie, il se situe à 20 km à vol d'oiseau au sud des monts des Babors. Il culmine à 1737 m d'altitude. Il est soumis à un climat méditerranéen subhumide à hiver froid avec une moyenne annuelle des précipitations atteignant les 500 mm et une température moyenne annuelle de 10°C (BOULAACHEB et al. 2005).

Il présente dans sa totalité un relief très accidenté, et, par endroits, inaccessible. La pente varie de 15 à 90 % au niveau des talus. Du point de vue édaphique, le djebel se localise sur des grès et des marnes (BOULAACHEB 2013).

Le djebel se caractérise par l'absence de végétations arborées naturelles. Les formations dominantes sont les matorrals, les ermes, les prairies et les pelouses.

Méthodes

Pour connaître l'état des mares, nous avons effectué un inventaire saisonnier basé sur

nos observations sur le terrain et une enquête auprès des riverains.

Inventaire des mares

Nous avons établi une fiche comportant les caractéristiques de la mare (circonférence, origine, profondeur, menaces, etc.) et les facteurs écologiques informant notamment sur les milieux environnants.

Nous avons procédé par saison. Le premier inventaire a été réalisé le 14 octobre 2015.

Le deuxième inventaire a été effectué en hiver le 2 février 2016, au cours de cette période nous avons revisité les mares inventoriées en octobre afin de voir leur état, principalement hydrique. Le troisième inventaire a été réalisé au printemps (le 21 mars 2016).

Enquête auprès des riverains

Afin de recueillir le maximum d'informations sur les mares, nous avons effectué une entrevue avec les riverains de toute catégorie d'âge. Les questions portent essentiellement sur l'origine, le propriétaire et les usages des mares. Trente personnes

ont été invitées à répondre aux questions. Nos observations sur terrain et les réponses aux questions ont fait l'objet de fiches d'identification pour chaque mare inventoriée.

Résultats et discussion

L'inventaire nous a permis de recenser 37 mares (tableau 1), distribuées sur tout le djebel Megriss entre 1 200 et 1 500 m d'altitude.

Sur les 37 mares inventoriées, 24 se trouvent sur des terres domaniales, elles repré-

sentent près des deux tiers (64.86 %). Les treize autres mares se localisent dans des terres privées (35.14 %).

Sur les 37 mares, trois sont artificielles, Madjene Griche, et Madjene Bin el kifan créé après exploitation du sable (Figs 1, 2).



Figure 1
Madjene Griche © AMRAOUI et BOUGUERNE, 2015.
a : ligneux asphyxiant la mare servant de bassin d'irrigation.

Figure 2
Madjene Bin el kifan © AMRAOUI et BOUGUERNE, 2016.
a : sable extrait de la mare et peut provoquer son comblement.
b : pelouse caillouteuse pouvant combler la mare.



L'état hydrique des mares inventoriées varie en fonction des saisons. Elles sont sèches en automne et plus ou moins en eau en hiver à cause des précipitations irrégulières tombées durant les trois mois de la saison. Elles sont inondées au printemps, cette inondation est due principalement à la fonte de la neige.

Toutes les mares inventoriées, privées et/ou domaniales, sont exploitées par la population locale. Les usages les plus fréquents, sont le pâturage, l'abreuvement (bovins, ovins, caprins et équins) et l'irrigation.

Les mares situées à proximité des habitations ou des fermes (habitations de Azouz, de Boutarfa et la ferme de Chemseddine) ou bien localisées dans les terres agricoles (Madjene Ain l'Efelsa) sont utilisées pour l'irrigation des céréales (Madjene Ain l'Efelsa), des arbres fruitiers (Madjene Griche) et des cultures maraîchères (Madjene Azouz).

Nos observations sur terrain, montrent que les mares du djebel Megriss, comme toutes les mares à l'échelle mondiale, sont victimes de l'homme et de ses besoins.

Le passage répété du bétail, principalement les bovins et les équins, engendre deux conséquences : la première est le piétinement des ceintures des mares et même leur centre ce qui peut entraîner, avec le temps, un tassement du sol, principalement en période estivale. La présence des traces des sabots, en témoigne. La deuxième conséquence est l'envahissement des premières ceintures des mares et des habitats avoisinants (pelouses) par des plantes mésoxérophiles (*Scolymus hispanicus* L., *Centaurea calcitrapa* L., etc.) et par des espèces indicatrices de surpâturage (*Asphodelus ramosus* L.). Un état déjà signalé par BOULAACHEB et al. (2007).

Toutes les mares sont menacées de pollution, une pollution induite d'une part, par les visiteurs et d'autre part par les propriétaires : dépôt de déchets solides, cas de Madjene Ref Ref et de pierres, cas de Madjene Oued El Hadar (Figs 3, 4).



Figure 3
Dépôt de ronce artificielle dans la mare Madjene Ref Ref © AMRAOUI et BOUGUERNE, 2015. a : barbelé, b : *Mentha pulegium* L.

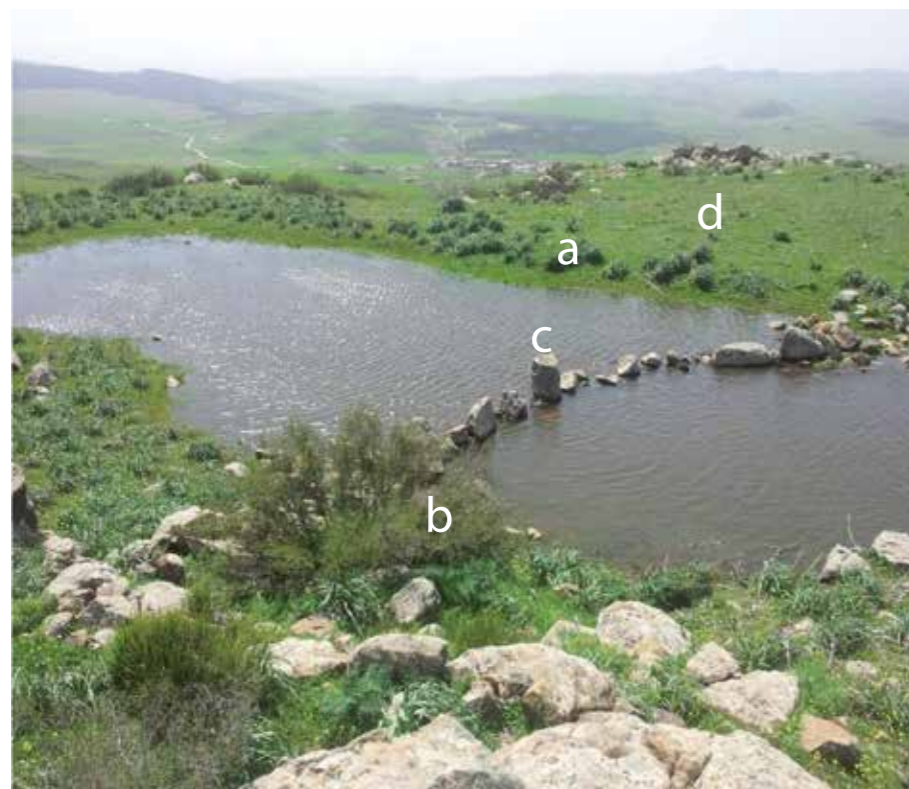


Figure 4
Madjene Oued El hadar © AMRAOUI et BOUGUERNE, 2016. a : *Asphodelus ramosus* L., b : *Calycotome spinosa* (L.) Link., c : sentier de pierres, d : pelouse.

Ces déchets, peuvent avec le temps entrainer le comblement des mares et par la suite leur disparition. Nous avons distingué deux types de comblement :

- un comblement naturel dû à la topographie du djebel et à la localisation des mares (au pied des falaises). Le glissement de terrain peut provoquer le comblement partiel ou total des mares ;
- un comblement artificiel provoqué par les propriétaires.

La superficie de certaines mares a diminué, d'autres par contre ont complètement disparu. Il s'agit de quatre mares appelées par BOULAACHEB (2009), un complexe de mares, situé à l'intérieur de champs de blé de la ferme Chemesdine. Le propriétaire les

Figures 5, 6 & 7
De haut en bas
État du complexe des mares :
- au printemps 2007
- au printemps 2009
- au printemps 2016
(Google earth).



a comblées pour augmenter la superficie de ces terres agricoles. Les photos historiques de Google earth pour l'année 2007 montrent l'existence de quatre mares (encadrées en jaune). En 2009, les photos

montrent la disparition de deux mares et en 2016, les quatre mares ont complètement disparu (Fig. 5-7). Ce résultat est confirmé par nos observations sur le terrain.

Depuis le printemps 2005 jusqu'au printemps 2016, la physionomie de certaines mares, a changé. Dans le cas de la mare Lahneche, en 2005, *Ranunculus aquatilis* L. couvrait entièrement la mare. Depuis 2007, *Typha domingensis* Pers. a commencé à se développer dans la mare, signe d'une eutrophisation accentuée.

Les activités, non contrôlées, s'intensifient de jour en jour, si des mesures de conserva-

tion ne sont pas prises, d'autres mares risquent de disparaître.

Nous incitons les autorités à prendre en considération les mares du djebel Megriss dans toute stratégie de conservation et d'aménagement. Une politique de gestion et l'instauration d'une loi s'avèrent indispensables afin de mieux préserver ces habitats vulnérables.

Bibliographie

- AFRICAN PLANT DATABASE (version 3.4.0). Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève and South African National Biodiversity Institute, Pretoria, «Retrieved : July 2018», from <<http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/>>
- AMRAOUI F. & BOUGUERNE C. 2016. - *Évaluation de l'état actuel des mares temporaires du djebel Megriss*. Mémoire de Master II, Université Ferhat ABBAS Sétif1, 121 p.
- BOUGUENDOURA H. & GHARZOULI S. 2017. - *Cartographie des mares temporaires du djebel Megriss, Sétif*. Mémoire de Master II, Université Ferhat ABBAS Sétif1, Algérie, 81 p.
- BOULAACHEB N., 2009. - *Étude de la végétation terrestre et aquatique du djebel Megriss (nord tellien, Algérie). Analyse floristique, phytosociologique et pastorale*. Sétif, Université Ferhat ABBAS, Sétif 1, Algérie, 402 p.
- BOULAACHEB N. 2013. - Les paysages végétaux du djebel Megriss (Tell septentrional, Algérie) : diversité des écosystèmes, richesse floristique, ampleur de l'anthropisation. *Physio-Géo* **7** : 1-32.
- BOULAACHEB N., CLÉMENT B., DJELLOULI Y. & GHARZOULI R. 2007.- Les mares temporaires du djebel Megriss (Nord de Sétif, Algérie). *Symbioses* N.S. **19** : 56-60.
- BOULAACHEB N., CLÉMENT B. & GHARZOULI R. 2011. - Les groupements végétaux des mares temporaires des montagnes des hauts plateaux sétifiens (Djebel Megriss, Nord Tellien). *Bulletin mensuel de la Société linnéenne* **80**(7-8) : 149-189.
- BOULAACHEB N., DJELLOULI Y. & GHARZOULI R. 2005. - Approche phytosociologique du djebel Megriss (nord de Sétif, Algérie). *Bulletin de la Société botanique du Centre Ouest*, N.S. **36** : 345-362.
- GHERZOULI C. 2013. - *Anthropisation et dynamique des zones humides dans le nord-est algérien : apport des études palynologiques pour une gestion conservatoire*. Thèse de Doctorat. Université de Toulouse, France, 208 p.

Google Earth professional plus 2014 v5.2.1.1588 Final Portable.

Mares	Propriété	Usages	Évolution	Facteurs de changement	Facteurs de stabilité
Ref Ref	Privée	Abreuvoir	Risque d'eutrophisation et de comblement	Pollution (déchets solides) Localisée au pied de falaises	
Ain Iffelsa 2	Privée	Herbe broutée	Risque de comblement	Glissement de terrain Localisée près des terres labourées	
Ain Iffelsa 1		Abreuvoir Irrigation (céréales)	Risque de comblement par la terre des champs labourés	Localisée à l'intérieur des terres agricoles	
Azouz1	Privée	Abreuvoir Irrigation des cultures maraichères	Risque de comblement par le glissement de grosses pierres Risque d'assèchement à cause de l'irrigation	Captation de l'eau pour l'irrigation	
Azouz2	Privée	Abreuvoir	Risque de comblement et d'eutrophisation	Localisée au pied des matorrals et entourée de pelouses	
Griche	Privée	Abreuvoir Irrigation des arbres fruitiers	Risque d'eutrophisation	Ligneux et branches mortes entourant la mare	
Ben Adjimi 2	Privée	Abreuvoir	Risque de comblement	Localisée près de terrain pierreux	
Ben Adjimi 3			Aucune		Localisée dans des replats et moins fréquentée par le troupeau
Ben Adjimi 4	Privée	Abreuvoir	Risque de comblement	Localisation au pied de terrain pentu	
El Haouass.	Privée	Abreuvoir	Aucune		Localisée dans des pelouses pâturées
Oued Elhadar 2	Privée	Abreuvoir	Risque de comblement	Localisation au pied de terrain pierreux et pentu	
Oued Elhadar 3			Risque de d'assèchement et comblement	Très faible superficie et profondeur Localisée dans des pelouses surpâturées (Erme à <i>Asphodelus ramosus</i> L.)	
Bouzouika	Privée	Abreuvoir	Risque d'assèchement et de comblement	Faible superficie et profondeur Localisée dans des pelouses humides Présence d' <i>Asphodelus ramosus</i> L. à la périphérie de la mare	
Lahnache	Domaniale	Abreuvoir Irrigation	Risque d'évolution vers les Phragmitetea	Piétinement intensif sur les première et deuxième ceintures de la mare	
Aouker1	Domaniale	Abreuvoir	Groupement à <i>Mentha pulegium</i> L.	Fort piétinement qui peut même induire une dénudation du sol	
Aouker2	Domaniale				
Draa Grida1	Domaniale	Abreuvoir	Risque de comblement	Localisation au pied de terrain à forte pente	
Draa Grida 2	Domaniale				
Melab 1	Domaniale	Abreuvoir	Risque de comblement	Très faible profondeur et localisation au pied de terrain accidenté	
Melab 2	Domaniale				
Kraria	Domaniale	Abreuvoir	Risque de comblement et assèchement	Faible profondeur et présence de pierres	
Ain El Tine	Domaniale	Abreuvoir	Risque de comblement et assèchement	Faible profondeur et localisation au pied des falaises	

Tableau 1
Les mares recensées à djebel Megriss

Mares	Propriété	Usages	Évolution	Facteurs de changement	Facteurs de stabilité
Benadjimi 1	Domaniale	Abreuvoir	Risque d'eutrophisation	Localisée au pied des pelouses pentu	
Oued Elhadar 1	Domaniale	Abreuvoir	Risque de comblement (artificiel et naturel)	Dépôt de pierres et localisation au pied de terrain pierreux et pentu	
Dar Sfela	Domaniale	Abreuvoir	Risque d'assèchement et de comblement	Faible superficie et profondeur Présence d' <i>Asphodelus ramosus</i> L. à la périphérie de la mare	
Bin Elkifan 1	Domaniale	Abreuvoir	Risque de comblement	Localisation au pied de terrain pentu	
Bin Elkifan 2	Domaniale				
Bin Elkifan 3	Domaniale				
Lahdjar Ikawya	Domaniale	Abreuvoir	Risque de comblement	Présence de grosses pierres	
El Karoucha	Domaniale	Abreuvoir	Risque d'assèchement	Faible profondeur	
Kmayam El daba	Domaniale	Abreuvoir	Risque d'assèchement	Faible superficie et profondeur	
Oued El Bordj.	Domaniale	Abreuvoir	Risque de comblement par les pierres en particulier	Faible superficie Localisation au pied de terrain pierreux	
Trig Elbaylek	Domaniale	Abreuvoir	Eutrophisation Risque de comblement	Pollution par des déchets solides (bouteilles et sachets en plastique) Faible superficie Entourée de terrain pentu et pierreux	
Ncham	Domaniale	Abreuvoir	Eutrophisation Comblement par les pierres	Pollution Entourée de terrain pentu très pierreux	
Dar Dhabab	Domaniale	Abreuvoir	Risque de comblement	Localisée au pied de terrain pentu pierreux et de pelouse à <i>Asphodelus ramosus</i> L.	
Dhraa Grida3	Domaniale	Abreuvoir	Eutrophisation	Localisée dans des pelouses surpâturées dominées par <i>Asphodelus ramosus</i> L.	
Ain Smayer	Domaniale	Abreuvoir	Risque de comblement	Faible superficie et profondeur Localisée au pied de terrain très pentu et très pierreux	



COLLOQUE
du 26 au 30
septembre

2017

Bailleul

COLLOQUE INTERNATIONAL

Valeurs et usages des
zones humides

GUIDE DES EXCURSIONS



À l'occasion des 30 ans du Centre régional de phytosociologie et des 70 ans de la Société de botanique du nord de la France.

Référence bibliographique intégrale à citer :

CATTEAU, E., DERMAUX, B., DUHAMEL, F., DUHAYON, G., HELIN, V., JANCZAK, A., THELLIER, P. & VEILLE, F., 2017. - Guide des excursions. Colloque « Valeurs et usages des zones humides » du 26 au 30 septembre 2017, au Conservatoire botanique national de Bailleul, à l'occasion des 30 ans du Centre régional de phytosociologie et des 70 ans de la Société de botanique du nord de la France. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 100 p. Bailleul.

© Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul - 2019
Hameau de Haendries - F-59270 Bailleul
Tél. : 03.28.49.00.83
E-mail : infos@cbnbl.org
Site internet : www.cbnbl.org

Réalisation :

Sandrine COHEZ, Marielle GODET et Marjorie GUILLON

Photo de couverture :

Pelouse à orchidées - A. BUE - Conseil départemental du Nord

SOMMAIRE

Introduction	432
Carte de localisation des sites d'excursion et zones à dominante humide du bassin Artois-Picardie.....	434
Carte de localisation des sites d'excursion et formations géologiques	436
Dunes de Bray-Dunes	439
Réserve naturelle nationale du Platier d'Oye	451
Les végétations littorales de la Plaine maritime flamande entre Calais et Dunkerque.....	461
Réserve biologique domaniale de la Côte d'Opale.....	477
Gestion de la plaine interdunaire de la Réserve biologique domaniale de la Côte d'Opale.....	487
Marais de Villiers	497
Marais du Val de Vergne.....	509
Tourbière de Vred	517

INTRODUCTION

Du mardi 26 septembre au samedi 30 septembre 2017, le Conservatoire botanique national de Bailleul organise un colloque intitulé « Valeurs et usages des zones humides », destiné à échanger à la fois sur l'analyse scientifique des végétations de zones humides (caractérisation, évolution, indicateurs, valeurs patrimoniale....) et sur la prise en compte des usages de ces zones humides (gestion écologique, usage, prise en compte réglementaire).

Dans ce cadre, le mercredi 27 septembre, trois excursions sont proposées aux congressistes, en collaboration avec les gestionnaires des sites :

Excursion en Mer du Nord

Visite de l'hygrosère dunaire de Bray-Dunes (avec le Conseil départemental du Nord) et des « plages vertes » de Oye-Plage (avec EDEN62) ; découverte des zones humides de la mer du Nord, pannes dunaires (*Parnassia palustris*, *Gentianella amarella*) et lagunes côtières (*Halimione pedunculata*, *Limonium binervosum*).

Excursion dans le PNR Scarpe-Escaut

Visite du Val de Vergne et de la tourbière alcaline mésotrophe de Vred (avec le PNR Scarpe-Escaut) ; le Val de Vergne est un site aux multiples enjeux de gestion (gestion par casiers hydrauliques, présence d'espèces exotiques envahissantes, contrat Natura 2000...), la tourbière de Vred est une tourbière mésotrophe ayant fait l'objet d'un diagnostic écologique et hydrogéologique (*Ranunculus lingua*, *Thyselinum palustre*, *Lathyrus palustris*).

Excursion dans la Plaine maritime picarde

Visite du Marais de Villiers (avec le CEN NPC) et de la Réserve biologique domaniale des dunes de Merlimont (avec l'ONF) ; le Marais de Villiers est une tourbière alcaline oligotrophe en excellent état de conservation permettant de percevoir l'étagement typique des végétations (*Eleocharis quinqueflora*, *Liparis loeselii*,...), la plaine dunaire de Merlimont, d'une profondeur rare à l'échelle nationale, permet le développement de complexes paratourbeux dunaires très originaux (*Carex trinervis*, *Cirsium dissectum*).

Ce guide d'excursion est destiné à fournir aux participants les informations principales nécessaires à la découverte des six sites :

- localisation et contexte,
- description générale du site,
- historique, statut actuel et gestion,
- intérêts majeurs du site,
- patrimoine phytocénologique.

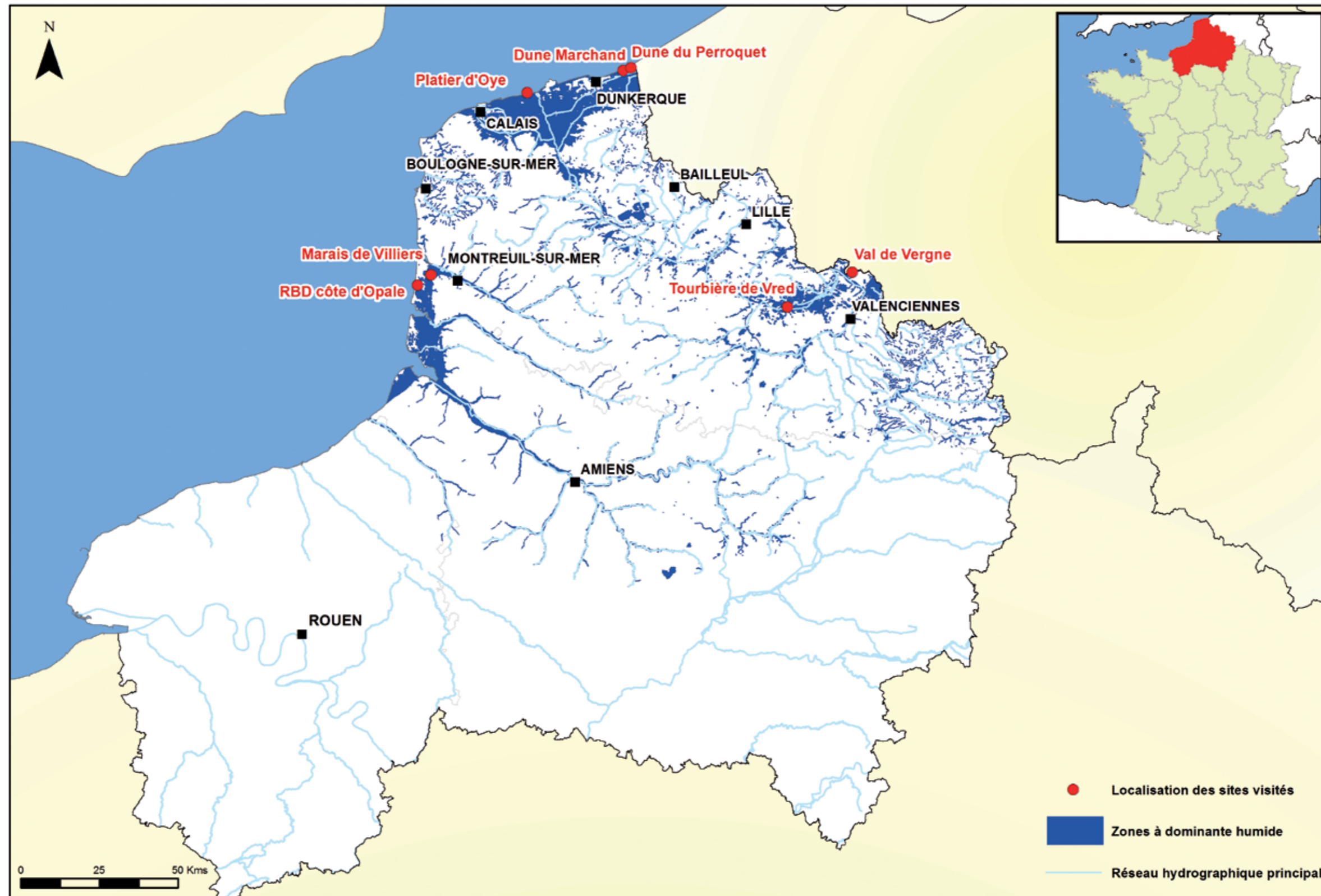
En annexe de chaque descriptif de site, deux tableaux indiquent les espèces d'intérêt patrimonial caractéristiques de zones humides (pour les critères, voir Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 2016a) et les associations d'intérêt patrimonial caractéristiques de zones humides (pour les critères, voir Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 2016b).

Bibliographie

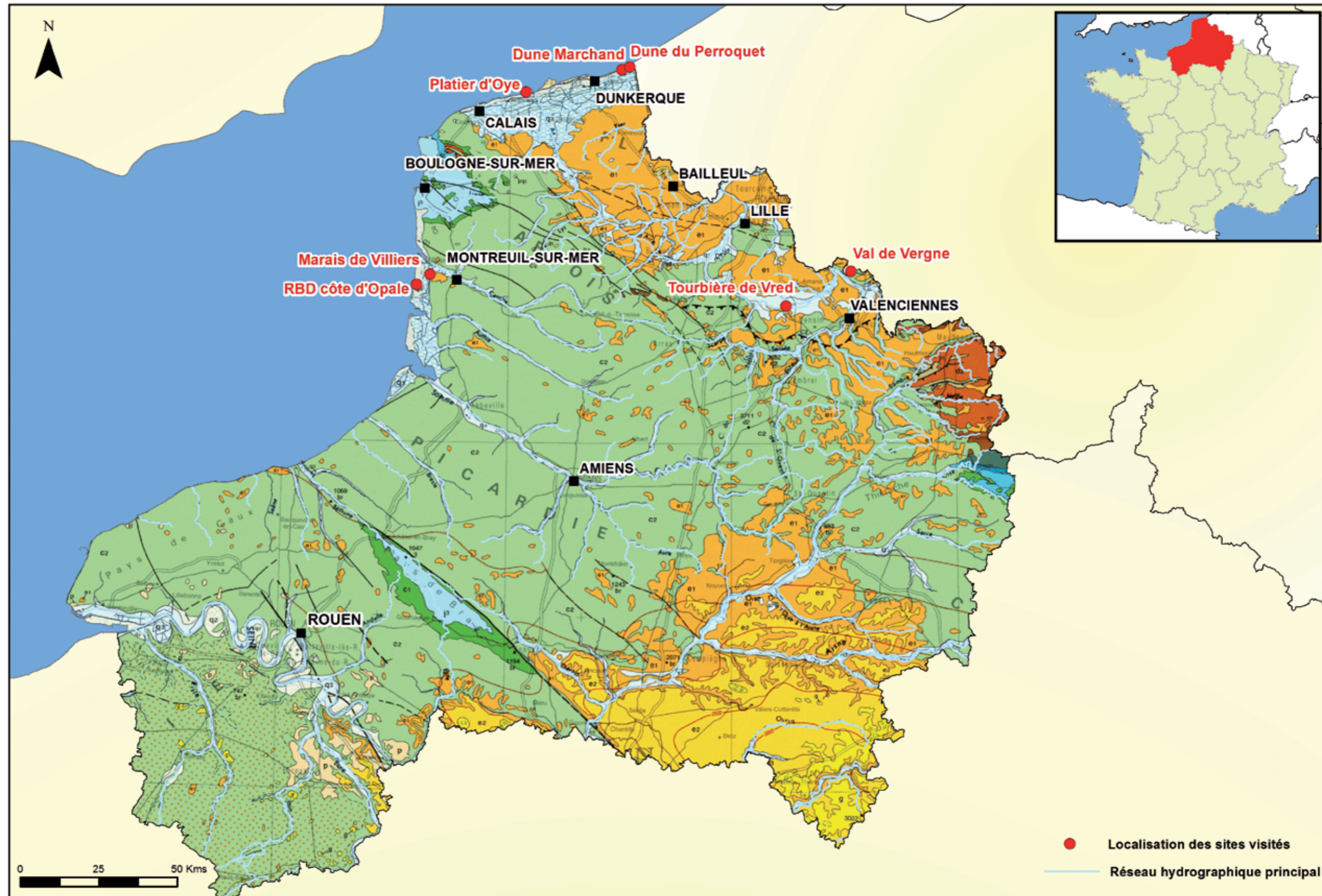
Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 2016 - Liste des plantes vasculaires (Ptéridophytes et Spermatophytes) citées en Haute-Normandie, Nord - Pas de Calais et Picardie. Référentiel taxonomique et référentiel des statuts. Version 2.7. DIGITALE (Système d'information floristique et phytosociologique) [Serveur]. Bailleul : Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 1994-2016 (date d'extraction: 25/08/2016).

Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 2016b - Liste des végétations du nord-ouest de la France (Région Haute-Normandie, région Nord - Pas de Calais et région Picardie) avec évaluation patrimoniale et correspondance vers les typologies EUNIS et Cahiers d'habitats. Référentiel syntaxonomique et référentiel des statuts des végétations de DIGITALE. Version 1.2. DIGITALE (Système d'information floristique et phytosociologique) [Serveur]. Bailleul : Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 1994-2016 (date d'extraction : 14/10/2016).

CARTE DE LOCALISATION DES SITES D'EXCURSION ET ZONES À DOMINANTE HUMIDE DU BASSIN ARTOIS-PICARDIE



CARTE DE LOCALISATION DES SITES D'EXCURSION ET FORMATIONS GÉOLOGIQUES



source BRGM, 2006

Dunes de Bray-Dunes

Virginie HELIN
Chargée de mission au département du Nord
Direction des Solidarités territoriales et du développement local
Service agriculture, eau et Environnement

Françoise DUHAMEL
Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul

Localisation & contexte

À l'est de l'agglomération dunkerquoise, la dune Marchand et la dune du Perroquet, situées pour la première entre Zuydcoote et Bray-Dunes et pour la seconde sur le territoire de la commune de Bray-Dunes, couvrent respectivement 113 et 250 hectares.

