LIFE ANTHROPOFENS
Coordonné par le Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France

LIFE 18 NAT/FR/000906

Les tourbières alcalines : une dynamique d'habitats sous l'influence de choix de gestion



Préface

Vous tenez entre vos mains le troisième guide technique qui valorise la connaissance et l'expérience acquise avec le projet LIFE Anthropofens pour la préservation des tourbières alcalines.

Les milieux tourbeux, longtemps craints pour des raisons sanitaires ou culturelles, ou au contraire exploités comme ressource énergétique, sont reconnus aujourd'hui comme un capital naturel de grande valeur dans un contexte de changement climatique et d'érosion massive de la biodiversité.

Espaces de régulation du cycle de l'eau, espaces de reconnexion avec la nature et réservoir extraordinaire de biodiversité, patrimoine naturel singulier, performances record d'un milieu terrestre pour le stockage de carbone, sont autant de caractéristiques qui permettent de les considérer comme un véritable trésor naturel.

Ce guide concentre notre attention sur les 480 ha de milieux tourbeux alcalins répartis sur 13 sites Natura 2000 en Hauts-de-France et Wallonie. Certes, les surfaces semblent modestes (reflet de la perte immense de zones humides en France depuis le XVIII^e siècle) et toujours très menacées. Mais leur valeur écosystémique et leur représentation unique dans les Hauts-de-France et Wallonie donnent à ces territoires une responsabilité toute particulière. En parallèle de la contribution au LIFE Anthropofens, en octobre 2023, l'Office français de la biodiversité a également tenu à souligner ces enjeux en retenant comme projet phare financé par le jeu de grattage Mission Nature, la restauration écologique des tourbières alcalines des méandres de la Haute-Somme.

C'est donc aux gestionnaires que s'adresse avant tout ce guide. En premier lieu, connaître et comprendre les dynamiques d'évolution de ces milieux donnent des clés d'action pour leur préservation. Des retours d'expériences concrètes sont ensuite au centre de cette publication : translocation de mousses brunes, travaux de restauration hydraulique, ouverture de milieux, maîtrise de l'enrichissement des eaux par les nitrates... Enfin des méthodes d'évaluation de l'impact des restaurations (BACI, BIMH-BAP) complètent la boîte à outils.

Évidemment, l'adage « on ne protège bien que ce que l'on connaît bien » constitue le fil rouge de l'ouvrage. Il constitue également l'opportunité d'un voyage merveilleux à travers une grande diversité d'écosystèmes, que l'on regroupe sous le même vocable de tourbières. Enfin, cette production ambitionne de fédérer, tant au niveau de ses auteurs que de ses lecteurs, un ensemble d'acteurs passionnés et performants vers qui les générations futures exprimeront leur reconnaissance, pour avoir contribué à préserver et valoriser ces territoires d'exception.

Patrick Bertrand
Directeur régional Hauts-de-France
Office français de la biodiversité



Les tourbières alcalines, véritables joyaux de notre patrimoine naturel, jouent un rôle indispensable pour la biodiversité et la régulation des cycles du carbone ; leur présence importante dans le nord de la France et la Wallonie constitue un enjeu majeur de préservation. Voilà pourquoi le Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France s'investit depuis des décennies dans leur protection. C'est donc logiquement que notre association s'est lancée le défi de monter, avec de nombreux partenaires que je remercie, un vaste projet européen : le LIFE Anthropofens. Celui-ci aura permis un travail partagé sur ces milieux exceptionnels.

Cinq guides, fruits d'un travail collaboratif et d'une expertise pointue, - dont vous avez l'un des numéros entre les mains - vous invitent à découvrir ces écosystèmes fragiles, leur gestion et les actions de restauration menées dans le cadre du LIFE Anthropofens.

Ensemble, grâce à l'engagement collectif, nous pouvons préserver ces milieux essentiels pour les générations futures.

Christophe Lépine
Président du Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France
Président de la Fédération des Conservatoires d'espaces naturels



Publication :
Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France

Directeur de publication : Christophe Lépine

Réalisation :
Conservatoire Botanique National des Hauts-de-France, Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France, Parc Naturel Régional Scarpe-Escaut, Syndicat Mixte Baie de Somme – Grand Littoral Picard, Fédération des Conservatoires d'espaces naturels

Rédaction :
A. Berquer, N. Caron, R. Coulombel, M. Castelli, B. Blondel, L. Czerniak, A. Fontenelle, A. Janczak, A. Pencoat-Jones, M. James

Conception graphique et mise en page :
H. Galipot, M. Héraude

Coordination :
C. Chombart, P. Duran

Contributions :
A. Duranel (Ecotelm), Conseil départemental de l'Oise

Illustration de couverture : Tremblant à Thelypteris à Boves ©R. Coulombel, CBN HDF
Illustration quatrième de couverture : Roselière à Cladium et Grande douve à Marchiennes ©R. Coulombel, CBN HDF

Financement du LIFE Anthropofens :
LIFE18NAT/FR/000906



Imprimé par : Imprimerie Carré - 800ex.

Date de publication : juillet 2026

Citation recommandée :
Berquer A., Caron N., Coulombel R., Castelli M., Blondel B., Czerniak L., Fontenelle A., Janczak A., A. Pencoat-Jones, M. James, Chombart C., Duran P., 2025. Les tourbières alcalines : une dynamique d'habitats sous l'influence de choix de gestion. LIFE Anthropofens, Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France, Boves. 52p
Pour citer un article, merci de citer le titre de l'article concerné et ses auteurs et autrices.
Exemple :
Berquer A., Coulombel R., 2026. Les forêts tourbeuses du méandre d'Éclusier-Vaux. In: Berquer et al., 2026. Les tourbières alcalines : une dynamique d'habitats sous l'influence de choix de gestion. LIFE Anthropofens, Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France, Boves, Chapitre 5.1: 40-41

Sommaire

Présentation générale du contexte des tourbières alcalines 4
Présentation du LIFE Anthropofens 5
Carte 6

1. Introduction : La dynamique végétale, une clé pour la gestion 8

2. Présentation de quelques habitats d'interêt communautaire ou non dans la dynamique des tourbières neutro-alcalines 9

3. Les stades ouverts conduisant aux bas-marais alcalins 16
- 3.1 L'Anse Bidard - De lagune à tourbière 16
- 3.2 Translocations de mousses brunes (*Scorpidium cossonii*) dans les tourbières alcalines des Hauts-de-France, expérimentations et premiers résultats. 18
- 3.3 Les tourbières arrière-littorales et dunaires de la plaine maritime picarde 21
- 3.4 Retour d'expérience sur la RNR de la Tourbière de Vred (59) : une diversité d'actions de restauration et premiers résultats 27

4. Les végétations à hautes herbes méso-eutrophes tourbeuses : roselières, cladiaies et cariçaies 31
- 4.1 La diversité des roselières de la vallée de la Somme 31
- 4.2 Restauration et évaluation des cladiaies 34
- 4.3 Création et restauration de radeaux flottants : le cas de la RNN de l'étang Saint-Ladre à Boves 37

5. Les fourrés, une charnière dans la dynamique végétale 39
- 5.1 D'une bétulaie à la tourbière de transition à Liparis à Liesse-Notre-Dame 40
- 5.2 BIMH-BAP et BACI : caractériser les changements biotiques et abiotiques induits par la restauration

6. Les milieux boisés 45
- 6.1 Les forêts tourbeuses du méandre d'Éclusier-Vaux 45
- 6.2 Les boulaies à sphaignes : un faciès d'acidification ? 47

Bibliographie 49



Présentation générale du contexte des tourbières alcalines

Auteur : Matthieu JAMES (Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France)

Ci-dessus : Marais d'Eclusier-Vaux ©F. HELIN

Parmi les différents types de milieux humides qui existent, les tourbières se différencient des autres et se caractérisent soit comme milieu humide, soit comme milieu humide où de la tourbe est présente en surface sur 10 cm d'épaisseur ou plus (approche pédologique) (IUSS Working Group WRB, 2015). Dans tous les cas, pour préserver la tourbe, il est nécessaire d'y avoir un engorgement quasi-permanent du sol, par une eau pauvre en oxygène et en nutriments. Ce sont des écosystèmes fragiles, en particulier dans un contexte de changement climatique et dépendant du partage de la ressource en eau avec les autres usages.

Les tourbières peuvent être notamment définies selon leur pH, soit acide (pH entre 3 et 5,5), soit alcalin (pH entre 5,5 et 8). Cette caractéristique est fortement influencée par la composition chimique de l'eau qui alimente la tourbière et son origine. Pour les tourbières des Hauts-de-France et de Wallonie, la plupart d'entre elles sont principalement alimentées par des eaux issues des nappes d'eau souterraines, eaux souvent issues du socle crayeux du Bassin parisien, qui les enrichit en calcium et donne ce caractère alcalin aux tourbières.

Lorsqu'ils ne sont pas perturbés, ces milieux naturels assurent plusieurs fonctions essentielles : accueil d'une biodiversité inféodée à ces écosystèmes, régulation des cycles de l'eau (tamponnage des crues et des sécheresses), stockage de carbone, patrimoine archéologique, etc. (Décultot *et al.*, 2024).

Les Hauts-de-France et la Wallonie abritent de vastes zones tourbeuses comme les Marais de Sacy (FR-60), la vallée de la Somme et ses affluents (FR-80), le Marais Audomarois (FR-59/62), les Marais de la Souche (FR-02), la Plaine de la Scarpe et de l'Escaut (FR-59), ou encore la Vallée de la Semois (BE). Parmi ces dernières, certaines sont même reconnues internationalement, en particulier comme zones humides d'importance internationale par la Convention de Ramsar ou comme site Natura 2000. Plusieurs dizaines de milliers d'hectares de milieux tourbeux sont présents dans ces deux régions.

Malheureusement, ces tourbières sont majoritairement perturbées. En effet, elles ont été occupées et aménagées pour les activités humaines depuis l'Antiquité : changement d'utilisation (culture agricole et populiculture, urbanisation), exploitation de la tourbe (par le tourbage), déprise agricole, canalisation des cours d'eau, création de systèmes de drainage, etc.
Ces actions ont pour effet de bouleverser complètement le fonctionnement du site ou de le détruire directement. La principale conséquence est la minéralisation des tourbes, dégradation irréversible, qui entraîne notamment une modification de la composition chimique des sols, des phénomènes de subsidence, du relargage massif de gaz à effet de serre et une perte de biodiversité.

En France, 87% des zones humides présentes au XVIII^{e} siècle avaient été perdues en 2000, dont 50% rien qu'au XX^{e} siècle. La disparition des milieux humides et 3 fois plus rapide que la déforestation (Global assessment on biodiversity and ecosystem services, IPBES, 2019).

Des initiatives existent pour restaurer et préserver ces milieux naturels, dont à titre d'exemple : le Plan Régional d'Action en faveur des Tourbières, la labellisation Ramsar, les politiques foncières en faveur des milieux naturels ou encore le LIFE Anthropofens.



Vallée de la Maye ©F. HELIN

Présentation du LIFE Anthropofens

Le LIFE Anthropofens a pour objectif principal de restaurer les conditions qui permettront l'amélioration de l'état de conservation de **480 ha de milieux tourbeux alcalins sur 13 sites Natura 2000 des Hauts-de-France et de Wallonie.**

Il est décliné en 3 sous-objectifs :

- assurer la conservation des habitats tourbeux alcalins ;
- préserver les différents stades d'évolution des milieux tourbeux et développer des modes de gestion visant l'amélioration de l'état de conservation de l'ensemble des habitats des tourbières alcalines ;
- mettre en réseau les gestionnaires de tourbières des Hauts-de-France et de Wallonie.

Plus précisément, il vise à restaurer **6 habitats d'intérêt communautaire** au titre de la Directive européenne Habitats-Faune-Flore : les Prairies humides calcaires à Molinie bleue (6410), les Tourbières de transition (7140), les Marais calcaires à Marisque (7210* - HIC prioritaire), les Tourbières basses alcalines (7230), les Tourbières boisées (91D0* - HIC prioritaire) et les Aulnaies-frênaies alluviales à hautes herbes (91E0* - HIC prioritaire).

Depuis 2019 jusqu'en 2026, **9 structures des Hauts-de-France et de Wallonie** mettent en œuvre un programme d'actions pour atteindre cet objectif, mettant à profit leurs expertises et leur complémentarité.

Il s'agit du Conservatoire botanique national des Hauts-de-France, du Conservatoire du littoral, du Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France, du Département de l'Oise, de la Fédération des conservatoires d'espaces naturels, de Natagora, du Parc Naturel Régional Scarpe-Escaut, du Syndicat Mixte Baie de Somme Grand Littoral Picard et du Syndicat mixte Oise-Aronde.

Le programme est soutenu par **6 partenaires financiers** : l'Union européenne (programme LIFE), l'Agence de l'Eau Artois-Picardie, l'Agence de l'eau Seine Normandie, l'Office Français de la Biodiversité, le Département de l'Oise et la Fondation Coca-Cola. Il bénéficie également de l'accompagnement de **5 partenaires institutionnels et techniques** : l'EPTB Somme-AMEVA, la DREAL Hauts-de-France, la Région Hauts-de-France, le Département de la Somme et le Département de l'Aisne.

Le LIFE Anthropofens bénéficie d'un budget total de de 18,7 millions d'euros afin de mettre en œuvre des actions réparties dans trois grands domaines :

- **l'étude scientifique et le suivi** de différents paramètres pour améliorer la connaissance des milieux, de leur fonctionnement et évaluer l'impact des travaux (état de conservation des habitats naturels, fonctionnement écohydrologique, état des tourbes, etc.)
- **la réalisation d'importants travaux pour restaurer le bon état écologique** des milieux tourbeux et leur fonctionnement et préparer une gestion à long terme de ces espaces (étrépage/décapage sur 24 ha, pose de 8 équipements de gestion des niveaux d'eau, neutralisation de 4,8 km de fossés de drainage, fascinage de 600 m de berges avec implantations d'espèces ingénieures pour reconstituer des tremblants, déboisement de 141 ha avec rognage de souches ou essouchage, fauche avec exportation de 89 ha, pose de clôture et d'équipement pour le pâturage pour 86 ha pâturable, aménagement de 2 sites pour l'ouverture au public, etc.)
- **la communication et valorisation des connaissances** afin de les partager avec les acteurs des tourbières, de diffuser auprès d'un large public les résultats des actions et de sensibiliser un maximum de personnes aux enjeux de préservation des tourbières.

Le LIFE Anthropofens contribue directement aux atteintes des objectifs des différents Documents d'Objectifs Natura 2000, des Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux et de leur déclinaison en SAGEs, ainsi qu'aux autres politiques publiques en faveur de la Biodiversité et du Climat.

La collection de guides du LIFE Anthropofens vise à valoriser le travail et l'expérience acquise tout au long du projet. Elle se compose des ouvrages traitant la gestion, le pâturage, l'hydrologie, les habitats...

Ces guides sont consultables et téléchargeables en suivant ce QR code, via l'onglet «documents de communication»

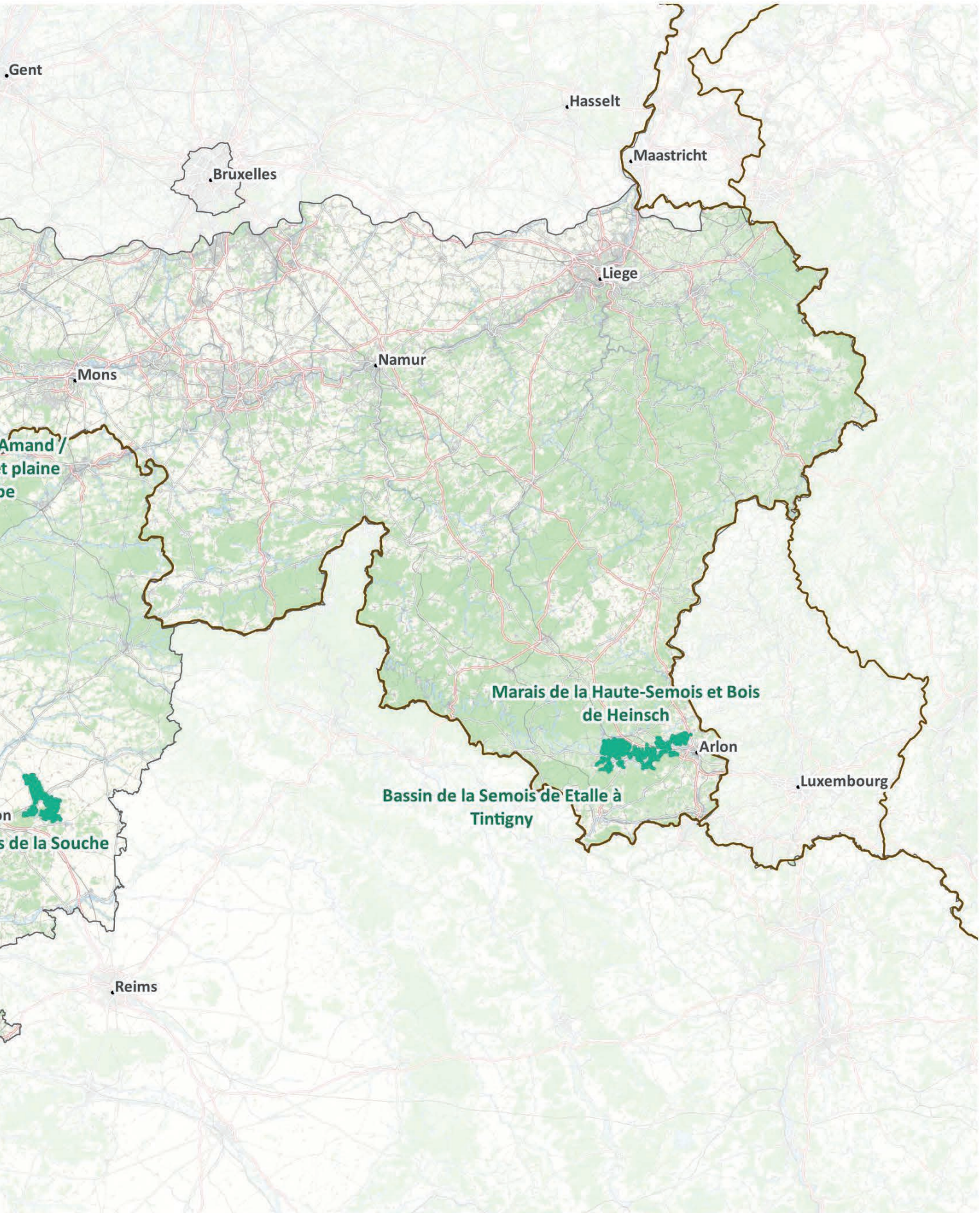
ou via le site du Pôle-Relais Tourbières en suivant l'adresse : https://www.poletourbieres.org/action/guides-techniques-LIFE-Anthropofens/



Marais d'Eclusier-Vaux
©F. HELIN

Les sites Natura 2000 concernés par le LIFE Anthropofens





Admin Express © IGN - Paris, ESRI, GADM, Géo2France, © les contributeurs d'OpenStreetMap

Réalisation : Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France - Marie HERAUDE - 07/01/2025

1 Introduction : La dynamique végétale, une clé pour la gestion.

Auteur : Nicolas CARON, Adrien BERQUER (Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France), Raphaël COULOMBEL (Conservatoire botanique National des Hauts-de-France)

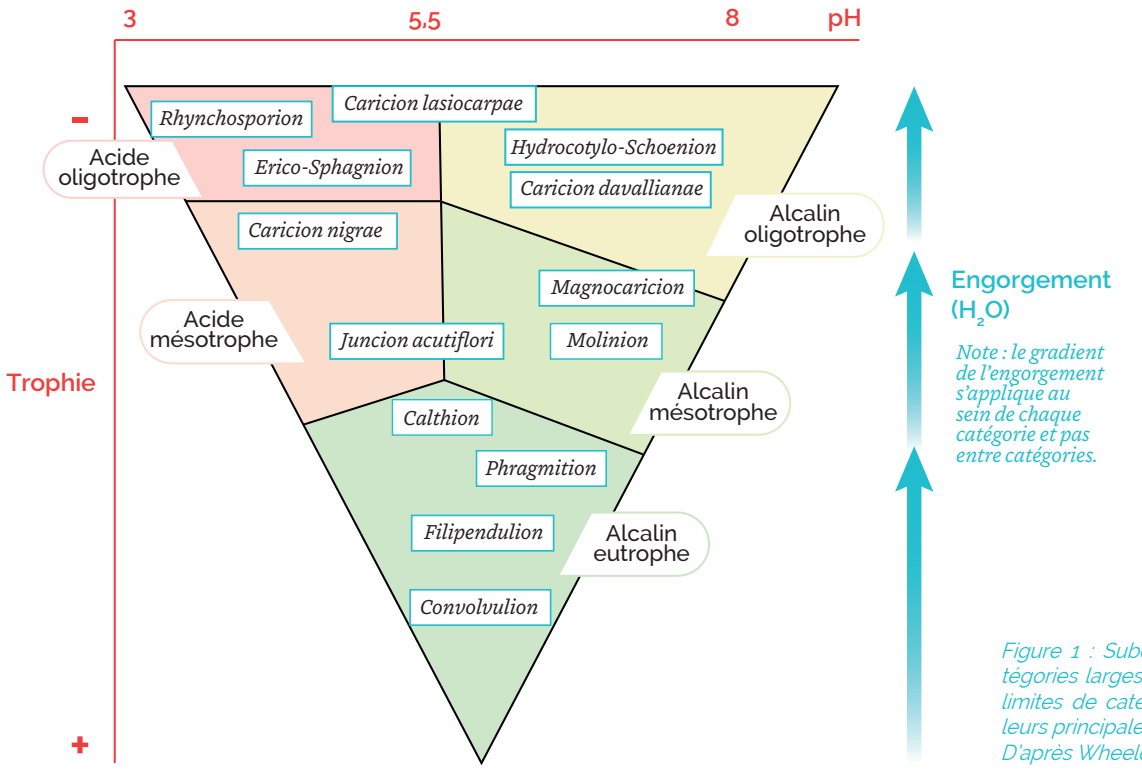
Les végétations évoluent vers des stades forestiers, jusqu'à trouver une limite. Ces limites peuvent être naturelles, puisqu'une contrainte environnementale peut bloquer cette évolution : disponibilité en eau ou en nutriments, actions mécaniques des constituants de l'écosystème comme l'eau, le vent, le froid, l'herbivorie... Dans certains cas, les activités humaines peuvent lever certaines limites (irrigation, fertilisation) et en créer d'autres (fauche, pâturage, ennoiement, drainage...).
En effet, les associations végétales sont conditionnées par des propriétés écologiques dépendantes des lieux où elles s'expriment (tessella). Ainsi, en l'absence de contrainte, plusieurs associations végétales (appelées syntaxons) vont se succéder au sein d'une tessella, constituant alors une série de végétation. Ici, le schéma de la dynamique végétale « commune », d'évolution d'une pelouse primaire vers une forêt fermée, en passant par des stades de friche, lande et fourré, s'applique dans la plupart des cas. Toutefois, dans des circonstances où des contraintes écologiques fortes s'exercent, la dynamique de végétation peut être bloquée et se stabilise alors à un stade pouvant être bien éloigné d'une forêt. On parle alors de permasérie.

Plusieurs séries dynamiques relevées dans les tourbières alcalines des Hauts-de-France et de Wallonie aboutissent à des permaséries. Certaines conditions écologiques de ces écosystèmes comme l'engorgement permanent et l'oligotrophie contraignent donc suffisamment fortement la dynamique pour que la végétation qui s'y développe se maintienne sur des temps suffisamment longs, permettant alors l'accumulation de débris végétaux et donc, de tourbe.

Toutefois, depuis le Néolithique (10 000 à 8 000 ans AP), l'Homme a largement modifié les milieux qui l'entourent, ayant pour effet de modifier les processus écologiques régissant ces écosystèmes. Dans les tourbières alcalines des régions du projet, dès l'âge du fer (3 000 ans AP) le creusement de drains a provoqué l'assèchement des tourbières et contribué à leur dégradation, alors que des retenues d'eau (moulins, barrages) ont, à d'autres endroits, permis l'installation ou le maintien de milieux tourbeux. Ces altérations ont depuis été renforcées par un drainage plus important, une intensification des pratiques agricoles et des pressions anthropiques de plus en plus fortes sur la ressource en eau, ceci impliquant des modifications des processus écologiques ayant des conséquences sur les végétations. Ainsi, en fonction de l'intensité des pressions, ces dernières peuvent conduire à un basculement des végétations vers des systèmes et séries plus eutrophes et/ou moins engorgés.

Hormis les végétations à Molinie bleuâtre sur sols calcaires (6410), les cinq autres habitats d'intérêt communautaire ciblés par le projet LIFE Anthropofens font partie intégrante des deux systèmes sur sols tourbeux alcalins, se distinguant l'un de l'autre par leur niveau de trophie.

Ces habitats cibles sont représentatifs des séries qui composent ces deux systèmes en tourbière alcaline, mais à des stades dynamiques différents. Ces habitats s'expriment fréquemment sous des faciès d'embroussaillement ou d'appauvrissement par manque d'espèces typiques avec des fourrés qui conduisent à la fermeture des milieux et donc à la transition vers un habitat pré-forestier. Ces habitats arbustifs sont donc très largement considérés comme des faciès de dégradation des milieux tourbeux ouverts. Dans le cadre de la restauration de milieux ouverts d'intérêt communautaire, ces habitats charnières sont donc souvent le point de départ de travaux de restauration.



L'étude des végétations et de leurs dynamiques permet de mieux comprendre l'évolution récente des milieux et d'identifier les leviers sur lesquels le gestionnaire peut agir pour leur préservation. Pour les gestionnaires, la clairvoyance sur ces dynamiques et leurs liens sont donc essentielles. Dans la suite de ce document, les différents stades dynamiques des tourbières alcalines des Hauts-de-France et de Wallonie sont abordés et des retours d'expérience, études, ou encore des témoignages y sont livrés.

Figure 1 : Subdivision des tourbières en catégories larges de pH et statut trophique (les limites de catégorie sont approximées) avec leurs principales alliances phytosociologiques. D'après Wheeler et al. (2000).

2 Présentation de quelques habitats d'interêt communautaire ou non dans la dynamique des tourbières neutro-alcalines

Auteurs : Raphaël COULOMBEL (Conservatoire botanique national des Hauts-de-France), Wout OPDEKAMP (Natagora), Adrien BERQUER (Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France)

7210*

Habitat d'intérêt communautaire 7210* : « Marais calcaires à *Cladium mariscus* et espèces du *Caricion davallianae* »

7210-1 * : Végétations à Marisque

Description de l'habitat et risques de confusions :

« Végétation caractérisée par la présence, et le plus souvent par la dominance, du Marisque (Cladium mariscus)*, se développant sur des substrats organiques tourbeux, mésotrophes à eutrophes, souvent en contact avec des groupements de bas-marais neutro-alcalins, parfois avec des végétations acidiphiles. La densité du Marisque peut être très variable, de quelques pieds disséminés au sein de groupement de bas-marais ou de tourbières de transition diversifiées et ouverte, jusqu'à des cladiaies fortement paucispécifiques*, fréquemment monospécifiques, denses et impénétrables »* (Bensettiti *et al.* 2002).

*présentant une faible diversité en espèces

Dans les Hauts-de-France, les « végétations à Marisque » du 7210* sont des végétations relevant de la classe phytosociologique des roselières et cariçaies : « *Phragmito australis - Magnocaricetea elatae* », dominées par la présence de *Cladium mariscus*. Ainsi, sont à exclure les végétations de bas-marais (7230) avec des faciès de *Cladium mariscus*. Pour cela il faut s'appuyer sur la balance d'espèces au sein d'un relevé phytosociologique en réalisant une comparaison du cortège d'espèces des *Scheuchzerio - Caricetea* vis-à-vis de celui des *Phragmito australis - Magnocaricetea elatae*.

D'après Clément *et al.* 2020 : « Si *Cladium mariscus* est plus recouvrant qu'une ou plusieurs espèces caractéristiques des tourbières basses alcalines (*Juncus subnodulosus, Carex davalliana, Schoenus nigricans,* etc.), l'habitat est à rattacher aux cladiaies (UE 7210*) ».

Rappelons la position synsystématique des deux syntaxons phytosociologiques correspondants à l'habitat 7210* en région Hauts-de-France (HDF) et appartenant à la classe des *Phragmito australis - Magnocaricetea elatae*, mais rattachés à deux alliances distinctes d'après Catteau *et al.* 2021 :

PHRAGMITO AUSTRALIS - MAGNOCARICETEA ELATAE **Klika in Klika & V.Novák 1941**

Phragmitetalia australis W. Koch 1926

Phragmition communis W. Koch 1926

Groupement à *Cladium mariscus* et *Phragmites australis* Duhamel & Catteau in Catteau, Duhamel *et al.* 2009

Magnocaricetalia elatae Pignatti 1954

Magnocaricion elatae W. Koch 1926

Cladietum marisci Allorge 1922

Statuts en région HDF :

Le 7210-1* est un habitat d'intérêt communautaire (HIC) prioritaire à l'échelle nationale et européenne, d'après Bensettiti *et al.* 2002. Cet habitat relève des deux syntaxons cités précédemment qui possèdent respectivement les statuts de rareté et de menace suivants en région HDF (Camart & Catteau 2023) :

- Présumé très rare **(RR ?)** et vulnérable **(VU)** pour le Groupement à *Cladium mariscus* et *Phragmites australis* Duhamel & Catteau in Catteau, Duhamel *et al.* 2009,
- Présumé rare **(R ?)** et vulnérable **(VU)** pour le *Cladietum marisci* Allorge 1922.



Cladiaie dans les marais de Labruyère (60) ; juillet 2019, ©R. COULOMBEL, CBN HDF

Répartition en région HDF :

Les cladiaies ou « végétations à Marisque » (7210-1*) possèdent plusieurs bastions en région HDF. De vastes surfaces de roselières à *Cladium mariscus* existent dans les marais de Sacy (60) et de la Souche (02) où l'habitat 7210-1* s'exprime respectivement sur plusieurs centaines d'hectares. Ce sont probablement les plus vastes cladiaies de la région Hauts-de-France. L'habitat est également représenté en vallée de la Somme (02 et 80) et en plaine maritime picarde (80) de façon plus relictuelle et moins surfacique (quelques hectares non contigus), pouvant s'observer en mélange avec du 7230. Les tourbières de Merlimont et Villiers-Cucq (62) abritent également quelques centaines d'hectares de 7210-1*, notamment dans les secteurs gérés cynégétiquement. Enfin en plaine de la Scarpe, la tourbière de Marchiennes (59) héberge du 7210-1*, sur plusieurs dizaines d'hectares.

Répartition en Lorraine Belge :

L'habitat est absent de la vallée de la Semois, y compris de la région Wallonne. Il n'existe d'ailleurs pas de données historiques de *Cladium mariscus* en Haute-Semois . Seul quelques pieds ont été observées récemment (2024-2025) dans le marais de Vance (Étalle, BE).



Cladiaie dans les marais de Sacy-le-Grand (60) ; juillet 2019, ©R. COULOMBEL, CBN HDF

7140 Habitat d'intérêt communautaire 7140 : « Tourbières de transition et tremblants »



Tourbière de transition du Junco subnodulosi - Caricetum lasiocarpae var. *à* Carex diandra *à Cucq (62) ; juin 2023, ©R. COULOMBEL , CBN HDF*

Description de l'habitat et risques de confusions :

« *[…] elles occupent une position intermédiaire entre, d'une part, les stades aquatiques et les stades terrestres […]* » (Bensettiti *et al.* 2002)

Les « tourbières de transition et tremblants » du 7140, relèvent de l'alliance phytosociologique du *Caricion lasiocarpae*. Cet habitat turfigène, oligo-mésotrophile se développe en contexte acide à alcalin notamment à la surface ou au bord des pièces d'eau (pelouses tremblantes ou flottantes), ainsi que dans des dépressions tourbeuses de bas-marais (7230).
En région Hauts-de-France (HDF), l'habitat 7140 est caractérisé par les espèces typiques du *Caricion lasiocarpae* et quelques autres espèces fréquentes dans cette alliance, c'est-à-dire : *Carex rostrata, Carex lasiocarpa, Carex diandra, Menyanthes trifoliata, Comarum palustre, Eriophorum angustifolium, Pedicularis palustris, Equisetum fluviatile* et parfois *Stellaria palustris* ou encore *Ranunculus lingua*. La strate bryophytique est généralement bien représentée dans un 7140, que ce soit par des sphaignes en système acide ou par des mousses brunes en système alcalin, comme *Scorpidium scorpioides, Calliergon giganteum, Drepanocladus revolvens, Aulacomnium palustre*…
Cet habitat hygrophile et psychrophile (adapté aux températures très basses), qui est d'affinité montagnarde, mais que l'on retrouve sporadiquement en plaine, forme une transition entre les groupements terrestres et aquatiques (Bensettiti *et al.* 2002). Il se trouve à l'interface, d'un point de vue dynamique et spatial, avec les végétations aquatiques (3140, 3150, 3160) et les bas-marais (7230) ou parfois les cladiaies (7210*). Le 7140 se développe préférentiellement en dessous topographiquement du 7230. Il est d'ailleurs possible de trouver le 7140 en mosaïque avec le 7210* et le 7230, mais aussi d'avoir des espèces aquatiques, comme *Potamogeton coloratus, Sparganium natans, Utricularia div. sp.*, ou encore des Characées, qui sont des rémanents du stade dynamique précédent, plus engorgé.

Rappelons la position synsystématique des cinq associations phytosociologiques correspondants à l'habitat 7140 en région Hauts-de-France et appartenant à la classe des *Scheuchzerio palustris – Caricetea fuscae*, d'après Catteau *et al.* 2021 :

SCHEUCHZERIO PALUSTRIS - CARICETEA FUSCAE Tüxen 1937
Scheuchzerietalia palustris Nordh. 1936
Caricion lasiocarpae Vanden Berghen in J.P. Lebrun *et al.* 1949
Junco acutiflori - Caricenion lasiocarpae (Julve 1993 nom. inval.) J.-M. Royer in Bardat *et al.* 2004 prov.
Groupement à *Juncus acutiflorus* et *Carex rostrata* Catteau 2015 nom. ined.
Junco subnodulosi - Caricenion lasiocarpae (Julve 1993 nom. inval.) J.-M. Royer in Bardat *et al.* 2004 prov.
Groupement à *Caltha palustris* et *Carex rostrata* Catteau 2015 nom. ined.
Junco subnodulosi - Caricetum lasiocarpae (Wattez 1968) B. Foucault 2008
Junco subnodulosi - Caricetum lasiocarpae (Wattez 1968) B. Foucault 2008 var. à *Carex diandra* Catteau & Duhamel 2014
Potentillo palustris - Caricetum rostratae Wheeler (1980) 1984

Statuts en région HDF :
Le 7140 relève des cinq végétations listées précédemment et d'une alliance phytosociologique qui possèdent respectivement les statuts de rareté et de menace suivants en région HDF (Camart & Catteau 2023) :

- Rare **(R)** et en danger **(EN)** pour le *Caricion lasiocarpae* Vanden Berghen in J.P. Lebrun *et al.* 1949 ;
- Très rare **(RR)** et en danger **(EN)** pour le *Junco subnodulosi - Caricetum lasiocarpae* (Wattez 1968) B. Foucault 2008 ;
- Présumé exceptionnel **(E ?)** et en danger critique d'extinction **(CR)** pour le *Junco subnodulosi - Caricetum lasiocarpae* (Wattez 1968) B. Foucault 2008 var. à *Carex diandra* Catteau & Duhamel 2014 ;
- Présumé très rare **(RR ?)** et en danger **(EN)** pour le Groupement à *Caltha palustris* et *Carex rostrata* Catteau 2015 nom. ined ;
- Très rare **(RR)** et en danger **(EN)** pour le *Potentillo palustris - Caricetum rostratae* Wheeler (1980) 1984.
- Présumé exceptionnel **(E?)** et en danger **(EN)** pour le Groupement à *Juncus acutiflorus* et *Carex rostrata* Catteau 2015 nom. ined..

Répartition en région HDF :
Les « tourbières de transition et tremblants » du 7140 possèdent plusieurs bastions en région Hauts-de-France, que sont les tourbières de la plaine maritime picarde (62-80), des marais de la Souche (02), de la vallée de la Somme (80), entre Amiens et Abbeville, mais aussi de la basse vallée de l'Authie (62-80). Par ailleurs, il existe des communautés fragmentaires, insaturées en espèces, dans les marais de Guînes (62), dans la vallée de l'Avre (80) ou encore dans la vallée de la Scarpe (59), qui sont tout de même rattachables à l'habitat 7140.

Répartition en Lorraine Belge :
L'habitat 7140 est largement représenté en Lorraine Belge, notamment dans les gouilles, fossés ou encore sur l'ensemble des dépressions tremblantes au sein des bas-marais de la haute vallée de la Semois. On l'observe dans une forme typique avec notamment *Carex lasiocarpa, Carex limosa, Carex rostrata, Pedicularis palustris, Carex diandra, Menyanthes trifoliata, Comarum palustre, Eriophorum angustifolium, Scorpidium scorpioides* et des Characées. Les sites de Sampont, Vance ou encore Chantemelle en haute vallée de la Semois en sont de bons exemples. Néanmoins, d'après le dernier rapportage Natura 2000 (article 17, de 2019), cet habitat est considéré comme en état de conservation "U2 : défavorable mauvais" dans la partie continentale de la Wallonie.

7230 Habitat d'intérêt communautaire 7230 : « Tourbières basses alcalines »

Description de l'habitat et risques de confusions :

Les « tourbières basses alcalines » du 7230 sont « caractérisées par la dominance d'un cortège de petites Laîches formant des parvocaricaies [...]. Une flore souvent très riche d'espèces colorées, notamment de nombreuses orchidées » (Bensettiti *et al.* 2002).