La dune du Perroquet est le plus remarquable massif dunaire du département du Nord. Ces dunes, les plus septentrionales de France, avec leurs voisines du Westhoek en Flandre belge, forment un massif sauvage de plus de 600 hectares d'un seul tenant. La dune Marchand, quant à elle, est la seule Réserve naturelle nationale (RNN) intégralement dans le département du Nord, la RNN du Romelaëre étant à cheval sur les départements du Nord et du Pas-de-Calais.



Ce vaste complexe écologique dunaire des dunes flamandes (dites dunkerquiennes) possède une dynamique géomorphologique propre au rivage de la Mer du Nord. En effet, les vents dominants venant du sud-ouest, en frappant nos côtes de manière oblique, forment de vastes dépressions au cœur des massifs dunaires. Au fur et à mesure que le vent transporte les sables plus loin, un creusement se crée à la base de la dune tandis que les sables accumulés forment une dune parabolique. La nappe phréatique affleure et la panne dunaire se forme. Sous l'effet du vent, les pannes se déplacent en permanence. Elles sont donc des milieux de vie

intéressants pour certaines espèces pionnières comme le Crapaud calamite (*Bufo calamita*), la Sagine noueuse (*Sagina nodosa*) ou le Gnaphale jaunâtre (*Gnaphalium luteoalbum*).

Ces massifs dunaires sont considérés par les géomorphologues comme des massifs jeunes d'édification récente, comparés aux dunes flamandaises âgées de près de 2000 ans, puisque leur formation est postérieure aux dernières transgressions marines des VII^e et XII^e siècles.

De nos jours, ces dunes présentent une évolution géomorphologique assez complexe, avec recul significatif du trait de côte pour la dune Marchand (bilan sédimentaire déficitaire), alors que la dune du Perroquet a vu se reconstituer une dune bordière continue, suite au colmatage de la brèche marine et à l'élévation de la hauteur de l'avant-dune, par apport de sédiments marins en provenance des bancs sableux qui se sont rapprochés de la côte dans les années 1990, d'où un bilan sédimentaire excédentaire pour cette dune (CLABAUT *et al.* 2000).

Description du site et valeur écologique

Ces sites présentent de nombreux habitats naturels remarquables depuis les dunes embryonnaires, les dunes blanches à oyats et les pelouses sèches jusqu'aux les pannes humides qui hébergent des végétations herbacées de très haute valeur écologique.

On y observe trois grands ensembles caractéristiques : la xérosère, correspondant aux végétations, climaciques ou non, des sols les plus secs, la mésosère regroupant les végétations mésophiles des dépressions et pannes non inondables, et l'hygrosère rassemblant les séries de végétations bloquées ou non des pannes et petites plaines dunaires inondables.

Ces trois systèmes alternent sous forme de mosaïques, même si à présent, ce sont les végétations mésoxérophiles à mésophiles qui dominent largement. On peut y observer tous les types de végétations potentiels de ces dunes nord-atlantiques, depuis les végétations de l'avant-dune, dont la dynamique est bloquée, jusqu'aux arrière-dunes en partie boisées, mais dominées ici par des végétations forestières très jeunes issues de plantations.

Considérées comme l'un des fleurons botaniques du territoire, les dunes Marchand et du Perroquet se sont vues récompensées à plusieurs titres : en 1991, la dune Marchand obtient le label de « Réserve biogénétique » - un titre qui vient illustrer le caractère unique de certains écosystèmes d'Europe. En 1994, elles obtiennent le label « Eurosité » consacrant la gestion opérée par le Département du Nord comme l'une des meilleures opérations de restauration de milieux naturels en Europe.

Intégrées au réseau Natura 2000 comme Zone spéciale de conservation au titre de la Directive « Habitats-Faune-Flore » depuis 2003, les dunes Marchand et du Perroquet sont également inscrites à l'inventaire des Zones naturelles d'intérêt écologique, floristique et faunistique (ZNIEFF) de type 1 de la Région Hauts-de-France.

Par ailleurs, ces massifs dunaires font partie des sites classés au titre de la loi de 1930.

Historique, statut actuel et gestion

Historique et statut actuel

Menacée par un projet immobilier au début des années 1970, la dune Marchand a été classée en Réserve naturelle nationale le 11 décembre 1974 grâce aux démarches associatives qui ont trouvé des échos favorables auprès des élus du dunkerquois. La Réserve Naturelle a donc fêté ses 40 années d'existence en 2014.

Au cours de ces quatre décennies, différents acteurs publics se sont mobilisés pour développer la protection foncière de ce massif dunaire et l'étendre progressivement, et avec efficacité, aux espaces naturels voisins (dune Dewulf, dune du Perroquet et dune fossile de Ghyvelde).

Les premières interventions relatives à la protection des espaces littoraux sur le rivage du département du nord reviennent à la Communauté urbaine de Dunkerque (CUD). Dans le milieu des années 1970, elle possède déjà 35 hectares de la dune Dewulf, 6 hectares de la dune Marchand et négocie l'acquisition d'environ 140 hectares sur la dune du Perroquet. Très rapidement, elle doit agir avec un nouvel acteur : le Conservatoire du littoral, établissement public créé en 1975, dont l'objectif est de mener une politique foncière visant la protection des espaces naturels et des paysages sur les rivages maritimes et lacustres.

En 1983, la CUD confie officiellement la charge de l'acquisition des massifs dunaires au Conservatoire du littoral. Elle continue d'aider à l'acquisition des terrains et elle peut toujours procéder à des expropriations. Cependant, ce type de procédure n'est pas de celles privilégiées par le Conservatoire. Celui-ci favorise les processus de négociations. C'est ainsi qu'il a obtenu, dans les années 90, la rétrocession en sa faveur des terrains militaires de la Dune Dewulf, soit 183 hectares.

À côté de cette démarche de précurseur, l'État quant à lui protégeait les mêmes massifs sur de plus larges périmètres par les outils réglementaires de classement et d'inscription à l'inventaire des sites protégés. L'État participait également à la protection de la dune Marchand en la classant Réserve naturelle nationale en décembre 1974 sur 21 ha, agrandie à 83 ha en 1990 et en cofinçant sa gestion.

La protection foncière des massifs dunaires s'est également accélérée grâce à l'intervention du Département du Nord à partir de 1982, dans le cadre d'une convention avec le Conservatoire du littoral. Les prérogatives propres à celui-ci lui donnent en effet un autre moyen d'acquisition des terrains, par la mise en place de zones de préemption dans le cadre de la politique départementale de protection des espaces naturels sensibles.

À ce jour, le Conservatoire du littoral est propriétaire de 182 hectares sur la dune du Perroquet et 108 hectares sur la dune Marchand. Des procédures sont en cours sur la Dune du Perroquet pour l'acquisition de terrains à l'est et à l'ouest de la propriété du Conservatoire du littoral, dans le cadre du projet européen LIFE+12 NAT/BE/000631 « FLANDRE » 2013-2020.

La dune Marchand et la dune du Perroquet sont gérées par le Département du Nord, au titre de la préservation des Espaces naturels sensibles (ENS).

Gestion conservatoire

Le Département du Nord intervient de façon formelle à partir de 1982, en devenant gestionnaire des terrains du Conservatoire du Littoral. Les premiers besoins formalisés en termes de gestion sont le gardiennage, l'entretien des équipements, le nettoyage des sites, l'animation, l'accueil du public, la coordination et le suivi du dispositif de gestion.

Sur la base des objectifs de gestion fixés par le Conservatoire du littoral, celui-ci confie au Département l'élaboration des plans de gestion des sites naturels littoraux, dans le cadre de la stratégie de protection et de valorisation des espaces naturels littoraux, de leurs habitats, faune, flore et des stratégies internationales, nationales et départementales de conservation de la nature.

Les premières années, la protection a été essentiellement de nature foncière et s'est limitée au contrôle des activités ou de la fréquentation, à l'accueil du public et à certains aménagements.

La gestion des massifs dunaires n'a en effet réellement débuté qu'au début des années 1990, suite à divers constats, et notamment l'embroussaillage important et rapide des dunes.

En effet, la faible taille de ces massifs dunaires, morcelés et enclavés par des stations balnéaires, la disparition des populations de lapins, les pompages pour des besoins industriels ou touristiques, la fixation trop systématique par l'Oyat des espaces nus encore mobiles et la dynamique de la recolonisation naturelle par les fourrés d'argousiers (accentuée par la disparition des lapins et la pollution atmosphérique en azote), ont entraîné une érosion significative de la biodiversité de ces espaces dunaires, avec régression ou disparition d'un certain nombre d'espèces et d'habitats herbacés d'intérêt patrimonial majeur (pelouse des dunes grises et bas-marais des panes en particulier).

Pour enrayer ce phénomène, après un diagnostic écologique approfondi de la dune Marchand par le CRP/CBNBL (GÉHU 1990, BOULLET 1991 et 1992), le Département du Nord entreprend d'importantes opérations de restauration écologique. Les milieux dunaires affectés par l'embroussaillage généralisé seront l'objet des premières interventions de débroussaillage manuel, puis mécanique. Ces expériences de gestion sont à l'époque considérées comme pionnières en Europe.

La première démarche envisagée fut l'ouverture de micro-milieux, d'embroussaillage récent, pour sauvegarder une mosaïque d'espaces riches en espèces caractéristiques de l'hygrosère et de la xérosère, et disséminés dans l'ensemble des massifs dunaires. L'équipe gestionnaire conserve ainsi en l'état un échantillon significatif de divers types de végétations remarquables, en bloquant leur évolution par des fauches mécaniques ou du pâturage extensif.

La deuxième démarche entreprise a consisté en la réalisation de décapages pour permettre les processus de recolonisation des milieux « neufs », et ainsi mieux les appréhender ; dans un premier temps les espèces typiques des panes dunaires ont été visées, puis, dans un second temps celles des pelouses sèches.



Gentianella amarella, espèce présente en France essentiellement dans le nord-ouest [photo : A. Bue]

Après cette expérience, de vastes opérations de décapages mécaniques sont programmées pour permettre l'installation et l'épanouissement des espèces et des végétations pionnières des habitats de sables humides.

Après ces premiers travaux, l'équipe gestionnaire décide la restauration de vastes milieux ouverts par la destruction et l'évacuation du couvert végétal préforestier. Ces travaux permirent de restaurer, de 1994 à 1998, sept ha de milieux ouverts qui évoluèrent vers des pelouses sèches dans la zone centrale de la Réserve naturelle nationale de la Dune Marchand. Par la suite, et parallèlement au fauchage annuel, la mise en place d'un pâturage extensif équin permit le retour et l'installation d'espèces typiques de ces pelouses sèches dunaires.

Depuis 2013, un vaste programme de restauration des milieux humides et pelouses sèches est également en cours de mise en œuvre dans le cadre du projet européen LIFE+12 NAT/BE/000631 «FLANDRE» 2013-2020 et vise l'ouverture et la restauration de bas-marais alcalin et de dunes grises sur une surface de 65 hectares, sur l'ensemble des massifs dunaires, puis la mise en pâturage extensif de certains secteurs pour procéder à l'entretien des milieux préalablement ouverts (30 ha).



Réserve Naturelle Nationale Dune Marchand - Photographie aérienne 1991



Réserve Naturelle Nationale Dune Marchand - Photographie aérienne 1997 suite aux travaux de ré-ouverture et de gestion

Intérêts majeurs du site

D'un point de vue floristique et phytosociologique, la dune du Perroquet et la dune Marchand apparaissent comme les massifs dunaires les plus sauvages et les plus riches en biodiversité du département du Nord. En effet, elles concentrent près d'un tiers de la flore régionale. Près de 35 espèces végétales protégées à l'échelon national ou régional sont présentes sur ces sites, sur un total de près de 600 espèces végétales recensées sur l'ensemble des massifs dunaires de l'est-dunkerquois. On peut notamment y observer la Prêle panachée (*Equisetum variegatum*), la Gentianelle amère (*Gentianella amarella*), la Parnassie des marais (*Parnassia palustris*), le Choin noirâtre (*Schoenus nigricans*), l'Ophioglosse commun (*Ophioglossum vulgatum*), le Liparis de Loesel (*Liparis loeseli*), l'Orchis musc (*Herminium monorchis*) ou encore l'Orchis négligé (*Dactylorhiza praetermissa*) et l'Orchis incarnat (*Dactylorhiza incarnata*).

Patrimoine phytocénotique

Nous ne détaillerons pas ici les nombreuses végétations de la xérosère qui ne correspondent pas à la thématique du colloque. Par contre, la mésosère mérite quelques commentaires car des pelouses très originales s'y sont développées, même si elles ne sont pas encore suffisamment connues. C'est notamment le cas du Groupement à *Carex arenaria* et *Asperula cynanchica*, qui intègre les pelouses psammophiles calcicoles des pannes sèches rapportées antérieurement à l'*Anthyllido langei* - *Thesietum humifusi*, syntaxon dont le nom est invalide. Cette végétation est également présente en plaine maritime picarde, en particulier dans les dunes de la Bassée, au Crotoy.

De même, une autre association d'arrière-dunes fixées en voie de décalcification, récemment décrite des dunes du Cotentin, le *Carici arenariae* - *Festucetum filiformis* Colasse & Delassus 2014, a également été identifiée dans les dunes du Perroquet.

Concernant l'hygrosère, nous insisterons plus particulièrement sur les végétations suivantes, les plus typiques au sein des dunes flamandes et notamment celle du Perroquet, la mieux préservée sur le plan hydrogéologique :

- **Pelouses pionnières des pannes (2190-2) du *Centauro littoralis* - *Saginetum moniliformis***, riches en annuelles hygrophiles à mésohygrophiles des sols exondés ou humides, oligotrophes à mésotrophes. On l'observe aussi bien dans les zones pâturées, où le piétinement par les animaux favorise la restauration de conditions pionnières que sur les autres pannes à la faveur de zones étrepées, de « cheminements » ou d'espaces sableux frais encore dynamiques. Elles hébergent parfois *Glaux maritima* ou *Euphrasia tetraquetra*.

- **Bas marais dunaires (2190-3) du *Caricenion pulchello-trinervis***
Selon les fluctuations interannuelles des niveaux d'eaux des pannes et leur histoire, les trois principales végétations présentes, des niveaux inférieurs aux niveaux hygrophiles supérieurs, seront plus ou moins représentées. Elles sont par ailleurs mieux caractérisées dans les zones de fauche, cette modalité de gestion permettant le maintien de conditions trophiques plus favorables :

- prairie longuement inondable à Laïche à trois nervures (*Drepanoclado adunci* - *Caricetum trinervis*), une bonne différentielle en étant *Eleocharis palustris*;
 - pelouse amphibie des sols plus ou moins organiques du *Carici pulchellae* - *Agrostietum 'maritimae'*, caractérisé dans les dunes flamandes par des populations significatives de *Parnassia palustris* et *Epipactis palustris*;
 - prairie dunaire hygrophile mésotrophile du *Calamagrostio epigeji* - *Juncetum subnodulosi*, dont deux variations seront à individualiser, la plus « turficole » correspondant à l'*Ophioglossum vulgatum* - *Calamagrostietum epigeji*, syntaxon non retenu dans le cadre du guide des végétations littorales du nord-ouest de la France, à paraître fin 2017.
- Ces végétations accueillent des espèces à haute valeur patrimoniale : *Gentianella amarella*, *Herminium monorchis*, *Schoenus nigricans*...

D'autres végétations spécifiques, mais d'un intérêt patrimonial moindre, peuvent occuper les pannes et dépressions inondables, comme la mégaphorbiaie du Groupement dunaire à *Eupatorium cannabinum* et *Calamagrostis epigejos* (2190-5), les bas-fourrés à Saule des dunes de l'*Acrocladio cuspidati* - *Salicetum arenariae* du 2170-1 ou encore les jeunes saulaies dunaies à Saule cendré du 2180-1 (Groupement à *Salix cinerea* des dépressions dunaies).

La plupart des mares dunaies étant assez ancienne (trous de bombe restaurés), les végétations aquatiques pionnières d'algues fixées des eaux plutôt mésotrophes riches en bases du *Charion vulgaris* (2190-1) sont peu représentées.

Bibliographie

BOULLET, V., 1991. - Bilan écologique des Dunes Marchand. Pars 3 A. Floristique : Ptéridophytes et Spermatophytes (Plantes supérieures). Centre régional de phytosociologie, pour le Conseil général du Nord. 1 vol. 144 p. dont 8 pl. couleur.

BOULLET, V., 1992. - Bilan écologique des Dunes Marchand. Pars 2 : Végétation et habitats. Centre régional de phytosociologie / Conservatoire botanique national de Bailleul, pour le Conseil général du Nord. 1 vol., 113 p. dont 40 pl. couleur + 1 pl. couleur grand format.

CLABAUT P., CHAMLEY H. & MARTEEL H. 2000. - Évolution récente des dunes littorales à l'est de Dunkerque (Nord de la France) / Recent coastal dunes evolution, East of Dunkirk, Northern France. In Géomorphologie : relief, processus, environnement, Avril-juin, vol. 6, n°2. pp. 125-136.

GÉHU, J.-M., 1990. - État actuel de la Dune Marchand. Bilan de l'évolution récente. Centre régional de phytosociologie, pour la Région Nord-Pas de Calais, 1 vol., pp 1-36. Bailleul.

Taxon valide	Statut d'indigénat principal	Statut d'indigénat secondaire	Rareté	Menace	Directive Habitats, Faune, Flore - Annexe II	Protection nationale - Annexe 1	Protection régionale	Intérêt patrimonial	Liste rouge régionale
<i>Anagallis tenella</i> (L.) L.	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard	I		AR	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Carex trinervis</i> Degl.	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Carex viridula</i> Michaux var. <i>pulchella</i> (Lönnr.) B. Schmid	I		R	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Centaurium littorale</i> (D. Turn.) Gilm.	I		R	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Centunculus minimus</i> L.	I		RR	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Cladium mariscus</i> (L.) Pohl	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soó subsp. <i>incarnata</i>	I		AR?	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Dactylorhiza praetermissa</i> (Druce) Soó	I		PC	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Elymus athericus</i> (Link) Kerguélen	I		R	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz	I		AR	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Equisetum variegatum</i> Schleich.	I		E	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Galium uliginosum</i> L.	I		AR	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Glaux maritima</i> L.	I		R	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Gnaphalium luteoalbum</i> L.	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	I	C	PC	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Juncus subnodulosus</i> Schrank	I		PC	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Liparis loeselii</i> (L.) L.C.M. Rich.	I		R	NT	Oui	Oui	Non	Oui	pp
<i>Ophioglossum vulgatum</i> L.	I		AR	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Parnassia palustris</i> L.	I		AR	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Ranunculus baudotii</i> Godr.	I		R	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Sagina nodosa</i> (L.) Fenzl	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Salix repens</i> L. subsp. <i>dunensis</i> Rouy	I	C	AR	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Samolus valerandi</i> L.	I		PC	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> (C.C. Gmel.) Palla	I		AR	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Schoenus nigricans</i> L.	I		R	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Thalictrum flavum</i> L.	I		AR	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Valeriana dioica</i> L.	I		AR	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non

Végétation - Dunes de Bray-Dunes

Taxon valide	Influence anthropique intrinsèque principale	Influence anthropique intrinsèque secondaire	Rareté	Tendance	Menace	Intérêt patrimonial	Déterminante de ZNIEFF	Zones humides	Directive Habitats-Faune-Flore - Annexe I
<i>Acrocladio cuspidati</i> - <i>Salicetum arenariae</i> Braun-Blanq. & De Leeuw 1936	N;F		AR	S	NT	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Calamagrostis epigeji</i> - <i>Juncetum subnodulosi</i> P.A. Duvign. 1947	N;F		R	R	VU	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Carici pulchellae</i> - <i>Agrostietum 'maritimae'</i> (Wattez 1975) B. Foucault 2008	N;F		R	R	VU	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Centaurio littoralis</i> - <i>Saginetum moniliformis</i> Diemont, G. Sissingh & V. Westh. 1940	N	F	R	R	VU	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Drepanoclado adunci</i> - <i>Caricetum trinervis</i> P.A. Duvign. 1947 prov.	N;F		RR	R	EN	Oui	Oui	Oui	Oui
Groupement à <i>Potamogeton gramineus</i> et characées Duhamel 1995 nom. ined.	F	N	RR	R	VU	Oui	Oui	Oui+	Oui
Groupement à <i>Salix cinerea</i> des dépressions dunaires Géhu 1982	N	F	AR	R	NT	Oui	Oui	Oui	Oui
Groupement dunaire à <i>Eupatorium cannabinum</i> et <i>Calamagrostis epigejos</i> Duhamel 2009	N;F		R	R	NT	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Hydrocotylo vulgaris</i> - <i>Eleocharitetum palustris</i> Julve 1989 nom. ined.	F	M	RR	R	VU	Oui	Oui	Oui	{Oui}
<i>Ligustro vulgaris</i> - <i>Betuletum pubescentis</i> Géhu & Wattez 1978	F	N;M	RR	?	VU	Oui	Oui	Oui+	Oui
<i>Ophioglossa vulgati</i> - <i>Calamagrostietum epigeji</i> V. Westh. & Segal 1961	N;F		RR	R	VU	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Pyralo rotundifoliae</i> - <i>Hippophaetum rhamnoidis</i> J.M. & J. Géhu 1983 nom. inval. (art. 3o, 5)	N	F	R	R	VU	Oui	Oui	pp+	Oui
<i>Samolo valerandi</i> - <i>Littorelletum uniflorae</i> V. Westh. 1947	N	F	RR	R	CR	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Viola odoratae</i> - <i>Ulmetum minoris</i> Doing ex Géhu & Franck 1982 nom. ined.	M	F;H	RR	R	VU	Oui	Oui	?	{Oui}

Réserve naturelle nationale du Platier d'Oye

Pierre THELLIER

Chargé de mission à EDEN 62

Françoise DUHAMEL

Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul

Localisation & contexte

Le Platier d'Oye se situe sur le littoral du Pas de Calais, au cœur de la plaine maritime flamande, face à la mer du Nord. Le littoral, entre Calais et Dunkerque, est une côte sableuse caractérisée par un très vaste estran macrotidal, avec une nette tendance à l'accumulation depuis plusieurs siècles. Cette tendance naturelle à la progradation du rivage a été une opportunité pour gagner de nouvelles terres par édification de digues.

Le Platier est donc un polder naturel formé par l'apparition de bancs sableux au large d'Oye-Plage. Celui-ci s'étend jusqu'à Grand-Fort-Philippe, ville située à l'embouchure canalisée du fleuve de l'Aa.

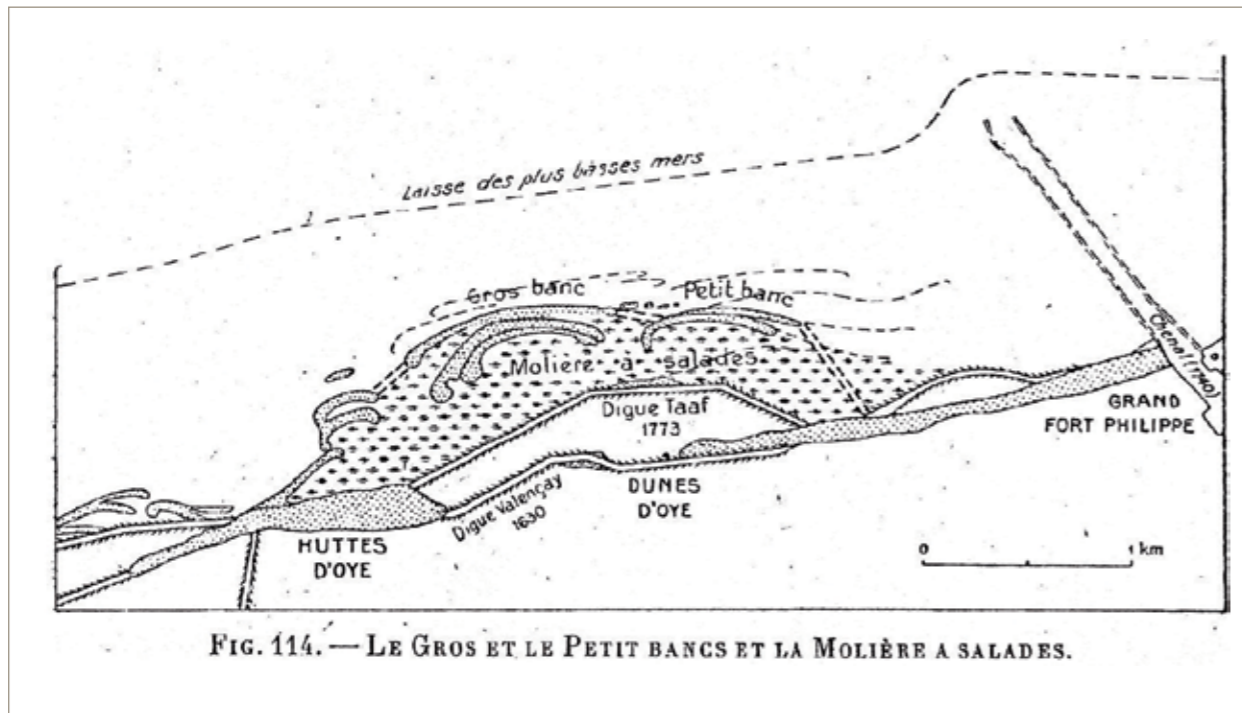


Le Platier d'Oye [photo : CUD - Christian MERLEN]

Trois substrats géologiques superficiels y sont rencontrés :

- des argiles de polders et des sables argileux formant le substrat des prairies humides ;
- des dépôts sableux récents constituant le cordon dunaire ;
- des dépôts sablo-vaseux à l'origine de la formation des plages vertes.

Le secteur du Platier par lui-même a été conquis définitivement sur la mer en 1925 par la création de deux digues reliant deux bancs de sable importants, les Gros et Petit Banc, et venant ainsi isoler la « mollière » (terme picard désignant des prés salés naturels situés en bord de mer, le plus souvent au niveau des estuaires, et couvert de végétations herbacées halophiles) en cours de colmatage.



La formation du platier d'Oye [Source Briquet 1930]

Description du site

Des études environnementales ont permis de démontrer l'attractivité du site pour les oiseaux et le réel potentiel en matière de développement de l'avifaune sur ce secteur. L'adoption par l'Europe de la directive européenne sur les oiseaux migrateurs en 1979 fut un élément déclencheur de la mise en valeur du site et de son classement en Réserve naturelle nationale le 9 juillet 1987.

La Réserve naturelle nationale du Platier d'Oye est divisée en trois grands ensembles :

- l'estran sableux qui constitue la partie nord est soumis à l'influence directe de la mer du Nord. Cette influence se manifeste par au moins deux phénomènes, l'un étant l'érosion (notamment au droit du lotissement des Escardines), et l'autre étant l'engraissement (constaté vers l'est et l'ouest du site) ;
- les extrémités est et ouest de la réserve se caractérisent par des zones de type marais maritime. L'influence directe des marées y est moindre et permet le développement de végétations spécifiques. À l'ouest (plage du casino et anse de l'Abri côtier), on constate une poldérisation naturelle active ;

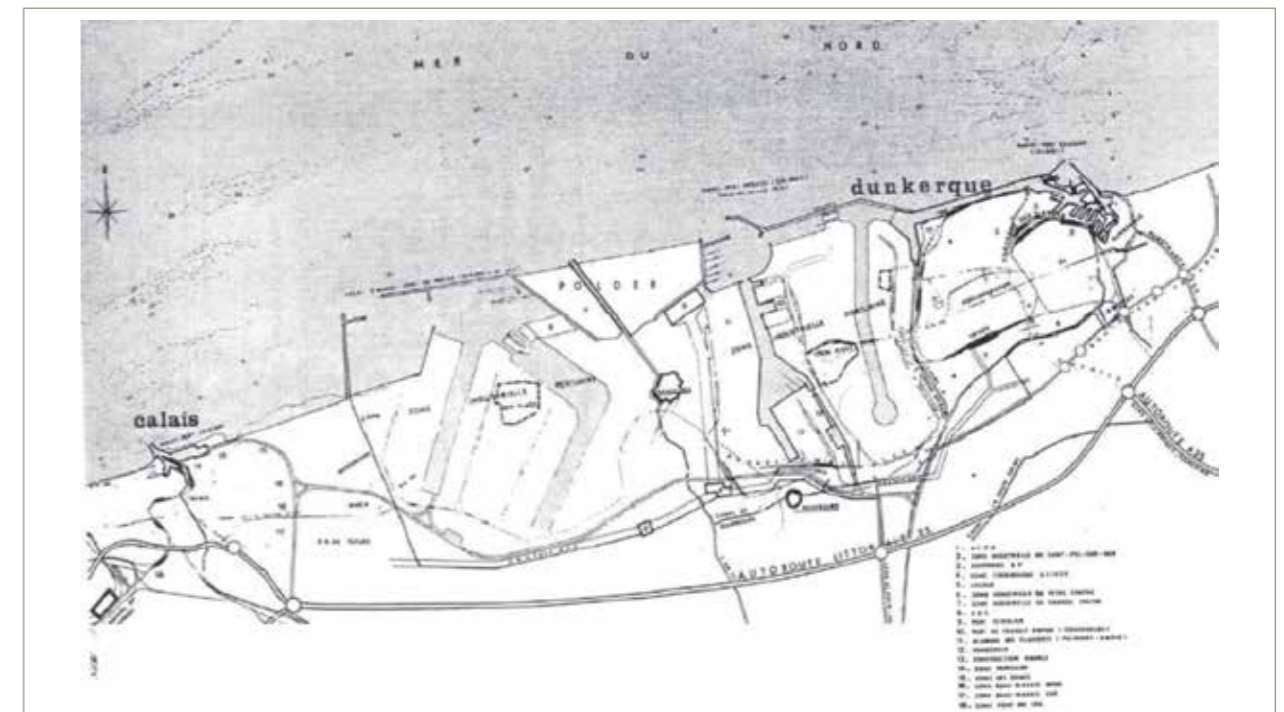
- la partie terrestre se délimite au Nord par un cordon sableux correspondant à l'avant-dune [laisses de mer, dunes embryonnaires à Chiendent atlantique (*Elytrigia boreo-atlantica*) et dunes blanches à Oyat (*Ammophila arenaria* subsp. *arenaria*)], puis des fourrés dunaires composés majoritairement d'argousiers (*Hippophae rhamnoides* subsp. *rhamnoides*). Cette zone isole des prairies humides arrière-littorales.