L'habitat 7230, peut regrouper des végétations phytosociologiques très différentes : tourbeuses oligotrophes, tourbeuses mésotrophes et même des végétations paratourbeuses. Néanmoins, les bas-marais alcalins (7230) des Hauts-de-France sont caractérisés par les espèces fréquentes de l'alliance de l'*Hydrocotylo vulgaris – Schoenion nigricantis*, comme : *Carex lepidocarpa, Carex viridula, Carex pulicaris, Carex panicea, Carex hostiana, Carex flava, Oenanthe lachenalii, Valeriana dioica, Juncus subnodulosus, Eriophorum latifolium, Hydrocotyle vulgaris, Dactylorhiza praetermissa, Dactylorhiza incarnata, Parnassia palustris, Scorzonera humilis, Epipactis palustris, Liparis loeselii, Schoenus nigricans, Eleocharis quinqueflora*... Mais aussi des Hypnacées, typiques des bas-marais calcaires, comme *Scorpidium cossonii, Campylium stellatum, Campylium protensum, Campyliadelphus elodes*.

Rappelons la position synsystématique des cinq associations phytosociologiques correspondantes à l'habitat 7230 en région Hauts-de-France et appartenant à la classe des *Scheuchzerio palustris – Caricetea fuscae* et à la sous-alliance de *Hydrocotylo vulgaris - Schoenenion nigricantis*, d'après Catteau *et al.* 2021 :

SCHEUCHZERIO PALUSTRIS - CARICETEA FUSCAE Tüxen 1937
Caricetalia davallianae Braun-Blanq. 1949
Hydrocotylo vulgaris - Schoenion nigricantis B. Foucault 2008
Hydrocotylo vulgaris - Schoenenion nigricantis J.-M. Royer in Bardat *et al.* 2004 prov.
Anagallido tenellae - Eleocharitetum quinqueflorae (Bournérias in Riomet & Bournérias 1952) B. Foucault in J.-M. Royer *et al.* 2006
Junco obtusiflori - Schoenetum nigricantis Allorge 1922
Hydrocotylo vulgaris - Juncetum subnodulosi (Wattez 1968) B. Foucault in J.-M. Royer *et al.* 2006
Caricetum viridulo - lepidocarpae Catteau *et al.* in Catteau *et al.* 2017

Statuts en région HDF :
Le 7230 relève des quatre associations listées ci-dessus et d'une sous-alliance phytosociologique, dont les statuts de rareté et de menace sont les suivants en région HDF (Camart & Catteau 2023) :

- Présumé assez-rare **(AR ?)** et vulnérable à en danger **(VU-EN)** pour l'*Hydrocotylo vulgaris - Schoenenion nigricantis* J.-M. Royer in Bardat *et al.* 2004 prov. ;
- Très rare **(RR)** et en danger **(EN)** pour l'*Anagallido tenellae - Eleocharitetum quinqueflorae* ;
- Très rare **(RR)** et en danger **(EN)** pour le *Junco obtusiflori - Schoenetum nigricantis* Allorge 1922 ;
- Présumé rare **(R ?)** et vulnérable **(VU)** pour l'*Hydrocotylo vulgaris - Juncetum subnodulosi* (Wattez 1968) B. Foucault in J.-M. Royer *et al.* 2006 typicum B. Foucault 1984 nom. ined. ;
- Très rare **(RR)** et vulnérable **(VU)** pour le *Caricetum viridulo - lepidocarpae* Catteau *et al.* in Catteau *et al.* 2017.



Bas-marais alcalin, relevant du Junco obtusiflori - Schoenetum nigricantis *à Monceaux (60) ; juin 2023. ©R. COULOMBEL, CBN HDF*

Répartition en région HDF :
Les « tourbières basses alcalines » du 7230 possèdent plusieurs bastions en région Hauts-de-France, que sont les tourbières de la plaine maritime picarde (62-80), des marais de Sacy (60), des marais de la Souche (02), du Laonnois (02), de la vallée de la Somme (80), mais aussi de la basse vallée de l'Authie (62-80) et de la vallée de l'Avre (80).

Répartition en Lorraine Belge :
L'habitat 7230 est présent en Lorraine Belge, mais il est quasiment confiné à la haute vallée de la Semois, où il existe encore quelques hectares de tourbières basses alcalines (7230), souvent en mosaïque avec du 7140. On y observe notamment les espèces suivantes : *Eriophorum latifolium, Carex lepidocarpa, Parnassia palustris, Epipactis palustris, Salix repens, Valeriana dioica, Dactylorhiza majalis, Scorpidium cossonii, Campylium stellatum, Cinclidium stygium*... La surface de 7230 serait de l'ordre de 29 ha en vallée de la Semois selon le dernier rapportage (Art. 17 de 2019), cependant en raison de différences d'interprétations et de classification des habitats phytosociologiques en Europe (Peterka *et al.* 2017), il est probable que ce chiffre soit une surestimation. En effet, les cahiers d'habitats de Wallonie considèrent le rattachement de l'alliance du *Carion davallianae* au 7230, contrairement aux alliances du *Sphagno warnstorfii-Tomentypnion nitentis* et du *Stygio-Caricion limosae* qui ne relèveraient pas du 7230. Dans ce contexte et sachant la présence de ces deux dernières alliance dans les remarquables bas-marais de la haute vallée de la Semois (marais de Sampont et de Vance), il est probable que la vallée de la Semois, n'héberge qu'une bonne dizaine d'hectares de 7230 au sens strict.

Bas-marais du 7230 à Arry (80) ; juillet 2016. ©R. COULOMBEL, CBN HDF



6410 Habitat d'intérêt communautaire 6410 : « Prairies à *Molinia* sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux »

Description de l'habitat et risques de confusions :

« Cet habitat regroupe un vaste ensemble de prairies hygrophiles à mésohygrophiles, développé aux étages planitiaire, collinéen et montagnard des régions atlantiques et continentales, sur sols tourbeux à paratourbeux, oligotrophes à mésotrophes. Parmi les espèces caractéristiques du 6410, la Molinie bleuâtre (Molinia caerulea) *occupe une place particulière. En raison de sa forte sociabilité et de son adaptation aux régimes extensifs de fauche et de pâturage souvent appliqués pour ces prairies, la Molinie imprime fortement l'aspect de la végétation et beaucoup de prés humides de cet habitat sont de véritables « moliniaies » physionomiques »* (Bensettiti *et al.* 2005).

Les « prairies à *Molinia* sur sols calcaire, tourbeux ou argilo-limoneux » du 6410 sont caractérisées par la dominance d'un cortège d'espèce des *Scheuchzerio palustris – Caricetea elatae*, mais avec une importante représentation également des espèces pelousaires, relevant de la classe des *Festuco – Brometea*. C'est ce mélange d'espèces de tourbières et de pelouses calcicoles qui caractérise les prairies de l'habitat du 6410 et donc l'alliance du *Molinion caeruleae*.

Les espèces fréquentes de cet habitat du 6410, sont notamment : *Molinia caerulea, Succisa pratensis, Ophioglossum vulgatum, Silaum silaus, Inula salicina, Gentiana pneumonanthe, Selinum carvifolia, Cirsium dissectum, Carex tomentosa, Carex panicea, Genista tinctoria, Serratula tinctoria, Colchicum autumnale, Potentilla erecta, Danthonia decumbens, Gymnadenia conopsea, Carex flacca, Briza media, Galium uliginosum, Lotus maritimus, Galium boreale, Salix repens…*

Rappelons la position synsystématique des trois associations phytosociologiques correspondantes à l'habitat 6410 en région Hauts-de-France (HDF), appartenant à la classe des *Scheuchzerio palustris – Caricetea fuscae* et à l'alliance du *Molinion caeruleae*, d'après Catteau *et al.* 2021 :

SCHEUCHZERIO PALUSTRIS - CARICETEA FUSCAE Tüxen 1937
Caricetalia davallianae Braun-Blanq. 1949
Molinion caeruleae W. Koch 1926
Allio angulosi - Molinienion caeruleae B. Foucault & Géhu 1980
Succiso pratensis - Silaetum silai J. Duvign. 1955 prov.
Groupement à *Epipactis palustris* et *Silaum silaus* Catteau 2019
Selino carvifoliae - Juncetum subnodulosi (Allorge 1922) B. Foucault 2008





Prairie du Molinion caeruleae *à Liercourt (80), mai 2020 ©R. COULOMBEL, CBN HDF*

Statuts en région HDF :
Le 6410 relève des trois associations listées ci-dessus, d'une sous-alliance et d'une alliance phytosociologique, dont les statuts de rareté et de menace sont les suivants en région HDF (Camart & Catteau 2023) :

- Présumé rare **(R ?)** et en danger **(EN)** pour l'alliance du *Molinion caeruleae* W. Koch 1926,
- Présumé rare **(R ?)** et en danger **(EN)** pour l'*Allio angulosi - Molinion caeruleae*,
- Présumé très rare **(RR ?)** et en danger **(EN)** pour le *Succiso pratensis - Silaetum silai,*
- Exceptionnel **(E)** et en danger **(EN)** pour le Groupement à *Epipactis palustris* et *Silaum silaus,*
- Très rare **(RR)** et en danger **(EN)** pour le *Selino carvifoliae - Juncetum subnodulosi.*

Répartition en région HDF :
Les « Prairies à *Molinia* sur sols calcaires » du 6410, se retrouvent en plusieurs secteurs de la région Hauts-de-France, même si ce sont toujours des prairies extensives et localisées, de surfaces généralement modestes. Citons notamment la vallée de la Somme (80), les marais de Sacy (60), le Laonnois et le Tardenois (02) ou encore le Boulonnais (62) et l'Avesnois (59).
Certaines végétations dégradées ou appauvries en espèces typiques mais pouvant encore être rattachées à du 6410, s'expriment en plaine maritime picarde (62-80), en vallée de l'Avre (80) ou encore en vallée de la Bresle (80-76).

Répartition en Lorraine Belge :
L'habitat 6410 est présent en Lorraine Belge, notamment dans des prairies de fauche, avec une gestion extensive, sur des sols marneux. Son centre de gravité en Gaume se situe dans la Moyenne Semois, où il reste même des parcelles en très bon état de conservation, encore en usage agricole. Citons la présence du 6410 en vallée de la Semois et en vallée de la Rulles (Tintigny, réserve de "la Praille" à Jamoigne…) où l'on peut observer de magnifiques prairies du *Molinion caeruleae*, très florifères avec de nombreux pieds de *Scorzonera humilis, Carex hostiana* ou encore *Succisa pratensis*. La richesse spécifique de ces parcelles est considérable avec des relevés atteignant parfois 35 à 40 espèces.
En dehors de la Gaume, on retrouve encore quelques hectares de 6410 en Fagne-Famenne, mais l'habitat y a fortement régressé à cause d'une intensification des pratiques agricoles. En Ardennes, une variante plus acide est présente, mais rarement sur des grandes surfaces.

A gauche : Prairie du Molinion caeruleae *à Ponthoile ; juin 2023, ©R. COULOMBEL, CBN HDF*

Les roselières turficoles du « *Magnocaricion elatae* W. Koch 1926 »

Description de l'habitat et risques de confusions :
Les roselières turficoles du *Magnocaricion elatae* W. Koch 1926 (végétations des sols tourbeux mésotrophes longuement engorgés en surface), s'inscrivent dans la dynamique des tourbières alcalines et hébergent des espèces à enjeu majeur de conservation (flore et faune). Néanmoins, ces végétations ne sont pas toutes reconnues d'intérêt communautaire, ce qui génère parfois des difficultés d'action et de financements pour la gestion ou la restauration d'une tourbière, dans laquelle ces roselières font partie intégrante de la trajectoire spontanée.
L'alliance du *Magnocaricion elatae*, se caractérise par une dominance d'espèces de la classe des roselières/cariçaies (*Phragmito australis - Magnocaricetea elatae* Klika in Klika & V.Novák 1941) en mélange avec quelques espèces de la classe des bas-marais (*Scheuchzerio palustris - Caricetea fuscae* Tüxen 1937).



Roselière turficole du Magnocaricion elatae *à Monceaux (60); ©R. COULOMBEL, CBN HDF*

Statuts en région HDF :
Les végétations de roselières, qui relèvent de l'alliance phytosociologique du *Magnocaricion elatae*, sont d'intérêt patrimonial en région HDF. Cette alliance possède les statuts de rareté et de menace suivants en région HDF (Camart & Catteau 2023) : "peu commun" **(PC)** et "presque menacé à en danger critique" **[NT-CR]**.
Cette alliance, regroupe plusieurs types de roselières et cariçaies, dont certaines sont reconnues d'intérêt communautaire, telles que :

- le *Cladietum marisci* Allorge 1922 **(R ? ; VU)** - [HIC : 7210*],
- le *Thelypterido palustris - Phragmitetum australis* Kuiper ex Donselaar *et al.* 1961 **(RR ; VU)** - [HIC : 7230].

Alors, que d'autres ne sont pas d'intérêt communautaire, comme :

- le *Lathyro palustris - Lysimachietum vulgaris* H. Passarge 1978 **(AR ; VU)**,
- le *Caricetum ripario - acutiformis* Kobendza 1930 **(E ; CR)**,

Répartition en région HDF :
Les roselières du *Magnocaricion elatae* W. Koch 1926, s'observent en de nombreux secteurs de la région Hauts-de-France, à travers l'expression de 7 syntaxons, notamment dans les tourbières de la vallée de la Scarpe, de l'Audomarois, de la vallée de la Somme (la haute Somme étant un bastion pour ces roselières turficoles), de l'Authie, des marais arrière-littoraux picards, des marais de Sacy ou encore des marais de la Souche et du Laonnois.

Les fourrés de saules du « *Salicion cinereae* T. Mull. & Görs ex H. Passarge 1961 »



Saulaie du Salicion cinereae *à Eclusier-Vaux (80) ; ©R. COULOMBEL, CBN HDF*

Description de l'habitat et risques de confusions :
Les fourrés arbustifs de l'alliance phytosociologique du *Salicion cinereae* T. Mull. & Görs ex H. Passarge 1961 (Fourrés de saules des sols longuement engorgés) sont des habitats fréquents dans les tourbières des Hauts-de-France. En effet ils occupent une place charnière dans la dynamique végétale des tourbières, pouvant s'installer à la suite des végétations de bas-marais, de cladiaies ou encore de roselières turficoles du *Magnocaricion elatae*. Étant des habitats à la charnière entre les milieux ouverts et fermés, ils occupent aussi la position dynamique précédant l'installation de la forêt pionnière (alliance de l'*Alnion glutinosae*). Dans la strate herbacée de ce fourré, il est régulier d'observer des espèces rémanentes du stade précédent, à savoir des espèces de bas-marais ou de roselière turficole, comme *Carex lasiocarpa, Juncus subnodulosus, Thysselinum palustre* ou encore *Cladium mariscus* qu'il n'est pas rare de rencontrer sous la strate arbustive.
Au regard des cahiers d'habitats, les fourrés du *Salicion cinereae* ne sont pas reconnus d'intérêt communautaire. Au contraire, le développement des ces derniers est souvent perçu, par le gestionnaire, comme une menace à un certain nombre d'habitats d'intérêt communautaire (des stades précédents, plus ouverts). En effet, ce stade dynamique arbustif permet de restaurer des habitats de bas-marais alcalin (7230) de cladiaie (7210) voire de tourbière de transition (7140), dans certains cas.

Statuts en région HDF :
Les végétations arbustives qui relèvent de l'alliance phytosociologique du *Salicion cinereae*, sont pour partie (5 sur 7 associations) considérées d'intérêt patrimonial en région HDF. Cette alliance possède les statuts de rareté et de menace suivants en région HDF (Camart & Catteau 2023) : "présumé assez commun" **(AC ?)** et "de préoccupation mineure à vulnérable" **[LC-VU]**.

Répartition en région HDF :
Les fourrés de Saules du *Salicion cinereae* T. Mull. & Görs ex H. Passarge 1961, s'observent dans l'ensemble des tourbières de la région Hauts-de-France, notamment à travers l'expression de deux syntaxons : le *Rubo caesii - Salicetum cinereae* Somsak 1963 et l'*Alno glutinosae - Salicetum cinereae* H. Passarge 1956. Ce dernier syntaxon (assez rare et presque menacé) est d'intérêt patrimonial en région Hauts-de-France et peut héberger des espèces très rares et en danger comme la Fougère à crête (*Dryopteris cristata*).

91D0* 91E0*

Habitats d'intérêt communautaire 91D0* : « Tourbières boisées » et 91E0* : « Forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae*) » :

Description de l'habitat et risques de confusions :

Pour le 91D0*, selon la définition des cahiers d'habitats Natura 2000,

> *« Il s'agit de peuplements de feuillus ou de conifères installés sur substrats tourbeux, humides à mouillés. La dominance est assurée par le Bouleau pubescent (dont la sous-espèce des Carpates), ou le Pin sylvestre ou le Pin à crochets (sous-espèce rotundata) ou l'Épicéa. Ces arbres recouvrent un tapis herbacé et muscinal propre aux « tourbières » acides (tourbières hautes ou bas marais acides) : Myrtilles, Sphaignes, Laîches… Les boulaies pubescentes se retrouvent en « raies isolées » dans les vallées et le long des ruisseaux. Le milieu est caractérisé par la permanence d'une nappe élevée (souvent très proche de la surface). L'eau est le plus souvent très pauvre en éléments nutritifs (tourbières hautes, bas-marais acides). Le niveau trophique est légèrement plus élevé pour les peuplements situés en bordure de ruisseau ou sur les marges des complexes tourbeux. »* (Bensettiti *et al*. 2001).

Pour le 91E0*,

> *« Ces habitats occupent le lit majeur des cours d'eau (recouvert d'alluvions récentes et soumis à des crues régulières). On les retrouve en situation de stations humides, inondées périodiquement par la remontée de la nappe d'eau souterraine, ou en bordure de sources ou de suintements »* (Bensettiti *et al*., 2001).

Ces deux types de boisements sont bien susceptibles de se rencontrer en tourbières, mais alors strictement en tourbières acides pour le premier (91D0*) et en marge des tourbières alcalines pour le second (91E0*), qui caractérise davantage des systèmes de boisements alluviaux rivulaires de grandes vallées inondables, rarement sur tourbe. La dénomination de "tourbière boisée" est intéressante néanmoins, bien que le 91D0* ne concerne que la partie acide des "forêts tourbeuses". En effet, des indices pédologiques, lors de sondages montrent que la tourbe peut être constituée d'éléments ligneux. Avec un sol constamment engorgé, les branches ou les racines des ligneux peuvent constituer une accumulation de matière organique (bois mort) non décomposée. Les macrorestes retrouvés dans la tourbe des vallées de la Somme et de l'Authie, en témoignent.