Un réseau de mares d'origine anthropique (creusées dans le cadre de la gestion depuis 1986) est présent au niveau de ce polder. C'est à ce niveau qu'une différenciation est constatée entre le polder Ouest et le polder Est. En effet, le polder Ouest est tributaire de la nappe phréatique et de la pluviométrie, ce qui en fait une prairie humide baignée d'eau douce, tandis que le polder Est, avec son écluse et son arrivée d'eau de mer, connaît un gradient de salinité décroissant d'Est en Ouest. Ainsi, la juxtaposition de secteurs secs et humides, d'eau douce et salée crée une mosaïque de milieux particulièrement intéressante pour les espèces et les communautés végétales et animales.

Historique, statut actuel et gestion

Le Platier au coeur d'un schéma de développement industriel

À partir des années 1950, ce site placé en position centrale entre Calais et Dunkerque, est au cœur d'un système portuaire en développement important : extension du port de Calais, développement de l'avant-port ouest de Dunkerque. Durant la fin des années 1960, l'ensemble de ce littoral avait vocation à être anthropisé, avec un développement industriel audacieux qui sera validé par un schéma d'aménagement régional (1971) particulièrement consommateur d'espaces naturels, la zone portuaire atteignant presque Calais (voir schéma ci-après).



Projet d'extension du Port de Dunkerque en 1975 [Extrait document Port autonome de Dunkerque]

Seul le secteur d'Oye-Plage - Gravelines conservait une vocation résidentielle, voire de création *ex nihilo* d'une nouvelle station balnéaire. Un arrêté préfectoral autorise en 1969 la société des Escardines à réaliser la construction d'une tranche de 153 parcelles à lotir (plus de 1 000 logements à terme !). Le lotissement des Escardines en est la première et seule concrétisation.

Le changement de municipalité, la révision du Schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme du Calais et la volonté de la commune de Gravelines d'accueillir une centrale nucléaire rendit hypothétique la réalisation des tranches complémentaires.

En 1979, les terrains excédentaires du projet, rachetés par le ministère de l'Équipement, seront remis en dotation au Conservatoire du littoral. 128 ha entrent ainsi dans le patrimoine du Conservatoire du littoral et confirment la vocation naturelle du site.

58 végétations y ont été recensées en 2016 dont 35 sont d'intérêt patrimonial. On y observe également près de 400 espèces végétales dont 63 d'intérêt patrimonial.

En fonction des années, on peut observer sur la réserve jusqu'à 197 espèces d'oiseaux. Le Platier d'Oye a une responsabilité forte dans la nidification de 27 espèces et dans la migration ou l'hivernage de 23 autres espèces.

Ces dernières années (2012-2015), d'importants travaux ont été menés sur la RNN du Platier d'Oye pour la mise en œuvre des opérations inscrites dans le DOCOB et pour la révision du schéma d'accueil du public.

À l'Est, les travaux consistaient à restaurer des habitats de type prés salés. Les digues situées en périphérie des anciennes mares de hutte (20 huttes de chasse ont été démontées entre 2008 et 2014) ont été arasées, de manière à rétablir un fonctionnement naturel lié au recouvrement par la mer.



Secteur est : zone des huttes ayant fait l'objet travaux de renaturation Photos : Pierre Thellier

À l'ouest et au centre du Platier d'Oye, les travaux consistaient à restaurer des zones de nidification et d'alimentation pour les espèces d'oiseaux patrimoniales de la réserve.

Une vingtaine d'hectares d'argousiers a été broyée. Les enclos ont été agrandis. Ils sont aujourd'hui pâturés par des bovins et des poneys Highlands.

De nombreux îlots ont été reprofilés et des chenaux creusés pour permettre la nidification des oiseaux.

Parallèlement à cela, le schéma d'accueil du public a été totalement modifié et de nombreux équipements ont été restaurés ou créés afin de permettre aux usagers de découvrir le patrimoine naturel et les paysages de la réserve, sans interférer sur les espèces présentes.

Intérêts majeurs du site

La réserve a un intérêt majeur pour de très nombreuses espèces d'oiseaux aux différentes périodes de l'année. Citons par exemple le Grand gravelot, le Gravelot à collier interrompu, la Sterne caugek ou encore la Sterne naine en période de nidification. En période d'hivernage, on y observera de très gros stationnement d'anatidés (Canard siffleur, Sarcelle d'hiver...).

Au-delà de cet intérêt ornithologique, grâce à la mosaïque d'habitats et de végétations que le site abrite, on y observe également de très nombreuses espèces végétales patrimoniales comme l'Obione pédonculée (*Halimione pedunculata*), espèce rarissime protégée en France et pouvant présenter sur le site des populations de plusieurs milliers d'individus certaines années, le Statice occidental (*Limonium binervosum*), en situation originale ici puisque située au niveau de marais maritimes et non de falaises, la Pariétaire officinale (*Parietaria officinalis*), très rare sur le territoire du Nord-Pas de Calais et en danger, l'Arroche littorale (*Atriplex littoralis*), exceptionnelle et menacée sur le littoral du nord-ouest de la France ...

Patrimoine phytocénotique

Dans l'article qui suit cette présentation générale du Platier d'Oye-Plage, la diversité et les particularités des végétations littorales de la plaine maritime flamande entre Calais et Dunkerque sont analysées dans le détail, au sein des différents systèmes écologiques qui caractérisent ce littoral, depuis les vastes estrans sableux jusqu'aux prairies arrière-littorales des espaces poldérisés.

Si l'on se limite au Platier d'Oye-Plage et que l'on synthétise les données des trois dernières missions phytosociologiques réalisées par le CRP/CBNBI (BASSO & DUHAMEL 2006, BLONDEL *et al.* 2012, FARVACQUES *et al.* 2012, GELEZ *et al.* 2017), la RNN héberge 56 végétations dont 40 sont d'intérêt patrimonial à l'échelle du Nord-Pas de Calais.

Nous n'évoquerons donc dans ce chapitre que les communautés végétales les plus rares et les plus menacées, qui font du site du Platier d'Oye-Plage l'un des sites majeurs des côtes françaises pour les marais maritimes, et en particulier ses plages vertes typiques des littoraux de la

mer du Nord et de la mer Baltique. L'association qui en est l'emblème et qui y a été décrite pour la première fois en 1994 est le *Spergulario mediae - Salicornietum brachystachyae*, toujours bien présent sous ses deux sous-associations *typicum* et *halimionetosum pedunculatae*, mais qui se déplace et évolue au fil de la dynamique de poldérisation naturelle de l'anse de l'Abri-côtier ou de la restauration récente des anciennes mares de chasse de la Réserve naturelle, à l'est du site, côté Gravelines. Ainsi, cette association est-elle précédée de plages pionnières à *Suaeda maritima* et *Salicornia europaea* (probablement sous ses deux infrataxons *europaea* et *disarticulata*) du *Salicornietum pusillo - ramosissimae*, en particulier entre les nouveaux bancs coquilliers qui se sont formés plus au large de l'anse. Par contre, à l'intérieur de cette anse, le *Spergulario mediae - Salicornietum brachystachyae* a évolué en *Puccinellietum maritimae* primaire voire en *Plantagini maritimae - Limonietum vulgaris* dans certaines cuvettes et dépressions plus engorgées.

Au contact des îlots dunaires, ou du premier cordon constitué du trait de côte actuel, les végétations annuelles de laisses de mer (*Beto maritimae - Atriplicetum laciniatae*, *Beto maritimae - Atriplicetum littoralis* et *Salsolo kali - Suaedetum vulgaris*) sont assez bien structurés, de même que le *Beto maritimae - Agropyretum pungentis*.

Selon l'orientation de la côte et l'exposition des versants dunaires en revers marin, on peut noter ici la présence de communautés plus nordiques, avec en particulier l'*Elymo arenarii - Ammophiletum arenariae*, bien développé localement.

Enfin, parmi les végétations hygrophiles des polders Est et Ouest, les prairies subhalophiles de l'*Agrostio stoloniferae - Caricetum vikingensis* et celles dulçaquicoles des bords de mares et dépressions longuement inondées de l'*Hydrocotylo vulgaris - Eleocharitetum palustris*, sont les plus originales et les plus menacées, en particulier par la baisse de la salinité ou la diminution des durées d'inondation de ces polders.

Bibliographie

BASSO, F. & DUHAMEL, F., - 2006. - Étude des habitats et de la flore de la partie concernée par les 13 huttes de chasse illégales de la Réserve naturelle nationale du Platier d'Oye. Partie est de la réserve (commune d'Oye-Plage, Pas-de-Calais). Centre régional de phytosociologie / Conservatoire botanique national de Bailleul, pour le Conseil général du Pas-de-Calais et EDEN 62. 46 p. + annexes. Bailleul.

BLONDEL, C., DUHAMEL, F., TOUSSAINT, B. & CORNIER, T., - 2012. - Bilan de la gestion des enclos de pâturage de la Réserve naturelle nationale du Platier d'Oye (commune d'Oye-Plage, département du Pas-de-Calais). Centre régional de phytosociologie / Conservatoire botanique national de Bailleul, pour le Conseil général du Pas-de-Calais et EDEN 62. 89 p. Bailleul.

FARVACQUES, C., DETRÉ, M., DUHAMEL, F. & TOUSSAINT, B., 2012. - Inventaire et cartographie de la flore et des végétations d'intérêt patrimonial de l'Anse de l'Abri-côtier (Oye-Plage, Pas-de-Calais). Conseils de gestion. Centre régional de phytosociologie / Conservatoire botanique national de Bailleul, pour le Conseil général du Pas-de-Calais et Eden 62, 67 p. + annexes. Bailleul.

GELEZ, W., DUHAMEL, F., TOUSSAINT, B. & CATTEAU, E., 2017. - Évaluation de gestion des milieux ouverts de la Réserve naturelle nationale du Platier d'Oye (Oye-Plage - 62). Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, pour le Conseil départemental du Pas-de-Calais, 1 vol., 106 p. + annexes. Bailleul.



Halimione pedunculata, espèce nord-eurosibérienne en limite méridionale d'aire dans les Hauts-de-France. Photo : Fabien Coisy, Eden62

Flore - Réserve naturelle nationale du Platier d'Oye

Taxon valide	Statut d'indigénat principal	Statut d'indigénat secondaire	Rareté	Menace	Directive Habitats, Faune, Flore - Annexe II	Protection nationale - Annexe I	Protection régionale	Intérêt patrimonial	Liste rouge régionale
<i>Apium inundatum</i> (L.) Reichenb. f.	I		RR	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Aster tripolium</i> L.	I		R	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Atriplex littoralis</i> L.	I		RR	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Baldellia ranunculoides</i> (L.) Parl. subsp. <i>ranunculoides</i>	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla	I		AR	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Carex distans</i> L. var. <i>vikingsensis</i> (C.B. Clarke) Gadec.	I		R	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Carex extensa</i> Good.	I		RR	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Carex viridula</i> Michaux var. <i>pulchella</i> (Lönnr.) B. Schmid	I		R	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Centaureum littorale</i> (D. Turn.) Gilm.	I		R	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Chenopodium chenopodioides</i> (L.) Aell.	I		E?	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Cochlearia officinalis</i> L.	I		E	EN	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soó	I		AR	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Dactylorhiza praetermissa</i> (Druce) Soó	I		PC	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Eleocharis uniglumis</i> (Link) Schult.	I		R	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Elymus athericus</i> (Link) Kerguélen	I		R	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz	I		AR	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Festuca rubra</i> L. subsp. <i>litoralis</i> (G.F.W. Mey.) Auquier	I	N?	RR	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Glaux maritima</i> L.	I		R	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Gnaphalium luteoalbum</i> L.	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Halimione pedunculata</i> (L.) Aell.	I		E	VU	Non	Oui	Non	Oui	Oui
<i>Halimione portulacoides</i> (L.) Aell.	I		RR	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	I	C	PC	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Juncus ambiguus</i> Guss.	I		R	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Juncus gerardii</i> Loisel.	I		R	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Juncus maritimus</i> Lam.	I		RR	EN	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Juncus subnodulosus</i> Schrank	I		PC	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Littorella uniflora</i> (L.) Aschers.	I		RR	EN	Non	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Nasturtium microphyllum</i> (Boenningh.) Reichenb.	I		R	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Oenanthe fistulosa</i> L.	I		PC	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Oenanthe lachenalii</i> C.C. Gmel.	I		R	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Ophioglossum vulgatum</i> L.	I		AR	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Plantago maritima</i> L.	I		RR	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Puccinellia maritima</i> (Huds.) Parl.	I		R	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Ranunculus baudotii</i> Godr.	I		R	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Ranunculus sardous</i> Crantz	I	A	PC	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Ruppia cirrhosa</i> (Petagna) Grande	I		E	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Sagina nodosa</i> (L.) Fenzl	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Salicornia europaea</i> L.	I		RR	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Salicornia procumbens</i> Smith	I		RR	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Salicornia pusilla</i> J. Woods	I		E	EN	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Salix repens</i> L. subsp. <i>dunensis</i> Rouy	I	C	AR	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Samolus valerandi</i> L.	I		PC	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> (C.C. Gmel.) Palla	I		AR	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Spergularia marina</i> (L.) Besser	I	A	R	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Spergularia media</i> (L.) C. Presl subsp. <i>angustata</i> (Clavaud) Kerguélen et Lambinon	I		RR	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Suaeda maritima</i> (L.) Dum.	I		RR	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Triglochin maritima</i> L.	I		RR	NT	Non	Non	Non	Oui	Non

Végétation - Réserve naturelle nationale du Platier d'Oye

Taxon valide	Influence anthropique intrinsèque principale	Influence anthropique intrinsèque secondaire	Rareté	Tendance	Menace	Intérêt patrimonial	Déterminante de ZNIEFF	Zones humides	Directive Habitats - Faune-Flore - Annexe I
<i>Agrostio stoloniferae</i> - <i>Caricetum vikingensis</i> Géhu 1982	F;M	N	RR	R	EN	Oui	Oui	Oui	{Oui}
<i>Astero tripolii</i> - <i>Phragmitetum australis</i> (Jeschke 1968) Succow 1974	N	F	RR	S?	NT	Oui	Oui	Oui	{Oui}
<i>Astero tripolii</i> - <i>Suaedetum maritimae maritimae</i> Géhu & Géhu-Franck 1984	N;F		RR	R	NT	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Atriplicetum littoralis</i> Tüxen 1937	N	F;M	RR	R	EN	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Beto maritimae</i> - <i>Agropyretum pungentis</i> Géhu & Géhu 1976	N	F	E	R	VU	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Calamagrostio epigeji</i> - <i>Juncetum subnodulosi</i> P.A. Duvign. 1947	N;F		R	R	VU	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Centauro littoralis</i> - <i>Saginetum moniliformis</i> Diemont, G. Sissingh & V. Westh. 1940	N	F	R	R	VU	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Festucetum littoralis</i> Corill. 1953 corr. Géhu 1976	N	F;M	RR	?	VU	Oui	Oui	Oui	Oui
Groupement à <i>Salix cinerea</i> des dépressions dunaires Géhu 1982	N	F	AR	R	NT	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Hydrocotylo vulgaris</i> - <i>Eleocharitetum palustris</i> Julve 1989 nom. ined.	F	M	RR	R	VU	Oui	Oui	Oui	{Oui}
<i>Juncetum gerardii</i> W.F. Christ. 1927 nom. mut. propos.	N	F;M	RR	?	EN	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Junco bufonii</i> - <i>Chenopodietum chenopodioidis</i> Géhu & Géhu-Franck 1984	F	M	RR	R	VU	Oui	Oui	Oui	{Oui}
<i>Loto glabri</i> - <i>Caricetum distichae</i> Julve 1989 nom. ined.	F	M	RR?	?	DD	Oui	Oui	Oui	{Oui}
<i>Ophioglossum vulgati</i> - <i>Calamagrostietum epigeji</i> V. Westh. & Segal 1961	N;F		RR	R	VU	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Parapholido strigosae</i> - <i>Saginetum maritimae</i> Géhu et al. 1976	N	F	RR	R	VU	Oui	Oui	Oui+	Oui
<i>Plantagini maritimae</i> - <i>Limonietum vulgaris</i> (W.F. Christ. 1927) V. Westh. & Segal 1961	N	F	RR	R	EN	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Puccinellietum maritimae</i> W.F. Christ. 1927 nom. corr.	N;F		RR	?	NT	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Pyrolo rotundifoliae</i> - <i>Hippophaetum rhamnoidis</i> J.M. & J. Géhu 1983 nom. inval. (art. 3o, 5)	N	F	R	R	VU	Oui	Oui	pp+	Oui
<i>Salicornietum pusillo-ramosissimae</i> Géhu & Géhu-Franck 1976	N		E	D	CR	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Scirpetum compacti</i> Van Lagendonck 1931 corr. Bueno & Fern. Prieto in Bueno 1997'	N	F	RR	R	NT	Oui	Oui	Oui	{Oui}
<i>Spergulario mediae</i> - <i>Salicornietum brachystachyae</i> Géhu 1974 corr. Géhu 1992	N		E	?	EN	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Suaedetum maritimae vulgaris</i> Géhu & Géhu-Franck ex Géhu 1992	N		RR	R	VU	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Violo odoratae</i> - <i>Ulmetum minoris</i> Doing ex Géhu & Franck 1982 nom. ined.	M	F;H	RR	R	VU	Oui	Oui	?	{Oui}
<i>Ranunculetum baudotii</i> Hocquette 1927	P	F(N)	RR	R	VU	Oui	Oui	Oui	{Oui}
<i>Rhinantho grandiflori</i> - <i>Holcetum lanati</i> Julve 1989 nom. ined.	P	M	RR?	R	DD	Oui	Oui	Oui	{Oui}
<i>Scirpetum lacustris</i> Chouard 1924	P	F(M)	RR	R	VU	Oui	Oui	Oui	{Oui}
<i>Trifolietum fragifero-repentis</i> Julve 1989 nom. ined.	P	M	RR?	?	DD	Oui	Oui	Oui	Non

Les végétations littorales de la Plaine maritime flamande entre Calais et Dunkerque

Françoise DUHAMEL

Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul

Entre le Cap Blanc Nez et la frontière belge, plusieurs systèmes de dunes littorales récentes se sont formés en bordure de la plaine maritime flamande, suite au retrait progressif de la mer après la dernière transgression dunkerquienne, entre le ^{vi}e et le ^{xiii}e siècle de notre ère. Plus précisément entre Calais et Dunkerque, la plaine maritime était naturellement drainée par les divagations du fleuve Aa au sein d'un vaste marais maritime sillonné de nombreux chenaux, les plus importants atteignant la mer en divers points de ce littoral. Peu de traces ont subsisté jusqu'à nos jours des évolutions de ce littoral mouvant, dont le trait de côte s'est progressivement fixé, suite à l'aménagement de digues pour soustraire ces terres basses de l'intrusion régulière de la mer. Ainsi, la construction de ces diverses digues (digue royale en 1620 et digue Taaf en 1773 côté Hemmes de Marck, digues de Terre-Neuve et digue de la mer depuis le ^{xix}e siècle sur Oye-Plage) ont-elles marqué la poldérisation et la continentalisation des terres maritimes situées en amont.

Par contre, côté mer, l'avancée progressive du rivage va être favorisée par la constitution de petites dunes en îlots disjoints, mentionnées de longue date dans certains travaux scientifiques régionaux sous l'appellation de dunes « insulaires » (Hocquette, 1927 ; Briquet, 1930 ; Hocquette, 1955) et étudiées de nouveau plus récemment sur le plan géomorphologique (TEKIN, 2004). Ces dunes, par coalescence progressive, ont permis la formation de petits cordons dunaires plus continus se raccordant au trait de côte fixé, ceci en isolant des parties d'estrans encore appelées pannes saumâtres par certains auteurs (Géhu, 1974).

Les premières dunes en îlots apparues ainsi dans l'anse de l'Abri-côtier dans les années 1950, à partir de l'élévation progressive de bancs coquilliers et de leur colonisation par des dunes embryonnaires puis des dunes blanches, avait permis le développement des premières « plages vertes » de ce site, bien identifiables sur la mission en noir et blanc de 1957, un chenal marin pénétrant encore assez largement vers l'intérieur du massif dunaire protégeant le polder Ouest. Le même phénomène s'est reproduit il y a une vingtaine d'années, comme le montrent la mission aérienne de 2001, ainsi qu'une première cartographie spatiale des végétations de l'anse de l'Abri-côtier réalisée par le CRP/CBNBL durant l'année 2000 (Basso *et al.*, 2001) et les photos 1 et 2 de l'époque.



Photo 1 - Bancs coquilliers en évolution, avec dunes embryonnaires barrant progressivement l'entrée des eaux marines dans l'anse de l'Abri-côtier (septembre 2000). Cliché : F. Duhamel



Photo 2 - Développement de nouvelles végétations pionnières entre ces bancs et les dunes en îlots plus internes, avec sables vaseux à Soude maritime (*Suaeda maritima*) rougissante, septembre 2000. Cliché : F. Duhamel

Ce travail s'inscrivait dans le cadre de la mise en place du suivi de l'effet sur les habitats naturels des travaux de protection, dits expérimentaux, du lotissement des Escardines, en lien avec les transects topographiques que devaient régulièrement relever le SMBC (Syndicat mixte des ports de Boulogne et Calais) pour analyser l'évolution hydrosédimentaire du secteur. Mais ce suivi des végétations a été abandonné dès 2002 faute de financements.

Ainsi, sur ces vastes plages macrotidales sableuses à vaseuses qui s'étendent du port actuel de Calais au chenal de l'Aa à Grand-Fort Philippe, différentes végétations d'estrans sableux, de « plages vertes » ou de marais maritimes avec slikke et schorre se sont naturellement développées, au fil des siècles et des décennies récentes, et continuent à évoluer, leur extension ou leur maintien étant parfois contrarié par les très nombreux aménagements cynégétiques qui ponctuent ce littoral (très nombreuses mares de chasse avec huttes sur le Banc à Passe-Pierre des Hemmes de Mark et de part et d'autre de la RNN du Platier d'Oye).

À l'heure actuelle, les végétations de l'anse de l'Abri-côtier (Oye-Plage), du marais maritime à l'ouest du canal de l'Aa (commune de Grand-Fort-Philippe) et du Banc à Passe-Pierre (commune de Mark) en constituent les secteurs côtiers les plus typiques et les plus dynamiques sur le plan géomorphologique.

Les végétations des plages sableuses, des dunes récentes et du cordon dunaire plus ancien

De très larges estrans sableux, découverts à marée basse, caractérisent le littoral entre Calais et Grand-Fort Philippe, avec en particulier de vastes zones de hauts fonds sableux bien visibles sur les photos aériennes récentes. Ces sables ont ainsi nourri l'avant-dune et favorisé l'accrétion constante d'un système dunaire d'une certaine largeur, les parties les plus internes étant largement embroussaillées, mais aussi parsemées de mares de chasse, alors que les cordons les plus récents sont encore en voie de fixation. La genèse du système dunaire jeune du Platier d'Oye est sensiblement identique à celui des Hemmes de Mark, combinant poldérisation naturelle, avec formation de dunes en îlots favorisant la sédimentation, et poldérisation artificielle par la construction de digues entre le début du ^{xviii} siècle et 1925, date des levées de terre les plus récentes qui ont définitivement soustrait le Platier d'Oye aux intrusions marines.

Cet ensemble littoral, toujours fonctionnel sur le plan dynamique et écologique (bancs de sables ralentissant les courants et la houle, avec sédimentation d'éléments plus fins, dunes en îlots, etc.), est principalement caractérisé par les végétations ou habitats suivants, qui vont d'abord coloniser les laisses de mer et les premiers mamelons sableux qui leur succèdent dans l'espace, puis les cordons dunaires encore mobiles. Les végétations de pelouses et de fourrés participeront ensuite à la fixation définitive des sables dans les arrière-dunes, ces fourrés se situant parfois en bordure de mer quand l'érosion a fait disparaître les végétations de l'avant-dune :

- végétations halonitrophiles de l'*Atriplici laciniatae* - *Salsolion kali*, souvent réduites au Caquillier occidental (*Cakile maritima* subsp. *integrifolia*) et à l'Arroche hastée (*Atriplex prostrata*), soit parce qu'il s'agit de communautés basales ne pouvant s'exprimer en raison des conditions stationnelles, soit parce qu'elles sont appauvries de par leur exposition au nord. Très localement, en situations plus protégées et en contexte de plus grande accumulation de laisses de mer, ces végétations se diversifient pour constituer le *Beto maritimae* - *Atriplicetum laciniatae*, rarissime sur le littoral flamand ;
- dunes embryonnaires à Elyme des sables et Chiendent nord-atlantique (*Elymo arenarii* - *Agropyretum juncei*) et dunes blanches à Elyme des sables et Oyat (*Elymo arenarii* - *Ammophiletum arenariae*), de répartition nord-atlantique, dominantes sur les revers marins plus exposés aux vents du nord en raison de l'orientation du trait de côte du littoral flamand ;
- dunes embryonnaires à Euphorbe des dunes et Chiendent nord-atlantique (*Euphorbio paraliae* - *Agropyretum juncei*) et dunes blanches à Euphorbe des dunes et Oyat (*Euphorbio paraliae* - *Ammophiletum arenariae*), en situations plus abritées et protégées des vents froids pour la dune embryonnaire, ou dans les secteurs un peu plus internes pour la dune blanche. Ces deux types de dunes embryonnaires sont parfois difficiles à distinguer, tout comme les ammophilaies qui leur sont associées ;
- pelouses dunaires pionnières du *Tortulo ruraliformis* - *Phleetum arenarii*, riches en petites espèces annuelles qui fleurissent dès le mois de mars : Saxifrage tridactyle (*Saxifraga tridactylides*), Myosotis rameux (*Myosotis ramosissima*), Céraïste scarieux (*Cerastium semidecandrum*), Bec-de-cigogne glutineux (*Erodium lebelii*), Pensée des dunes (*Viola curtisii*), plante protégée en France, en limite méridionale de son aire de répartition dans la Somme et très abondante dans les dunes flamandes, etc. ;
- pelouses annuelles des dunes rudéralisées par la fréquentation (*Laguro ovati* - *Bromion rigidi*), et ourlets vernaux subnitrophiles, plus particulièrement l'ourlet à Claytonie perfoliée et Anthriscus des dunes (*Claytonio perfoliatae* - *Anthriscetum caucalidis*), particulièrement fréquent dans les dunes embroussaillées du secteur ;
- fourrés dunaires peu diversifiés du *Ligustro vulgaris* - *Hippophaion rhamnoidis*, la distinction entre les fourrés plus nitrophiles du *Sambuco nigrae* - *Hippophaetum rhamnoidis* des premiers revers de dunes, et le *Ligustro vulgaris* - *Hippophaetum rhamnoidis* des dunes plus internes étant parfois difficile en raison de l'étroitesse du cordon dunaire ou de son altération trophique [abondance du Sureau noir (*Sambucus nigra*) et faible diversité en arbustes, notamment ceux typiques des fourrés d'arrière-dunes comme l'Aubépine à un style (*Crataegus monogyna*), le Rosier rouillé (*Rosa rubiginosa*), le Nerprun purgatif (*Rhamnus cathartica*), le Chèvrefeuille des bois (*Lonicera periclymenum*), etc. ;
- fourrés dunaires internes plus évolués du *Ligustro vulgaris* - *Hippophaetum rhamnoidis*, avec apparition de jeunes arbres pionniers : Bouleau verruqueux (*Betula pendula*), Bouleau pubescent (*Betula pubescens*) et leur hybride (*B. aurata*), Tremble (*Populus tremula*), Saule marsault (*Salix caprea*), etc.

Les végétations de « plages vertes » et la poldérisation naturelle du rivage des Flandres françaises

Ces « plages vertes » sont principalement développées au niveau de l'anse de l'Abri-côtier et à l'est du système dunaire récent parsemé de mares de chasse du Fort Vert, au niveau du décrochement progressif du trait de côte actuel, au lieu-dit « Banc à Passe-Pierre » sur la commune de Mark. Le fonctionnement hydrosédimentaire de cette zone a favorisé localement une sédimentation beaucoup plus fine, de nature sablo-vaseuse à vaseuse, avec développement récent d'un bas schorre qui a probablement succédé aux « plages vertes » initiales (correspondant ici à une haute slikke plutôt vaseuse).

Les modalités de cette sédimentation, apparemment assez complexes entre le port de Calais et l'embouchure actuelle de l'Aa, expliquent le développement de ces estrans particuliers, appelés « plages vertes », en raison de leur colonisation par des espèces végétales très différentes de celles qui apparaissent habituellement sur les plages sableuses de la côte d'Opale. Il s'agit en effet ici de végétaux adaptés à des sols plus humides et salés, en lien avec le dépôt de particules très fines de type argiles et vases. Géhu en particulier, en 1974, présente de manière assez détaillée les caractéristiques d'un secteur particulier, à l'est de ce qu'il appelle la baie d'Oye-Plage et où subsistait, au sein d'un « cordon de dunes hautes de quelques mètres et larges de quelques dizaines de mètres », un chapelet de dépressions saumâtres correspondant aux vestiges de l'ancien estran isolé par ces nouvelles dunes. Ses observations de terrain, réalisées principalement aux Hemmes d'Oye, mais aussi à Calais et aux Hemmes de Mark et datant des années 1965 et 1967, sont donc antérieures à la disparition de ces pannes saumâtres, qui ont été détruites suite à la construction du lotissement des Escardines dans les années 1970.

L'association végétale qui en était considérée comme typique, le *Spergulario mediae* - *Salicornietum brachystachyae*, y a été décrite pour la première fois, les deux sous associations *typicum* et *halimionetosum pedunculatae* étant toujours particulièrement bien représentées, mais ailleurs le long du rivage de la plaine maritime flamande, soit en situation primaire naturelle (photo suivante : à l'anse de l'Abri-côtier), soit en situation secondaire dans les dépressions du Platier d'Oye alimentées « artificiellement » par des eaux marines.



Photo 3 - *Spergulario mediae* - *Salicornietum brachystachyae* en évolution vers des végétations plus fermées à *Puccinellie maritime* du *Puccinellietum maritimae* - Anse de l'Abri-côtier, Août 2011.
Cliché : C. Farvacques

La sous-association *halimionetosum pedunculatae*, comme son nom l'indique, héberge notamment, sur le littoral flamand, une des trois populations françaises les plus importantes d'une petite plante annuelle protégée, l'Obione pédonculée (*Halimione pedunculata*), exceptionnelle en France.

Cette association n'est cependant pas inféodée au littoral flamand où elle y est nettement en régression, mais se développe aussi sur les marges sablo-vaseuses internes de divers estuaires picards (baie d'Authie côté Somme et estuaire de la Maye en particulier), où elle est par contre là en extension. D'autres végétations sont présentes, notamment un groupement basal paucispécifique à Soude maritime (*Suaeda maritima*). Ce groupement peut occuper, en situation pionnière, de très vastes espaces sableux à peine striés d'éléments plus fins, soit en haut d'estran, soit entre des bancs de sables coquillers et des dunes en îlots déjà constituées, comme l'illustre la photo 2 prise dans l'anse de l'Abri-côtier en septembre 2000.

Par évolution naturelle, le *Spergulario mediae* - *Salicornietum brachystachyae* se ferme et se diversifie, avec notamment apparition de la Puccinellie maritime (*Puccinellia maritima*), dont la couverture va s'accroître avec le temps, de l'Aster maritime (*Tripolium pannonicum* subsp. *tripolium*), du Lilas de mer (*Limonium vulgare*), de l'Obione faux-pourpier (*Halimione portulacoides*), etc.

Il laisse ensuite progressivement la place à un *Puccinellietum maritimae* à caractère primaire qui pourra lui aussi, par rehaussement des fonds, se transformer en une autre végétation structurée à Obione faux-pourpier (*Bostrychio scorpioidis* - *Halimionetum portulacoidis*), par coalescence progressive des plages isolées constituées par cette espèce au sein des puccinelliaies. Ces dernières peuvent occuper de très vastes zones d'estrans vaseux toujours recouverts par les marées (photo suivante : Banc à Passe-Pierre aux Hemmes de Mark).



Photo 4 - Végétations halophiles en extension vers l'est de l'estran vaseux des Hemmes de Mark (avril 2016). Cliché : F. Duhamel

À l'anse de l'Abri-côtier, cette végétation à Obione faux-pourpier n'a été cartographiée en tant que telle qu'en 2011 (Farvacques *et al.*, 2012), occupant déjà plusieurs centaines de m², alors qu'elle n'y existait pas en 2000 (Basso *et al.*, 2001).

De même, le *Puccinellietum maritimae* qui s'étend aujourd'hui sur pratiquement tout l'espace entre les deux ensembles de dunes en îlots, a remplacé le *Spergulario mediae* - *Salicornietum brachystachyae* et le groupement à *Suaeda maritima* qui y étaient présents en 2000 (photo 2). Au sein de ces puccinelliaies subsistent encore des dépressions plus inondées favorables à l'apparition d'une autre végétation pionnière des bas-niveaux de haut estran vaseux ou de cuvette de haut schorre, le *Salicornietum pusillo* - *ramosissimae*, très localisé dans l'anse de l'Abri-côtier.

Dans la partie la plus anciennement végétalisée de l'anse de l'Abri-côtier, entre les vestiges du mur de l'Atlantique et les premières dunes en îlots, d'autres végétations de prés salés de haut schorre, d'extension spatiale très variable et d'agencement complexe, sont observables de nos jours :

- végétations herbacées rases relevant des prairies vivaces de l'*Armerion maritimae*, notamment les prairies plutôt mésophiles à Fétuque littorale (*Festucetum littoralis*) ou celles à Jonc de Gérard (*Juncus gerardii*) des dépressions alimentées par des eaux douces, se rattachant au *Juncetum gerardii* ;
- végétations graminéennes hautes de l'*Agropyron pungentis*, rassemblant aussi bien des communautés basales à Chiendent maritime (*Elymus acutus*) que des végétations plus structurées du *Beto maritimae* - *Agropyretum pungentis*, celles-ci marquant le rehaussement inéluctable du substrat et la continentalisation de l'estran.

Seules les grandes marées d'équinoxe assurent encore, quelques jours par an, l'inondation de ces végétations subhalophiles par des eaux marines

salées. La dynamique de ces végétations sera d'ailleurs à étudier, en lien avec les travaux récents réalisés dans le cadre du document d'objectifs du site Natura 2000 (recreusement des chenaux de marée).

Là où ces anciennes « plages vertes » entrent en contact avec les dunes en îlots, les laisses de mer permettent le développement, soit de végétations de *Atriplicion littoralis* liées aux sols salés des hauts d'estuaires ou d'estrans vaseux, soit l'apparition d'une communauté végétale originale à Soude kali (*Kali soda*) et Soude maritime (*Suaeda maritima*), le *Salsolo kali - Suaedetum maritimae* (photo 5), typique des hauts d'estrans sableux bordant les systèmes dunaires au contact de végétations halophiles.



Photo 5 - Végétation de dune embryonnaire (Août 2011). Cliché : Caroline Farvacques

Les végétations de prés salés du marais maritime en bordure de l'Aa et de l'anse de l'Abri-côtier

Les digues du canal de l'Aa, s'avancant largement sur l'estran, ont profondément modifié le transit hydrosédimentaire vers le Nord-Est, favorisant ainsi le dépôt régulier, mais probablement complexe, de sédiments sableux à vaseux en amont (édification de dunes isolant des dépressions saumâtres à salées pour constituer, en moins d'un siècle, le Platier d'Oye), les sédiments fins s'accumulant de manière préférentielle vers l'Est, le long de la jetée actuelle.



Photo 6 - Estuaire actuel de l'Aa en rive gauche du chenal canalisé, depuis la plage de Gravelines, Août 2013. Cliché : Benoît Toussaint

Côté Ouest, d'autres végétations halophiles de prés salés peuvent aussi être observées, au niveau de l'anse de l'Abri-côtier. L'apparition de ces végétations est toutefois beaucoup plus récente, comme en attestent les photos aériennes des années 1950 à 1960 qui ont pu être consultées. Ces dépôts plus fins, sablo-argileux à vaseux, ont ainsi été propices à la structuration naturelle et à l'extension de nouveaux espaces de slikke puis de schorre, ceux-ci étant progressivement colonisés, au fil des décennies, par les diverses végétations potentielles des estuaires nord-atlantiques, même s'il ne s'agit plus ici, au sens géomorphologique et pour des raisons historiques, de l'estuaire de l'Aa :

- basse slikke non végétalisée ou seulement par des algues bleues ;
- haute slikke occupée par des salicorniaies de bas-niveau (*Salicornietum dolichostachyae* et *Salicornietum fragilis* aujourd'hui regroupées en *Salicornietum procumbentis*. suite à la révision taxinomique du genre *Salicornia*) ou des spartinaies à Spartine anglaise (*Spartina anglica*), espèce indigène mais au caractère envahissant (*Spartinetum anglica*) ; ces spartinaies vont d'autant plus se développer que la sédimentation sera à dominante sableuse ;
- bas-schorre ou bordure inférieure des chenaux de marée avec les prairies primaires à Puccinellie maritime du *Puccinellietum maritimae* ;
- moyen et haut schorre largement dominé par les végétations suffrutescentes argentées à Obione faux-pourpier (*Bostrychio scorpioidis - Halimionetum portulacoidis*, sous une race nord-atlantique appauvrie en taxons thermopiles). Il s'agit de la végétation climacique des estuaires, équivalent sous climat tempéré des mangroves tropicales, également d'une très grande productivité biologique. Elle n'est bien développée, et sous des formes matures typiques, qu'à l'ouest de Grand-Fort-Philippe (photo 7), en rive gauche du canal de l'Aa, les individus observés dans l'anse de l'Abri-côtier étant d'installation récente (voir la description précédente des plages vertes) ;

- plages décapées suite au rajeunissement de ce schorre par les chasseurs, à proximité des mares de chasse et des chenaux d'alimentation par la mer (photo 8 ci-dessous), recolonisées par les végétations de cicatrisation ouvertes de l' *Astero tripolii* - *Suaedetum maritimae* ;
- haut de schorre en contact avec les digues (digues anciennes ou digues plus récentes régulièrement renforcées autour des mares de chasse) où l'on retrouve les prairies hautes de l' *Agropyron pungentis*, souvent en contact, dans les niveaux légèrement inférieurs, avec des fragments de prairies vivaces de l' *Armerion maritimae* (*Festucetum littoralis* le plus souvent) ou de pelouses annuelles du *Saginion maritimae*.



Photo 7 - Végétations argentées à Obione faux-pourpier (*Bostrychio scorpioidis* - *Halimionetum portulacoidis*) au contact des mares de chasse en bordure de la Réserve naturelle nationale du Platier d'Oye, juin 2013. Cliché : Olivier Massart

Les mares de chasse en activité

Ces mares de chasse sont aujourd'hui très nombreuses entre Calais et Grand-Fort-Philippe et leur nombre n'a fait que croître au fur et à mesure de la poldérisation naturelle ou artificielle de ce littoral, passant de quelques dizaines de mares à plus d'une centaine entre 1936 et 2015, comme le montrent les différentes missions aériennes anciennes qui jalonnent le littoral flamand entre ces deux époques (missions consultables sur Géoportail). Ces mares ont été creusées aussi bien dans les premiers cordons dunaires ou plus en arrière, comme dans les dunes des Hemmes de Mark, qu'au sein des « plages vertes et prés salés », de part et d'autre du Platier d'Oye (Photo 8), leur nombre augmentant avec l'extension naturelle de ces espaces.



Photo 8 - Mare de chasse maritime à Grand-Fort-Philippe (avril 2013). Cliché : Benoît Toussaint



Photo 9 - Chenal creusé pour l'entrée d'eaux marines dans les mares de chasse du Fort-Vert, à l'ouest du Banc à Passe-Pierre (septembre 2007). Cliché : Benoît Toussaint

Les mares dunaires les plus proches de la mer et celles aménagées au sein des végétations halophiles sont alimentées directement par les eaux marines, plusieurs chenaux ayant été creusés dans l'estran pour faciliter les entrées d'eaux salées (photo 9). Ce sont des mares de ce type qui ont été reprofilées et restaurées au sein de la réserve naturelle nationale du Platier d'Oye (polder Est).

Certaines de ces mares, probablement celles dont le rajeunissement n'est pas trop fréquent, hébergent de rarissimes herbiers du *Ruppion maritimae*, constitués de végétaux filiformes adaptés aux variations plus ou moins

grandes et rapides de la salinité de l'eau, comme dans les lagunes. Si la salinité est résiduelle, c'est un herbier des eaux saumâtres à Renoncule de Baudot (*Ranunculus peltatus* subsp. *baudotii*), le *Ranunculetum baudotii*, qui leur succèdera. Ces herbiers sont en effet loin d'être présents dans chaque mare, car la plupart souffrent d'un entretien annuel ne permettant pas à ces espèces pourtant pionnières de se maintenir, leur développement étant aussi dépendant des conditions climatiques annuelles.

Les végétations de ceinture de ces mares relèveront dans le meilleur des cas des végétations de prés salés déjà évoquées, parfois d'une association particulière à petits joncs annuels et chénopodes, le *Juncus bufonii* – *Chenopodietum chenopodioidis* ou, en cas d'artificialisation significative des berges sableuses, de friches (Groupement à *Cynoglossum officinale* et *Oenothera glazioviana*), de prairies rudérales (Groupement psammophile littoral à *Carex arenaria* et *Calamagrostis epigejos*) ou de pelouses dunaires rudéralisées.

Les dépressions humides internes

Dans les deux ensembles dunaires les plus importants (dunes littorales récentes du Fort-Vert et du Platier d'Oye), des dépressions intra et arrière-dunaires de taille variable se sont formées au fil de la constitution de ces dunes, certaines correspondant à des pannes sableuses creusées par le vent, tandis que d'autres dérivait d'anciens estrans de nature sédimentaire plus complexe, isolés par la coalescence des dunes en îlots rejoignant peu à peu le trait de côte fixé. Selon leur origine et la richesse trophique des sols, les végétations de ces dépressions pourront être très différentes.

Ainsi, au niveau des pannes sur sables dunaires inondables, apparemment les moins bien représentées, des végétations oligotrophiles de l'hygrosère nord-atlantique pourront être observées, mais très ponctuellement : gazons amphibies vivaces du *Samolo valerandi* - *Baldellion ranunculoidis*, prairies jeunes à plus évoluées du *Calamagrostio epigeji* - *Juncetum subnodulosi*, celles-ci intégrant maintenant l'*Ophioglossum vulgati* - *Calamagrostietum epigeji* décrit dans certaines études, saulaies cendrées (Groupement à *Salix cinerea* des dépressions dunaires) des sols plus organiques à Marisque (*Cladium mariscus*) et Cassissier (*Ribes nigrum*). Les dépressions des anciens estrans, encore mal connues localement, hébergent des végétations herbacées hygrophiles d'eau douce ou relictuelles d'eaux saumâtres, les sols étant plus riches que ceux des pannes dunaires : prairies mésotrophiles de bas-niveau de l'*Hydrocotylo vulgaris* - *Eleocharitetum palustris*, prairies pâturées de niveau moyen du *Pulicario dysentericae* - *Juncetum inflexi typicum* var. *subhalophile*, prairies naturelles plus turficoles affines de l'*Hydrocotylo vulgaris* - *Juncetum subnodulosi*, prairies mésohygrophiles fauchées à Rhinanthus à grandes fleurs (*Rhinanthus grandiflorus* subsp. *angustifolius*) illustrées par la photo 10, etc.



Photo 10 - Prairies mésohygrophiles fauchées riches en Rhinanthus à grandes fleurs (*Rhinanthus grandiflorus* subsp. *angustifolius*) et hébergeant notamment l'Orchis négligé (*Dactylorhiza praetermissa*) ou plus rarement l'Orchis incarnat (*Dactylorhiza incarnata*). Dunes du Fort Vert, juin 2013. Cliché : Stéphane Delplanque

Les prairies poldériennes

Cet exposé n'aurait pas été complet sans évoquer les végétations qui occupent aujourd'hui les espaces soustraits aux intrusions marines depuis l'aménagement des premières digues littorales.

La majeure partie des polders les plus anciens (« les Anciennes Salines », « les Hemmes de Mark », les Hemmes d'Oye », etc.), largement drainés (« Watergang des Bas près des Matelots », « Watergang des Salines », Watergang des Grandes Hemmes », et les nombreux fossés adjacents), sont depuis longtemps exploités en cultures. Les prairies sont quant à elles devenues d'autant plus rares qu'elles ne correspondent plus aux modes actuels d'exploitation de ces terres littorales. Aussi, les quelques ensembles de prairies qui subsistent, et en particulier celles de la réserve naturelle nationale du Platier d'Oye (« polder Ouest » et « polder Est ») ou du Fort-Vert, présentent-elles un grand intérêt, bien sûr pour l'avifaune mais pas uniquement, les végétations subhalophiles à oligohalines qui les caractérisent ayant pour le moment peu d'équivalent ailleurs, ce qui complique d'autant plus leur analyse phytosociologique. Les modalités de gestion de ces espaces relictuels ont de plus été modifiées, voire profondément perturbées depuis plusieurs décennies, ne facilitant pas la structuration et la diversification phytocénocytique des communautés décrites localement ou potentielles, certaines, seulement oligohalines, correspondant sans doute à des groupements végétaux basaux ou trop jeunes : *Trifolietum fragifero* - *repentis*, *Rhinantho grandiflori* - *Holcetum*

lanati, *Potentillo reptantis* - *Elymetum repentis* et *Loto glabri* - *Caricetum distichae*, ce dernier sur sols plus organiques ; toutes ces associations ont été décrites du Platier d'Oye (Julve, 1989) et s'y maintiennent.

D'autres prairies plus typiques, également relevées dans d'autres secteurs, peuvent être observées sur sols humides encore riches en sels dissous, comme la prairie à Laïche distante et Agrostide stolonifère (*Agrostio stoloniferae* - *Caricetum vikingensis*, sous ses deux sous-associations *lotetosum tenuis* et *oenanthesum lachenalii* en conditions d'expression optimale), ou encore une végétation à la frontière entre prairie naturelle et friche prairiale, non exploitée, l'Arrhénathéraie à Orobanche pourpre (*Orobancha purpureae* - *Arrhenatheretum elatioris*).

Enfin, sur les secteurs les mieux drainés et parfois les digues de renclôtures, des prairies mésophiles apparaissent et, selon l'intensité de leur exploitation pastorale, évoluent vers la prairie littorale à Panicaut champêtre et Avoine jaunâtre (groupement à *Eryngium campestre* et *Trisetum flavescens*), celle-ci se maintenant grâce à un pâturage extensif associé à de la fauche, ou la prairie à Panicaut champêtre et Ray-grass (Groupement à *Eryngium campestre* et *Lolium perenne*), sur sols pâturés de manière plus intensive.

Bibliographie

BALIGA, M.-F. & BEDOUET, F., 2005. – Bilan floristique et phytocoenotique de la Réserve Naturelle Nationale du Platier d'Oye (commune d'Oye-Plage, département du Pas-de-Calais). Pour le Conseil Général du Pas-de-Calais, Centre Régional de Phytosociologie / Conservatoire Botanique National de Bailleul. 84 p.

BASSO, F., BEDOUET, F., BELLENFANT, S. & DUHAMEL F. 2001. – Mise en place d'un suivi de l'évolution des végétations de la partie littorale de la Réserve naturelle du Platier d'Oye, dans le cadre des travaux expérimentaux de protection contre la mer (Commune d'Oye-Plage, Pas-de-Calais). Année 2000. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul pour la Direction régionale de l'environnement Nord-Pas de Calais, 1 vol., 69 p. + annexe, Bailleul.

BASSO, F. & DUHAMEL, F., 2006.- Étude des habitats et de la flore de la partie concernée par les 13 huttes de chasse illégales de la Réserve naturelle nationale du Platier d'Oye (partie est de la Réserve, commune d'Oye Plage, département du Pas-de-Calais). Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul pour la Direction régionale de l'environnement Nord-Pas de Calais, 1 vol., 46 p. +annexes, Bailleul.

BRIQUET A., 1930 - Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique. 439 p. + 41p. d'annexes, Armand Colin Ed., Paris.

FARVACQUES, C., DÉTRÉ, M., DUHAMEL, F. & TOUSSAINT, B., 2012. - Inventaire et cartographie de la flore et des végétations d'intérêt patrimonial de l'Anse de l'Abri-côtier (Oye-Plage, Pas-de-Calais). Conseils de gestion. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, pour le Conseil général du Pas-de-Calais et Eden-62, 65 p. + annexes, Bailleul.

GEHU, J.-M., 1974. – Recherches phytosociologiques sur le littoral des Flandres françaises. 1.- La végétation des ex-pannes saumâtres des Hemmes d'Oye. *Documents phytosociologiques*, Fascicule 6, pp : 17-26, Lille.

HOCQUETTE, M., 1927. – Étude sur la végétation et la flore du littoral de la mer du Nord de Nieuport à Sangatte. 1 vol., Extrait des archives de botanique, Tome 1, mémoire n°4, pp : 1-179.

HOCQUETTE, M. & Mme, 1955. – Poldérisation naturelle sur le littoral de la Flandre française. *Bull. Soc. Bot. N. Fr.*, Tome 8, pp : 199-203, Lille.

INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL, 2006. – Cartes topographiques TOP 25 au 1/25000 ; n° 2103 ET : Calais, site des caps, forêt de Guînes, PNR des caps et marais d'Opale, n° 2302 0 : Dunkerque et n° 2203 E : Gravelines, Audruicq. Saint-Mandé.

JULVE P., 1989. – Étude phytosociologique de la Réserve naturelle nationale de Oye-Plage (Département du Pas-de-Calais). (Notice de la carte de la végétation au 1/2000) – Centre régional de phytosociologie pour la Région Nord-Pas de Calais, 1 vol., 55 p., Bailleul.

Site Internet, 2016. - Photographies aériennes – Géoportail. Missions diverses consultées : 1929, 1936, 1938, 1957, 1961, 1969, 1994 et 2001. [http://www.geoportail.gouv.fr/donnee/81/photographies-aeriennes?c=0.17856578434905845.46.910476289920695&z=0.021972656250003504&l=ORTHOIMAGERY.ORTHOPHOTOS::GEOPORTAIL:OGC:WMTS\(1\)&permalink=yes](http://www.geoportail.gouv.fr/donnee/81/photographies-aeriennes?c=0.17856578434905845.46.910476289920695&z=0.021972656250003504&l=ORTHOIMAGERY.ORTHOPHOTOS::GEOPORTAIL:OGC:WMTS(1)&permalink=yes)

TEKIN, M., 2004. – Un type original de dunes embryonnaires sur la plage macrotidale du Fort Vert (Pas-de-Calais, France) (*An original type of incipient dune on the macrotidal beach of Fort Vert (Pas-de-Calais, France)*) in Aménagement des littoraux et conséquences géomorphologiques : les littoraux sableux et dunaires. *Bulletin de l'association de géographes français*, Vol. 81, n°3, pp. 418-426

Réserve biologique domaniale de la côte d'opale

Bruno DERMAUX

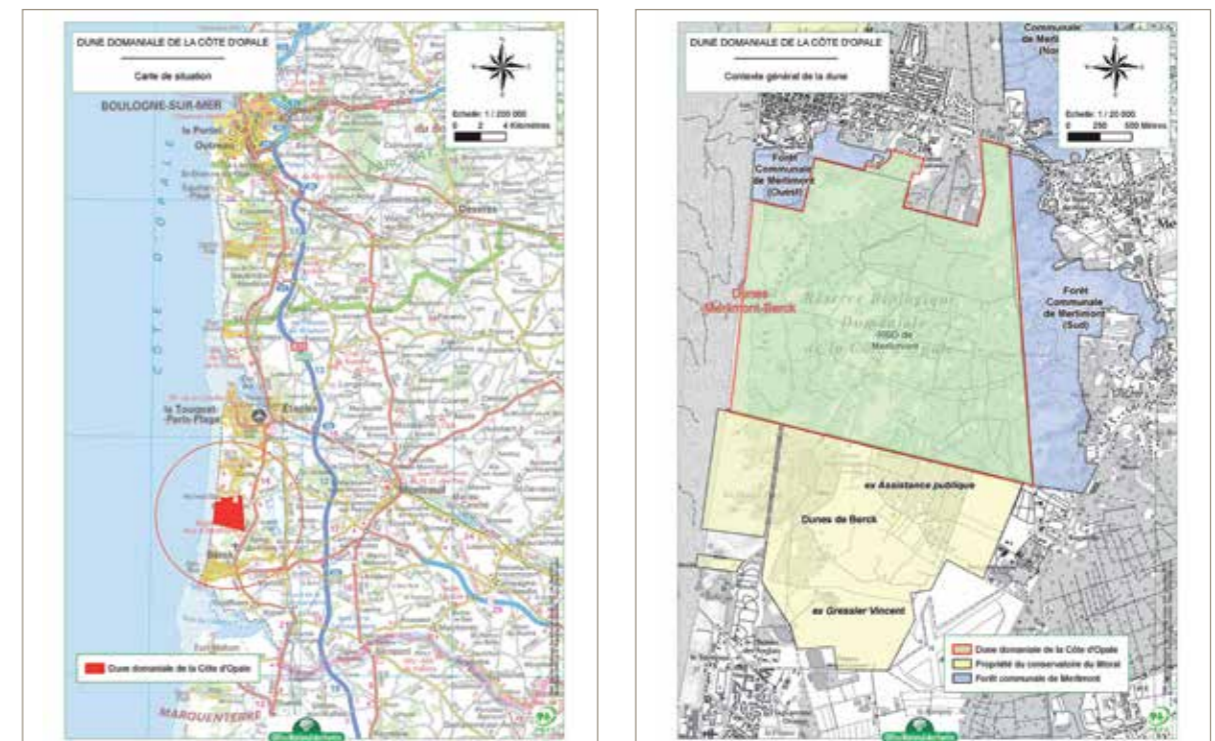
Chargé de mission

Office national des forêts - Agence régionale Nord-Pas-de-Calais

Localisation & contexte

La dune domaniale de la Côte d'Opale, fusion de quatre propriétés achetées par l'État entre 1972 et 1985, fait partie d'un ensemble dunaire de plus de 800 hectares situé en bordure de Manche, entre Berck et Merlimont (Pas-de-Calais).

La dune domaniale de la Côte d'Opale, d'une surface de 450 hectares et classée Réserve biologique domaniale (RBD) depuis 1985, recouvre la plus spectaculaire des plaines dunaires humides du nord-ouest de la France et de l'Europe, s'inscrivant entre un cordon de dunes littorales où s'exprime une dynamique encore très vive et un cordon interne plus ancien, culminant à plus de 40 mètres. Le tout forme un des plus beaux ensembles de dunes encore fonctionnelles du littoral de la Manche.



Cartes de localisation de la Réserve biologique domaniale de la Côte d'Opale à différentes échelles.

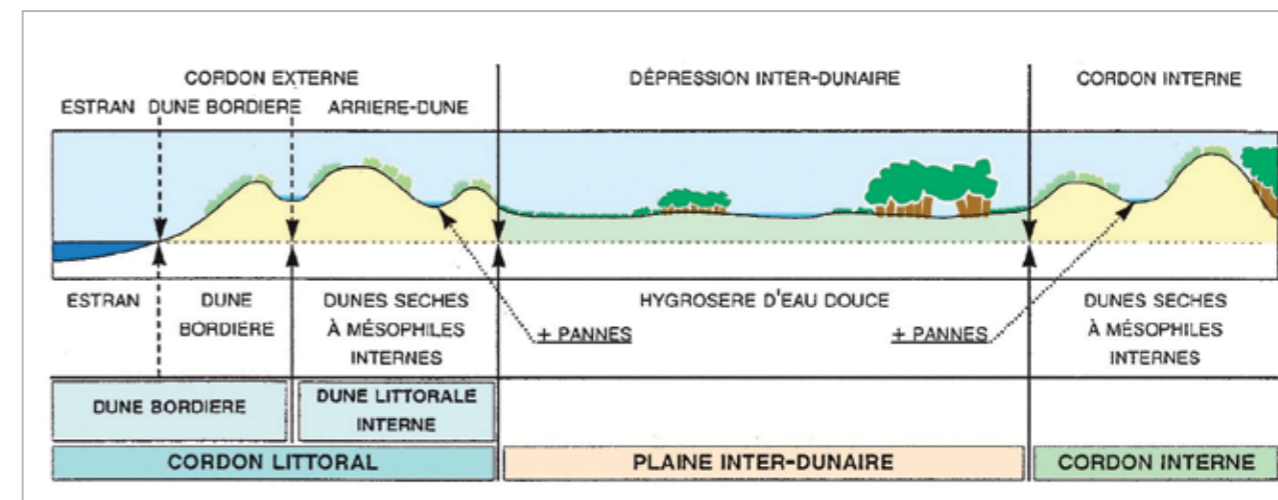


Carte de localisation de la Réserve biologique domaniale de la Côte d'Opale

Description du site

Cet ensemble est typique des systèmes dunaires de la plaine maritime picarde, caractérisés notamment par leur géomorphologie littorale particulière. Au pied d'une ligne de falaises mortes correspondant au plateau crayeux et en retrait de plusieurs kilomètres par rapport au trait de côte actuel, s'est développée, lors des différentes transgressions quaternaires, une plaine marécageuse de bas-champs. Puis, sous l'effet de la dynamique littorale, une succession de larges cordons de dunes plus ou moins parallèles s'est mise en place, isolant de vastes dépressions interdunaires inondables.

Le fonctionnement hydrologique et hydrogéologique de la réserve dépend entièrement d'une nappe dunaire superficielle, exclusivement alimentée par les précipitations. Cette nappe dunaire joue le rôle de plancher de déflation dans les dunes non fixées par la végétation et apparaît au fond des creux provoqués par le vent, formant de nombreuses « pannes » humides. Deux ensembles d'habitats peuvent être distingués, en relation avec les grands traits de la géomorphologie : un ensemble xérophile, la xérosère, qui se développe sur les cordons de dunes et un ensemble d'habitats occupant les pannes et la plaine interdunaire inondable formant la mésocère et l'hygrosère.



Positionnement des entités fonctionnelles le long d'un profil du massif dunaire.

Historique, statut actuel et gestion

Voir l'article suivant.

Intérêts majeurs du site

Flore

Les inventaires floristiques réalisés dénombrent 410 espèces sur la réserve. Parmi elles, 37 bénéficient d'une protection régionale et sept d'une protection nationale dont une, le Liparis de Loesel (*Liparis loeselii*), fait également l'objet d'une protection européenne en étant inscrite à l'annexe II de la directive « Habitats, Faune, Flore ». Cette dernière dispose en outre d'un plan national d'actions. Avec plus de 300 espèces recensées (près de 20 % de la flore régionale), les pannes dunaires, formes géomorphologiques typiques du site, sont autant de petites zones humides d'une très grande diversité floristique.