En définitive, via les deux habitats d'intérêt communautaire 91D0* et 91E0*, les cahiers d'habitats Natura 2000 n'incluent pas la majorité des tourbières boisées des systèmes tourbeux des Hauts-de-France et de Wallonie. En effet, les "tourbières boisées" au sens de l'habitat 91D0* sont restreintes aux boisements tourbeux acides (avec un cortège herbacé et muscinal strictement acidiphile : *Sphagnum div. sp., Carex echinata, Vaccinium oxycoccos*…). Cependant, la caractérisation phytosociologique des habitats tourbeux, boisés et neutro-alcalins des Hauts-de-France, conduit le plus souvent au groupement à *Alnus glutinosa* et *Thelypteris palustris* Duhamel & Catteau in Catteau, Duhamel *et al.* 2009, si les conditions d'engorgement et la trophie le permettent. Cette végétation du groupement à *Alnus glutinosa* et *Thelypteris palustris* est considérée comme rare et vulnérable en région Hauts-de-France, elle est également d'intérêt patrimonial et permet la conservation des nombreuses espèces de tourbières (effet parapluie). Néanmoins cet habitat reste particulièrement menacé (activités anthropiques) par défaut de reconnaissance. En effet, ces boisements tourbeux alcalins n'étant pas reconnus d'intérêt communautaire au titre de la Directive Habitat Faune Flore (DHFF) de 1992 ils ne bénéficient pas des mesures de gestion et de protection qui y sont associées, contrairement aux forêts alluviales (HIC : 91E0*) et aux tourbières boisées acides (HIC : 91D0*), deux habitats forestiers reconnus comme prioritaires au titre de la DHFF.

Si les espèces fréquentes de l'habitat du 91D0*, sont notamment : *Sphagnum div. sp., Carex echinata, Carex canescens, Vaccinium oxycoccos, C. nigra, C. rostrata, Juncus acutiflorus, Molinia caerulea, Trientalis europae,* le cortège d'espèces herbacées du groupements à *Alnus glutinosa* et *Thelypteris palustris* permet une nette distinction, avec des taxons comme *Dryopteris cristata, Thelypteris palustris, Carex elata, Carex paniculata, Equisetum fluviatile, Caltha palustris, Ptychostomum pseudotriquetrum*… Par ailleurs, notons que ces forêts marécageuses des tourbières neutro-alcalines s'inscrivent dans la série dynamique des tourbières basses-alcalines (7230), mais aussi des roselières turficoles du *Magnocaricion elatae*, pour partie reconnues d'intérêt communautaire à travers les formations de cladiaies (7210*) ou les roselières à Fougère des marais (7230).

Le groupement à *Alnus glutinosa* et *Thelypteris palustris* Duhamel & Catteau in Catteau, Duhamel *et al.* 2009 est, au même titre que les tourbières boisées (*sensu* 91D0*) menacé par des contraintes environnementales comme le drainage des tourbières et l'eutrophisation. Effectivement, une charge trophique importante et une baisse des niveaux d'eau conduit au développement de végétations plus nitrophiles et tend à remplacer le groupement à *Alnus glutinosa* et *Thelypteris palustris* par du *Cirsio oleracei - Alnetum glutinosae* Lemée ex Noirfalise & Sougnez 1961. De plus, si la baisse des niveaux d'eau se poursuit et conduit à la minéralisation de la tourbe, alors la bascule vers un autre système, non tourbeux en surface, moins engorgé et plus eutrophe est possible. Cela se traduit notamment, par le développement d'espèces ligneuses plus ubiquistes et mésohygrophiles telles que le Frêne commun (*Fraxinus excelsior*), l'Erable sycomore (*Acer pseudoplatanus*), le Noisetier (*Corylus avellana*), voire le Chêne pédonculé (*Quercus pedunculatus*), faisant basculer ces boisements tourbeux, relevant de l'alliance de l'*Alnion glutinosae* Malcuit 1929, vers des boisement hygrophiles des systèmes alluviaux, relevant de l'alliance de l'*Alnion incanae* Pawl. in Pawl. *et al.* 1928 (HIC : 91E0*). Ces boisements se développant non plus sur des tourbes, mais théoriquement sur des alluvions riches en minéraux (dépôts d'alluvions ou de colluvions, surtout limoneuses).

Par ailleurs, certaines zones de tourbières subissent des fluctuations dans leur alimentation en eau par la nappe calcaire, avec un gradient d'alimentation de la tourbe par l'eau météorique (baisse de la nappe alluviale, microtopographies). Les tourbières alimentées par une eau de précipitations ont alors une composition chimique différente avec généralement une eau moins minéralisée et plus acide, conduisant au développement de végétations moins strictement de tourbières alcalines, mais davantage de tourbières neutres, voire de "mixed mires". Il s'agit de faciès d'acidification souvent dominés par une strate muscinale dense de sphaignes basi-tolérantes, parfois qualifiées de neutro-alcalines (*Sphagnum teres, Sphagnum squarrosum*,

Sphagnum warnstorfii…) se développant sous une strate arborée d'Aulnes glutineux ou de Bouleaux pubescents. En fonction de la proportion de recouvrement par les sphaignes et les ligneux, et l'abondance respective d'espèces acidiphiles, plusieurs variations dans la description du 91D0*, détaillées dans les cahiers d'habitats (Bensettiti *et al.*, 2001), peuvent inciter le gestionnaire à s'orienter vers le rattachement de cet habitat. Néanmoins, nous invitons à la prudence dans cette démarche, qui est accentuée par l'absence de reconnaissance des tourbières boisées alcalines, comme habitat d'intérêt communautaire. Par ailleurs, des détails concernant ces habitats boisés sont développés dans le Chapitre 5 de cet ouvrage.

Rappelons la position synsystématique des différents habitats boisés évoqués ci-dessus, qu'ils soient d'intérêt communautaire ou non, appartenant à la classe phytosociologique des *Alnetea glutinosae* et des *Querco roboris - Fagetea sylvaticae*, d'après Catteau *et al.* 2021 :

ALNETEA GLUTINOSAE Braun-Blanq. & Tüxen ex V. Westh. et al. 1946

Alnetalia glutinosae Tüxen 1937

Alnion glutinosae Malcuit 1929 (Non HIC)

Groupement à Alnus glutinosa et Thelypteris palustris Duhamel & Catteau in Catteau, Duhamel et al. *2009*

Cirsio oleracei - Alnetum glutinosae Lemée ex Noirfalise & Sougnez 1961

Sphagno - Alnion glutinosae (Doing in F.M. Maas 1959) H. Passarge & Hofmann 1968 (HIC : 91D0*)

Sphagno palustris - Alnetum glutinosae (Lemée 1937) Oberd. 1992 nom. invers. propos. apud auct.

Sphagno palustris - Betuletum pubescentis (H. Passarge & Hofmann 1968) Mériaux *et al.* 1980 nom. inval. (art. 3o, 5)

QUERCO ROBORIS - FAGETEA SYLVATICAE Braun-Blanq. & Vlieger in Vlieger 1937

Populetalia albae Braun-Blanq. ex Tchou 1948

Alnion incanae Pawl. in Pawl. *et al.* 1928 (HIC : 91E0*)

Groupement à *Humulus lupulus* et *Fraxinus excelsior* Catteau & Duhamel in Catteau, Duhamel *et al.* 2009

Carici remotae - Fraxinetum excelsioris W. Koch ex Faber 1936

Stellario nemorum - Alnetum glutinosae M. Kästner ex W. Lohmeyer 1957

Equiseto telmateiae - Fraxinetum excelsioris Rühl 1967

Pruno padi - Fraxinetum excelsioris Oberd. 1953

Ulmo minoris - Fraxinetum excelsioris (Tüxen apud W. Lohmeyer 1952) Oberd. 1953 nom. invers. propos.

Statuts en région HDF :

Les statuts de rareté et de menace des trois alliances phytosociologiques suivantes, sont indiqués pour la région HDF, d'après Camart & Catteau (2023) :

- *Alnion glutinosae* Malcuit 1929; Non HIC, alliance d'intérêt patrimonial en région, considéré comme peu commun **(PC)** et de préoccupation mineure à vulnérable **[LC ; VU]**.
- *Sphagno - Alnion glutinosae* (Doing in F.M. Maas 1959) H. Passarge & Hofmann 1968; HIC : 91D0*, alliance d'intérêt patrimonial en région, considéré comme rare **(R)** et vulnérable **[VU]**.
- *Alnion incanae* Pawl. in Pawl. *et al.* 1928; HIC : 91E0*, alliance pour partie d'intérêt patrimonial en région considéré comme assez commun **(AC)** et de préoccupation mineure à vulnérable **[LC ; VU]**.

Répartition en région HDF :

De ces trois alliances précédemment citées, l'*Alnion glutinosae* (non HIC) et l'*Alnion incanae* (91E0*) sont les plus fréquentes en région Hauts-de-France. En effet, la première s'observe dans de nombreuses vallées tourbeuses (Somme, Avre, Authie, Sensée, Scarpe, marais de la Souche, marais de Sacy, Audomarois…) alors que la seconde s'observe préférentiellement dans les vallées alluviales de l'Oise et de l'Aisne, mais aussi en bordure des vallées tourbeuses ou lorsque la tourbe s'est minéralisée en lien avec des pratiques anthropiques (drainage, modifications hydraulique). Concernant l'alliance du *Sphagno - Alnion glutinosae* (91D0*), bien que présente dans quelques localités sur substrats acides (Laonnois, forêt de Desvres, Bray humide, Avesnois…), c'est une alliance qui a souvent été citée à tort dans des documents d'objectif ou des plans de gestion des HDF. En effet, les grandes vallées tourbeuses des plaines crayeuses des Hauts-de-France (Somme, Authie, Sensée…) hébergent préférentiellement des boisements tourbeux relevant de l'*Alnion glutinosae*. Ce rattachement phytosociologique, qui écarte l'alliance du *Sphagno - Alnion glutinosae* (91D0*), même lorsqu'il existe des développements localisés de sphaignes dans des boisements tourbeux, est permis par une analyse de l'entière composition floristique de la strate herbacée et une détermination au rang spécifique des sphaignes présentes (taxons ubiquistes et alcalino-tolérants).

Aulnaie à Fougère des marais
©R. COULOMBEL, CBN HDF



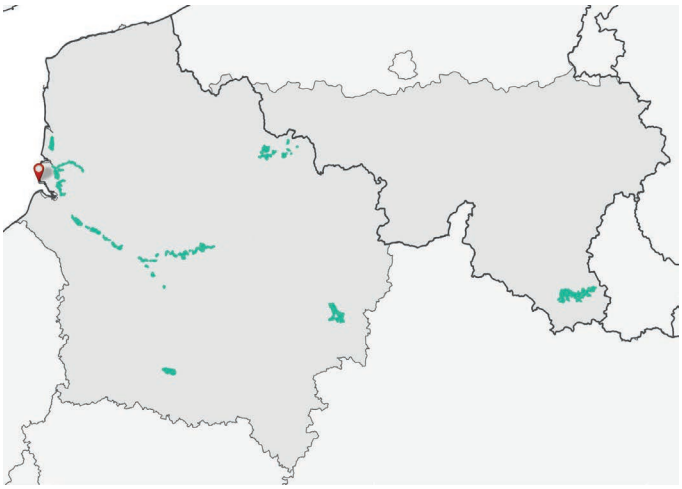


Vue sur l'Anse Bidard et le Banc de l'Islette, depuis le massif dunaire du Marquenterre ©B. BLONDEL, Syndicat Mixte Baie de Somme - Grand Littoral Picard 2021

3 Les stades ouverts conduisant aux bas-marais alcalins

1 L'Anse Bidard - De lagune à tourbière

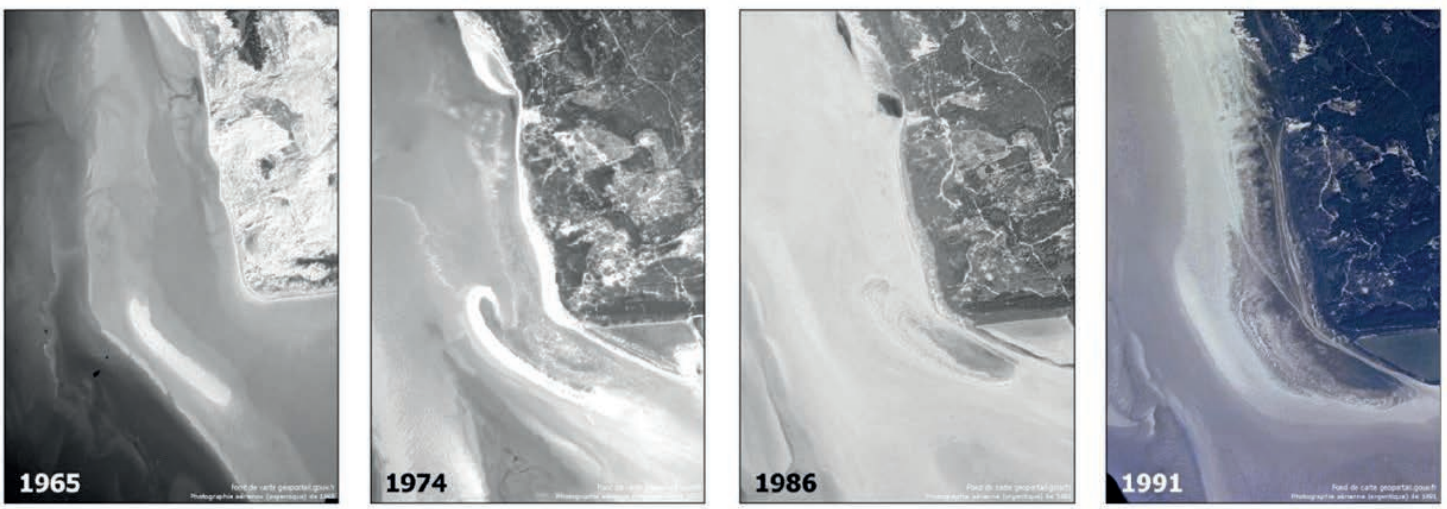
Auteur : Benjamin BLONDEL (Syndicat Mixte Baie de Somme - Grand Littoral Picard)



La Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Somme, connue particulièrement pour son intérêt avifaunistique, présente également un patrimoine phytocœnotique remarquable. Parmi les systèmes les plus remarquables, on peut citer celui des prés-salés, des pelouses dunaires, mais aussi celui lié aux pannes dunaires (dépressions humides dunaires) qui hébergent entre autres différentes végétations de bas-marais dunaires du *Caricenion pulchello-trinervis* et de l'*Hydrocotylo - Schoenenion*, pour lesquelles d'importantes surfaces y sont aujourd'hui représentées.
Sur le littoral picard, des travaux d'endiguement ont commencé dès le XIII[e] siècle, afin de gagner des terres sur la mer, notamment dans le but d'augmenter la surface de terres cultivables et pâturables. Cette diminution des surfaces estuariennes par poldérisation a ainsi induit l'accélération du colmatage. Les marées s'exerçant sur un territoire plus petit, le courant de jusant ne peut plus remporter tous les sédiments apportés lors du flot et déposés durant l'étale, ce qui provoque l'exhaussement des terrains, et donc des impacts importants sur les terrains en aval des digues.
Les dernières digues érigées en baie de Somme, vers les années 1960-1970, dans le secteur de l'estuaire de la Maye, ont eu un impact majeur sur l'évolution rapide et spectaculaire d'un secteur particulier : le complexe du Banc de l'Ilette et de l'Anse Bidard, élément central de l'actuelle Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Somme.

Evolution morphologique et influence sur les phytocœnoses :

Pendant des siècles, le positionnement et la morphologie du Banc de l'Ilette (banc de sable au large de Saint-Quentin-en-Tourmont) au nord de la baie de Somme semblent globalement avoir peu évolué. Cependant, depuis la fin des années 1970, en lien avec les phénomènes d'ensablement de l'estuaire et d'engraissement du nord de l'estuaire, un phénomène d'extension vers le nord et une élévation du Banc sont notés. Parallèlement, en arrière de ce Banc, une lagune saumâtre s'est créée : l'Anse Bidard (Figure 1). Ces phénomènes se sont progressivement accélérés, jusqu'à aujourd'hui où ce Banc et l'Anse Bidard ont « fusionné » : le Banc de l'Ilette a presque totalement encerclé l'Anse Bidard, exceptée l'extrémité de la partie sud, seul secteur où une entrée d'eau marine est encore aujourd'hui rarement active, lors des grandes marées de vives eaux. L'alimentation en eau douce est aujourd'hui essentiellement assurée par les eaux de pluie et depuis la nappe perchée du massif dunaire du Marquenterre qui percole sous le massif depuis l'Est. Cette lagune de l'Anse Bidard a subi un phénomène parallèle à celui du Banc de l'Ilette : atterrissement, extension de la végétation et adoucissement (diminution des entrées d'eau marine et perte progressive du caractère salin du substrat). Les végétations en place ont ainsi subi de profondes modifications.



Toussaint (1995) écrit : « le site de l'Anse Bidard est un site très jeune, en évolution très rapide quant à la salinité moyenne des eaux et à sa couverture végétale. Ces modifications sont induites par l'extension et l'élévation progressive du Banc de l'Ilette. Ces deux systèmes géomorphologiques sont indissociables. La diminution de la durée et de la fréquence des apports marins sur la partie nord de la lagune s'est traduite sur la végétation par l'apparition et l'extension de phytocœnoses dulçaquicoles ou des eaux saumâtres. Cet enrichissement devrait encore se poursuivre à l'avenir, avec l'apparition de groupements caractéristiques des pannes douces et l'évolution pédogénétique (formations paratourbeuses ou tourbeuses). » Ce texte visionnaire s'est révélé exact sur de très nombreux points.

Une évolution rapide et spectaculaire des phytocœnoses a ainsi eu lieu. En moins de 20 ans, cette lagune saumâtre a évolué sur d'importantes surfaces vers des bas-marais dunaires.

L'ensemble de ces phénomènes a donc permis l'apparition de végétations de l'*Hydrocotylo vulgaris - Schoenion nigricantis* sur cette ancienne lagune marine (et par des phénomènes similaires, sur d'autres secteurs proches sur la réserve), rattachées à l'habitat d'intérêt communautaire 2190-3 (« bas-marais dunaires »), en raison de leur biotope dunaire. Ces végétations sont rattachées à la sous-alliance du *Caricenion pulchello - trinervis* (végétations des sols tourbeux à paratourbeux alcalins littoraux), et plusieurs végétations ont pu être distinguées sur le site :

- *Carici pulchellae - Agrostietum 'maritimae'* (Wattez 1975) B. Foucault 2008 (Pelouse hygrophile à Laîche scandinave et Agrostide stolonifère). Il s'agit d'un des groupements le mieux caractérisé, notamment sur la partie la plus au nord du site ;
- Groupement à *Eleocharis palustris* et *Carex trinervis* Farvacques in Farvacques *et al.* 2014 (Petite cariçaie à Laîche trinervée). Elle se localise sur les parties inférieures des pannes dunaires, souvent sous forme linéaire ;
- *Calamagrostio epigeji - Juncetum subnodulosi* P.A. Duvign. 1947 (Prairie naturelle à Calamagrostide commune et Jonc à tépales obtus) ;
- *Agrostio marinae - Pedicularietum palustris* Géhu *et al.* 2008 (Pelouse hygrophile à Agrostide stolonifère et Pédiculaire des marais). Cette dernière végétation, particulièrement originale, a d'ailleurs été décrite récemment sur ce site.

La turfigenèse progressive de certaines pannes dunaires a également permis l'apparition d'herbiers à Potamot coloré (*Potametum colorati*).