Faune

Cette variété de milieux influe également sur la diversité faunistique, notamment sur la faune aviaire.

Avifaune

La RBD de la Côte d'Opale est également un site d'une très grande richesse ornithologique due à la diversité des habitats, à la tranquillité du site du fait de son statut et à l'évolution des pratiques cynégétiques, mais aussi aux travaux menés depuis 1996 avec, comme conséquence, une amélioration de la qualité d'accueil des milieux, notamment humides, au printemps (migration) et en été (nidification).

93 espèces, sur les 212 recensées sur le site, sont d'intérêt patrimonial (directive « Oiseaux », déterminantes de ZNIEFF ou priorité SCAP).

La gestion conservatoire menée sur le site porte ses fruits, puisque quatre espèces, citées en 1994 mais non revues ensuite, ont été à nouveau

contactées depuis 2010 (la Huppe fasciée, le Pipit spioncelle, la Pie-grièche grise et le Sizerin flammé), tandis que le nombre d'espèces inscrites à l'annexe I de la Directive « Oiseaux » nichant sur le site passait de trois (Engoulevent d'Europe, Bondrée apivore et Pic noir) à huit, avec la nidification de l'Alouette lulu (gestion des pelouses), du Gravelot à collier interrompu (gestion des haies de mer), de la Cigogne blanche, de la Gorgebleue à miroir et de la Marouette ponctuée (gestion de la plaine interdunaire).

Par ailleurs, la réserve compte 22 espèces inscrites à l'annexe I de la Directive « Oiseaux » qui stationnent ou hivernent sur le site, dont les deux tiers sont liées aux zones humides.

Autres espèces

Les études dont on dispose, complétées par les inventaires réalisés sur la réserve ainsi que par les nombreuses observations de terrain, permettent de récapituler, dans le tableau qui suit, les éléments qui, en matière de faune, font la valeur patrimoniale de la réserve.

	Espèces recensées sur la RBD	Espèces d'intérêt patrimonial
Mollusques	?	1 sp
Orthoptères	18 sp	?
Hétérocères	294 sp	45 sp
Rhopalocères	31 sp	5 sp
Hydrocanthares	75 sp	28 sp
Odonates	31 sp	12 sp
Saproxyliques	87 sp	11 sp
Poissons	7 sp	1 sp
Amphibiens	11 sp	11 sp
Reptiles	2 sp	2 sp
Mammifères	26 sp	9 sp

Nombre d'espèces recensées dans différents groupes faunistiques, dans la Réserve biologique domaniale de la Côte d'Opale

Fonge

En collaboration avec la Société mycologique du nord de la France, l'inventaire des champignons présents sur la RBD est permanent et les données recueillies chaque année viennent compléter la connaissance que l'on a de la diversité fongique du massif.

D'environ 500 espèces recensées en 1996, la liste des champignons de la réserve dépasse aujourd'hui les 1 000 taxons.

On a ainsi identifié au cours de ces relevés, 36 espèces nouvelles pour le département du Pas-de-Calais, 53 espèces nouvelles pour le territoire du Nord – Pas de Calais et 6 espèces nouvelles pour le territoire national :

- *Albertinella polyporicola* (Jaczewski) Malloch et Cain
- *Camarosporium pini* (Westendorp) Saccardo
- *Colletotrichum typhae* H. C. Greene

- *Didymopsis helvella* (Corda) Saccardo & Marchal
- *Rhopalomyces elegans* Corda
- *Viennotidea fimicola* (Marshall) P. Cannon & D. Hawksworth

En 2002, un nouveau taxon a été défini, *Mycena radifera* var. *apogema*, à partir d'un « échantillon-type » découvert sur la réserve qui, de ce fait, devient « station-type » pour ce nouveau taxon.

Une thèse de pharmacie de Vincent Adèle dit Renseville, publiée en 2009, analyse la richesse mycologique du site et, entre autres, les corrélations entre espèces de champignons et habitats.

Les analyses réalisées, analyse patrimoniale basée sur les données de la liste rouge régionale et analyse fonctionnelle, ont permis l'identification des habitats les plus intéressants, au plan patrimonial, et les plus favorables au développement des espèces fongiques. Les habitats de l'hygrosère offrent les meilleures conditions pour le développement des champignons, tous types biologiques confondus.

Types Biologiques	Saprotrophes	Parasites	Ecto-mycorhiziques	Total
Habitats de la dune bordière	12 sp	-	-	12 sp
Habitats de la Xérosère	134 sp	8 sp	34 sp	176 sp
Habitats de l'Hygrosère	382 sp	35 sp	111 sp	528 sp

Répartition des champignons par types biologiques et par ensemble d'habitats

L'utilisation des résultats de ces études pour définir les orientations de gestion s'avère encore assez délicate. Cependant, la lutte contre l'assèchement est primordiale, ainsi que le maintien de la diversité des habitats, sources de la richesse fongique du site.

Patrimoine phytocénotique

Le système de l'hygrosère des pannes et de la plaine interdunaire est le plus diversifié (tant sur le plan phytocénotique que floristique) et le plus précieux sur le plan patrimonial, ceci à l'échelle du domaine atlantique européen où il n'a aucun autre équivalent. Il est marqué par sa géomorphologie très particulière, avec les nombreuses pannes creusées par l'érosion éolienne et la formation d'une très vaste plaine interdunaire à la microtopographie complexe, de plus de 250 ha pour la seule RBD (dont environ 90 ha non boisés avec mares, pelouses, prairies et bas-marais dunaires).

Les diverses végétations typiques des bas-marais dunaires nord-atlantiques s'organisent de la manière suivante au sein des pannes et plaines dunaires inondables :

- végétations aquatique (Groupement à *Potamogeton gramineus* et characées) et amphibie (*Samolo valerandi* - *Littorelletum uniflorae*) des dépressions les plus profondes, en eau une grande partie de l'année, particulièrement bien développées dans les anciennes mares

de chasse aux berges en pente très douce ou dans certains trous de bombe restaurés ; ces communautés nécessitent le maintien d'eaux oligotrophes, non enrichies par certaines activités comme le pâturage ou l'agrainage ;

- végétation pionnière longuement inondable du *Drepanoclado adunci* - *Caricetum trinervis* dont la composition floristique peu diversifiée mais significative témoigne de niveaux d'eau relativement élevés une bonne partie de l'année ;
- végétation hygrophile haute du *Calamagrostio epigeji* - *Juncetum subnodulosi*, à physionomie de prairie dunaire, susceptible d'évoluer vers une mégaphorbiaie de l'*Ophioglossa vulgati* - *Calamagrostietum epigeji* sur des sols plus organiques ; ces deux végétations sont typiques de pannes récentes, pour la première, ou plus anciennes, en dynamique naturelle à l'origine, mais dans la plaine dunaire et dans différentes pannes, elles sont aujourd'hui toutes les deux fauchées ou gyrobroyées (gestion conservatoire) ;
- végétation hygrophile vivace rase des niveaux topographiques moyens à supérieurs du *Carici pulchellae* - *Agrostietum 'maritimae'*, favorisée par le broutage par les lapins. Avec le temps et l'enrichissement des sols en matières organiques, cette communauté semble évoluer vers une « pelouse » hygrophile plus riche en espèces turficoles ou oligotrophes (*Epipactis palustris*, *Carex nigra*, *Carex panicea*, *Dactylorhiza incarnata* et *Parnassia palustris*) correspondant à la sous-association *caricetosum paniceae* du *Carici pulchellae* - *Agrostietum 'maritimae'*. Ce gazon ouvert permet parfois le développement en mosaïque d'une autre communauté rarissime de transition, le *Samolo valerandi* - *Eleocharitetum quinqueflorae*, analogue de l'*Anagallido tenellae* - *Eleocharitetum quinqueflorae* de l'intérieur des terres ;
- fourré bas à caractère également pionnier de l'*Acrocladio cuspidati* - *Salicetum arenariae*, susceptible de coloniser aussi directement les pannes inondables peu végétalisées en formation, ou d'envahir les végétations précédentes en raison de son dynamisme et de ses exigences écologiques moins strictes (du niveau inférieur des pannes au niveau hygrophile moyen à supérieur où il entre en contact avec la variante à *Calamagrostis epigejos* du *Pyrolo rotundifoliae* - *Hippophaetum rhamnoidis*) ;
- pelouse hygrophile annuelle du *Centauro littoralis* - *Saginetum moniliformis* pouvant apparaître dans les ouvertures des végétations vivaces amphibies plutôt rases de niveau supérieur, ou au sein des fourrés mésohygrophiles du *Pyrolo rotundifoliae* - *Hippophaetum rhamnoidis*.

L'ancienneté de la végétalisation de la plaine interdunaire, dont les sols sableux se sont progressivement enrichis pour devenir paratourbeux, a permis la différenciation progressive d'autres communautés encore plus rares, celles-ci complétant la diversité phytocénotique déjà importante des pannes, avec notamment :

- des bas-marais psammophiles plus « tourbeux » aux végétations extrêmement originales comme le *Carici trinervis* - *Schoenetum nigricantis*, que l'on peut considérer comme une végétation endémique de la plaine maritime picarde, évoluant localement vers des végétations de tourbières basses alcalines du *Junco obtusiflori* - *Schoenetum*

- *nigricantis*, abritant la dernière station régionale de *Cirsium dissectum* ;
- des prairies mésotrophiles turficoles de l'*Hydrocotylo vulgaris* - *Juncetum subnodulosi*, sur sols moins oligotrophes ou moins organiques ;
- des fourrés de recolonisation correspondant au Groupement à *Salix cinerea* des dépressions dunaires, variation neutrophile, susceptibles d'apparaître dans les plus grandes pannes ;
- de jeunes boisements du *Ligustro vulgaris* - *Betuletum pubescentis* qui occupent de manière optimale la vaste plaine interdunaire de Berck-Merlimont ;
- des boisements un peu plus évolués dans les niveaux quasiment toujours inondés, à rapprocher des aulnaies turficoles non altérées des marais arrière-littoraux et tourbières alcalines du nord de la France (Groupement à *Alnus glutinosa* et *Thelypteris palustris* sous une forme psammophile dunaire).

Bibliographie

ADELE-DIT-RENSEVILLE V., 2009. - Contribution à l'inventaire mycologique de la réserve biologique domaniale de Merlimont (Pas-de-Calais). Biodiversité et interprétations fonctionnelle et patrimoniale. Thèse d'exercice en pharmacie de l'Université du droit et de la santé de Lille 2, sous la direction de Régis COURTECUISSÉ. 1 vol. (195 f.) : ill. en noir et en coul., cartes ; 30 cm.

DERMAUX, B. & VEILLÉ, F., 2014. - The conservation management of the national biologic Reserve of the Opal Coast (north of France) by the Office national des forêts (ONF) in Coastal dune management strategies and practices : perspectives and case studies. *Dynamiques environnementales* n° 33 : 155-168.

DUHAMEL, F., 2014. - « Les différents systèmes de végétations des dunes de la plaine maritime picarde. Originalité, diversité phytocénotique et floristique, valeur patrimoniale et gestion conservatoire dynamique » in Coastal dune management strategies and practices : perspectives and case studies. *Dynamiques environnementales* n° 33 : 67-84.



Forêt du *Ligustro vulgaris* - *Betuletum pubescentis*, Merlimont. Photo : F. Veillé

Flore - Réserve biologique domaniale de la Côte d'Opale

Taxon valide	Statut d'indigénat principal	Statut d'indigénat secondaire	Rareté	Menace	Directive Habitats, Faune, Flore - Annexe II	Protection nationale - Annexe 1	Protection régionale	Intérêt patrimonial	Liste rouge régionale
<i>Anagallis tenella</i> (L.) L.	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Apium repens</i> (Jacq.) Lag.	I		RR	VU	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
<i>Baldellia ranunculoides</i> (L.) Parl. subsp. <i>ranunculoides</i>	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla	I		AR	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Butomus umbellatus</i> L.	I	N;C	PC	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Carex distans</i> L.	I		AR	NT	Non	Non	Oui	Oui	pp
<i>Carex lasiocarpa</i> Ehrh.	I		RR	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Carex lepidocarpa</i> Tausch	I		RR	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard	I		AR	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Carex pulicaris</i> L.	I		RR	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Carex trinervis</i> Degl.	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Carex viridula</i> Michaux var. <i>pulchella</i> (Lönnr.) B. Schmid	I		R	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Centaurium littorale</i> (D. Turn.) Gilm.	I		R	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Centunculus minimus</i> L.	I		RR	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Cirsium dissectum</i> (L.) Hill	I		E	CR	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Cladium mariscus</i> (L.) Pohl	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soó subsp. <i>incarnata</i>	I		AR?	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soó subsp. <i>pulchella</i> (Druce) Soó	I		RR?	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Dactylorhiza praetermissa</i> (Druce) Soó	I		PC	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Eleocharis quinqueflora</i> (F.X. Hartm.) O. Schwartz	I		RR	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Eleocharis uniglumis</i> (Link) Schult.	I		R	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Epilobium palustre</i> L.	I		AR	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz	I		AR	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Eriophorum angustifolium</i> Honck.	I		RR	EN	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Galium uliginosum</i> L.	I		AR	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Glaux maritima</i> L.	I		R	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Gnaphalium luteoalbum</i> L.	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	I	C	PC	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Juncus subnodulosus</i> Schrank	I		PC	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Liparis loeselii</i> (L.) L.C.M. Rich.	I		R	NT	Oui	Oui	Non	Oui	pp
<i>Littorella uniflora</i> (L.) Aschers.	I		RR	EN	Non	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	I		R	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Oenanthe fistulosa</i> L.	I		PC	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Oenanthe lachenalii</i> C.C. Gmel.	I		R	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Ophioglossum vulgatum</i> L.	I		AR	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Orchis palustris</i> Jacq.	I		E	CR	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Parnassia palustris</i> L.	I		AR	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Pedicularis palustris</i> L.	I		RR	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Poa palustris</i> L.	I		R	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Ranunculus baudotii</i> Godr.	I		R	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Ranunculus lingua</i> L.	I	C	AR	VU	Non	Oui	Non	Oui	Oui
<i>Ranunculus sardous</i> Crantz	I	A	PC	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Rumex maritimus</i> L.	I		PC	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Sagina nodosa</i> (L.) Fenzl	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Salix repens</i> L. subsp. <i>dunensis</i> Rouy	I	C	AR	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Samolus valerandi</i> L.	I		PC	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Schoenus nigricans</i> L.	I		R	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Scorzonera humilis</i> L.	I		RR	EN	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Senecio aquaticus</i> Hill	I		PC	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Taraxacum palustre</i> (Lyons) Symons	I		E	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Tephrosieris palustris</i> (L.) Fourr.	I		E	EN	Non	Oui	Non	Oui	Oui
<i>Teucrium scordium</i> L.	I		R	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Thelypteris palustris</i> Schott	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Triglochin palustris</i> L.	I		R	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Valeriana dioica</i> L.	I		AR	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Veronica scutellata</i> L. var. <i>scutellata</i>	I		AR	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non

Végétation - Réserve biologique domaniale de la Côte d'Opale

Taxon valide	Influence anthropique intrinsèque principale	Influence anthropique intrinsèque secondaire	Rareté	Tendance	Menace	Intérêt patrimonial	Déterminante de ZNIEFF	Zones humides	Directive Habitats-Faune-Flore - Annexe I
Taxon valide									
<i>Acrocladio cuspidati</i> - <i>Salicetum arenariae</i> Braun-Blanq. & De Leeuw 1936	N;F		AR	S	NT	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Anagallido tenellae</i> - <i>Eleocharitetum quinqueflorae</i> (Bournérias in Riomet & Bournérias 1952) B. Foucault in J.M. Royer et al. 2006	N;F		RR	D	CR	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Calamagrostis epigeji</i> - <i>Juncetum subnodulosi</i> P.A. Duvign. 1947	N;F		R	R	VU	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Carici pulchellae</i> - <i>Agrostietum 'maritimae'</i> (Wattez 1975) B. Foucault 2008	N;F		R	R	VU	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Carici trinervis</i> - <i>Schoenetum nigricantis</i> B. Foucault 2008	N;F		E	R	CR	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Centaurio littoralis</i> - <i>Saginetum moniliformis</i> Diemont, G. Sissingh & V. Westh. 1940	N	F	R	R	VU	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Cladietum marisci</i> Allorge 1922	N	F	RR	R	VU	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Drepanoclado adunci</i> - <i>Caricetum trinervis</i> P.A. Duvign. 1947 prov.	N;F		RR	R	EN	Oui	Oui	Oui	Oui
Groupement à <i>Eleocharis palustris</i> subsp. <i>vulgaris</i> et <i>Hippuris vulgaris</i> Duhamel & Catteau in Catteau, Duhamel et al. 2009	F	M	RR?	?	DD	Oui	Oui	Oui	{Oui}
Groupement à <i>Potamogeton gramineus</i> et characées Duhamel 1995 nom. ined.	F	N	RR	R	VU	Oui	Oui	Oui+	Oui
Groupement à <i>Salix cinerea</i> des dépressions interdunaires Géhu 1982, variation neutrophile Duhamel in Catteau, Duhamel et al. 2009	N	F	AR	R	NT	Oui	Oui	Oui	Oui
Groupement dunaire à <i>Eupatorium cannabinum</i> et <i>Calamagrostis epigejos</i> Duhamel 2009	N;F		R	R	NT	Oui	Oui	Oui	Oui
Groupement dunaire à <i>Ribes nigrum</i> et <i>Alnus glutinosa</i> Duhamel 1996 nom. ined.	F		E	R?	VU	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Hydrocotylo vulgaris</i> - <i>Juncetum subnodulosi</i> (Wattez 1968) B. Foucault in J.M. Royer et al. 2006	F	N;M	R	R	VU	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Junco obtusiflori</i> - <i>Schoenetum nigricantis</i> Allorge 1922	F	N	E	D	CR	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Ligustro vulgaris</i> - <i>Betuletum pubescentis</i> Géhu & Wattez 1978	F	N;M	RR	?	VU	Oui	Oui	Oui+	Oui
<i>Ligustro vulgaris</i> - <i>Betuletum pubescentis</i> Géhu & Wattez 1978 <i>hydrocotyletosum vulgaris</i>	F	N;M	RR	R?	VU	Oui	Oui	Oui+	Oui
<i>Ophioglossum vulgati</i> - <i>Calamagrostietum epigeji</i> V. Westh. & Segal 1961	N;F		RR	R	VU	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Pyrolo rotundifoliae</i> - <i>Hippophaetum rhamnoidis</i> J.M. & J. Géhu 1983 nom. inval. (art. 3o, 5)	N	F	R	R	VU	Oui	Oui	pp+	Oui
<i>Ranunculetum baudotii</i> Hocquette 1927	F	N	RR	R	VU	Oui	Oui	Oui	{Oui}
<i>Samolo valerandi</i> - <i>Littorelletum uniflorae</i> V. Westh. 1947	N	F	RR	R	CR	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Thelypterido palustris</i> - <i>Phragmitetum australis</i> Kuyper 1957 em. Segal & V. Westh. in V. Westh. & den Held 1969'	F	M	RR	R	EN	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Viola odoratae</i> - <i>Ulmetum minoris</i> Doing ex Géhu & Franck 1982 nom. ined.	M	F;H	RR	R	VU	Oui	Oui	?	{Oui}

Gestion de la Plaine interdunaire de la Réserve biologique domaniale de la Côte d'Opale

Frantz VEILLE

Technicien forestier de l'UT Littoral, Flandre et Artois
Membre des réseaux nationaux Oiseaux et Herpétologie

Situé sur les communes de Berck et de Merlimont (Pas-de-Calais), l'ensemble de ce site dunaire d'environ 1 000 hectares se caractérise par des dunes de morphologie picarde comprenant une vaste plaine interdunaire, limitée à l'est par un ancien cordon de dunes (cordon dunaire interne) et à l'ouest par le cordon littoral mis en place récemment. L'altitude de la plaine interdunaire varie de 8 à 10 mètres du nord vers le sud. Cette plaine est aujourd'hui entièrement végétalisée et, selon les conditions pluviométriques, inondée (affleurement de la nappe dunaire) d'octobre à mai. Elle ne subit que très peu les effets de l'érosion éolienne. Sa topographie garde cependant les traces de la dynamique passée qui se traduisent par des variations, faibles mais incessantes, des niveaux d'eau.

En 1985, sur proposition de l'Office national des forêts (ONF), l'état classe la forêt domaniale de la Côte d'Opale en Réserve biologique pour une surface de 450 ha.

S'appuyant sur une solide connaissance scientifique (habitats, faune et flore) dont les premières études remontent au Projet Life 92-FR-013 de 1994, l'ONF, en concertation avec son Conseil scientifique consultatif, définit deux grands objectifs pour la rédaction du premier plan de gestion (1996-2005) : avec, d'un côté, le souhait de maintenir une mosaïque d'habitats dans un bon état de conservation et, de l'autre, la volonté de laisser s'exprimer les dynamiques naturelles. Aujourd'hui, des trois complexes éco-géomorphologiques de la réserve, c'est dans la plaine interdunaire que ce principe de gestion est le plus avancé.

Dans le plan de gestion en cours, établi pour 2016-2025, l'Office national des forêts a choisi pour le site un statut de réserve mixte, avec :

- une partie classée en réserve « intégrale », pour l'étude de la forêt dunaire laissée à sa libre évolution, sa préservation et la conservation d'habitats forestiers comme le boisement hygrophile longuement inondable à Bouleau pubescent (*Ligustro vulgaris* – *Betuletum pubescentis*) étant prioritaire,
- une partie classée en réserve « dirigée », où une gestion active est menée pour la sauvegarde des habitats des milieux ouverts tels que le bas-marais dunaire tourbeux à Choin noirâtre (*Carici trinervis* - *Schoenetum nigricantis*).

Les principes de gestion

De manière générale, la gestion en faveur des zones ouvertes de la plaine interdunaire vise à la conservation des habitats, une augmentation de leur diversité floristique et phytocénologiques, un retour à des phases pionnières et leur extension spatiale par le rajeunissement des milieux face à la colonisation forestière.

Ces principes sont ceux énoncés dans une étude réalisée en 1996 par F. Duhamel. Au cours du temps, l'ONF va adapter, hiérarchiser et évaluer ses pratiques de gestion en fonction de différents facteurs, maîtrisables ou non, pour les faire évoluer vers l'objectif attendu.

L'eau, par le battement de la nappe dunaire (nappe phréatique superficielle des sables), joue un rôle déterminant dans la dynamique végétale et conditionne directement les travaux à mettre en œuvre.

Les périodes d'inondation permettent de limiter l'entretien par fauche exportatrice au sein de l'hygrosère (excès d'eau = frein à la recolonisation des ligneux), à l'inverse des années à faible pluviométrie. Si des actions comme la pose de seuils sur différents fossés ont permis de limiter le drainage des eaux de surface, cette gestion de l'eau reste cependant difficile, puisqu'elle dépend de facteurs non maîtrisables par le gestionnaire, dont la pluviométrie et différentes interférences anthropiques en périphérie du site (pompages dans la nappe par exemple...).

Au plan technique, chaque grand type d'habitat de la plaine interdunaire requiert des périodes de travaux et des modes d'exécutions spécifiques, avec cependant, comme mode opératoire commun, l'évacuation des matières organiques pour éviter toute eutrophisation, qui serait synonyme de banalisation de la flore.

Enfin, l'étendue des surfaces restaurées ou à entretenir reste directement liée aux moyens alloués annuellement et à leur pérennisation dans le temps. C'est pourquoi, un des principes majeurs de la gestion mise en œuvre est de ne pas restaurer plus de surface de milieux qu'on ne saurait ensuite entretenir.

Entre 1999 et 2016, la collaboration avec des acteurs locaux a permis de diminuer fortement les coûts et autorisé une augmentation des surfaces gérées, en assurant la restauration du site puis sa gestion conservatoire sur le long terme grâce, entre autres, à la valorisation économique des produits (foin ou produits de coupe en bois de chauffage ou plaquettes).

Des travaux de restauration aux travaux d'entretien

Le mode d'intervention, pour les travaux de restauration, est guidé par la surface concernée, la structure végétale en place et les conditions édaphiques et morphologiques. Différentes options sont offertes, en fonction de la valorisation, possible ou non, des produits exploités :

- Lorsque le boisement a une valeur marchande, le choix de la restauration passe par une vente des produits ligneux. Il permet de mettre en place une activité socio-économique avec :

1. soit des coupes réalisées par les habitants de la commune, sous la forme de ventes accessoires de bois de chauffage (une dizaine de stères par foyer). Ce choix est retenu pour les petites surfaces à restaurer comme les bosquets, ou la restructuration de lisières ;

2. soit des coupes réalisées par un exploitant forestier (vente de gré à gré). Le principe est la mécanisation de l'exploitation (coupe par une abatteuse), avec évacuation des produits (débardeur forestier) et valorisation sous forme de copeaux (bois énergie). Ces coupes nécessitent l'organisation d'un schéma d'exploitation depuis la zone d'abattage jusqu'à la zone de dépôt.

L'avantage technique de ce mode de gestion est sa rapidité d'exécution (3 à 4 jrs/ha). Par ailleurs, ces coupes peuvent être bénéficiaire ou, en tous cas, d'un coût nettement inférieur à celui de travaux d'exploitation.

Les deux facteurs influençant la rentabilité de ce type d'intervention sont la qualité des produits (volume/ha, diamètre moyen, hauteur du peuplement...) et la distance de débardage (souvent supérieure à 1 km).

- Dans les jeunes formations forestières (saulaies, perchis de bouleaux...) ou pour des actions particulières comme la réouverture de trous de bombes, les interventions passent en mode « travaux » et donc par une dépense.

Réalisés par des entreprises ou à l'occasion de chantiers « Nature » (Association : Les Blongios, « La Nature en Chantier »), les préconisations de travaux restent identiques à l'option 1 ci-dessous, avec coupe et évacuation des produits (dans certains cas, un brûlage sur place permet d'évacuer les rémanents sous forme de cendres).

Cette façon de procéder permet la restauration de micro-milieux par une intervention douce puisque manuelle, et adaptée à la taille du chantier, souvent inférieure à 1 hectare. Dans le cas de chantiers « Nature », ils permettent de communiquer avec le public sur la gestion pratiquée.

Une fois les exploitations terminées (août-septembre), un double passage au broyeur lourd va permettre d'éliminer l'ensemble des rémanents du parterre de la coupe, d'araser des souches, voire de niveler le terrain (sans pour autant effacer le microrelief). Cette intervention a pour double objectif de faciliter la mécanisation des entretiens à venir et d'éviter tout dégât sur le matériel, afin d'obtenir un retour plus rapide de la flore herbacée héliophile.

Dans les premières années (2 à 5 ans), l'entretien des parcelles sera réalisé, dans la majorité des cas, par le passage d'une ensileuse type « Taar-up », avec évacuation par des bennes-remorques jusqu'aux places de compostage. Dans les stations sèches ou de conditions moyennes, l'entretien de certaines parties de parcelle est complété par le passage d'un gyrobroyeur à axe horizontal (couteaux), afin de couper au plus ras les rejets, car la hauteur de coupe (plus de 10 cm) par le « Taar-up » n'empêche pas le Tremble (*Populus tremula*) de retrouver de la vigueur sous forme de rejets, ce qui prolonge d'autant la phase de restauration.

Autour des micro-mares, les travaux d'entretien se font par fauchage à la débroussailleuse à dos, avec évacuation des rémanents ou des cendres vers les places de compostage. Ils sont intensifs durant les 3 à 4 premières années suivant leur restauration, avant de passer à une fauche tous les 2 à 3 ans. Pour les interventions dans les bas-marais évolués, les roselières et les mares permanentes ou temporaires, les entretiens se limitent à la coupe des rejets (tronçonneuse ou débroussailleuse à dos) suivant la dynamique observée (saules principalement).