Sur d'autres zones de la réserve (notamment la « Plaine aux Mouflons »), des végétations de l'*Hydrocotylo vulgaris - Schoenenion nigricantis* (végétations des sols tourbeux à paratourbeux alcalins planitiaires atlantiques intérieurs) ont également été observées, grâce à des évolutions récentes du site (présence de l'*Anagallido tenellae - Eleocharitetum quinqueflorae* - Gazon amphibie à Mouron délicat et Eléocharide pauciflore).

L'évolution des bas-marais sur l'Anse Bidard, à travers l'exemple du Liparis de Loesel :

Le Liparis de Loesel (*Liparis loeselii*) a été observé pour la première fois dans la réserve en 1995 au nord de l'Anse Bidard. Il « apparaît » au sein de l'*Agrostio stoloniferae - Caricetum vikingensis*, à l'époque où le secteur était encore dominé par des végétations halophiles. Progressivement, cette végétation disparaît, envahie par la roselière, et des phénomènes de turbification apparaissent (traduit notamment par un développement massif de *Pedicularis palustris*). L'habitat typique de l'espèce sur le site devient, à partir de 1998-1999, le *Carici pulchellae - Agrostietum « maritimae »*. L'habitat préférentiel de l'espèce est toujours le même aujourd'hui.

A proximité immédiate de l'Anse Bidard, une nouvelle station de Liparis de Loesel a été découverte en juin 2023. Cette zone sablo-vaseuse saumâtre non végétalisée il y a environ 15 ans et qui subit le même phénomène de désalinisation est aujourd'hui recouverte par des végétations de l'*Oenantho lachenalii - Juncetum maritimi*. Les suivis de végétations mis en place permettront ici aussi de voir si l'histoire se répètera, et si de nouvelles végétations de bas-marais pourront à moyen terme coloniser cette ancienne lagune.

Et l'avenir ?

Presque inexistantes au moment de la création de la réserve en 1994, les surfaces de végétations de bas-marais y sont aujourd'hui importantes. Sur différents secteurs, le phénomène de turbification semble localement s'amplifier, en trente ans les conditions abiotiques du site ont permis l'installation d'une épitourbière (définition p. 23). Ces végétations sont aujourd'hui conservées grâce à un entretien par fauche et/ou pâturage. Néanmoins une menace est latente ; il s'agit de la baisse des niveaux d'eau, susceptible d'impacter un système naturel dont les niveaux ne sont pas gérables, notamment dans le contexte actuel du changement climatique.

Figure 1 : Photographies aériennes du secteur du Banc de l'Ilette entre 1965 et 2020 ©IGN Remonter le temps



3 Les stades ouverts conduisant aux bas-marais alcalins

2 Translocations de mousses brunes (*Scorpidium cossonii*) dans les tourbières alcalines des Hauts-de-France, expérimentations et premiers résultats.

Auteurs : Raphaël COULOMBEL, Augustin FONTENELLE (Conservatoire botanique national des Hauts-de-France)

Les tourbières basses alcalines en bon état de conservation et fonctionnelles sont le support de communautés végétales riches en bryophytes pleurocarpes, appelées « mousses brunes », telles que les *Scorpidium*, les *Campylium* ou encore *Calliergon giganteum, Campyliadelphus elodes* etc. Cependant, il s'agit d'espèces très sensibles à l'eutrophisation et au drainage, qui disparaissent très rapidement lorsque l'état de conservation des tourbières se dégrade. Chez ces espèces, la banque de semences du sol est très pauvre en diaspores, réduisant ainsi considérablement les potentialités de recolonisation spontanée. Ceci est d'autant plus vrai si des populations ne sont pas déjà en place à proximité. Les translocations visent donc à aider la dynamique fonctionnelle des tourbières en réintroduisant, sur des habitats préalablement restaurés, des bryophytes typiques des tourbières alcalines, sur des sites où elles étaient historiquement présentes, sinon à proximité immédiate de ces sites.

Les récoltes réalisées en 2020 à des fins de multiplication *ex situ* :

Dans le cadre du projet LIFE Anthropofens, des touffes de Scorpidie verdâtre (*Scorpidium cossonii*) ont été récoltées en France et en Lorraine belge.

En France, en 2020, des récoltes ont été réalisées dans les marais de Romaine et de Ponthoile (département de la Somme) et dans le marais de Branges (département de l'Aisne) (Tableau 1). Les individus ont été prélevés et mis dans des sacs en polyéthylène transparent (Figure 1).



Figure 1 : Prélèvement et mise en pochette plastique de Scorpidium cossonii *au marais de Branges (02), le 22 juin 2020. ©R. COULOMBEL, CBN HDF*

Les prélèvements ont été inférieurs à 10 % de la taille des populations sources, dans le respect des préconisations de l'UICN (2012). Les sachets ont été placés au réfrigérateur à 5°C en attendant la mise en culture. Le tableau ci-après indique les dates de récolte et de mise en culture pour chaque lot, d'après Hauguel *et al.* 2022.

Tableau 1 : Récapitulatif des lieux et dates de récolte et de mise en culture de Scorpidie verdâtre (Scorpidium cossonii) *en 2020.*

Site / Population	Date prélèvement	Date de mise en culture
Marais de Romaine	07/07/2020	28/07/2020
Marais de Ponthoile	07/07/2020	28/07/2020
Marais de Branges	22/06/2020	28/07/2020

Une mise en culture *ex situ* en conditions stériles contrôlées a été tentée en 2020 à partir des récoltes précédentes.
Des fragments de tige ont été découpés et stérilisés 5 minutes dans une solution de dichloroisocyanurate de sodium à 1 % (désinfectant anti-bactérien, anti-algues). Après trois rinçages à l'eau stérile, les fragments ont été déposés sur milieu MS (Murashige & Skoog, 1962) stérilisé et gélosé avec phytagel TM à 2g/l et ajusté à pH 7. La culture a été effectuée en boîtes de Petri et en pots stériles fermés avec de la cellophane et placés en chambre de culture thermo-régulée à 20°C jour et 16°C nuit et photo-régulée à 12h jour/12h nuit (Hauguel *et al.* 2022). Trois semaines après la mise en culture, un début de croissance est constaté sur plusieurs fragments mais des algues se sont progressivement développées au cours des semaines suivantes. Ces algues proviennent des fragments insuffisamment stérilisés puisque le milieu témoin (milieu gélosé sans culture) est resté clair. Les algues ont ensuite bloqué la croissance des fragments de *Scorpidium* et la culture a été stoppée quelques semaines plus tard. La culture *ex situ* de *Scorpidium cossonii* apparaît très délicate et ne semble pas la solution adaptée pour une translocation d'individus (Hauguel *et al.* 2022). Un déplacement direct du site de prélèvement vers le site d'accueil (transplantation) a été privilégié pour la suite du programme.

Les récoltes réalisées en 2022 et 2024 à des fins de translocations :

Des récoltes de Scorpidie verdâtre (*Scorpidium cossonii*) ont eu lieu respectivement le 17 octobre 2022 et le 06 juin 2024, dans les bas-marais de la haute vallée de la Semois, en Belgique (marais de Vance et Sampont, province de Luxembourg), qui hébergent des populations considérables de cette espèce. L'objectif était de réaliser une translocation des échantillons vers la région Hauts-de-France, dans les tourbières des marais de la Souche (Pierrepont et Liesse-Notre-Dame, 02), afin de conserver une cohérence « biogéographique ». Les échantillons récoltés en petites touffes, ont été stockés dans des auges en plastique noire de 20x30 cm, avec de l'eau du site donneur pendant 6 à 10 jours avant d'être transplantés sur les sites receveurs en France.
Une vidéo des récoltes réalisées en Belgique, en octobre 2022, est disponible au lien suivant : https://www.youtube.com/watch?v=lvoTMIcM-Xo

Le 08 novembre 2024, des récoltes complémentaires de Scorpidie verdâtre ont été réalisées en France, dans les tourbières de Romaine (80) et de Villiers-Cucq (62). Les échantillons récoltés en petites touffes ont été stockés dans deux auges en plastique noir de 30x40 cm, avec de l'eau du site donneur. Une auge a été récoltée sur le marais de Villiers-Cucq et une demi sur le marais de Romaine. Ces récoltes ont été transplantées, dès le lendemain midi, sur le site receveur du grand marais de la queue à Blangy-Tronville (80). Moins de 24h se sont donc écoulées entre la récolte et la réintroduction.

Les translocations réalisées en 2022 et 2024 :

Le 03 novembre 2022, une translocation des touffes de Scorpidie verdâtre, provenant de Lorraine Belge (marais de Vance) a été réalisée en 4 placettes de 0,25 m², dans le marais communal de Liesse-Notre-Dame (02) sur le « grand tremblant ». Deux modalités de réintroduction ont été expérimentées : l'implantation de touffes et de « fagots » de fragments de tige, au sein des 25 petites entités que composent chacune des placettes de 0,25 m². En définitive, sur les 4 placettes de 0,25 m², ce sont 52 touffes et 48 « fagots » de fragments de Scorpidie verdâtre qui ont été implantés. Deux placettes ont fait l'objet d'une implantation des bryophytes directement dans le substrat (simplement fauché et gratté) et les deux autres, ont été préalablement couvertes d'une toile de jute en coco, avant l'implantation des bryophytes, pour limiter la concurrence des phanérogames présents sur le site.

Le 18 juin 2024 à Liesse-Notre-Dame (02), dans le marais Nivart : 125 touffes de Scorpidie verdâtre (provenant du marais de Sampont, Belgique) ont été transplantées en 5 placettes de 0,25 m² (Figure 2).

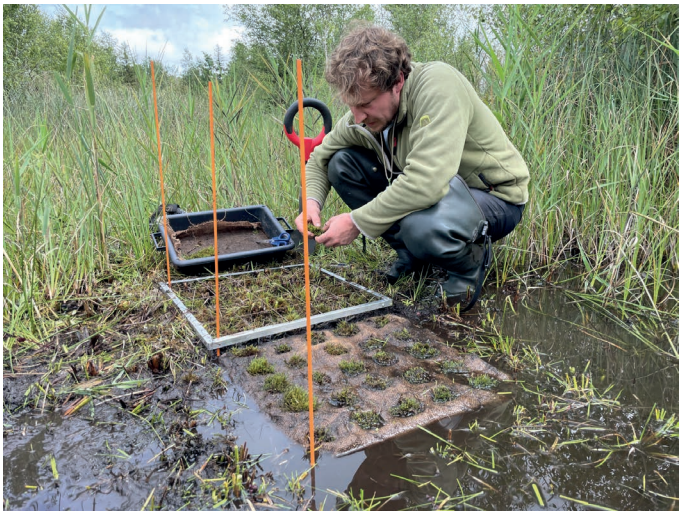


Figure 2 : Translocation du 18 juin 2024 à Liesse-Notre-Dame (02), Marais nivart, ©R. COULOMBEL, CBN HDF

Chacune des placettes a été protégée de la faune par un grillage de type « ursus » de 1,20 m de hauteur. Comme pour la translocation précédente, trois placettes ont été implantées sans toile de jute, directement sur le substrat et deux placettes ont été implantées sur toile de jute. Des mousses brunes telles que *Campyliadelphus elodes, Campylium stellatum* et *C. protensum* sont déjà présentes sur ce site, témoignant probablement d'une certaine stabilité des niveaux d'eau, plutôt favorables aux *Scorpidium*. D'autres mousses typiques de tourbières alcalines ont été introduites de manière fortuite, car présentes dans les échantillons récoltés, comme *Plagiomnium elatum, Calliergon giganteum, Ptychostomum pseudotriquetrum* ou encore *Aneura pinguis*.

Le 09 novembre 2024, à Blangy-Tronville (80), dans le Grand marais de la Queue : 125 touffes de Scorpidie verdâtre (dont 87 provenant de Villiers-Cucq et 38 de Romaine), ont été transplantées en 5 placettes de 0,25 m². Chacune des placettes a été protégée de la faune par un grillage de type « ursus » de 1,20 m de hauteur. Quelques individus et fragments résiduels ont été implantés à même la tourbe, entre deux placettes, sans toile de jute ni protection.
D'autres mousses typiques de tourbières alcalines ont été introduites de manière fortuite au sein de ces cinq placettes, à savoir : *Calliergon giganteum, Scorpidium scorpioides, Campylium stellatum, Campylium protensum, Fissidens adianthoides* et *Drepanocladus cf. sendtneri*. Notons que ce site a été restauré écologiquement très récemment (septembre 2024), par déboisement, essouchage, étrépage et la pose d'un seuil hydraulique.

Les premiers résultats observés :

Suivis des translocations de *Scorpidium cossonii*, sur le « grand tremblant » de Liesse-Notre-Dame (02) en 2022

Sur les quatre placettes installées en novembre 2022, deux ont été affectées par des sangliers durant l'année 2023 (passage, piétinement et retournement des toiles de jute, traces de fèces) et une s'est retrouvée submergée sous 2 à 4 cm d'eau. Deux placettes sont restées intactes et nous avons pu dénombrer la présence de Scorpidie verdâtre à 20 reprises sur les 52 touffes implantées et à 15 reprises sur les 48 « fagots » de fragments implantés l'année précédente, soit environ 35% de reprise toute modalités confondues, lors du suivi du 01 août 2023. Ces deux placettes ont alors été protégées de la grande faune par la pose d'un grillage périphérique en « ursus » d' 1,20 m de hauteur.

Un an plus tard, le 18/06/2024, ces deux placettes étaient submergées par 15 à 20 cm d'eau depuis mi-novembre 2023 (précipitations importantes en hiver 2023-2024). Nous n'avons pas revu d'individus vivant de Scorpidie verdâtre sur les 4 placettes de transplantation le 18 juin 2024. L'observation d'une lame d'eau de 15 à 20 cm témoigne d'une instabilité des niveaux d'eau sur ce secteur des marais de la Souche.
Un contrôle négatif a été effectué le 09 juillet 2025, confirmant la disparition de l'espèce, sur ce secteur de translocation, à savoir le "grand tremblant" de Liesse-Notre-Dame (02).

Suivi des translocations de *Scorpidium cossonii*, dans le « Marais Nivart », à Liesse-Notre-Dame (02), en 2024 :

Parmi les 125 touffes transplantées le 18 juin 2024, nous avons pu observer un mois plus tard (18/07/2024) qu'une majorité des touffes (env. 70%) étaient encore bien vigoureuses et verdâtres alors que les 30% restantes semblaient moins vigoureuses et d'apparence un peu brunâtre foncé, témoignant d'une légère dessiccation. Aucune interaction avec la faune n'a été constatée. Les niveaux d'eau en surface avaient baissé légèrement (de 3 cm environ) depuis l'implantation. Nous avons eu l'impression que les touffes implantées les plus basses topographiquement se portaient mieux, car elles subissaient moins la concurrence avec le Marisque (*Cladium mariscus*) et profitaient de l'engorgement.
Un an plus tard, le 09 juillet 2025, la présence des 125 touffes implantées a pu être vérifiée, sans aucune perte. Toutes les touffes ont subsisté et semblaient vigoureuses. Cependant la totalité présentaient un aspect brunâtre foncé, témoignant à nouveau d'une légère dessiccation, certainement lié à l'abaissement estival important des niveaux d'eau. Sur les trois placettes im-

plantées sans toile de jute, nous avons pu observer une belle suturation du tapis bryophytique de *Scorpidium cossonii* en mélange avec d'autres mousses brunes. En revanche, sur les deux placettes implantées sur toile de jute, nous avons observé que le développement de plantes vasculaires telles que *Cladium mariscus, Phragmites australis* ou encore les *Carex diverses sp.* induisent des perturbations mécaniques sur les touffes de *Scorpidium cossonii.* En effet, la pousse de ces espèces a tendance à décoller la toile de jute et par la même occasion, déraciner partiellement les touffes de *Scorpidium*. Néanmoins contrairement aux années précédentes, nous avons décidé de ne pas couper des plantes vasculaires, de manière à laisser de l'ombrage sur les placettes et tenter de limiter l'exposition directe au soleil et donc la dessiccation.
Sur l'ensemble des placettes de translocation, ont pu être observées les pleurocarpes suivantes : *Campylium stellatum, Campylium protensum, Calliergon giganteum, Campyliadelphus elodes, Calliergonella cuspidata* apportés lors des implantations, mais aussi quelques bryophytes acrocarpes de bas-marais telles que *Plagiomnium elatum, Ptychostomum pseudotriquetrum* ou encore *Fissidens adianthoides*. Globalement, aucun impact lié à la faune n'a été observé.
Les résultats sont assez encourageants du fait de l'absence de perte parmi nos réimplantations à l'issue d'un an, de plus la suture du tapis bryophytique montre une bonne réaction des bryophytes sur leur milieu d'implantation. La fluctuation des niveaux d'eau semble être la principale menace dans les prochaines années.



Suivi du 04 août 2025 à Blangy-Tronville (80), Grand Marais de la Queue. ©R. COULOMBEL, CBN HDF

Suivi des translocations de *Scorpidium cossonii*, dans le Grand marais de la Queue, à Blangy-Tronville (80), en 2025 :

Le 04 août 2025, les 125 touffes implantées parmi les cinq placettes de translocations ont été confirmées sur le Grand marais de la Queue à Blangy-Tronville, sans aucune perte. De plus, toutes les touffes étaient vigoureuses et bien vertes (couleur habituelle et attendue pour l'espèce), témoignant d'une humidité édaphique constante et suffisante.

Sur l'ensemble des placettes, ont pu être observées les pleurocarpes suivantes : *Campylium stellatum, Campylium protensum, Scorpidium scorpioides, Calliergon giganteum, Calliergonella cuspidata*, mais aussi quelques bryophytes acrocarpes de bas marais telles que *Ptychostomum pseudotriquetrum* ou encore *Fissidens adianthoides*. Les plantes vasculaires *Epipactis palustris, Lysimachia tenella, Hydrocotyle vulgaris, Thelypteris palustris* et *Galium uliginosum* ont été observées également dans nos placettes. Les deux premières ont été très probablement introduites de manière fortuite sur le site depuis les sites donneurs. Les individus de *Scorpidium cossonii* ayant été implantés entre deux placettes, sans protection ursus ni jute, ont été observés et semblent même s'être étendus puisque environ huit touffes ont été dénombrées sur une surface de 0,6 m². Globalement, aucun impact lié à la faune n'a été observé. Localement la dynamique des plantes vasculaires et notamment *Carex acutiformis, Iris pseudacorus* et *Agrostis stolonifera* peut être selon les placettes relativement importante et sera à surveiller dans le temps.



Placette de suivi du 04 août 2025 à Blangy-Tronville (80), Grand Marais de la Queue. ©A. FONTENELLE, CBN HDF

Les résultats sur le Grand Marais de la Queue sont très encourageants du fait de la bonne reprise de l'ensemble des touffes qui semblent vigoureuses par leur couleur verte franche et s'étendent même localement. Notons que depuis l'année 2024, le maintien des niveaux d'eau sur le site est garanti grâce à la pose d'un seuil à l'exutoire du marais.

Conclusion partielle et préliminaire

La stabilité des niveaux d'eau ainsi que la faible trophie du système d'accueil sont deux facteurs indispensables à la réussite de ces actions de translocations de mousse brune en tourbière alcaline. Les dégâts mécaniques pouvant être occasionnés par la faune (sangliers, cerf, rongeurs) sont à prendre en compte. L'installation d'un grillage périphérique aux placettes d'introduction semble être une solution efficace.