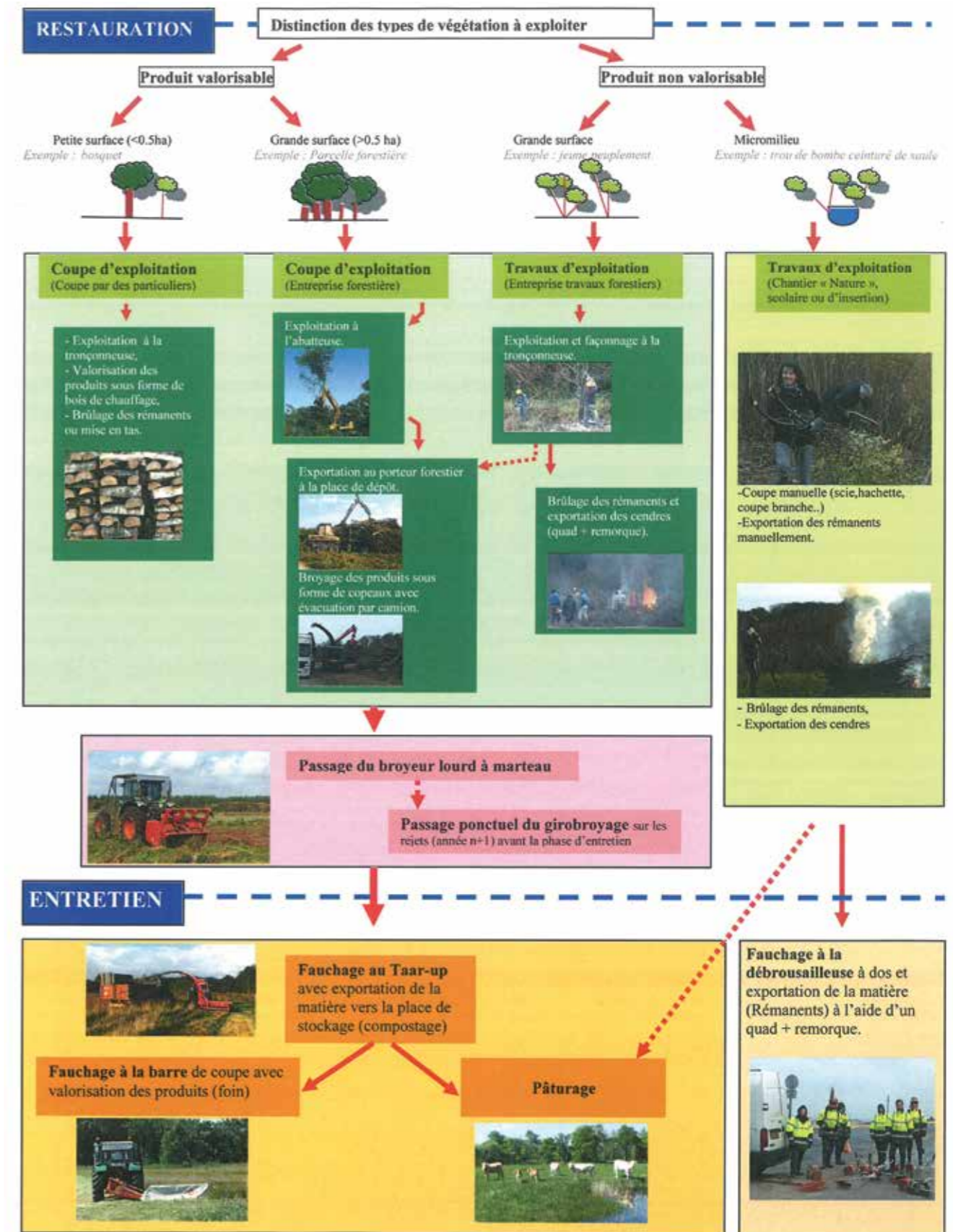
Lorsque les parcelles restaurées présentent une structure herbacée homogène et de bonne qualité fourragère (absence de rejets ligneux ou de végétation herbacée d'ourlet), l'entretien évolue vers un fauchage à la barre de coupe, permettant une valorisation des produits sous forme de balles rondes de foin.

Un cahier des charges est fourni aux prestataires agricoles pour définir les prescriptions techniques et environnementales ainsi que les périodes d'intervention.

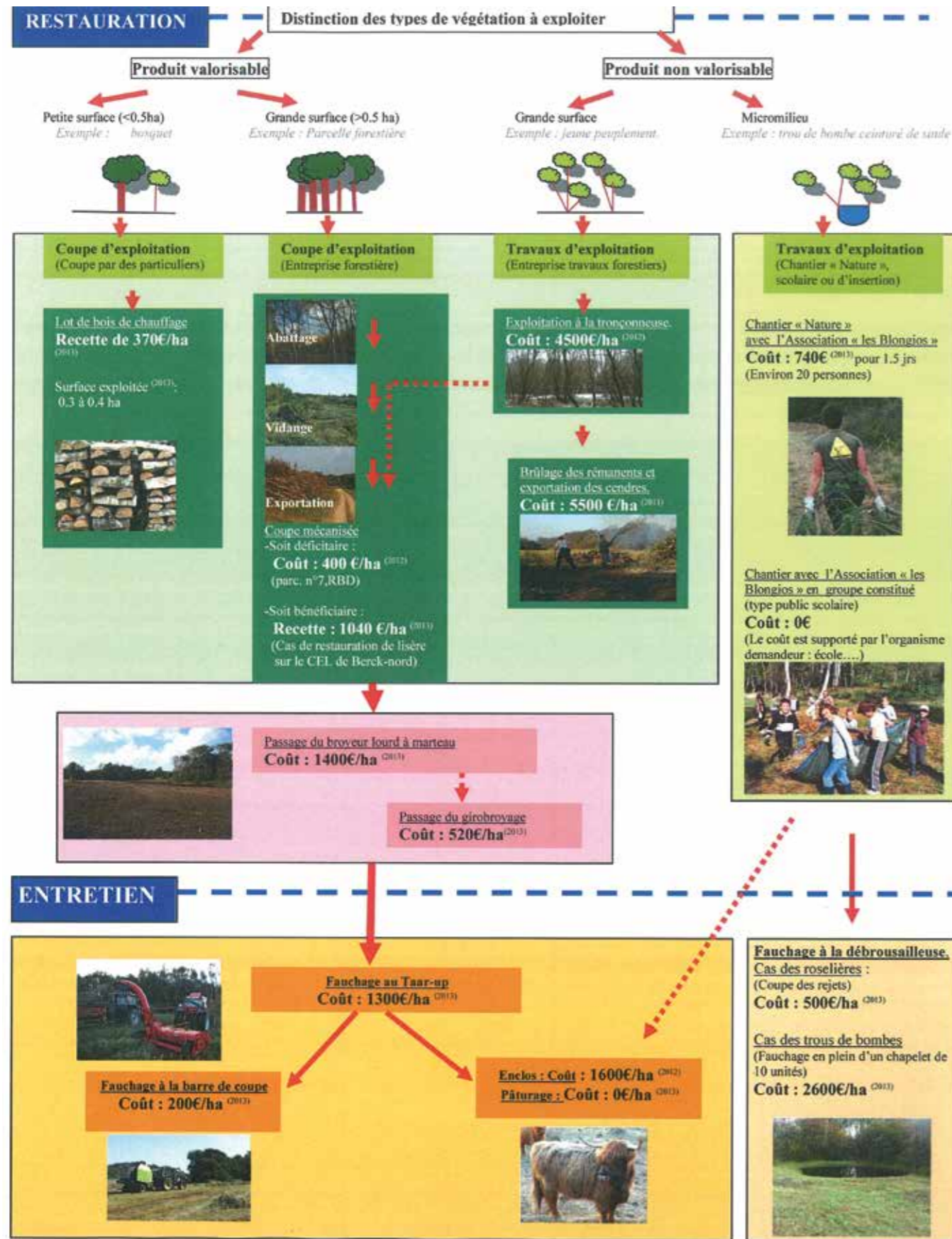
Selon les objectifs visés, certaines parcelles sont gérées par pâturage bovin. La pression moyenne annuelle est de 0,5 UGB/ha (Unité Gros Bétail). Historiquement, le choix de la race s'était porté sur l'« Highland Cattle ».

Cette race très rustique permettait, non seulement d'assurer un pâturage annuel constant, mais aussi d'avoir un rôle de défricheur sur les boisements de recolonisation. Par la suite, la qualité fourragère des parcelles, mais aussi le faible rendement économique de cette race, ont conduit à s'orienter vers la « Blonde d'Aquitaine », race dite « à viande ». Ces animaux, moins rustiques, ne pâturent que de mai à octobre mais de manière plus intensive au sein des parcs (pâturage « Flash »). Durant la mauvaise saison, ils retournent en étable pour un meilleur suivi du cheptel (vêlage), et sont en partie alimentés avec les foins issus du site.

En 2016, la surface de zones ouvertes gérées au sein de la plaine interdunaire est de 84 hectares : 45,5 ha sont traités par fauche exportatrice (barre de coupe), 32 hectares par pâturage extensif et 6,5 hectares par fauche manuelle.



Les différentes méthodes de gestion au sein de la Plaine Interdunaire



Bilan après 20 ans de gestion

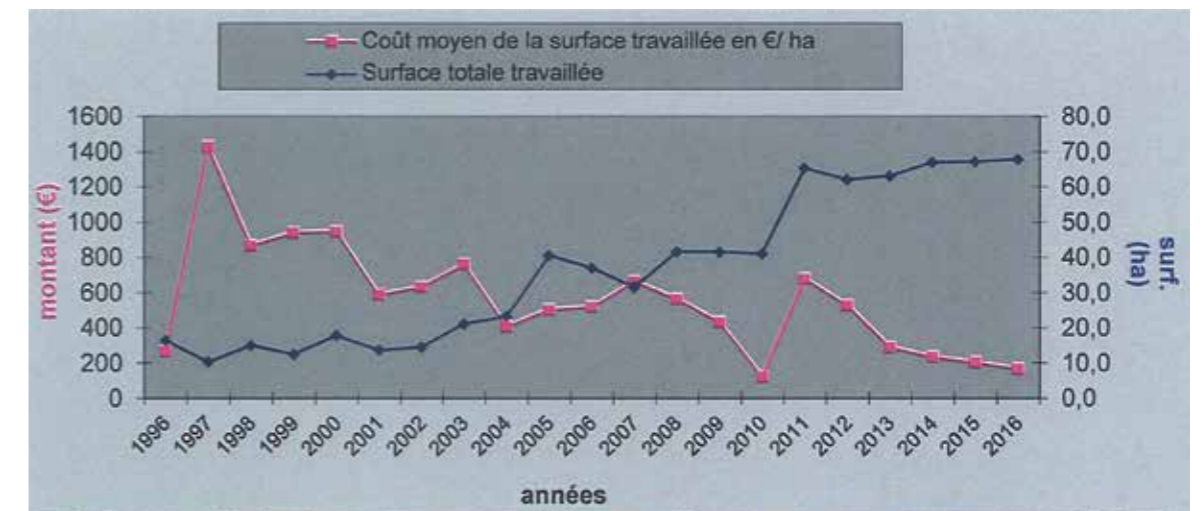
Les bilans économiques et scientifiques restent, pour le gestionnaire, des facteurs déterminants pour l'évaluation des actions réalisées.

Pour la partie scientifique, l'Office national des forêts a fait appel au Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul (CRP/CBNBL) pour mettre en place une méthode de suivi des communautés végétales, en relation avec les modalités de gestion mise en œuvre.

Sur la soixantaine de quadrats installée sur le site, une trentaine concerne directement la plaine interdunaire.

Suite à une lecture régulière des différents quadrats depuis 2000, le CRP/CBNBL a édité un premier constat il y a quelques années (Blondel et al. 2013) Ce rapport conclue que : « au niveau des résultats, il existe une corrélation nette entre, d'une part, la fréquence des fauches exportatrices et, d'autre part, la structure et la texture des végétations concernées : plus ces fauches ont été nombreuses ou régulières, plus la végétation qui en résulte est rase et diversifiée » et que, « dans un but de diversification des végétations et des espèces à l'échelle du site, et afin de tenir compte également des exigences écologiques des espèces animales (...) le pâturage peut aussi être envisagé sur certaines végétations : prairies mésophiles à mésohygrophiles et pelouses mésoxérophiles ».

Pour la partie économique, le graphique suivant reprend le coût moyen des surfaces travaillées par hectare et par an (courbe rose sur le graphique) et d'autre part, la surface gérée annuellement (courbe bleu sur le graphique). Entre 1996 et 2016, la dépense moyenne est de l'ordre de 17 000 € par an. Ces montants fluctuent en fonction des coûts, plus importants lors des phases de restauration et moindre lors des phases d'entretien.



Évolution des coûts de gestion (€/ha) et des surfaces travaillées annuellement dans la Plaine interdunaire

Les courbes du graphique mettent en évidence l'évolution constante de la surfaces travaillée avec, en parallèle, une diminution du coût annuel des travaux à l'hectare (175€/ha en 2016).

La courbe des surfaces est marquée par deux hausses : en 2005, avec la mise en place du pâturage (parcelle n°11 – enclos de 16 ha du Marais aux mouettes et de la Plaine aux aubépines) et en 2011, avec la montée en puissance des zones fauchées à la barre de coupe par les entreprises agricoles et la création d'un troisième enclos de pâturage, investissement qui correspond également à la hausse temporaire du coût à l'hectare.

Les deux grands facteurs influençant ce constat sont d'une part, la valorisation des produits (bois) accompagnant les phases de restauration et, d'autre part, le rapprochement avec des acteurs agricoles locaux (finage et pâturage).

Vingt années de pratique ont permis de mettre au point différentes techniques de gestion pour mener à bien les grandes phases de restauration en vue du maintien du bon état de conservation des habitats de la plaine interdunaire. Les activités socio-économiques agricoles testées ces dernières années permettent maintenant d'envisager une gestion d'entretien à long terme, gestion réellement durable et compatible avec les enjeux scientifiques. L'objectif des prochains plans de gestion est d'affiner et de poursuivre ces différentes coopérations entre gestionnaires, scientifiques et acteurs locaux, pour une meilleure prise en compte de ces milieux dunaires humides exceptionnels au niveau européen, comme l'ont confirmé différents scientifiques néerlandais lors du colloque de l'EUCC « Coastal dunes management strategies and practices : perspectives and cases studies » qui s'est déroulé à Merlimont du 17 au 19 juin 2014.

Bibliographie

BLONDEL, C., DELPLANQUE, S., DARDILLAC, A., CORNIER, T. & DUHAMEL, F., 2013. – Réserve biologique domaniale de la Côte d'Opale (Merlimont, Pas-de-Calais). Lecture et analyse de l'ensemble des quadrats du dispositif de suivi floristique et phytosociologique. Centre régional de phytosociologie / Conservatoire botanique national de Bailleul, pour l'Office national des forêts. 1 vol. 92 p. + annexes. Bailleul.

DUHAMEL, F., 1996. - Étude floristique et phytocénotique des dunes de Merlimont. Dossier I : inventaire de la flore, description des habitats et évaluation patrimoniale. Dossier II : propositions de restauration et de gestion conservatoire. Dossier III : patrimoine floristique et phytocénotique des pannes inondables et des mares des différents systèmes dunaires. Centre régional de phytosociologie / Conservatoire botanique national de Bailleul, pour l'Office national des forêts et le Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres dans le cadre du *Projet Life* 92-FR-013, 3 vol., I : 1-150 ; II : 1-75 + annexe ; III : non paginé.

Marais de Villiers

Alexandra JANCZAK
Chargée d'études montreuillois
Conservatoire d'espaces naturels Nord - Pas-de-Calais

Localisation & contexte

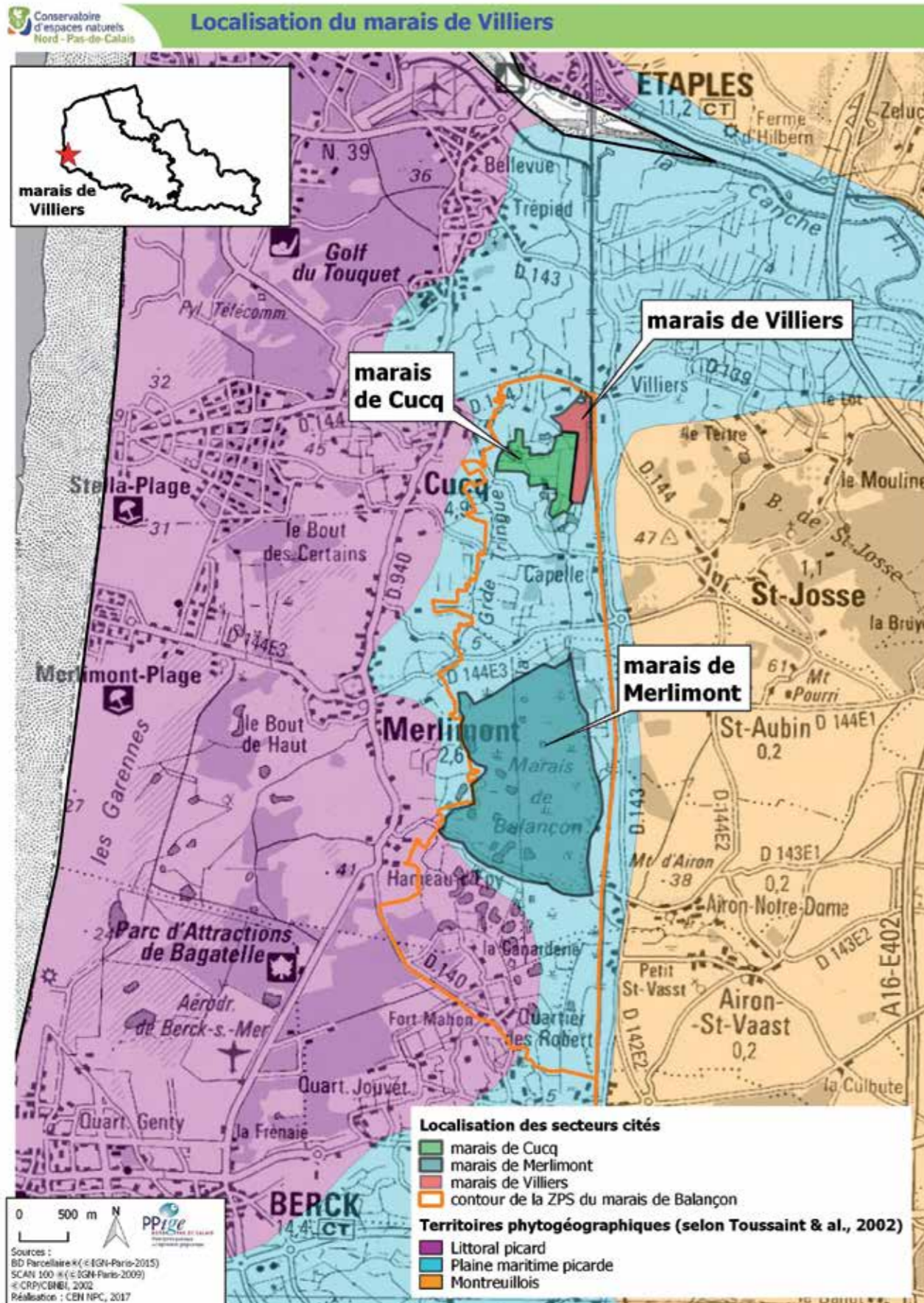
Le marais de Villiers se situe au sud-ouest du Pas-de-Calais, sur la commune de Saint-Josse-sur-Mer. Le site fait partie d'un étroit cordon de zones humides arrière-dunaires longeant le littoral depuis l'estuaire de la Canche au nord jusqu'à la baie de Somme au sud, appelé bas-champs (cf. carte 1 ci-après). Plus localement, le site appartient au complexe du marais de Balançon qui comprend entre autres les marais de Cucq, Villiers et Merlimont (cf. carte 1 ci-après). Ce complexe constitue un secteur majeur de bas-marais alcalin oligotrophe des Hauts-de-France, tant en surface que par l'état de conservation des végétations.

Descriptif du site

Le marais de Villiers, d'une surface de 20,6 hectares est constitué de deux secteurs distincts. Au nord un secteur pâturé d'environ 10 ha présentant un gradient de végétations hygrophiles ponctuées de lentilles tourbeuses éparses. Au sud, un secteur de bas-marais de même superficie où tremblants, roselières, gouilles et fossés s'entremêlent.



Vue aérienne des marais de Cucq (à gauche) et de Villiers (à droite)



Localisation du marais de Villiers

Historique, statut actuel et gestion

Statuts réglementaires et zones d'inventaires

Le marais de Villiers fait l'objet de protections diverses, de l'échelle locale à l'échelle européenne, soulignant la valeur extra-régionale de ce secteur :

- il fait partie du site inscrit « Marais arrière-littoraux » (décret du 13 octobre 1977) ;
- il est classé en Zone de protection spéciale au titre de la Directive européenne « Oiseaux » (n° ZPS 03 n° FR31110083) dont le document d'objectifs (DOCOB), a été approuvé en 2014 ;
- il est classé en zone ND (espaces littoraux remarquables) au Plan local d'urbanisme de Saint-Josse-sur-Mer.

Le site figure également dans des inventaires régionaux, nationaux et européens : ZNIEFF de type I ; zone humide d'importance nationale au titre du Plan national d'action en faveur des zones humides (MEDAD, 2008) ; zone humide prioritaire par le SDAGE du bassin Artois-Picardie et « Sites à forts enjeux » de l'inventaire des zones humides alluviales du bassin versant de la Canche (CSN, 2003).

Historique du site

La formation de la tourbière coïncide avec celle du cordon dunaire. Des sources, partant au pied du plateau crayeux à proximité d'Airon-Saint-Vaast, donnaient naissance à de petites rivières qui se jetaient directement dans la mer à proximité de Berck. Suite à la constitution des différents cordons dunaires au Haut Moyen-Age (GOURRY *et al.*, 2001), l'évacuation de l'eau fut entravée et ces cours d'eaux ne pouvaient alors s'écouler que par les estuaires de la Canche au nord et de l'Authie au sud. Ce phénomène a généré un important ennoisement de la plaine maritime qui, accentué par l'absence de topographie, conduira à la création des marais de Merlimont et de Cucq-Villiers.

L'épaisseur de l'horizon tourbeux sur le site est faible (maximum 1,5 à 2 mètres d'épaisseur), ce qui traduit bien l'histoire récente de la tourbière. La tourbe est constituée principalement de *Cladium mariscus*, *Phragmites australis* et *Equisetum fluviatile* accompagnés d'une grande quantité de morceaux de bois. La tourbière semble donc s'être constituée depuis le même environnement végétal que celui qui existe actuellement voire depuis un environnement plus boisé qu'actuellement.

Au début du XIX^e siècle commence l'extraction de la tourbe dans les grandes vallées tourbeuses de la région (Authie, Sensée, Somme...) de la région. La tourbe des marais de Merlimont – Villiers – Cucq, du fait de sa relative jeunesse, brûle mal, produit peu de chaleur et répand une odeur très désagréable. De plus, elle est difficile à extraire car nécessite de rentrer dans l'eau jusqu'à la taille (DE BONNARD, 1809). Ainsi, seuls les habitants les plus pauvres en faisaient l'extraction. Ceci a permis de préserver la tourbière de l'exploitation intensive de la tourbe qui sévissait à l'époque.

Propriété communale, le marais de Villiers a été utilisé en vaine pâture dans les secteurs les plus portants voire peut-être par brûlis comme cela était pratiqué dans le marais de Merlimont. Dans les années 1970 quelques fossés de drainage ont été creusés dans l'espoir de mettre en culture la partie nord.

L'intérêt écologique exceptionnel des marais tourbeux arrière-littoraux de Balançon et Cucq-Villiers a été largement mis en évidence dès le XIX^e siècle par les prospections des naturalistes régionaux (Abbé BOULAY, GENEAU de LAMALIERE, HERENT...) et plus récemment par les recherches de Jean-Roger WATTEZ (1964 et 1968) et du professeur ROSE.

La commune de Saint-Josse-sur-Mer a confié en 1997 au Conservatoire d'espaces naturels du Nord et du Pas-de-Calais, la gestion du marais de Villiers via une convention de gestion de 10 ans. Trois années plus tard, un bail emphytéotique d'une durée de 30 ans est signé afin de protéger à moyen terme le site. En 2016, la commune a souhaité se séparer de certains de ses communaux. C'est ainsi que le CEN est devenu propriétaire de ce site début 2017 via des financements de l'Agence de l'eau Artois-Picardie et du Fond européen de développement économique et régional (FEDER).

Maîtrise d'usage et gestion du site

Maîtrise d'usage

Le pâturage est conduit par deux exploitants agricoles locaux (un bovin et un équin) et constitue l'activité pratiquée sur la moitié nord du marais. Pour chaque agriculteur, un contrat d'entretien agricole est établi chaque année et fixe les conditions et modalités sur le site.

L'ensemble du site est sous bail de chasse conclu en 2016 entre la commune et le bailleur pour une durée de 40 ans. L'activité cynégétique est orientée vers la chasse à la Bécassine des marais, effectuée à la botte d'août à février.

Gestion du site

La gestion conservatoire du marais a démarré au début des années 2000. Les principales opérations de gestion mises en place consistent en la mise en pâturage du secteur nord du marais, au déboisement du secteur sud, et à la gestion des milieux ouverts tourbeux.

Concernant le pâturage, la pression de pâturage est définie annuellement en concertation avec les agriculteurs. Elle oscille généralement entre 0,3 et 0,4 UGB/ha/an de pression de pâturage.

Le maintien des milieux ouverts est effectué par gyrobroyage. L'accumulation de matière organique ne pose pas de problème du fait des niveaux d'eau constants qui ne permettent pas une dégradation rapide des résidus de broyage et donc une minéralisation importante. Du fait de la portance faible du substrat, le broyage s'effectue avec l'aide d'une dameuse de piste de ski munie d'un broyeur (cf. illustration ci-après). D'autres opérations de gestion sont menées ponctuellement sur le site comme par exemple le curage partiel des fossés non drainants, pour les coléoptères aquatiques. Les inventaires menés depuis 1997 par différentes structures de connaissance et de protection de la nature (CEN, CBNBL, SENF, GON, SMNF) ont permis d'inventorier 30 syntaxons, 271 espèces de plantes vasculaires, 29 de mousses, 183 de champignons et 349 espèces animales.



Gyrobroyage des layons à l'aide de la dameuse

Intérêts majeurs du site

La richesse de la flore fait du marais l'un des principaux sites régionaux pour des espèces dont la présence est exceptionnelle dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais : le Rubanier nain (*Sparganium natans*), l'Utriculaire naine (*Utricularia minor*), le Blysmes comprimé (*Blysmus compressus*), la Laïche arrondie (*Carex diandra*) et la Laïche blonde (*Carex hostiana*). Dix-neuf espèces végétales présentes sur le site sont menacées et figurent sur la liste rouge régionale dont trois en danger critique d'extinction et quatre menacées d'extinction. La liste des espèces floristiques d'intérêt patrimonial observées sur le site se situe ci-après.

Concernant la faune, de nombreuses espèces sont exceptionnelles à très rares dans la région. On citera à titre d'exemple : deux espèces d'araignées (*Mendoza canestrinii* et *Robertus arundineti*) ou encore la Locustelle luscinioides (*Locustella luscinioides*), oiseau nicheur régulier sur le site.

Patrimoine phytocénotique

Sur le marais s'expriment trois principaux systèmes de végétations qui suivent un gradient nord-sud :

- au nord, une combinaison de végétations des sols minéraux ;
- au centre, des végétations des sols paratourbeux ;
- et au sud des végétations turficoles oligotrophiles.

Ce gradient s'explique pour partie du fait de la pédologie. Les principaux facteurs d'influence sont l'épaisseur de la couche de tourbe ainsi que la nature de l'horizon sous-jacent.

Les végétations des sols minéraux s'observent au nord du site, secteur où le sol est composé principalement d'argiles imperméables surmontées d'une faible couche de tourbe. L'alimentation en eau est donc, d'une part, atmosphérique et, d'autre part, issue de la nappe des bas-champs présente dans l'horizon superficiel tourbeux. Le substrat est exondé chaque été ce qui conduit à la minéralisation de la tourbe. Cette série de végétation

est caractérisée sur le site par le *Pulicario dysentericae* – *Juncetum inflexi typicum* issu du pâturage extensif des prairies. La tonsure (végétation vivace rase de cicatrisation des végétations herbacées) liée à cette prairie est présente sur le site, il s'agit du *Junco compressi* – *Blysmetum compressi*.

En contact avec ces végétations, on observe des végétations des sols paratourbeux. L'augmentation de l'épaisseur de la couche de tourbe entraîne un ennoïement plus important qui limite l'assèchement et donc la minéralisation. Ceci dit la couche de tourbe étant mince (<40cm) la végétation reste dépendante de l'horizon argileux situé en dessous. On y observe des végétations telles que l'*Hydrocotylo vulgaris* – *Juncetum subnodulosi* ainsi que très ponctuellement sa tonsure récemment décrite : *Caricetum viridulo* – *lepidocarpae* Catteau, Prey et Hauguel *in press*. Sur les marais de Villiers et surtout de Cucq, le second horizon étant constitué d'argile, il limite les infiltrations issues de la nappe de la craie. L'alimentation en eau est donc également liée aux apports atmosphériques et de la nappe des bas-champs. Mais l'horizon tourbeux étant plus profond, il ne s'exonde que très rarement ce qui limite la minéralisation du substrat.

Plus au sud, l'épaisseur de tourbe augmente progressivement pour atteindre au maximum 2 m à l'extrémité sud du site. La tourbe est surmontée par endroit d'un « tremblant » très aqueux formé par les racines des végétaux. En sous-strate, l'argile laisse place à un horizon sablo-limoneux perméable, permettant les échanges hydriques entre les nappes sous-jacentes (nappe des sables « pissards » et nappe de la craie) et la nappe libre contenue dans l'horizon tourbeux appelée nappe des bas-champs. Le substrat est ainsi inondé en permanence par une eau pauvre en nutriments, ce qui permet le maintien d'une tourbe peu décomposée qui génère un substrat oligotrophe sur lequel s'installent des végétations caractéristiques.

Les végétations présentes sur le site qui caractérisent cet ensemble sont, du plus sec au plus humide :

- *Junco subnodulosi* – *Schoenetum nigricantis* et *Cladietum marisci* ;
- *Anagallido tenellae* – *Eleocharitetum quinqueflorae*, tonsure commune aux syntaxons précédent et au suivant ;
- *Junco subnodulosi* – *Caricetum lasiocarpae* ;
- *Scorpidio scorpioidis* – *Utricularietum minoris* ;
- *Potametum colorati* ...

Le long des fossés et chenaux, la décomposition partielle de la tourbe en période de basses eaux et la relative richesse en nutriments des eaux permettent la présence d'un ensemble de végétations de marais tourbeux alcalins mésotrophes (Catteau *et al.*, sous presse) :

- *Thelypterido palustris* - *Phragmitetum australis* ;
- *Lathyro palustris* - *Lysimachietum vulgaris* ;
- *Myriophyllo verticillati* - *Hippuridetum vulgaris* ;
- *Lemno trisulcae* - *Utricularietum vulgaris*.

Il est à noter que, ponctuellement, du fait de la micro-topographie, des phénomènes d'ombrotrophisation sont observables, surtout sur le marais de Cucq où l'on observe des buttes à *Sphagnum subnitens*, accompagnées d'espèces comme *Drosera rotundifolia* et *Pedicularis sylvatica*.

Au total sur le marais de Villiers, 30 syntaxons ont été identifiés (données CEN et Digitale2) entre 1997 et 2016. 22 syntaxons sont d'intérêt patrimonial en Nord-Pas-de-Calais (d'après CRP/CBNBL., 2016) dont 10 ayant un statut de menace égal ou supérieur à « En danger » et 14 syntaxons dont la menace en Nord-Pas-de-Calais est supérieure à « Très rare » (cf. annexe 2). Au total, les végétations patrimoniales recouvrent approximativement 60 % de la surface du site.

Il faut souligner la responsabilité majeure du marais de Villiers pour la conservation de certaines de ces végétations :

- **Gazon amphibie à Mouron délicat et Eleocharide pauciflore (*Anagallido tenellae* - *Eleocharitetum quinqueflorae*) [RR/CR/DH] :**

Ce gazon atlantique n'est connu en région que des marais de la plaine maritime picarde où il est dans le meilleur état de conservation, de la carrière de Dannes et de la vallée de la Somme. Dans le Laonnois, le Clermontois et la Brie, il semble qu'il soit présent sous forme très fragmentaire. Il est ainsi considéré comme très rare et en danger critique d'extinction en Nord-Pas-de-Calais et est également un habitat naturel d'intérêt majeur à l'échelle du bassin parisien (FRANCOIS., PREY. *et al.*, 2012). On peut donc considérer la Plaine maritime picarde comme le bastion absolu de cette association (son aire de répartition va du Finistère sud à la Champagne). Dans un contexte de dégradation et de vieillissement généralisé des marais tourbeux, cette végétation apparaît comme un bon indicateur du fonctionnement des tourbières actives et traduit donc une grande qualité de l'écosystème.

- **La Cariçaie à Jonc à fleurs obtuses et Laïche filiforme (*Junco subnodulosi* - *Caricetum lasiocarpae*) [E/CR/DH] :** ce radeau flottant de petites laïches situé dans les niveaux topographiques inférieurs, abrite de nombreuses espèces typiques des bas-marais comme le Liparis de Loesel (*Liparis loeselii*, Ann. II de la DHFF). L'aire de répartition de cette végétation est probablement nord-atlantique ; en France, elle pourrait s'étendre de la Normandie occidentale à la Champagne et la Bourgogne et l'Île-de-France. Elle reste toutefois extrêmement localisée du fait des conditions écologiques nécessaires à son développement. En région, les rares stations encore existantes sont localisées en Plaine maritime picarde, dans les vallées de la Somme et de l'Avre et dans les marais de la Souche. La description originale de cette association émane de la Plaine maritime picarde (Wattez, 1968).



Cariçaie du *Junco subnodulosi* - *Caricetum lasiocarpae*

- **L'Herbier à Scorpion faux-scorpion et Utriculaire naine (*Scorpidio scorpioidis* – *Utricularietum minoris*) [E/CR/DH]** : cet herbier immergé de petites plantes carnivores (utriculaires), associées à des mousses et des Characées est une végétation à caractère subatlantique boréal avec des disjonctions dans les massifs montagneux calcaires (Jura par exemple), inféodée aux eaux très riches en carbonate de calcium et pauvres en nutriments. Elle est répartie principalement dans le nord-ouest de l'Europe, mais reste toujours rare dans de nombreuses zones humides de la France non méditerranéenne. En région, cette association est considérée comme exceptionnelle car localisée dans la Plaine maritime picarde et dans la vallée de la Somme principalement.

- **La Prairie naturelle à Jonc subnoduleux et Choin noirâtre (*Juncus subnodulosus* – *Schoenetum nigricantis*) [E/CR/DH]** : cette pelouse hygrophile héberge à Villiers des espèces d'intérêt patrimonial majeur (*Liparis loeselii*, *Carex hostiana*, *Pedicularis palustris*...). L'association possède une aire nord-atlantique centrée sur le nord-ouest du Bassin parisien. Les relevés d'Irlande sont appauvris, sans doute pour des raisons chorologiques. Les relevés de Bretagne sont légèrement appauvris, peut-être pour des raisons écologiques (le sol pourrait être moins alcalin). Vers l'est (Aisne, Champagne-Ardenne), l'association s'exprime sous une race subcontinentale (de FOUCAULT, 1984), faisant la transition avec l'*Orchido palustris* – *Schoenetum nigricantis* Oberdorfer 1957. Sa distribution a probablement beaucoup régressé en un siècle. Les communautés de la Plaine maritime picarde, globalement en bon état de conservation, doivent donc être considérées comme d'une importance majeure pour la conservation de cette association.

Au niveau européen

Treize syntaxons présents sur le marais sont inscrits à l'annexe 1 de la Directive « Habitats-Faune-Flore ». Ces syntaxons correspondent à sept intitulés d'habitats remarquables en nette régression en Europe (MNHN., 2013) parmi lesquels la majeure partie est liée aux eaux oligotrophes et/ou dystrophes et aux tourbières alcalines. Parmi ceux-ci, il convient de noter :

- l'habitat **7210*** (Marais calcaires à *Cladium mariscus* et espèces du *Caricion davallianae*), prioritaire à l'échelle européenne et considéré dans un état de conservation défavorable inadéquat dans le domaine atlantique français ;
- l'habitat **3160** (Lacs et mares dystrophes naturels) et l'habitat **7230** (Tourbières basses alcalines), considérés dans un état de conservation défavorable mauvais dans le domaine atlantique français (ainsi que dans le domaine continental français) ;
- l'habitat **7140** (Tourbières de transition et tremblants), considéré dans un état de conservation défavorable mauvais dans le domaine atlantique français (ainsi que dans le domaine alpin français).

Bibliographie

BIGOT B., CARON A., HOLLIDAY J., JANCZAK A. & FOURMY F., 2014 – Document d'objectif Natura 2000 de la zone de protection spéciale FR310083 « Marais de Balançon ». Fédération départementale des chasseurs du Pas-de-Calais et Conservatoire d'espaces naturels du Nord-pas-de-Calais.

CATTEAU E., DUHAMEL F., BALIGA M-F., BASSO F., BEDOUET F., CORNIER T., MULLIE B., MORA F., TOUSSAINT B. & VALENTIN B., 2009 – Guide de la végétation des zones humides de la région Nord-Pas-de-Calais. CRP-CBNB. 632p.

CATTEAU E., FRANÇOIS R., PREY T. & FARVACQUES C., sous presse - Analyse d'un système de végétations menacées : les tourbières neutro-alcalines du nord-ouest de la France. Documents phytosociologiques - Actes du colloque de Saint-Mandé 2012 - Prodrome et cartographie des végétations de France - 2017 - 6 : 276-312.

DE BONNARD A. H., 1809 - Notice sur les tourbières du département de Pas-de-Calais – Cahiers du journal des mines N°. 151 , Juillet 1809.

DUHAMEL, F. & CATTEAU, E. (coord.), 2014 - Inventaire des végétations du nord-ouest de la France. Partie 2a : évaluation patrimoniale des végétations du Nord-Pas de Calais. Version n°1 / avril 2014. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, avec la collaboration du Collectif phytosociologique du nord-ouest de la France. 39 p. (document téléchargé sur le site du Conservatoire botanique national de Bailleul :

<http://www.cbndl.org/ressources-documentaires/referentiels-et-outils-de-saisie/article/referentiels> Téléchargé le 28/07/2017

FRANCOIS R., PREY T., HAUGUEL J-C., CATTEAU E., FARVACQUES C., DUHAMEL F., NICOLAZO C., MORA F., CORNIER T. & VALET J-M., 2012 – Guide des végétations des zones humides de Picardie. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul.

GEHU J-M., GEHU-FRANCK J., WATTEZ J-R., ROSE F., BON M. & TOMBAL P., 1980 – Proposition pour la création d'une réserve naturelle – Marais communal de Cucq- Villiers. Station de Phytosociologie, Bailleul.

GOURRY J-C., FARJANEL G., HERVIEUX., VAN VLIET LANOË B., & BAETEMAN C., 2001 – Evolution géologique du système côtier picard entre Berck et Merlimont (62) au Quaternaire. Scénarios géoprospectifs de l'évolution dunaire. BRGM

HUBERT B. & GALLET B., 2009 – Plan de gestion 2009-2013 (2nd renouvellement) du marais de Villiers (Saint-Josse sur mer, Pas-de-Calais). Conservatoire d'espaces naturels Nord-Pas-de-Calais.

HUBERT B., JANCZAK A. & FOURMY F., 2015 - Le marais de Villiers (Saint-Josse-sur-Mer, 62) - Plan de gestion 2015-2019 - Conservatoire d'espaces naturels du Nord-Pas-de-Calais.

LOUCHE B., 1997. Limites littorales de la nappe de la craie dans la région Nord - Pas-de-Calais. Relations eaux souterraines-eaux superficielles-mer. Pub. Soc. Géol. Nord n° 24, 275 p., 146 fig., 29 tabl., 2 ann.

MNHN., 2013 - Résultats synthétiques de l'état de conservation des habitats et des espèces, période 2007-2012. Rapportage article 17 envoyé à la Commission européenne, juillet 2013, http://inpn.mnhn.fr/docs/Resultats_synthétique-Rapportage_2013_DHFF.xlsx Téléchargé le 27/07/2017.

TOUSSAINT B., LAMBINON J. & HENDOUX F., 2002 - Définition et cartographie des territoires phytogéographiques de la région Nord/Pas-de-Calais (France). Lejeunia, n°171 : 1-32.

TOUSSAINT, B. (coord.), 2016 – Inventaire de la flore vasculaire du Nord-Pas de Calais (Ptéridophytes et Spermatophytes) : raretés, protections, menaces et statuts. Version n°4c / mars 2016. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, avec la collaboration du Collectif botanique du Nord-Pas de Calais.

WATTEZ J.R., 1968 - Contribution à l'étude de la végétation des marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde. Thèse pour l'obtention du Doctorat d'État en pharmacie. Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Lille.

WATTEZ J-R., 1980 – Les marais arrière littoraux du Sud-Ouest du Pas-de-Calais: les tourbières de Villiers-Cucq. Nord Nature fascicule n°20.

WATTEZ J-R., 2016 – La flore et les végétations dans l'arrondissement de Montreuil-sur-mer (département du Pas-de-Calais).

Flore - Marais de Villiers

Taxon valide	Statut d'indigénat principal	Statut d'indigénat secondaire	Rareté	Menace	Directive Habitats, Faune, Flore - Annexe II	Protection nationale - Annexe 1	Protection régionale	Intérêt patrimonial	Liste rouge régionale
<i>Anagallis tenella</i> (L.) L.	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Baldellia ranunculoides</i> (L.) Parl. subsp. <i>ranunculoides</i>	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Blysmus compressus</i> (L.) Panzer ex Link	I		E	EN	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Butomus umbellatus</i> L.	I	N;C	PC	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Calamagrostis canescens</i> (Weber) Roth	I		AR	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Calamagrostis canescens</i> (Weber) Roth	I		AR	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Carex appropinquata</i> C.F. Schumach.	I		RR	EN	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Carex diandra</i> Schrank	I		E	CR	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Carex distans</i> L. var. <i>distans</i>	I		R	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Carex hostiana</i> DC.	I		E	CR	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Carex lasiocarpa</i> Ehrh.	I		RR	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Carex lepidocarpa</i> Tausch	I		RR	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard	I		AR	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Carex rostrata</i> Stokes	I		R	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Carex viridula</i> Michaux	I		R	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Catabrosa aquatica</i> (L.) Beauv.	I		R	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Cladium mariscus</i> (L.) Pohl	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Comarum palustre</i> L.	I	C	RR	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soó subsp. <i>incarnata</i>	I		AR?	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Dactylorhiza praetermissa</i> (Druce) Soó	I		PC	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Eleocharis quinqueflora</i> (F.X. Hartm.) O. Schwartz	I		RR	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Eleocharis uniglumis</i> (Link) Schult.	I		R	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Epilobium palustre</i> L.	I		AR	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz	I		AR	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Eriophorum angustifolium</i> Honck.	I		RR	EN	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Galium uliginosum</i> L.	I		AR	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Isolepis cernua</i> (Vahl) Roem. et Schult.	I		E	EN	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Juncus subnodulosus</i> Schrank	I		PC	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Liparis loeselii</i> (L.) L.C.M. Rich. var. <i>loeselii</i>	I		E	CR	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	I		R	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Nasturtium microphyllum</i> (Boenningh.) Reichenb.	I		R	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Oenanthe fistulosa</i> L.	I		PC	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Oenanthe lachenalii</i> C.C. Gmel.	I		R	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Ophioglossum vulgatum</i> L.	I		AR	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Parnassia palustris</i> L.	I		AR	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Pedicularis palustris</i> L.	I		RR	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Poa palustris</i> L.	I		R	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Ranunculus lingua</i> L.	I	C	AR	VU	Non	Oui	Non	Oui	Oui
<i>Salix repens</i> L.	I		PC	LC	Non	Non	Non	Oui	pp
<i>Samolus valerandi</i> L.	I		PC	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> (C.C. Gmel.) Palla	I		AR	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Schoenus nigricans</i> L.	I		R	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Scorzonera humilis</i> L.	I		RR	EN	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Senecio aquaticus</i> Hill	I		PC	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Sparganium natans</i> L.	I		E	EN	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Stellaria palustris</i> Retz.	I		AR	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Palustris</i> (Lindb. f.) Dahlst.	I		E	VU				Oui	Oui
<i>Thelypteris palustris</i> Schott	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Triglochin palustris</i> L.	I		R	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Utricularia minor</i> L.	I		E	CR	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Valeriana dioica</i> L.	I		AR	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Veronica scutellata</i> L.	I		AR	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non

Végétation - Marais de Villiers

Taxon valide	Influence anthropique intrinsèque principale	Influence anthropique intrinsèque secondaire	Rareté	Tendance	Menace	Intérêt patrimonial	Déterminante de ZNIEFF	Zones humides	Directive Habitats - Faune-Flore - Annexe I
<i>Alno glutinosae</i> - <i>Salicetum cinereae</i> H. Passarge 1956	F	N	R	R	VU	Oui	Oui	Oui	Non
<i>Anagallido tenellae</i> - <i>Eleocharitetum quinqueflorae</i> (Bournérias in Riomet & Bournérias 1952) B. Foucault in J.M. Royer et al. 2006	N;F		RR	D	CR	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Caricetum viridulo-lepidocarpae</i> Catteau, Prey & Hauguel in Catteau, François, Farvacques & Prey à paraître	F		E	R	EN	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Cladietum marisci</i> Allorge 1922	N	F	RR	R	VU	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Eleocharito palustris</i> - <i>Oenanthetum fistulosae</i> B. Foucault 2008	F	M	AR	R	NT	Oui	Oui	Oui	{pp}
<i>Glycerio declinatae</i> - <i>Catabrosetum aquaticae</i> T.E. Diaz & Penas-Merinas 1984	F	M	RR	R	VU	Oui	Oui	Oui	Non
<i>Hydrocotylo vulgaris</i> - <i>Juncetum subnodulosi</i> (Wattez 1968) B. Foucault in J.M. Royer et al. 2006	F	N;M	R	R	VU	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Irido pseudacori</i> - <i>Phalaridetum arundinaceae</i> Julve 1994 nom. ined.	F	N;M	AR	R	NT	Oui	Oui	Oui	Non
<i>Juncus compressi</i> - <i>Blysmetum compressi</i> Tüxen ex Oberd. 1957	M	F	RR	R	VU	Oui	Oui	Oui	Non
<i>Juncus obtusiflori</i> - <i>Schoenetum nigricantis</i> Allorge 1922	F	N	E	D	CR	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Juncus subnodulosi</i> - <i>Caricetum lasiocarpae</i> (Wattez 1968) B. Foucault 2008	F	N	E	D	CR	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Lathyro palustris</i> - <i>Lysimachietum vulgaris</i> H. Passarge 1978	F	M	RR	R	EN	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Potametum colorati</i> Allorge 1922	F	N	RR	R	EN	Oui	Oui	Oui+	Non
<i>Potentillo palustris</i> - <i>Caricetum rostratae</i> Wheeler (1980) 1984	F	N	E	?	CR	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Scorpidio scorpioidis</i> - <i>Utricularietum minoris</i> T. Müll. & Görs 1960	N	F	E	D	CR	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Solano dulcamarae</i> - <i>Phragmitetum australis</i> (Krausch 1965) Succow 1974	F	M;H	AR	R	NT	Oui	Oui	Oui	Non
<i>Thelypterido palustris</i> - <i>Phragmitetum australis</i> Kuyper 1957 em. Segal & V. Westh. in V. Westh. & den Held 1969'	F	M	RR	R	EN	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Valeriano repentis</i> - <i>Cirsietum oleracei</i> (Chouard 1926) B. Foucault 2011	F;M	N	PC	R	NT	Oui	Oui	Oui	{Oui}
<i>Lemno trisulcae</i> - <i>Utricularietum vulgaris</i> Soó 1947	P	F	RR	R	EN	Oui	Oui	Non	Oui
<i>Myriophyllo verticillati</i> - <i>Hippuridetum vulgaris</i> Julve & Catteau 2006	P	F(M)	E	?	CR	Oui	Oui	Non	Non

Marais du Val de Vergne

Gérald DUHAYON
Responsable du pôle ressources et milieux naturels
Parc naturel régional Scarpe-Escaut

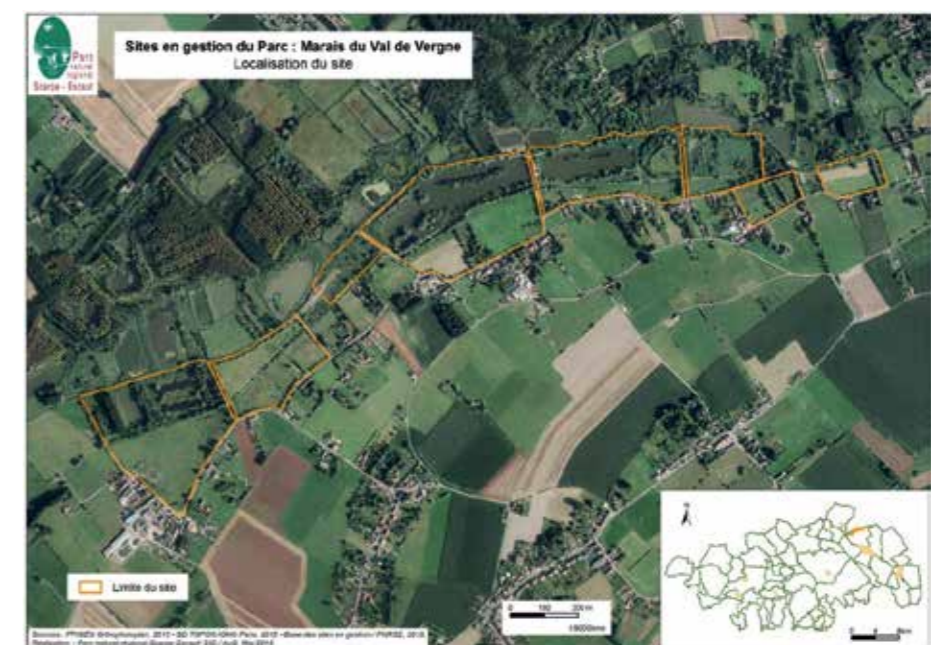
Localisation & contexte

Le marais du Val de Vergne est une zone humide située à la frontière belge, sur la commune d'Hergnies. Il s'agit de terrains pour la plupart communaux, entourés de parcelles privées.

Il comporte des zones naturelles (roselières en particulier), des parcelles agricoles et plusieurs étangs de pêche.

Une convention de partenariat entre le Syndicat mixte du Parc naturel régional Scarpe-Escaut et la commune d'Hergnies a été signée en 2002, en vue de confier la co-gestion du site au Parc naturel et de réaliser un plan de vocations respectant les ambitions suivantes :

- développer une gestion permettant la conservation des habitats et des espèces remarquables du site et favorisant l'expression de ses potentialités ;
- prendre en compte et pérenniser les usages s'y exerçant actuellement, tout en les organisant de manière optimale dans l'espace et dans le temps ;
- valoriser et aménager le site en tant que lieu d'accueil du public, notamment du point de vue pédagogique ;
- rationaliser et mieux cadrer techniquement et spatialement les interventions de l'association d'insertion « Hergnies-Solidarité-Emploi ».



Localisation du marais du Val de Vergne

Plusieurs parcelles sont libres d'occupation. D'autres sont louées à des agriculteurs (quatre exploitants différents), à un apiculteur, à des associations (une association sportive et une association de pêche) et à la Sécurité Sociale. Trois sociétés de chasse sont également actives sur le site. Après avoir été durant les siècles passés un haut-lieu de contrebande avec la Belgique voisine pour faire passer des marchandises de l'autre côté de la frontière grâce aux « planches » qui enjambaient la rivière, le site, en particulier les grands espaces paysagers du secteur des étangs centraux, sont maintenant particulièrement attractifs pour le public. Ce dernier se manifeste d'ailleurs en nombre le week-end. Plusieurs itinéraires de randonnée s'étendent sur la commune d'Hergnies. Certains côtoient directement le marais du Val de Vergne.

Description du site

L'ensemble du marais du Val de Vergne repose sur une couche d'alluvions modernes constituées par un matériel argilo-sableux. On peut trouver des graviers associés à des sables et de la tourbe. Des petits niveaux aquifères localement indépendants de la nappe principale sous-jacente sont déterminés par des lits d'argile plastique grisâtre à blanchâtre. L'épaisseur des alluvions varie de 10 à 12 mètres en moyenne à proximité de l'Escaut. L'épaisseur est probablement plus fine au niveau de la Vergne.

Une nappe alluviale est présente au niveau des alluvions qui accompagnent le cours d'eau de la Vergne. Il est très probable que les alluvions reposent ici directement sur la craie du Crétacé.

Le niveau de la nappe superficielle sur le secteur peut être affleurant en période de hautes eaux, mais respectant un battement hiver/été.

Le réseau hydrographique du secteur est dense et complexe. Il est composé à la fois de cours d'eau naturels et de fossés et canaux de drainage creusés par l'homme pour assécher le marais. Afin de pallier l'assèchement du marais suite aux nombreux travaux de recalibrage de l'Escaut et de désenvasement de ses affluents, plusieurs batardeaux, créant quatre casiers hydrauliques indépendants les uns des autres ont été implantés. Les seuils sont réglables afin de gérer le niveau des eaux de chaque casier hydraulique.

Le Val de Vergne se présente donc sous la forme d'une mosaïque de prairies humides plus ou moins intensives bordées d'alignements de saules têtards, de plusieurs étangs présentant une végétation rivulaire, d'espaces verts consacrés à l'accueil du public (pelouses, parking), et de roselières et cariçaies avec bouquets de saules. Des îlots au sein de quelques étangs assurent la tranquillité pour l'avifaune.

Historique, statut actuel et gestion

Le marais du Val de Vergne s'inscrit dans le contexte écologique des plaines de la Scarpe et de l'Escaut, entité naturelle reconnue pour son grand intérêt écologique.

Le site lui-même bénéficie de plusieurs statuts d'inventaire :

- **Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) de type I n°8-8 « La vallée de la Vergne, le Vivier de Rodignies et le Bois des Poteries » ;**
- **ZNIEFF de type II « Basse vallée de l'Escaut entre Onnaing, Mortagne du Nord et la frontière Belge » ;**
- **Zone importante pour la conservation des oiseaux (ZICO) « Vallée de la Scarpe et de l'Escaut ».**

Il est également concerné par un périmètre de protection :

- **Zone de protection spéciale (ZPS FR3112005) « Vallée de la Scarpe et de l'Escaut », au titre de la Directive «Oiseaux».**

D'autre part, plusieurs zones naturelles d'intérêt reconnu s'étendent à proximité.

À cela s'ajoutent, côté belge, quatre Sites d'importance communautaire (le plus proche étant situé à 100 m du marais du Val de Vergne).

Avant les profondes opérations de remaniement du réseau hydrographie du début du ^{xx}e siècle (rectification de l'Escaut et de ses affluents), le secteur, intégré dans la vallée inondable de la Vergne, était un ensemble de prairies humides inondables qui constituaient la zone d'expansion des crues de la Vergne. Ces prairies étaient occupées principalement par des élevages d'oies, autrefois largement répandus sur la commune. De 1773 à 1775, le Duc de Croÿ fit canaliser le Jard (qui n'était jusqu'alors qu'un des nombreux fossés de drainage du secteur) et aménager la Vergne afin de drainer et assécher les terres en rejetant les eaux dans l'Escaut.

Plus récemment, des étangs de pêche ont été creusés (dans les années 1960) et, en 1994, le Département est intervenu pour la restauration du site et l'accueil du public, dans le cadre de sa politique de réhabilitation des espaces dégradés.

De cette intervention ont découlé plusieurs opérations :

- restauration des étangs et des roselières ;
- plantations de ligneux (saules têtards notamment) ;
- couverture de la décharge, dans le but de concilier zone de détente, zone pédagogique et préservation du milieu naturel.

L'intervention du Département a eu pour but de maintenir et développer la végétation des marais rare à l'échelle régionale en recréant des milieux favorables et en canalisant la fréquentation jusque-là anarchique du site. L'objectif a également été de favoriser l'utilisation du marais par l'avifaune liée aux milieux humides, avec création d'îles, de fossés, de roselières et de falaises pour les Hirondelles de rivage. Des opérations de gestion des roselières et des prairies humides ont été réalisées (faucardage, suppression des fourrés, plantation de saules têtards et fauche des prairies humides).

En parallèle, une démarche pédagogique a accompagné cette restauration, avec mise en place de circulations pour améliorer l'accès des promeneurs et des pêcheurs dans les zones adéquates.

Le PNRSE assure actuellement en régie la gestion du site en partenariat avec la Commune d'Hergnies, au travers de chantiers nature avec des scolaires, de travaux d'entreprises ou de mise en convention de pâturage extensif avec des agriculteurs.

Intérêts majeurs du site

On retrouve actuellement sur le marais du Val de Vergne une importante mosaïque d'habitats humides. La structuration de ces habitats est globalement moyenne, souvent en raison d'une eutrophisation pour certains. Deux habitats prairiaux sont cependant remarquables, la prairie de fauche mésophytophile à *Senecio aquaticus* (CB : 37.214) et la prairie de fauche à *Eleocharis palustris* et *Oenanthe fistulosa* (CB : 37.2).

Près de 190 espèces végétales ont été recensées, dont 35 d'intérêt patrimonial (rares à peu communes). Quatre sont protégées dans la région : l'Achillée sternutatoire (*Achillea ptarmica*), l'Orchis incarnat (*Dactylorhiza incarnata*), le Plantain d'eau lancéolé (*Alisma lanceolatum*) et la Stellaire des marais (*Stellaria palustris*), et une est menacée d'extinction : le Sénéçon des marais (*Senecio paludosus*).

Pour la faune, c'est essentiellement l'intérêt ornithologique qui prévaut, la roselière, les cariçaies et les plans d'eau hébergeant (en nourrissage, migration ou nidification) plusieurs espèces d'intérêt communautaire, telles que le Blongios nain, le Bihoreau gris, la Sterne pierregarin, la Gorgebleue. D'autres espèces paludicoles sont également bien présentes : Phragmite des joncs, Locustelle tachetée, Bruant des roseaux ...

C'est au final surtout la localisation du site qui en fait son grand intérêt, en tant que refuge le long d'un corridor écologique important entre plusieurs zones de grand intérêt écologique belges et françaises.

Enfin, le Val de Vergne est un véritable laboratoire à ciel ouvert de la préservation du patrimoine naturel en lien avec les attentes et usages locaux, et notamment une implication certaine de la commune d'Hergnies.

Patrimoine phytocénotique

Une vingtaine d'habitats ont été recensés sur les parcelles étudiées par le Conservatoire botanique national de Bailleul en 2000 :

- Herbier infra-aquatique à *Callitriche platycarpa*, CB : 22.13 x 22.432 ;
- Voiles flottantes à Lentilles d'eau, CB : 22.13 x 22.41, UE : 3150 ;
- Groupements annuels des vases eutrophes exondées, CB : 22.33 ;
- Groupement à *Glyceria fluitans*, CB : 53.4 ;
- Végétation à *Apium nodiflorum* et *Nasturtium officinale*, CB : 53.4 ;
- Roselière à *Phragmites australis* et *Solanum dulcamara*, CB : 53.112 ;
- Roselière à *Phalaris arundinacea*, CB : 53.16 ;
- Roselière à *Typha latifolia*, CB : 53.13 ;
- Groupement à *Glyceria maxima*, CB : 53.15 ;
- Groupement à *Carex elata*, CB : 53.2151 ;

- Mégaphorbiaie à *Cirsium oleraceum* et *Filipendula ulmaria*, CB : 37.71, UE : 6431 ;
- Ourlet à *Urtica dioica* et *Calystegia sepium*, CB : 37.715, UE : 6431 ;
- Mégaphorbiaie à *Eupatorium cannabinum* et *Epilobium hirsutum*, CB : 37.71, UE : 6431 ;
- Friche rudérale à *Melilotus albus* et *Daucus carota*, CB : 87.1 ;

- Prairie de fauche mésophytophile à *Senecio aquaticus*, CB : 37.214 ;
- Prairie de fauche à *Eleocharis palustris* et *Oenanthe fistulosa*, CB : 37.2 ;
- Arrhénathéraie méso-hygrophile nitrophile à *Heracleum sphondylium*, CB : 38.2, UE : 6510 ;
- Prairie pâturée fraîche eutrophile, CB : 38.111 ;

- Saulaie arbustive pionnière à *Salix cinerea*, CB : 44.921 ;
- Fourrés à *Viburnum opulus* et *Crataegus monogyna* ;
- Végétation linéaire à *Salix alba*, CB : 44.13 ;
- Peupleraie de substitution avec sous-bois de mégaphorbiaie, CB : 83.3211.