Les suivis qui seront réalisés dans les années à venir permettront très certainement d'identifier les principaux freins et facteurs d'influence relatifs à ces actions de translocations, afin de tirer des conclusions quant à la faisabilité de ces réimplantations de *Scorpidium cossonii* dans des tourbières ayant fait l'objet de restauration écologique.

3 Les stades ouverts conduisant aux bas-marais alcalins

3 Les tourbières arrière-littorales et dunaires de la plaine maritime picarde

Auteurs : Raphaël COULOMBEL (Conservatoire botanique national des Hauts-de-France), Adrien BERQUER (Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France)

Introduction

La plaine maritime picarde est un territoire caractérisé par une faible altitude (3 à 4 m NGF) et une morphologie homogène (Louche *et al.* 1995), qui s'étend dans un axe nord-sud sur des terrains de l'Holocène, du nord de la Baie de Canche (Dannes) au Hâble d'Ault, voir légende « q3 » sur la Figure 1, ci-contre. Le drainage des eaux y est médiocre, en raison de la faible perméabilité des terrains, d'une faible pente et d'une altitude réduite (Louche *et al.* 1995), ce qui a permis l'installation et le maintien de zones marécageuses et de tourbières. Cette plaine maritime comprend l'ensemble des marais tourbeux et des systèmes poldériens pâturés ou cultivés, situés entre les plateaux crayeux de l'Artois, du Ponthieu et du Vimeu à l'est et la frange dunaire littorale à l'ouest (François *et al.* 2024). Ce massif dunaire forme un cordon nord-sud, qui protège de la Manche cette vaste dépression arrière-littorale. Notons qu'une falaise morte, qui délimite cette plaine maritime picarde, est encore nettement visible aux environs de la baie de Somme, dans le prolongement de la côte d'albâtre (falaises de craies à silex du Crétacé supérieur). Cette plaine maritime est traversée par plusieurs fleuves, notamment la Canche, l'Authie, la Maye, le Dien et la Somme, qui lui confèrent un caractère humide et des paysages estuariens. Cet espace de transition, installé sur d'anciens sédiments marins et sur de la tourbe, héberge des prairies humides et des tourbières alcalines parmi les plus diversifiées et les mieux conservées de la région Hauts-de-France (Catteau *et al.* 2017 ; Coulombel 2019 ; François *et al.* 2024). Les paysages de cette plaine maritime se caractérisent par une mosaïque de prairies humides, délimitées par des haies et des fossés, ponctuées de mares, parfois entrecoupées de terres cultivées. Cette plaine maritime permet l'expression de vastes marais sur des terrains sablo-argileux ou tourbeux. Des paysages dont les évolutions récentes sont marquées par l'intervention humaine (poldérisation, drainage, régression des prairies au profit des cultures, urbanisation). Les marais et tourbières pourront être nommés « bas-champs » ou « marais arrière-littoraux » dans la suite de nos propos (Figure 5). Notons que les plus vastes tourbières arrière-littorales se situent préférentiellement sur la bordure est de la plaine maritime picarde (Bault *et al.* 2017), au pied des plateaux crayeux du Ponthieu et de l'Artois, remontant dans les vallées et talwegs, qui incisent ces plateaux vers l'est. Cette situation est permise par les résurgences de la nappe de la craie, qui est captive au pied de la falaise morte et qui assure, par artésianisme, une alimentation en eaux alcalines de toute la bordure est de la plaine maritime picarde. De plus, l'existence d'une couche argileuse, imperméable, et sous-jacente aux tourbières permet à la fois une bonne rétention d'eau à la surface du sol, mais aussi une alimentation fonctionnelle des tourbières par les eaux de la nappe. Celles-ci étant relativement oligo- à mésotrophes, fraîches et riches en éléments carbonatés, elles contribuent à la particularité écologique de ces milieux. On y retrouve ainsi des habitats de tourbières basses alcalines (UE 7230) et de tourbières de transition (UE 7140), parmi les mieux préservés de la région, avec des phénomènes de turfigénèse encore actifs sur des surfaces notables.

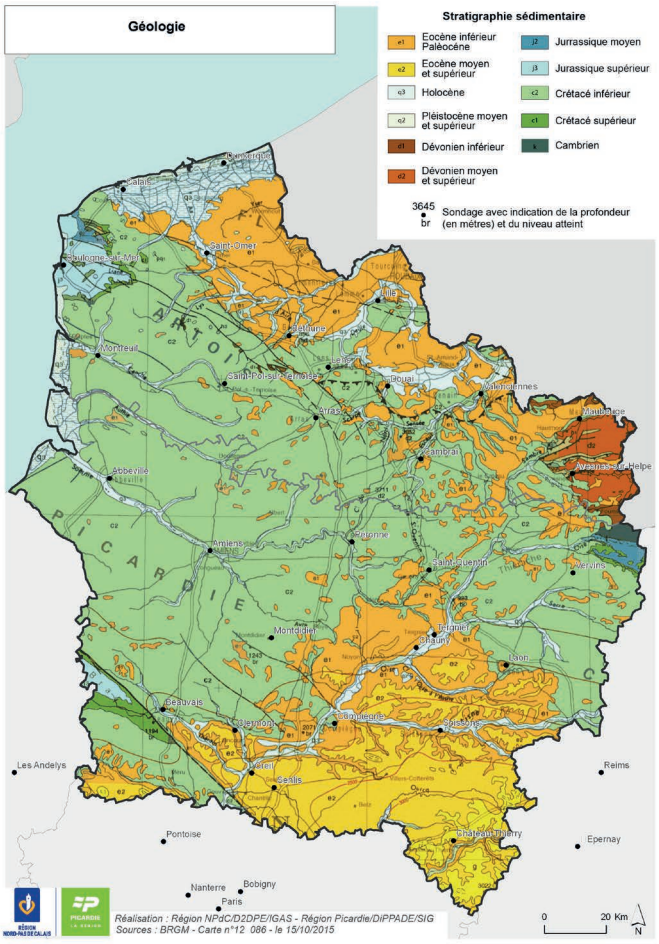


Figure 1 : emprise de la plaine maritime picarde (frange blanchâtre « q3 » à l'Ouest d'un axe Abbeville - Montreuil), d'après la carte géologique du BRGM (reprise par les régions NPDC-PIC, 2015).

Géologie et formation de ces tourbières

D'un point de vue géologique, c'est durant le Tertiaire puis par l'alternance de transgressions et regressions marines du Quaternaire que la plaine maritime picarde s'est individualisée, suite à l'abaissement d'une vingtaine de mètres, du socle crayeux à l'ouest de la faille géologique (appelé "falaise morte", correspondant également à un ancien rivage). Cet affaissement, ayant eu lieu vraisemblablement lors de l'ouverture de la Manche, a provoqué la séparation de deux entités géomorphologiques, que sont l'actuelle plaine maritime picarde et le plateau crayeux du Ponthieu et de l'Artois (Bault *et al.* 2017). Lors du Quaternaire, suite au réchauffement climatique et à la fin de la dernière glaciation de Würm, le niveau marin s'est élevé d'environ 120 m, provoquant la transgression flandrienne (Whitehouse & Bradley 2013). Cette transgression marine a provoqué une submersion de l'actuelle plaine maritime picarde, qui était alors un espace libre, suite à l'affaissement du socle crayeux. Cette plaine maritime s'est ainsi comblée progressivement durant le Quaternaire par des dépôts de sédiments argileux et argilo-sableux, d'origine marine et fluviomarine. Ce comblement s'est fait progressivement au cours de l'Holocène, au gré des fluctuations du niveau marin, orchestrées par des transgressions successives. En effet, lors des périodes de réchauffement et de remontée du niveau marin, les vallées littorales et la plaine maritime sont envahies par la mer et remplies de sédiments marins. Alors que, durant des périodes

froides, les épisodes de retrait de la mer, permettent aux cours d'eau de creuser de nouvelles vallées dans les dépôts de la précédente transgression et des marais se développent permettant des dépôts de tourbes (Bault *et al.* 2017). Ces dépôts de tourbes du Quaternaire sont visibles dans le substrat, soulignant des épisodes régressifs, qui ont permis l'installation de tourbières, par le passé, sur ce même territoire (en témoigne des affleurements tourbeux visibles sur l'estran). Cet horizon d'accumulation de tourbe dans la colonne de sédiments permet de distinguer deux phases de colmatage lors du Quaternaire (Louche *et al.* 1995). A savoir, une première phase qui s'est manifestée par des dépôts de sables gris-foncés (sables pissarts ou sables boulants) lors du Flandrien moyen (assise de Calais), et une seconde phase mise en évidence par des dépôts de sable et d'argiles lors du Flandrien supérieur (qui correspond à l'assise de Dunkerque) et dont l'épaisseur est comprise entre 0,8 et 2,8 m (Montaigne 1972 in Louche *et al.* 1995).

Si la plaine maritime picarde est actuellement relativement étroite, elle était beaucoup plus large et s'étendait alors vers le nord jusqu'aux rivages boulonnais, avant les transgressions marines. Dans cette plaine littorale des écosystèmes de tourbières ont pu se développer, avant d'être recouverts totalement ou partiellement par la mer. Des bancs de tourbe, toujours présents sur l'estran, et recouverts à marée haute, en attestent. Il en existe des vestiges, encore visibles sur les actuels estrans d'Ault, de Saint-Quentin-en-Tourmont, jusqu'à la « pointe aux Oies » à Ambleteuse ou encore dans la plaine maritime flamande, sur la plage de Sangatte (Lazzarotti, 2006). Des datations estiment leur âge à l'Holocène moyen (Subboréal 5000 - 2500 ans AP) avec une reprise de l'accumulation sur certains sites au Subatlantique, 3000 ans AP (Munaut, 1980), ce qui indique que ces emplacements étaient occupés par des tourbières actives, avant d'être submergées par des eaux marines, mais aussi une forte variation du trait de côte.

Le sol actuel de la plaine maritime, anciennement appelé « assise de Dunkerque », s'est mis en place lors de transgressions survenues à partir du Subatlantique (2 700 ans AP). La mer a envahi la plaine maritime en trois phases selon les ouvertures de la barrière littorale : avant l'époque romaine jusqu'au Moyen-Âge (Bault *et al* 2017). Avec la stabilisation du niveau de la mer, la dynamique littorale a pu former des massifs dunaires à proximité du trait de côte actuel et la plaine maritime, en contexte de pente faible et de mauvais drainage, est devenue une vaste zone humide favorable au développement de tourbières. Les déglaciations (périodes chaudes) marquent généralement la naissance de nombreuses tourbières dans le nord-ouest de l'Europe (Garcia, 2024).

A partir du XII^{e} siècle, des travaux anthropiques d'endiguement (poldérisation) ont eu lieu par périodes successives, afin d'isoler les terres des intrusions marines et permettant à l'homme d'en tirer davantage profit (élevage, mise en culture des terres). Ces travaux de poldérisation ont permis à la plaine maritime de se constituer et de tendre vers les paysages actuels.

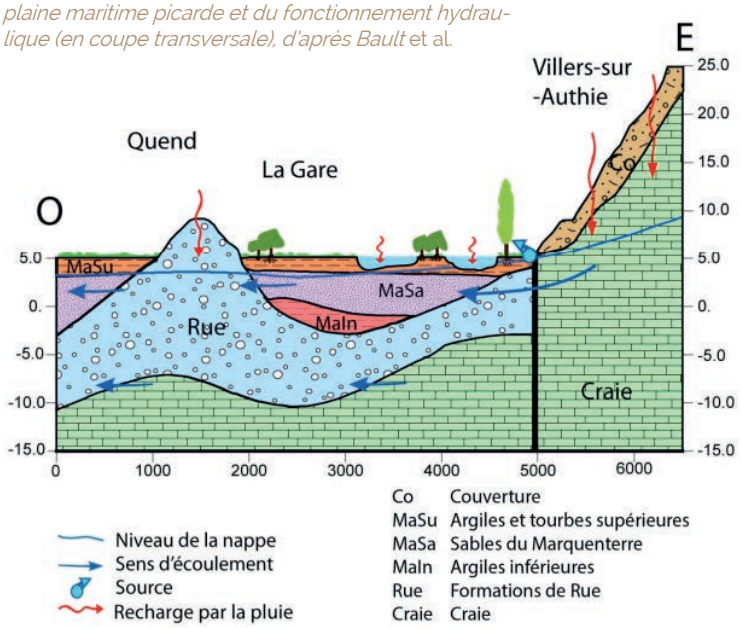
Des endiguements ont eu lieu en plusieurs phases, avec une période propice au XIX^{e} siècle, suite à la canalisation du fleuve Somme (1786-1835), facilitant les opérations de poldérisations :

- de 1163 à 1258 au nord de Quend (Regrain 1981 ; De Valicourt 1996),
- de 1461 à 1862 en baie d'Authie, rive Sud (Regrain 1981 ; De Valicourt 1996 ; Bault *et al.* 2017),
- de 1783 à 1860 dans l'estuaire de la Maye (De Valicourt 1996),
- de 1786 à 1911 autour de la baie de Somme (Regrain 1981 ; De Valicourt 1996), à noter la création de la « renclôture Elluin » en 1861,
- de 1835 à 1911 en basse vallée de la Somme, où huit renclôtures furent édifiées entre Grand-Laviers et Noyelles-sur-Mer, se terminant en 1911 par le comblement de l'estacade en bois de 1361 m, support de la voie de chemin de fer reliant Noyelles-sur-mer à Saint-Valéry-sur-Somme (De Valicourt 1996),
- entre 1961 et 1970 au droit du Parc du Marquenterre (Mennessier G., 1981 in De Valicourt 1996).

Actuellement, la plaine maritime picarde continue de se modeler avec le remplissage progressif des baies de Canche, de l'Authie et de la Somme (estimé jusqu'à +7 cm par an, d'après De Valicourt 1996), mais aussi avec des dépôts tourbeux à l'intérieur d'une bande marécageuse longeant le plateau crayeux (Bault *et al* 2017). En effet, la nappe de la craie est captive et permet des résurgences d'eaux alcalines, par artésianisme, le long de la falaise morte au contact avec les formations quaternaires de la plaine maritime (Figure 2). C'est donc préférentiellement sur cette frange est de la plaine maritime picarde que des tourbières se sont installées et se maintiennent. Cependant, dans le contexte actuel de changements globaux et de réchauffement climatique, une augmentation du niveau marin est attendu, une transgression marine devrait alors se poursuivre et s'accélérer à l'avenir, les processus de géomorphologie littorale étant toujours à l'œuvre. Dans une perspective dynamique du littoral, les pannes dunaires et les marais arrière-littoraux actuels, ayant accumulé de la tourbe, sont donc susceptibles d'être les bancs de tourbe d'un futur estran.

Dans la partie ouest de la plaine maritime picarde, c'est-à-dire dans le massif dunaire, vers le littoral, il existe une nappe libre, appelée « nappe des sables », qui est alimentée principalement par les précipitations et qui se trouve légèrement plus haute topographiquement que la « nappe des bas-champs » (aquifère des formations graveleuses de Rue et des sables du Marquenterre), située sous la plaine maritime (Louche *et al.* 1995). La nappe de la craie, quant à elle, située à l'est de la plaine maritime picarde est en continuité latérale avec la nappe des bas-champs, qu'elle alimente gravitairement (Figure 2, d'après Bault *et al.* 2017).

Figure 2 : Schéma d'organisation de la géologie de la plaine maritime picarde et du fonctionnement hydraulique (en coupe transversale), d'après Bault et al.



La « nappe des sables » repose sur les argiles et tourbes supérieures du Marquenterre, limitant les transferts verticaux d'eau, sans être parfaitement imperméable. En effet, un phénomène de drainance verticale depuis la nappe des sables vers la nappe des bas-champs (elle-même en connexion avec la nappe de la craie) a été mis en évidence par Louche *et al.* 1995.

Lorsque des dépressions se forment au sein du massif dunaire, sous le niveau piézométrique de la nappe des sables, des zones humides apparaissent. Appelées pannes, ces dépressions dunaires sont alimentées par une eau douce et alcaline via la nappe des dunes. Avec le temps et sous des conditions d'engorgement suffisantes, des habitats de bas-marais alcalins dunaires peuvent s'y développer. De la matière organique végétale peut alors s'accumuler et former un petit horizon organique de surface, initiant une dynamique de turfigénèse. Nous employons alors, la notion d'épitourbière* ou tourbière de surface pour caractériser ces écosystèmes jeunes et en cours de structuration.

** épitourbières : tourbières jeunes, en cours de structuration, avec une turfigénèse active, permettant le développement d'un horizon histique en surface. Ici sont considérés comme épitourbières les systèmes de panne dunaires (Anse Bidard, pannes des dunes de l'Authie, pannes du massif du Marquenterre) et certains polders ou renclôtures des basses vallées de la Somme et de l'Authie.*

Localisations des tourbières

Deux gros complexes de tourbières alcalines, au patrimoine écologique remarquable, structurent les marais arrière-littoraux de la plaine maritime picarde, il s'agit :

- des tourbières des Marais de Balançon (62), situées entre la baie de Canche et la baie d'Authie (environs de Merlimont et Villiers-Cucq), qui sont reconnues par les 1 007 ha du site Natura 2000 "FR3110083 - Marais de Balançon".
- des tourbières arrière-littorales de la Somme (80), situées entre la baie d'Authie et la baie de Somme, reconnues sous les 1 687 ha du site Natura 2000 "FR2200347 - Marais arrière-littoraux picards". Ces tourbières font partie du site Ramsar de la Baie de Somme depuis 1998 et sont à ce titre inscrites sur la liste des zones humides d'importance internationale.

Sont citées, ci-dessous, par département, quelques tourbières remarquables de la plaine maritime picarde.

Pour le département du Pas-de-Calais (62) :

- les tourbières du marais de Balançon,
- les tourbières du marais de Cucq/Villiers,
- les épitourbières arrière-littorales des dunes de Tardinghen, Slack, Dannes, Etaples, Merlimont (RBD),
- une lentille de tourbe est à signaler au sein de la vallée alluviale de la Slack, commune de Beuvrequen, au lieu-dit "les Communes à Bouillons". Bien qu'étant en dehors de notre territoire d'étude (au nord de Boulogne-sur-Mer), cette originalité écologique mérite d'être mentionnée.

Pour le département de la Somme (80) :

- la tourbière du "marais de Neuville" (Forest-Montiers),
- la tourbière du "marais de Romaine" (Ponthoile),
- la tourbière du "marais de Ponthoile" (Ponthoile),
- la tourbière de Sailly-le-Bray (Noyelles-sur-Mer et Ponthoile),
- les tourbières de la vallée de la Maye (Bernay-en-Ponthieu, Arry, Rue),
- les tourbières du "Marais du Domaine", complexe tourbeux entre les communes de Rue, Favières et Ponthoile,
- les tourbières du complexe de marais aux lieux-dits "le Paradis", "les Bancs", "le Plat Marais", "les Catilleries", "le Marais de Flandre", situées entre les communes de Quend, Villers-sur-Authie et Rue,
- les épitourbières arrière-littorales des dunes de Fort-Mahon-Plage, du Marquenterre (Quend, Saint-Quentin-en-Tourmont), de l'Anse Bidard (Saint-Quentin-en-Tourmont), du marais du Crotoy (Le Crotoy), des renclôtures de "Blanquetaque" en basse vallée de la Somme (Boismont, Saigneville, Noyelles-sur-Mer, Port-le-Grand) et du Hâble d'Ault (Lanchères, Brutelles).