Flore - Marais du Val de Vergne

Taxon valide	Statut d'indigénat principal	Statut d'indigénat secondaire	Rareté	Menace	Directive Habitats, Faune, Flore - Annexe II	Protection nationale - Annexe 1	Protection régionale	Intérêt patrimonial	Liste rouge régionale
<i>Achillea ptarmica</i> L.	I	S;C	AC	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Alisma lanceolatum</i> With.	I		AR	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Bromus racemosus</i> L.	I		AR	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Carex binervis</i> Smith	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Carex elongata</i> L.	I		AR	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Cyperus fuscus</i> L.	I		R	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Dactylorhiza majalis</i> (Reichenb.) P.F. Hunt et Summerh.	I		R	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Dactylorhiza praetermissa</i> (Druce) Soó	I		PC	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Dactylorhiza praetermissa</i> (Druce) Soó	I		PC	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz	I		AR	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Galium uliginosum</i> L.	I		AR	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poiret	I		AC	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Oenanthe fistulosa</i> L.	I		PC	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Ranunculus lingua</i> L.	I	C	AR	VU	Non	Oui	Non	Oui	Oui
<i>Ranunculus sardous</i> Crantz	I	A	PC	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Rumex maritimus</i> L.	I		PC	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	I		AC	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Scorzonera humilis</i> L.	I		RR	EN	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Senecio aquaticus</i> Hill	I		PC	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Senecio paludosus</i> L.	I		R	EN	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Silaum silaus</i> (L.) Schinz et Thell.	I		PC	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Stellaria palustris</i> Retz.	I		AR	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Thalictrum flavum</i> L.	I		AR	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non

Végétation - Marais du Val de Vergne

Taxon valide	Influence anthropique intrinsèque principale	Influence anthropique intrinsèque secondaire	Rareté	Tendance	Menace	Intérêt patrimonial	Déterminante de ZNIEFF	Zones humides	Directive Habitats-Faune-Flore - Annexe I
<i>Eleocharito palustris - Oenanthe fistulosae</i> B. Foucault 2008	F	M	AR	R	NT	Oui	Oui	Oui	{pp}
<i>Senecioni aquatici - Brometum racemosi</i> Tüxen & Preising ex Lenski 1953	M	F	R	R	VU	Oui	Oui	Oui	Non
<i>Solano dulcamarae - Phragmitetum australis</i> (Krausch 1965) Succow 1974	F	M;H	AR	R	NT	Oui	Oui	Oui	{Oui}
<i>Valeriano repentis - Cirsietum oleracei</i> (Chouard 1926) B. Foucault 2011	F;M	N	PC	R	NT	Oui	Oui	Oui	{Oui}
<i>Crataego monogynae - Franguletum alni</i> Delelis 1979	P	F;M	R	R	NT	Oui	Oui	Oui	Non
<i>Junco acutiflori - Cynosuretum cristati</i> Sougnez 1957	P	M(F)	AR	R	NT	Oui	Oui	Oui	Non

Tourbière de Vred

Gérald DUHAYON
Responsable du pôle ressources et milieux naturels
Parc naturel régional Scarpe-Escaut

Localisation & contexte

Située dans le département du Nord, au cœur de la vallée de la Scarpe, entre Douai et Saint-Amand les Eaux, la Tourbière de Vred est localisée sur la commune de Vred inscrite depuis de nombreuses années dans le territoire du Parc naturel régional Scarpe-Escaut.

Le site se situe sur la rive gauche de la Scarpe canalisée, au cœur d'une région rurale dominée par une agriculture traditionnelle ayant tendance à s'intensifier au fil des années. Malgré cela, la commune de Vred est située au sein de l'axe « cœur de nature » du territoire du Parc, dans un complexe de prairies hygrophiles inondables, de peupleraies et d'étangs destinés aux activités de loisirs.

La tourbière fait partie intégrante du patrimoine foncier de la commune à l'exception d'une petite parcelle située au nord du site, sur laquelle se trouve l'ouvrage hydraulique régulant la sortie des eaux du site, acquise par le Syndicat mixte du PNR en 2009.

Dans le cadre d'une convention entre le propriétaire et la société de chasse communale, la chasse au gibier d'eau s'effectue depuis la hutte de chasse située au nord-est de la réserve.

Une partie de la frange sud du site est destinée au pâturage extensif, avec pour objectif la conservation de milieux ouverts prairiaux et des espèces qui lui sont associées.

En dehors de la fréquentation induite par ces usages, le site est globalement peu ou pas fréquenté. Souvent très ennoyé, il n'est guère parcouru que par le personnel du Parc naturel régional Scarpe-Escaut ainsi que par des groupes encadrés lors d'opérations de gestion du site (chantier nature, chantier d'insertion, chantier d'intégration...) ou par quelques scientifiques accompagnés lors de la réalisation d'inventaires ou autres suivis naturalistes ou études.

Enfin, la tourbière est ceinturée sur une majeure partie de son périmètre par des habitations, elle joue d'ailleurs le rôle de bassin d'orage en cas de crue pour les eaux de ruissellements de la commune.

Réserve naturelle de la Tourbière de Vred



Localisation de la Tourbière de Vred

Description du site

La Tourbière de Vred se situe sur le bassin versant de la Scarpe inférieure, qui bénéficie d'un climat tempéré plus ou moins océanique montrant déjà une légère influence de la continentalité.

Le site oscille entre 16 et 17,5 m d'altitude. Son relief, très peu marqué, décrit une légère cuvette au sein de laquelle les eaux de surface s'écoulent très lentement.

La canalisation de la Scarpe au cours du XIX^e siècle est en grande partie à l'origine de la déconnexion quasi-totale de la rivière d'avec les marais alluviaux. L'important réseau de fossés creusés au sein du site dans le but de l'assécher pour permettre une exploitation plus aisée de la tourbe ou la mise en culture des zones moins tourbeuses, converge aujourd'hui en un point de sortie unique situé au nord du site. L'existence d'un ouvrage hydraulique à seuil de débordement permet de contrôler le volume d'eau sortant du site par cet exutoire. Le rapport d'expertise concernant le diagnostic fonctionnel du site (Goubet, 2013) laisse cependant entrevoir l'idée qu'une circulation souterraine d'une partie des eaux vers un second exutoire situé au niveau de la Scarpe est plus que probable.

La géologie de la plaine de la Scarpe se présente sous la forme de dépôts alluvionnaires et de formations tertiaires plus ou moins épaisses et de nature lithologique variable (sable, argile, gravier, tourbe...) et reposant principalement sur des sables landéniens. Le substrat crétacé est formé de craie sénonienne contenant le principal aquifère de la région et de marne turonienne.

Il existe des accidents cassants sous forme de failles. De telles fractures quadrillent l'ensemble du secteur de la plaine de la Scarpe.

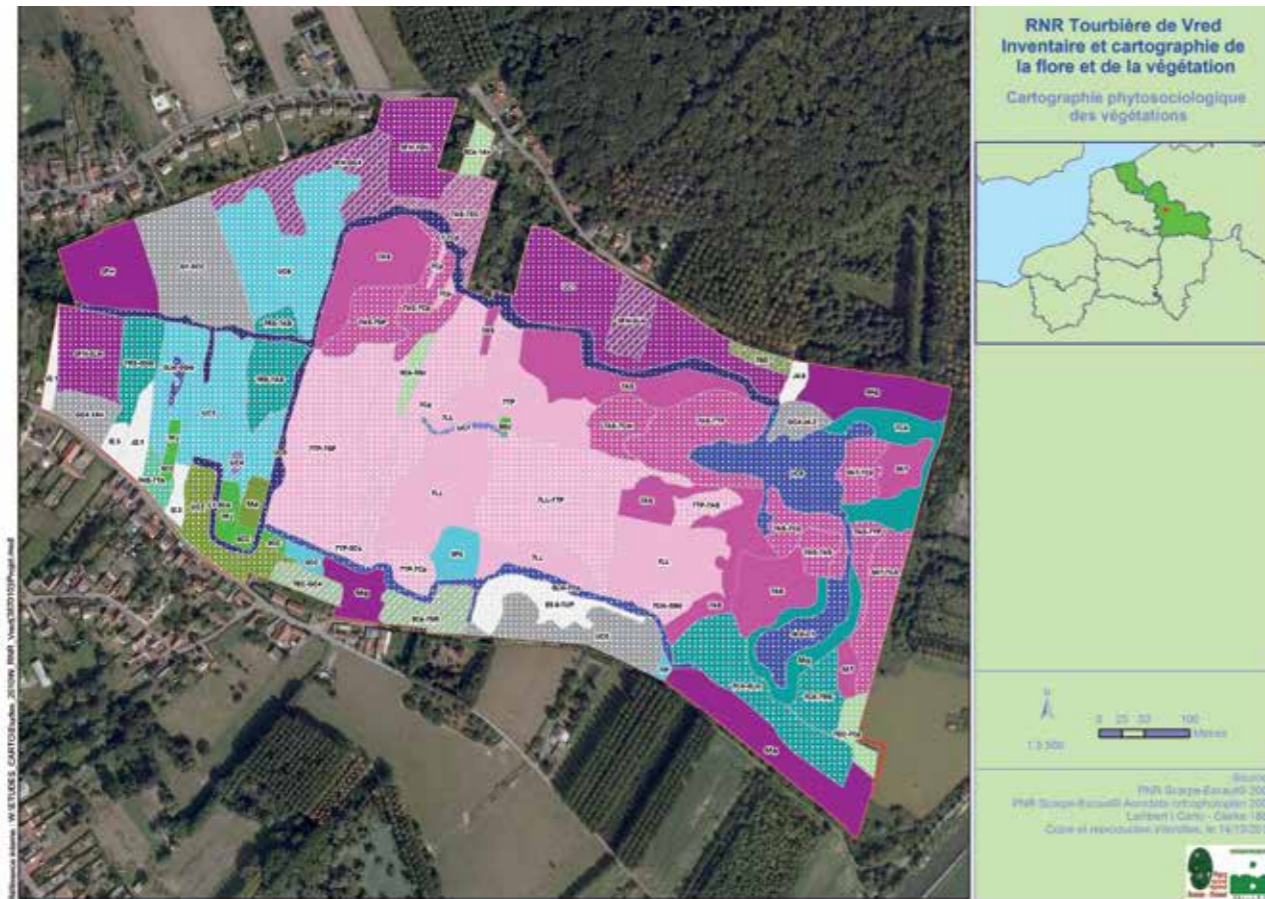
La caractérisation du sol de la tourbière a récemment été décrite au cours d'une étude débutée en 2013 concernant le fonctionnement hydrogéologique du site (Goubet, 2015).

Elle a permis de caractériser des profils pédologiques présents au sein de la tourbière : les sols minéraux (gleys et pseudogleys), les sols tourbeux stables, les sols tourbeux tremblants, les profils à dépôts calcaires.

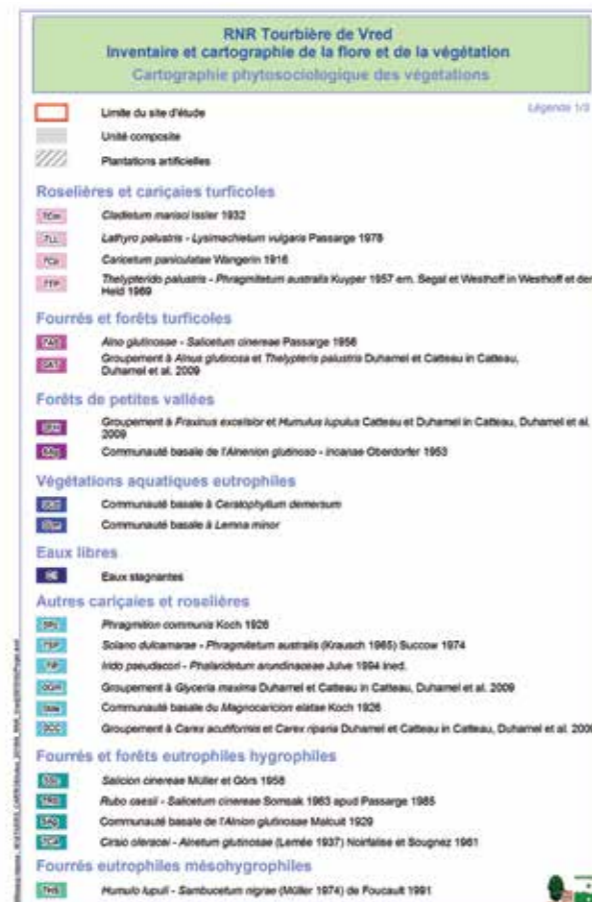
La mise en perspective de l'ensemble de ces sondages pédologiques a permis de faire apparaître la géométrie des tourbes et du socle minéral du site permettant d'orienter les réflexions sur les écoulements hydriques tridimensionnels au sein de la tourbière dans une optique conservatoire et de gestion des flux de polluants. D'autant que parallèlement des phénomènes épisodiques d'artésianisme de la nappe de la Craie à la base du socle minéral ont pu être mis en évidence. Un modèle fonctionnel en a été proposé.

La Tourbière de Vred n'a pas échappé au drainage, ce qui explique l'important réseau de fossés qui s'y trouve. Elle est presque entièrement entourée par un fossé de ceinture.

La cartographie des végétations du site a été réalisée au cours de l'année 2010 par le Conservatoire botanique national de Bailleul en vue de la présente révision du Plan de gestion du site.



Inventaire et cartographie de la flore et de la végétation - Tourbière de Vred



Historique, statut actuel et gestion

Au XIII^e siècle, les moines cisterciens furent les premiers à pénétrer dans les forêts et marais de la plaine de la Scarpe, afin de les valoriser en réalisant d'importants travaux de défrichement et d'assèchement.

Très souvent ennoyés par les débordements récurrents de la Scarpe, ces terrains sont longtemps restés incultivables. Au fil des siècles, les marais ayant subsisté le devaient à l'activité de tourbage favorisant la mise en eau des terres qui devinrent « le domaine de l'eau, du roseau et du gibier d'eau ».

Une carte autrichienne de 1735 mentionnait déjà la « tourberie » en lieu et place de la tourbière actuelle. L'extraction « ménagère » de la tourbe y perdura *a minima* jusqu'en 1890.

Au milieu du XIX^e siècle, le relèvement de la Scarpe pour permettre la navigation de bateaux de plus fort tonnage et les affaissements miniers désorganisèrent alors le drainage « naturel ». Des stations de pompages sont installées pour éviter les inondations, mais ces dernières demeurent encore trop peu nombreuses et poussent de plus en plus d'agriculteurs à l'abandon ou au boisement de ces terrains.

Ainsi, la Tourbière de Vred a échappé à toute exploitation commerciale à grande échelle permettant aujourd'hui au site d'exprimer une biodiversité remarquable par son originalité.

Depuis 1981, un projet global d'aménagement visant à revitaliser l'économie agricole porte la priorité des aménagements sur l'abaissement du niveau de la nappe superficielle pour y favoriser une exploitation céréalière plus intensive. Cette nouvelle gestion de l'eau constitue désormais l'une des principales menaces pour la préservation du site.

La Tourbière de Vred est inscrite au sein de Zones naturelles d'intérêt faunistique et floristique (ZNIEFF) de type I et II. Elle est également incluse au sein de la Zone importante pour la conservation des oiseaux (ZICO) de la Vallée de la Scarpe et de l'Escaut.

Le site fait partie intégrante du SAGE (Schéma d'aménagement et de gestion des eaux) Scarpe aval et pour lequel le PNR Scarpe-Escaut a été désigné maître d'ouvrage. La gestion du site permettra d'intégrer les préconisations du SAGE pour une meilleure gestion des eaux notamment dans le cadre de la prévention des risques de crues. Il est également considéré comme un espace à enjeu prioritaire par le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux du bassin Scarpe aval.

Par ailleurs, la Tourbière de Vred fait également partie du site d'intérêt communautaire FR3100507 au sein du réseau Natura 2000 et a fait l'objet d'un arrêté de classement en Zone spéciale de conservation (ZSC) au titre de la Directive « Habitats, Faune, Flore ». Le site fait aussi partie de la Zone de protection spéciale (ZPS) du site d'intérêt communautaire FR3112005 désignée dans le cadre de la Directive « Oiseaux ».

Enfin, la Tourbière de Vred est l'un des neuf sites naturels gérés par le Parc naturel régional Scarpe-Escaut dans le cadre d'une convention avec la Commune de Vred ; en 2008, le site a fait l'objet d'un arrêté préfectoral de reclassement de l'ancienne Réserve naturelle volontaire (1988) en Réserve naturelle régionale.

Le caractère exceptionnel du site tient également du fait qu'une grande majorité des habitats recensés « flottent » littéralement en un radeau de végétation sur un substrat plus ou moins liquide de près de 4 m de profondeur par endroit.

Les enjeux actuels de gestion sont liés à la maîtrise de l'embroussaillage des habitats. L'embroussaillage semble notamment dû à la disponibilité importante du phosphore, lié directement à la diminution du caractère alcalin oligotrophe des eaux du site. Cette maîtrise de l'embroussaillage, sur des sols instables et peu portants, reste un défi quotidien posé au gestionnaire, qu'il s'agisse des moyens financiers comme des moyens techniques aptes à répondre aux exigences spécifiques de ce site.

Dans l'attente d'une vérification du modèle fonctionnel, et grâce à un compartimentage proposé, une priorisation des actions de gestion est obligatoirement nécessaire. Mais elle ne pourra pour l'instant répondre à l'ensemble des attentes de préservation des habitats et des espèces, s'attachant plus à l'échelle temporelle de fonctionnement du complexe tourbeux.

Intérêts majeurs du site

La Tourbière de Vred fait partie des zones humides les plus remarquables de la région. Elle fait partie des rares endroits où le phénomène de turfigénèse s'exerce encore. La Tourbière de Vred compte sept habitats naturels inscrits à l'annexe I de la Directive « Habitats, Faune, Flore » ainsi que 16 habitats naturels supplémentaires pouvant être considérés comme patrimoniaux à l'échelle de l'ancienne région Nord Pas-de-Calais.

Parmi les espèces patrimoniales, sont notées : la Sphaigne des rives (*Sphagnum riparium*), la Grande douve (*Ranunculus lingua*), l'Ache rampante (*Apium repens*), l'Agrion joli (*Coenagrion pulchellum*), la Grenouille des champs (*Rana arvalis*, dont elle constitue l'une des rares stations françaises, redécouverte en France et ici-même en 1999), le Butor étoilé (*Botaurus stellaris*), la Chara à épines nombreuses (*Chara polyacantha*)...

Le tableau suivant résume le nombre d'espèces remarquables, et précise le niveau d'enjeu écologique pour chacun des groupes considérés.

Élément patrimonial	Nombre d'éléments remarquables
Habitats naturels	7 habitats naturels d'intérêt communautaire 23 végétations patrimoniales dans la région
Flore vasculaire	2 espèces protégées au niveau national, dont 1 d'intérêt communautaire, 13 espèces protégées au niveau régional 1 espèce en danger critique d'extinction en région 3 espèces très rares en région 9 espèces rares en région
Mammifères	2 espèces d'intérêt patrimonial
Oiseaux	19 espèces patrimoniales, dont 14 relevant de la Directive Oiseaux (7 espèces nicheuses et 7 hivernantes et/ou migratrices)
Odonates	6 espèces d'intérêt patrimonial
Orthoptères	2 espèces d'intérêt patrimonial, dont 2 Assez Rare dans la région
Coléoptères	5 espèces d'intérêt patrimonial, dont 3 rares en région
Hétérocères	20 espèces d'intérêt patrimonial, dont 1 espèce très rare en région et 6 espèces rares
Araignées	7 espèces patrimoniales, dont 2 très rares et nouvelles pour la région

Nombre d'espèces d'intérêt patrimonial par groupe taxonomique

Patrimoine phytocénotique

Seules les végétations vulnérables à menacées ou rares à exceptionnelles sont présentées succinctement ci-dessous d'après le rapport d'étude de 2010 (CBNBL, 2010).

L'essentiel du site relève d'un système de végétations de tourbières mésotrophes, système d'ailleurs bien exprimé sur le site dans la mesure où les différentes séries liés aux niveaux d'humidité sont assez complètes.

- HERBIER FLOTTANT À LENTICULE MINEURE ET UTRICULAIRE COMMUNE, LEMNION MINORIS – UTRICULARIETUM VULGARIS [CB : 22.12X22.414, UE : 3150]

Cet habitat se trouve dans un état de conservation optimum mais à répartition limité au seul « fossé natura2000 ».

- HERBIER IMMERGÉ À POTAMOT DE BERCHTOLD, POTAMOGETUM BERCHTOLDII [CB : 22.13X22.422 ; UE : 3150]

Cet habitat rare sur le site est en assez mauvais état de conservation et se trouve uniquement au niveau du fossé exutoire de l'étang de chasse et de la mare à l'est des pâtures.

- ROSELIÈRE À GESSE DES MARAIS ET LYSIMAQUE COMMUNE, LATHYRO PALUSTRIS – LYSIMACHIETUM VULGARIS [CB : 54.21, UE : 72.30]

Végétation dérivant par fauche de la roselière à Fougère des marais ou par l'altération du *Caricion lasiocarpae* suite à une baisse significative

des niveaux d'eau et de la durée d'inondation. Végétation évoluant naturellement vers de l'aulnaie.

Habitat en mauvais état de conservation présent essentiellement au niveau de la zone utilisée dans le cadre du suivi ornithologique (STOC). Les principales menaces sont la progression des ligneux et de la roselière à Fougère des marais.

- **ROSELIÈRE À FOUGÈRE DES MARAIS ET PHRAGMITE COMMUN, *THELYPTERIDO PALUSTRIS* – *PHRAGMITETUM AUSTRALIS* [CB : 54.21 ; UE : 7230]**

Largement répartie au sein de la réserve, l'habitat est jugé en assez bon état de conservation.

- **AULNAIE À FOUGÈRE DES MARAIS, GROUPEMENT A *ALNUS GLUTINOSA* ET *THELYPTERIS PALUSTRIS* [CB : 44.91]**

Végétation cantonnée à l'extrême est de la réserve et jugée en bon état de conservation.

- **FOURRÉ À SAULE CENDRÉ ET FOUGÈRE DES MARAIS, *ALNO GLUTINOSAE* – *SALICETUM CINEREA* [CB : 44.921]**

Végétation globalement en bon état de conservation répartie en taches à l'est et au nord de la partie centrale du site ainsi qu'en linéaire le long du fossé nord.

- **CARIÇAIE À LAÏCHE PANICULÉE, *CARICETUM PANICULATAE* [CB : 53.216]**

Végétation globalement en bon état de conservation mais qui reste menacée par l'embroussaillage et l'atterrissement notamment au nord ouest de la zone centrale.

Quelques végétations caractérisent plutôt des systèmes de tourbières oligotrophes. Il est délicat sur le site de déterminer s'il s'agit ou non de vestiges d'une période où les tourbes étaient moins eutrophes. Dans cette perspective, il faut mentionner la présence d'une population maintenant très réduite de *Carex lasiocarpa*, espèce oligotrophile.

- **ROSELIÈRE À CLADION MARISQUE, *CLADIETUM MARISCI* [CB : 53.31 ; UE : 7210]**

Elle a été observée en bon état de conservation au nord de la partie centrale du site et en mauvaise état de conservation au sud suite à de récentes opérations de gestion.

- **COMMUNAUTÉS DES EAUX OLIGO-MÉSOTROPHES BASIQUES PERMANENTES, RICHES EN CALCAIRE, *CHARION FRAGILIS* [CB : 22.1 X 22.441 ; UE : 3140]**

Cet habitat est présent dans un bon état de conservation mais à répartition limitée au seul « fossé natura2000 ».

Parmi les végétations des tourbes minéralisées, situées plutôt en marge du site, quelques-unes méritent un certain intérêt.

- **AULNAIE À CIRSE MARAÎCHER, *CIRSIO OLERACEI* – *ALNETUM GLUTINOSAE* [CB : 44.91]**

Cantonnée à l'extrême est de la réserve (dans la zone de non intervention), cet habitat est jugé en bon état de conservation.

- **OURLET À CARDÈRE POILUE, *STACHYO SYLVATICAE* – *DIPSACETUM PILOSI* [CB : 37.72, UE : 6430]**

Cet habitat est assez peu représenté et essentiellement réparti sur les marges du site. Son état de conservation est jugé moyen.



Vue générale de la tourbière de Vred. Photo : S. Dhote

Flore - Tourbière de Vred

Taxon valide	Statut d'indigénat principal	Statut d'indigénat secondaire	Rareté	Menace	Directive Habitats, Faune, Flore Annexe II	Protection nationale - Annexe I	Protection régionale	Intérêt patrimonial	Liste rouge régionale
<i>Achillea ptarmica</i> L.	I	S;C	AC	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	I		AR	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Apium repens</i> (Jacq.) Lag.	I		RR	VU	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
<i>Calamagrostis canescens</i> (Weber) Roth	I		AR	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Carex distans</i> L. var. <i>distans</i>	I		R	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Carex lasiocarpa</i> Ehrh.	I		RR	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Cladium mariscus</i> (L.) Pohl	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Cyperus fuscus</i> L.	I		R	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Dipsacus pilosus</i> L.	I		AR	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Epilobium palustre</i> L.	I		AR	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Galium uliginosum</i> L.	I		AR	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Juncus subnodulosus</i> Schrank	I		PC	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Lathyrus palustris</i> L.	I		RR	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	I		R	VU	Non	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poiret	I		AC	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Peucedanum palustre</i> (L.) Moench	I		R	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Ranunculus lingua</i> L.	I	C	AR	VU	Non	Oui	Non	Oui	Oui
<i>Samolus valerandi</i> L.	I		PC	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	I	C	R	NT	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> (C.C. Gmel.) Palla	I		AR	LC	Non	Non	Non	Oui	Non
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	I		AC	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Senecio paludosus</i> L.	I		R	EN	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Sonchus palustris</i> L.	I		RR	VU	Non	Non	Non	Oui	Oui
<i>Stellaria palustris</i> Retz.	I		AR	NT	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Thalictrum flavum</i> L.	I		AR	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Thelypteris palustris</i> Schott	I		R	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non
<i>Veronica scutellata</i> L.	I		AR	LC	Non	Non	Oui	Oui	Non

Végétation - Tourbière de Vred

Taxon valide	Influence anthropique intrinsèque principale	Influence anthropique intrinsèque secondaire	Rareté	Tendance	Menace	Intérêt patrimonial	Déterminante de ZNIEFF	Zones humides	Directive Habitats-Faune-Flore - Annexe I
<i>Alno glutinosae - Salicetum cinereae</i> H. Passarge 1956	F	N	R	R	VU	Oui	Oui	Oui	Non
<i>Caricetum paniculatae</i> Wangerin 1916'	F	M	R	R	VU	Oui	Oui	Oui	Non
<i>Cirsio oleracei - Alnetum glutinosae</i> Lemée ex Noifalisse & Sougnéz 1961	F;M		AR	R	NT	Oui	Oui	Oui	Non
<i>Cladietum marisci</i> Allorge 1922	N	F	RR	R	VU	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Crataego monogynae - Franguletum alni</i> Delelis 1979	F;M		R	R	NT	Oui	Oui	Oui	Non
<i>Frangulo alni - Salicetum auritae</i> Tüxen 1937	F	N;M	R	R	VU	Oui	Oui	Oui	Non
Groupement à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Thelypteris palustris</i> Duhamel & Catteau in Catteau, Duhamel et al. 2009	F	N;M	E?	R	DD	Oui	Oui	Oui	Non
Groupement à <i>Berula erecta</i> Duhamel & Catteau in Catteau, Duhamel et al. 2009	F	M	AR	R	NT	Oui	Oui	Oui	Non
Groupement à <i>Humulus lupulus</i> et <i>Fraxinus excelsior</i> Catteau & Duhamel in Catteau, Duhamel et al. 2009	M	H	AR	R	NT	Oui	Oui	Oui	Oui
Groupement à <i>Lythrum salicaria</i> et <i>Carex pseudocyperus</i> Duhamel & Catteau in Catteau, Duhamel et al. 2009	M	F	AR	R	NT	Oui	Oui	Oui	{Oui}
<i>Hottonietum palustris</i> Tüxen ex Roll 1940	M	F	R	R	NT	Oui	Oui	Oui	Non
<i>Irido pseudocori - Phalaridetum arundinaceae</i> Julve 1994 nom. ined.	F	N;M	AR	R	NT	Oui	Oui	Oui	Non
<i>Juncus effusi - Lotetum uliginosi</i> H. Passarge (1975) 1988	F	M	RR?	?	DD	Oui	Oui	Oui	{Oui}
<i>Lathyro palustris - Lysimachietum vulgaris</i> H. Passarge 1978	F	M	RR	R	EN	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Oenanthe aquatica - Rorippetum amphibiae</i> (Soó 1927) W. Lohmeyer 1950	M	F	PC	R	NT	Oui	Oui	Oui	{Oui}
<i>Solano dulcamarae - Phragmitetum australis</i> (Krausch 1965) Succow 1974	F	M;H	AR	R	NT	Oui	Oui	Oui	{Oui}
<i>Stachyo sylvaticae - Dipsacetum pilosi</i> H. Passarge ex Wollert & Dengler in Dengler et al. 2003	M	F	R?	?	DD	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Thelypterido palustris - Phragmitetum australis</i> Kuyper 1957 em. Segal & V. Westh. in V. Westh. & den Held 1969'	F	M	RR	R	EN	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Valeriano repentis - Cirsietum oleracei</i> (Chouard 1926) B. Foucault 2011	F;M	N	PC	R	NT	Oui	Oui	Oui	{Oui}
<i>Valeriano repentis - Cirsietum oleracei</i> (Chouard 1926) B. Foucault 2011 variante à <i>Urtica dioica</i> , <i>Geranium robertianum</i> et <i>Glechoma hederacea</i> B. Foucault 1984 nom. ined.	M		AR	?	NT	Oui	Oui	Oui	{Oui}