Figure 3 : Tonsure à Lysimachia tenella, Eleocharis quinqueflora *et C*ampylium stellatum *dans les bas-marais de Ponthoile (80) ; ©R. COULOMBEL, CBN HDF*

Patrimoine écologique, pressions et gestion conservatoire

Les caractéristiques géologiques et topographiques de ces tourbières arrière-littorales, permettent la conservation d'espèces et d'habitats d'intérêt communautaire, inféodés à des systèmes tourbeux neutro-alcalins et oligo-mésotrophes. Les tourbières arrière-littorales et les épitourbières* du littoral de la Manche orientale hébergent notamment des populations remarquables de Liparis de Loesel (*Liparis loeselii*), de Choin noirâtre (*Schoenus nigricans*), d'Epipactis des marais (*Epipactis palustris*), d'Orchis negligée (*Dactylorhiza praetermissa*) de Laîche arrondie (*Carex diandra*), de Laîche paradoxale (*Carex appropinquata*), de Laîche à fruits écailleux (*Carex lepidocarpa*), de Parnassie des marais (*Parnassia palustris*), d'Eléocharide à cinq fleurs (*Eleocharis quinqueflora*), de Mourron délicat (*Lysimachia tenella*), de Scorsonère humble (*Scorzonera humilis*), mais aussi de remarquables cortèges de mousses brunes, tels que *Scorpidum scorpioides, Scorpidium cossonii, Campyliadelphus elodes, Calliergon giganteum, Drepanocladus revolvens* ou encore *Campylium stellatum* (Figure 3). Les espèces de tourbière de transition y sont également bien représentées, avec le Trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata*), la Pédiculaire des marais (*Pedicularis palustris*), le Comaret des marais (*Potentilla palustris*), la Laîche filiforme (*Carex lasiocarpa*), la Grande douve (*Ranunculus lingua*) ou encore l'Utriculaire intermédiaire (*Utricularia intermedia*) et le Rubanier nain (*Sparganium natans*) qui subsistent en plusieurs stations parmi des gouilles tourbeuses (Figure 4) au substrat instable.



Figure 4 : Tourbière alcaline du marais de Romaine à Ponthoile (80), qui héberge des bas-marais alcalins à mousses brunes et Choin noirâtre, ainsi que des gouilles à Potamot coloré, Rubanier nain, Utriculaires et Characées. ©R. COULOMBEL, CBN HDF

Dans cette plaine maritime picarde, une répartition des habitats de tourbières, s'observe selon un gradient Est-Ouest, comme d'après la Figure 5, ci-dessous. En effet, les végétations phytosociologiques qui relèvent de la sous-alliance de l'*Hydrocotylo vulgaris - Schoenenion nigricantis* (UE 7230) et du *Junco subnodulosi - Caricenion lasiocarpae* (UE 7140) s'expriment essentiellement au pied de la falaise morte (dans la partie continentale de la plaine maritime picarde), alors que dans le massif dunaire ou à sa proximité (dans la partie littorale de la plaine maritime), ce sont préférentiellement des végétations de la sous-alliance du *Caricenion pulchello - trinervis* (UE 2190) qui s'expriment, en contexte d'épitourbière, sur des sols sableux avec des horizons de surface organiques à tourbeux. En effet, il y a une juxtaposition géographique des deux systèmes, d'une part les « Végétations des sols tourbeux à paratourbeux alcalins planitiaires atlantiques intérieurs - (*Hydrocotylo vulgaris - Schoenenion nigricantis*) » en partie est et d'autre part les « Végétations des sols tourbeux à paratourbeux alcalins dunaires - (*Caricenion pulchello – trinervis*) », que l'on observe dans la partie ouest, à proximité des cordons dunaires et du trait de côte (Figure 5).

Le complexe de tourbières arrière-littorales de la plaine maritime picarde représente un des derniers bastions de tourbières encore actives pour la région Hauts-de-France. Les conditions géologiques et hydrologiques décrites dans les parties précédentes, permettent l'expression et l'accueil d'une biodiversité remarquable. L'enjeu majeur des prochaines décennies va donc être le maintien de ces conditions favorables aux habitats, mais aussi à la faune et à la flore de ces tourbières neutro-alcalines. En sachant qu'il est primordial de maintenir les phénomènes localisés de turfigénèse active, à travers une gestion hydrologique adaptée pour assurer la pérennité de ces écosystèmes fragiles et singuliers. Ces tourbières remarquables (Catteau *et al.* 2017 ; Coulombel 2019), sont effectivement confrontées à de nombreuses pressions, qui sont liées à l'aménagement du territoire, très fréquenté par le tourisme, mais aussi en lien avec les usages agricoles, pouvant exercer une pression accrue sur la ressource en eau, à la fois sur la qualité des eaux, mais aussi sur la quantité disponible. En effet, des prélèvements pour l'irrigation des cultures en période estivale (Figure 6), peuvent avoir des répercussions évidentes et visibles sur les niveaux d'eau de surface au sein des tourbières arrière-littorales picardes.

Les principales menaces et pressions sur la ressource hydrique résident dans :

- les usages actuels et récents au sein des tourbières ou à leur proximité immédiate : drainage, pompages, régression de l'élevage extensif à l'herbe (comprenant prairies et haies, au profit d'agriculture intensive d'openfield), eutrophisation des eaux en lien avec les activités anthropiques ;
- les changements climatiques (irrégularité des précipitations, sécheresses estivales, évolution du niveau marin et du biseau salé).

En effet, le changement climatique, entraîne des à-coups climatiques, tels que des périodes de sécheresse (plusieurs semaines, parfois plusieurs mois, sans précipitations ainsi que des températures moyennes journalières au-dessus des normales) mais aussi des périodes parfois très arrosées en hiver, ce qui entrave la stabilité hydraulique des systèmes. En effet, les apports en eau de pluie sont désormais très irréguliers, ne permettant pas un soutien permanent des niveaux d'eaux en surface et une recharge régulière et suffisante des nappes phréatiques, certaines années.

L'élévation du niveau marin est également une menace pour les tourbières de ce territoire, qui se situent à de très faibles altitudes, souvent quelques mètres au-dessus du niveau de la mer. Ce constat motive les projets de restauration et de conservation qui se déploient en région Hauts-de-France, comme le programme LIFE Anthropofens, avec l'objectif de préserver et restaurer ces écosystèmes de tourbière et notamment leurs fonctions écologiques essentielles.

Par ailleurs, notons que ces tourbières de la plaine maritime picarde se trouvent sous plusieurs statuts fonciers : propriétés privées, propriétés communales, ou encore propriétés du Conser-

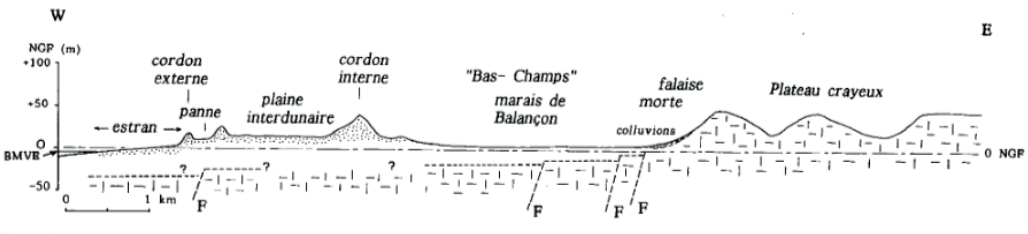


Figure 5 : Coupe transversale passant au sud de Merlimont, montrant l'organisation générale de la plaine maritime picarde, d'après Battiau-Queney et al. *1995.*

Note : La représentation de la structure faillée du substrat crayeux est schématique, en l'absence de sondages précis. Les hauteurs sont exagérées 10 fois par rapport aux longueurs.
NGF = Nivellement Général de la France



vatoire du littoral ou du Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France. Dans plusieurs de ces cas, les sites sont gérés à des fins conservatoires, par le Syndicat Mixte Baie de Somme - Grand Littoral Picard, mais aussi par le Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France et Eden 62. Certains sites communaux, loués pour la chasse, sont gérés par des chasseurs, locataires, mais peuvent faire l'objet d'une assistance de gestion (contrats Natura 2000, MAEC) par un organisme gestionnaire. Les sites privés quant à eux sont essentiellement gérés à des fins cynégétiques, notamment pour la chasse des limicoles et des anatidés, qui se pratique de longue date selon deux modalités : de nuit, depuis des huttes de chasse, ou à la billebaude, au sein des bas-marais fauchés et aménagés en platières à bécassines.

Figure 6 : La tourbière alcaline du marais de Sailly-le-Bray (80), implantée dans la petite vallée du Dien, formant une véritable incision dans le plateau agricole du Ponthieu. Un canon d'irrigation agricole est visible en arrière-plan de cette photo, datée du 12 juillet 2023. ©R. COULOMBEL, CBN HDF

Le LIFE Anthropofens pour restaurer et gérer

Le projet LIFE Anthropofens (2019-2026) porté par le CEN Hauts-de-France est un projet européen, qui a pour objectif la restauration de 480 ha de tourbières en région Hauts-de-France, ainsi qu'en Wallonie. Concernant les tourbières de la plaine maritime picarde, deux tourbières ont fait l'objet de travaux de restauration, à savoir :

La tourbière de Villiers-Cucq (62)

Au nord des marais de Balançon, des travaux de restauration ont été réalisés dans le marais de Villiers-Cucq, sur le site récemment acquis par le CEN HDF (Figure 7). L'objectif était de restaurer et améliorer l'état de conservation de 1,9 ha de tourbières de transition (7140), 1,9 ha de marais calcaires à Marisque (7210*) et 4,5 ha de tourbières basses alcalines (7230). Les travaux se sont traduits par du déboisement, la mise en place d'une fauche par gyrobroyage alterné, au sein des bas-marais sur 5,6 hectares et des fauches exportatrices sur 1,9 hectares. Une expérimentation d'étrépage de la couche superficielle de tourbe a également été tentée sur 285 m² en 2024.

Des suivis scientifiques réalisés par le CEN HDF et le CBN HDF ont été mis en place notamment pour l'évaluation de l'état de conservation des habitats de bas-marais alcalins. Une étude approfondie du fonctionnement écohydrologique du site a été réalisée par l'université d'Anvers en 2023. Les résultats détaillés ne sont cependant pas encore disponibles au moment de la rédaction de ce chapitre.

Afin de pérenniser la conservation de ce site, une action de ce projet a également permis le classement de 20 hectares du Marais de Villiers-Cucq (62) en Zone Spécial de Conservation (DHFF) dès l'année 2022.



Figure 7 : tourbière de transition (HIC : 7140) du marais de Villiers-Cucq (62), avec le plateau de l'Artois perceptible en arrière-plan. ©R. COULOMBEL, CBN HDF

Les tourbières de la vallée de la Maye et du marais du Pendé (80)

Entre l'estuaire de l'Authie et de la Somme, dans les marais de la Maye, le projet LIFE Anthropofens a permis de restaurer 1,2 ha de marais calcaires à Marisque (7210*) et 20,6 ha de tourbières alcalines (7230), en particulier sur les communes de Bernay-en-Ponthieu, Arry et Villers-sur-Authie. Pour atteindre ces objectifs, le Syndicat mixte Baie de Somme - Grand Littoral Picard et le CEN HDF ont réalisé la pose trois batardeaux pour la régulation des niveaux d'eau, ainsi que des travaux de débroussaillage mécanique ou de déboisement sur 14,5 ha. Des aménagements pour le pâturage ont également été mis en place pour permettre une gestion agropastorale et le maintien d'habitats ouverts de tourbière alcaline.

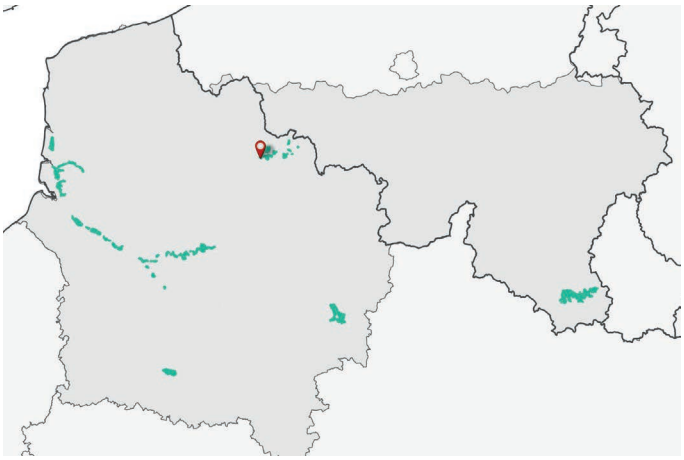


Tourbière de Vred ©B. BOSILO

3 Les stades ouverts conduisant aux bas-marais alcalins

4 Retour d'expérience sur la RNR de la Tourbière de Vred (59) : une diversité d'actions de restauration et premiers résultats.

Auteurs : Mathilde CASTELLI (Parc naturel régional Scarpe-Escaut), Raphaël COULOMBEL (Conservatoire botanique national des Hauts-de-France)



La plaine alluviale de la Scarpe, avec sa mosaïque de prairies humides, de tourbières, d'étangs mais aussi d'habitats forestiers apparaît comme une entité écologique majeure de l'ex-région Nord-Pas-de-Calais. Le système alluvial tourbeux alcalin est un point fort de ce territoire, support de plusieurs habitats naturels d'intérêt européen.

L'état de conservation de ces habitats typiques des systèmes tourbeux alcalin est très variable suivant les secteurs, le territoire subissant de nombreuses pressions, notamment en lien avec une forte densité de population. C'est dans ce contexte que des travaux de restauration écologique de grande envergure ont été engagés sur des sites menacés de la vallée de la Scarpe, à travers le programme LIFE Anthropofens.

La tourbière de Vred, propriété communale, fait partie des dix entités naturelles gérées par le Parc naturel régional Scarpe-Escaut (PNRSE) sur son territoire. Depuis 2008, son classement en Réserve Naturelle Régionale (RNR) permet de protéger une surface de 41 hectares constituée d'une mosaïque de végétations de tourbières accueillant une grande diversité d'espèces végétales et animales, en plein cœur d'une zone urbanisée. Cependant, cette tourbière est menacée par des périodes sèches et une dynamique ligneuse importante, générant une régression des milieux ouverts, habitats pour lesquels la réserve a été désignée en 2008. C'est dans ce contexte que des travaux de restauration hydraulique et de déboisements avec essouchage, ont été réalisés dans le cadre du projet LIFE Anthropofens.



Aperçu de l'unité A, avant travaux de déboisement à Vred (59), en août 2022. ©PNRSE.

Déboisement par arrachage sur 2,70 ha (Unité A)

Végétation initiale : avant travaux, la zone était constituée d'une mosaïque de roselières du *Magnocaricion elatae* et de fourrés de saules relevant du *Salicion cinereae*, avec quelques herbiers de Characées dans un fossé.

Habitat ciblé par le LIFE Anthropofens : l'habitat d'intérêt communautaire 7230 : "Tourbières basses alcalines" sous sa forme à "hautes herbes", avec des roselières du *Magnocaricion elatae* et notamment le *Thelypteri-do palustris - Phragmitetum australis* est l'un des objectifs des travaux de restauration. En effet, ce sont des végétations de transition, que l'on retrouve dans la dynamique des bas-marais à petits Carex, relevant de l'*Hydrocoty-lo vulgaris - Schoenion nigri-cantis*.

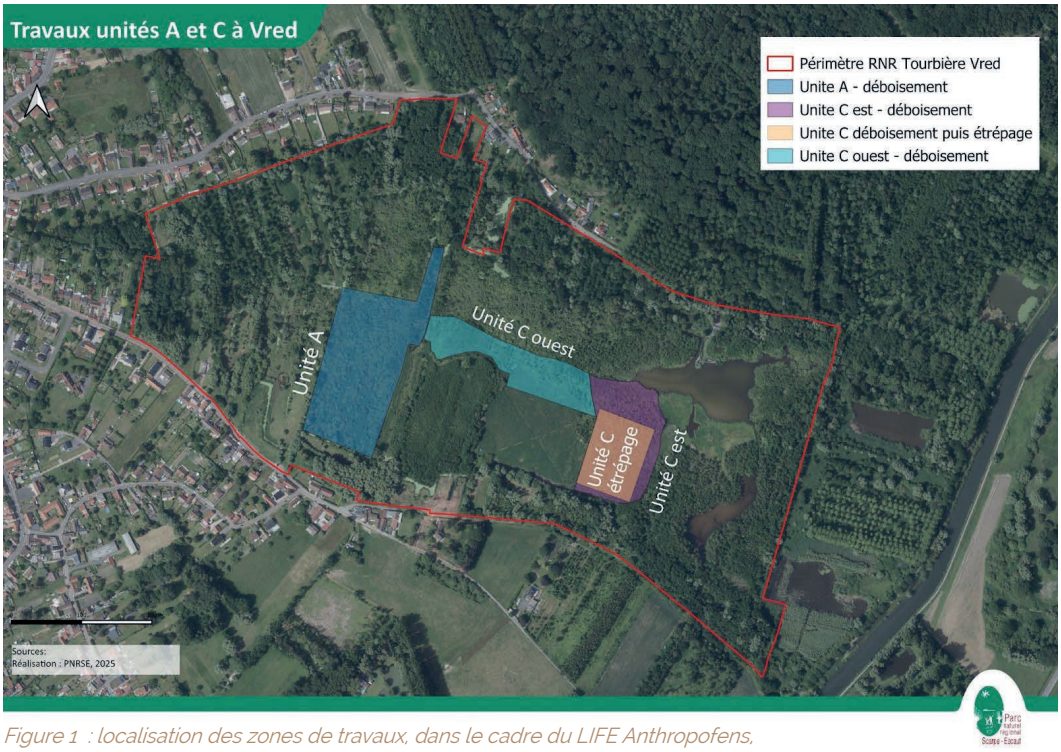


Figure 1 : localisation des zones de travaux, dans le cadre du LIFE Anthropofens, à Vred (59). ©PNRSE.

Nature des travaux : les travaux de déboisement ont été réalisés par arrachage avec mise en andains des produits arrachés. L'ensemble de la surface de travaux ainsi que les andains ont ensuite été broyés sur place avant exportation. La surface du sol a été raclée au godet de terrassement afin d'évacuer un maximum de matière de la zone traitée. Les broyats ont dans un premier temps été déposés sur une zone du site dédiée pour être ensuite être définitivement exportés dans le cadre d'une filière de compostage. Le volume exporté dans le cadre de cette restauration écologique est de l'ordre de 2 300 m^3.

Conditions d'intervention et contraintes de terrain : une mise en défens a été réalisée, avant travaux pour les stations de *Dryopteris cristata* et de *Sium latifolium*, deux taxons protégés en ex-région Nord-Pas-de-Calais, découverts sur le site en 2020 par le CBN HDF, lors des états initiaux dans le cadre des suivis habitats. Ces stations sont régulièrement suivies (comptage, cartographie et marquage sur site) depuis leur découverte sur la RNR en 2020 (Fontenelle, 2021). L'équipe technique du PNRSE a accompagné le prestataire chargé des travaux pour réaliser une fine délimitation de chaque zone mise en défens, l'idée étant de retirer les arbres semenciers de la zone à restaurer, tout en préservant les espèces patrimoniales et protégées. Le déploiement d'engins chenillés sur le site est permis grâce à l'installation préalable de platelages acier/bois dans les secteurs les plus humides et non portants. Une vérification de la propreté du matériel, notamment des chenilles, a été réalisée par le PNRSE avant toute intervention sur site.





Aperçu de l'unité A à Vred (59), après travaux de déboisement (en haut en décembre 2022 ; en bas en janvier 2023, l'unité est ennoyée). ©PNRSE.

Matériel utilisé : deux pelles hydrauliques de 14 tonnes et 21 tonnes ont été utilisées pour l'arrachage et le broyage des ligneux. Ce sont des engins à chenilles larges de type marais, équipés d'une pince preneuse rotative, d'un godet de terrassement et de curage mais aussi d'un broyeur à prise hydraulique. L'exportation des produits de broyage a été réalisée à l'aide de dumpers chenillés de 14 tonnes permettant 10 tonnes de charge utile. Les déplacements sur les secteurs sensibles se sont effectués à l'aide de platelage acier/bois (1 x 6 m).

Durée des travaux : 1 mois. Réalisation : septembre - octobre 2022.



Aperçu de l'unité A à Vred (59) en mars 2023, un an après la fin des travaux de déboisement. La reprise de la végétation est visible. ©PNRSE.

Premiers résultats après travaux, suivis réalisés en juillet 2024 par le Conservatoire national botanique des Hauts-de-France : La zone déboisée fin 2022 (unité A, Figure 1), n'est pas encore parfaitement cicatrisée avec des zones de sol nu encore présentes et un ennoiement considérable en raison d'un printemps 2024 très pluvieux. Cependant, la résilience du milieu tourbeux a permis l'apparition de plusieurs nouvelles stations de plantes protégées, comme la Grande douve (*Ranunculus lingua*), la Berle à large feuilles (*Sium latifolium*), mais aussi l'Utriculaire commune (*Utricularia vulgaris*), le Cératophylle submergé (*Ceratophyllum submersum*) et le Potamot coloré (*Potamogeton coloratus*), jusqu'à présent non cité dans la RNR de Vred. Des végétations de roselières hygrophiles à amphibies de l'ordre des *Phragmitetalia australis* et de l'alliance du *Magnocaricion elatae* et du *Carici pseudocyperi - Rumicion hydrolapathi* sont en cours de structuration et parfois en mélange, sans oublier qu'un fourré de Saule de l'*Alno glutinosae - Salicetum cinereae* a été maintenu sur la zone, car il héberge deux espèces protégées en région (*Sium latifolium* et *Dryopteris cristata*). Notons également la présence d'une cariçaie remarquable, à savoir le *Caricetum ripario - acutiformis* (E ; CR), qui héberge notamment *Sium latifolium* et *Ranunculus lingua* et qui est considérée comme une végétation à enjeu majeur pour la région Hauts-de-France, présente sur seulement quatre communes de la région, dont Vred.

L'expression d'une mosaïque d'habitats après travaux montre le bon potentiel de recolonisation à moyen terme du 7230. Celle-ci se structure en une roselière du *Thelypterido palustris – Phragmitetum australis* hébergeant *Dryopteris cristata* (roselières s'inscrivant dans la série dynamique des bas-marais alcalin- 7230, jusqu'au boisement marécageux du groupement à *Alnus glutinosa* et *Thelypteris palustris*).
Les stations de *S. latifolium* et *D. cristata* mises en défens au préalable des travaux (en 2022), ont bien été retrouvées après les travaux (en 2024).

Mode de gestion prévu sur l'unité A :
Un ouvrage placé à l'exutoire de la tourbière permet au PNRSE de gérer les niveaux d'eau à l'échelle du site. La gestion envisagée suite aux travaux consiste au contrôle et en la surveillance de la reprise des ligneux avec, si nécessaire, de la coupe et/ou de l'arrachage manuel. Il est également prévu le contrôle des fourrés de saules, tous les 3 à 5 ans, pour éviter leur expansion en dehors des zones mises en défens. Enfin, selon l'évolution du milieu et des végétations, une gestion par fauche mécanique pourrait être envisagée.

Déboisement sur 3,90 ha (Unité C) et étrépage sur 1 ha (parmi l'unité C)

Végétation initiale : la zone était constituée d'une mosaïque de fourrés de saules relevant du *Salicion cinereae* avec des clairières de roselières du *Magnocaricion elatae*, hébergeant quelques espèces protégées en région comme la Gesse des marais (*Lathyrus palustris*) ou encore la Laîche filiforme (*Carex lasiocarpa*).

Habitats ciblés par le LIFE Anthropofens : des bas-marais alcalins du 7230 (*Hydrocotylo vulgaris - Schoenion nigricantis*) en mosaïque avec du 7140 (tourbières de transition et tremblants) si les niveaux d'eau le permettent.

Nature des travaux :
Les travaux de déboisement ont été réalisés par broyage :
- les arbustes ont été broyés sur pied et l'ensemble de la zone a été ratissée,
- les produits issus du déboisement ont d'abord été stockés sur une zone dédiée pour être définitivement exportés dans le cadre d'une filière de compostage. Le volume ainsi exporté est de l'ordre de 1 000 m^3.

Les travaux d'étrépage et d'exportation du substrat :
- l'étrépage a été réalisé sur 30 à 40 cm sous le niveau du terrain naturel,
- les produits issus de l'étrépage ont été exportés et régalés sur une ancienne décharge bordant le site (point haut permettant l'aménagement d'une plateforme d'observation dont la mise en œuvre est prévue courant 2025, dans le cadre du projet).

Conditions d'intervention et contraintes de terrain :
Le déploiement d'engins chenillés s'est fait sur des platelages bois pour les secteurs les plus humides et instables. Une vérification de la propreté des engins, notamment des chenilles, a été réalisée avant toute intervention sur le site.

Matériel utilisé :
Le même matériel que pour l'unité A a été utilisé.

Durée : 3 semaines. Réalisation : mi-novembre à début décembre 2022.

Premiers résultats après travaux, suivis réalisés en juillet 2024 par le CBN HDF :
Au sein de l'unité C, la partie déboisée et broyée sans étrépage a permis l'expression d'une mosaïque de gouilles tourbeuses à *Utricularia vulgaris* et *Potamogeton coloratus* (3150), mais aussi de roselières turficoles du *Magnocaricion elatae* avec *Thelypteris palustris, Thysselinum palustre, Calamagrostis canescens, Ranunculus lingua*... au sein desquelles sont observées des tonsures formées par *Juncus subnodulosus, Galium uliginosum, Hydrocotyle vulgaris* et ponctuellement *Samolus valerandi* et *Baldellia ranunculoides* (ce dernier taxon est une découverte pour le site). Cette roselière turficole ponctuée de zones de tonsures pourrait être en cours de structuration vers des bas-marais alcalins relevant de l'*Hydrocotylo vulgaris - Schoenion nigricantis* (7230). Bien que son expression soit encore sous la forme d'une communauté fragmentaire pour le moment, une gestion par fauche exportatrice pourrait favoriser sa structuration puis son enrichissement en espèces. Les prochains suivis des habitats à venir nous confirmeront ou infirmeront cette hypothèse.

Utricularia vulgaris *©A. BERQUER, CEN HDF*



Aperçu des tonsures dans la roselière turficole de l'unité C, un an après travaux à Vred (59). En arrière-plan on aperçoit la zone d'étrépage encore en eau à cette date. ©R. COULOMBEL, CBN HDF juillet 2024.



Par ailleurs, dans le reste de l'unité C, l'ensemble de la zone ayant subi un étrépage (1 ha) était encore sous 15 à 20 cm d'eau en moyenne lors des suivis réalisés début juillet 2024. En effet, les fortes précipitations des six premiers mois de l'année 2024 ont permis un maintien en eau exceptionnel de la tourbière de Vred. Ainsi, la zone d'étrépage formant une dépression topographique était colonisée par un vaste herbier de Characées (HIC 3140) et parsemée d'espèces aquatiques de la flore vasculaire, telles que *Nymphaea alba, Utricularia vulgaris, Potamogeton coloratus, Potamogeton natans* et *Potamogeton gramineus* (ces trois potamots sont des espèces nouvelles pour le site). Les herbiers de Characées, quant à eux, étaient composés de cinq taxons, à savoir *Chara hispida var. major, Chara virgata, Chara contraria var. hispidula* (typique des systèmes tourbeux oligo-mésotrophes), *Chara vulgaris var. subhispida* et *Chara globularis*. Notons également le développement de roselières de l'alliance du *Magnocaricion elatae* sur les franges de la zone étrépée.

De toute évidence, des suivis complémentaires dans les années à venir seront nécessaires pour connaître le résultat final de ces travaux de restauration. Il paraît envisageable que ce système aquatique en 2024 ne le soit plus dans les prochaines années du fait de précipitations plus modestes d'une part mais aussi d'un comblement progressif de la zone d'autre part. Ces conditions seraient alors favorables au développement de végétations de tourbières de transition, relevant de l'habitat d'intérêt communautaire 7140.

Mode de gestion prévu sur l'unité C étrépée :
Le secteur étrépé fera l'objet d'actions d'entretien par fauche, dont la surface et la fréquence seront à définir précisément selon l'évolution du milieu.

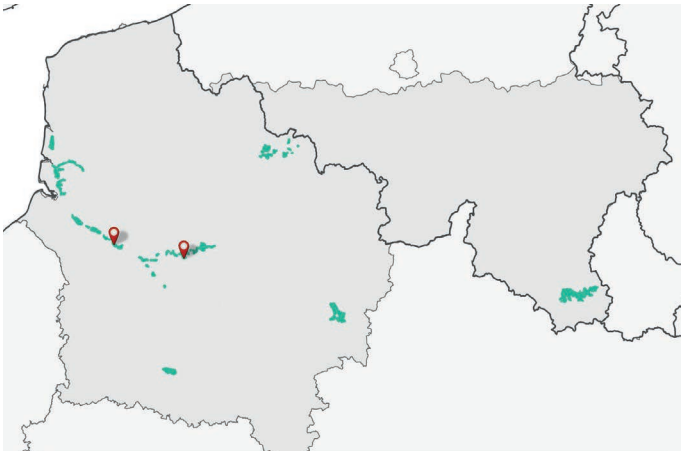
Conclusion

La tourbière de Vred a bénéficié d'importants travaux de restauration à travers le projet LIFE Anthropofens, de la fin d'été 2022 à l'hiver 2023. Notons notamment d'importants travaux de déboisement avec exportation, sur 6,6 hectares, mais aussi un vaste étrépage (sur 1 ha préalablement déboisé). Un an et demi à deux ans après les travaux, la résilience du milieu montre que les habitats en cours de structuration, sont sur la trajectoire de l'objectif, à savoir des habitats de tourbières alcalines. Néanmoins, il est encore trop tôt pour percevoir pleinement l'expression de toutes les potentialités du site. Des suivis flore et habitats dans les années à venir permettront de mieux appréhender le résultat et d'évaluer plus finement si les objectifs en termes d'habitats sont parfaitement atteints.

4 Les végétations à hautes herbes méso-eutrophes tourbeuses : roselières, cladiaies et cariçaies

1 La diversité des roselières de la vallée de la Somme.

Auteurs : Adrien BERQUER, Laura CZERNIAK (Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France),



La vallée de la Somme peut être divisée en deux grandes sections caractérisées par des profils variés. La Haute-Somme consiste en une succession de biefs séparés par des chaussée-barrages, alors que la Moyenne-vallée (en aval d'Amiens) ne comporte pas de telles retenues, et offre souvent des milieux plus secs. Dans les deux cas, des grandes étendues de roselières peuvent être observées, notamment dans le méandre d'Éclusier-Vaux ou à Belloy-sur-Somme. Si le fonctionnement hydrologique et les usages diffèrent, ces sites offrent deux exemples de roselières du *Magnocaricion elatae*.

Les singulières tourbières de la Haute-Somme

Entre Corbie et Péronne dans l'est du département de la Somme, le fleuve Somme incise fortement le plateau crayeux picard. Cette dynamique d'incision s'est principalement effectuée au cours du tertiaire, dans un contexte hydromorphologique beaucoup plus actif. Plus récemment, depuis la fin du Paléocène et le début de l'Holocène, les tourbières se sont constituées sur le fond de la vallée. Le long de cette section, la Somme occupe une succession de méandres avec souvent des coteaux abruptes de part et d'autre de la vallée. Les failles traversant la vallée sont à l'origine de nombreuses sources jaillissant dans le fond de vallée, à la fois sous la tourbe ou dans des pièces d'eau libre. Cette topographie et la situation régionale de la Haute-Somme marque le début d'un climat plus continental. L'hydrologie dans la haute vallée de la Somme s'illustre par une succession de chaussée-barrages. Si la date de construction de celles-ci reste mal connue, elles modifient depuis au moins plusieurs siècles l'hydrologie du fond de vallée (François 2023). En effet, en amont de chaque chaussée-barrage s'étend un casier hydraulique (appelé bief), généralement sur plusieurs centaines d'hectares, dans lequel le niveau d'eau est très homogène sur toute sa surface. Il s'agit alors de grands étangs parsemés d'îlots flottants couverts de végétations de tourbières alcalines. Dans le méandre d'Eclusier-Vaux, les îlots sont constitués d'une épaisseur d'une quarantaine de centimètres de matières végétales vivantes ou mortes et partiellement décomposées. La décomposition provoque l'accumulation d'une boue organique immédiatement sous les îlots : une gyttja organique, rapidement remplacée par une gyttja calcaire avec la profondeur. Les cartes de Cassini et d'Etat-Major puis les photographies aériennes prises depuis les années 1940 montrent des végétations herbacées dominantes (roselières, cariçaies) et une augmentation récente de l'emprise des pièces d'eau. Les chenaux ont été particulièrement creusés pour la circulation de l'eau et la navigation, avec des dépôts des produits de curage sur le bord des îlots. Les vues aériennes des années 1950, illustrent l'apparition ou l'agrandissement de nombreuses mares de huttes, ce qui modifie très fortement le paysage de la vallée, et l'hydrologie du site, avec une augmentation des zones d'eau libre et une diminution des roselières inondées et des caricaies. Le morcellement en de multiples canaux, et mares de huttes a entraîné un drainage assez important de la partie superficielle des tourbes du marais. Dans les années 1970, l'embroussaillement commence avec une dynamique particulièrement rapide, ce qui est commun à d'autres secteurs de la vallée de la Somme. Ainsi, dans le méandre d'Éclusier-Vaux-Frise, la partie communale du marais de Frise a continué à subir des creusements et curages, alors que des stades forestiers ont cependant pu être atteints au nord (marais de Vaux) et au sud (chaussée-barrage d'Éclusier). La plupart des îlots qui ont eu une dynamique retardée (par des usages de fauche ponctuelle) sont aujourd'hui recouverts par des saulaies à Fougère des marais (*Alno glutinosae - Salicetum cinereae*), alors que ceux régulièrement entretenus (gestion conservatoire par du pâturage, de la fauche ou de la restauration, ou sur les pourtours des mares de huttes par les chasseurs) peuvent accueillir des végétations de roselière turficoles (*Magnocarion elatae*, notamment des roselières du *Thelypterido palustris - Phragmitetum australis*), ou de bas-marais insaturés en espèces typiques (*Hydrocotylo vulgaris - Schoenion nigricantis*) notamment sur les îlots fauchés annuellement par des chasseurs de gibiers d'eau.

Hormis les aulnaies tourbeuses du site qui commencent à atteindre des stades forestiers et une augmentation de la biodiversité microbienne, fongique et entomologique (Chapitre 5.1), la plupart des enjeux de biodiversité se trouvent dans les espaces

Les équipes du LIFE Anthropofens inspectent la végétation après travaux et suivent la population de Fougère à crête dans le Magnocaricion elatae *d'Éclusier-Vaux ©R. DAUBRESSE, CEN HDF*

Médaillon : un individu de Fougère à crête, Dryopteris cristata. *©A. BERQUER, CEN HDF*





restaurés ou maintenus ouverts d'une végétation du *Magnocaricion elatae*. Une des plus grandes entités de cet habitat se trouve sur un des îlots, restauré par des travaux du projet LIFE Anthropofens et pâturé par des chèvres des fossés. L'îlot en question abrite une des plus grandes populations de Fougère à crête (*Dryopteris cristata*) de France, avec 6005 touffes comptabilisées en 2021 (Guerot *et al.* 2021) sur environ 6 ha. Par ailleurs, il héberge aussi des espèces patrimoniales ou protégées comme *Schoenoplectus lacustris, Thysselinum palustre* ou des espèces animales comme *Vertigo moulinsiana* et *Dolomedes plantarius*.



Les chèvres des fossés pâturant l'îlot restauré dans le marais de Vaux à Éclusier-Vaux ©A. BERQUER, CEN HDF

La biodiversité des roselières de Belloy-sur-Somme

Fortement embroussaillées voire boisées, les roselières de Belloy-sur-Somme ne sont pas dans un état de conservation optimal. La non-maîtrise des niveaux d'eau pour la gestion conservatoire entraîne la forte dynamique des saules sur ces milieux. La faible hauteur d'eau dans les tourbes, voire l'absence d'eau dès le printemps dans les couches superficielles rend difficile la gestion des habitats. Les travaux de restauration mis en œuvre dans le LIFE Anthropofens consistent en la pose d'ouvrages hydrauliques permettant de soutenir les niveaux d'eau dans la roselière en atténuant les fluctuations. Les sondages pédologiques effectués et les suivis piezométriques montrent que les fluctuations, bien que moins importantes dans le passé, ont toujours été présentes et que l'habitat roselière était présent de longue date et a permis la formation de tourbe, bien que celle-ci ait été dégradée tout au long de sa formation (tourbe saprique présente en continu dans les deux premiers mètres).

La roselière de Belloy bénéficie d'un suivi de l'avifaune paludicole (programme STOC capture) tous les ans, indicateur de l'état de conservation des roselières (Figure 1). Grâce à ce suivi à long-terme, nous mettons en évidence la tendance décroissante des effectifs par espèce, ce qui est jugé préoccupant. L'embroussaillement a un effet négatif significatif sur les effectifs et la densité de roseaux n'est plus favorable à cette communauté d'oiseaux.

Depuis 2009, les opérations de gestion des roselières sont peu fréquentes, avec une seule fauche exportatrice en 2013 sur la partie nord, et une en 2018 sur la partie sud. La bordure de la roselière, en contact direct avec le plan d'eau, est gérée plus régulièrement par une fauche exportatrice. En effet, la végétation en bordure de cet étang est une mosaïque entre les végétations à grands hélophytes et celles de bas-marais (*Pedicularis palustris, Ranunculus lingua*...). Une fréquence de fauche plus importante pourrait être nécessaire.

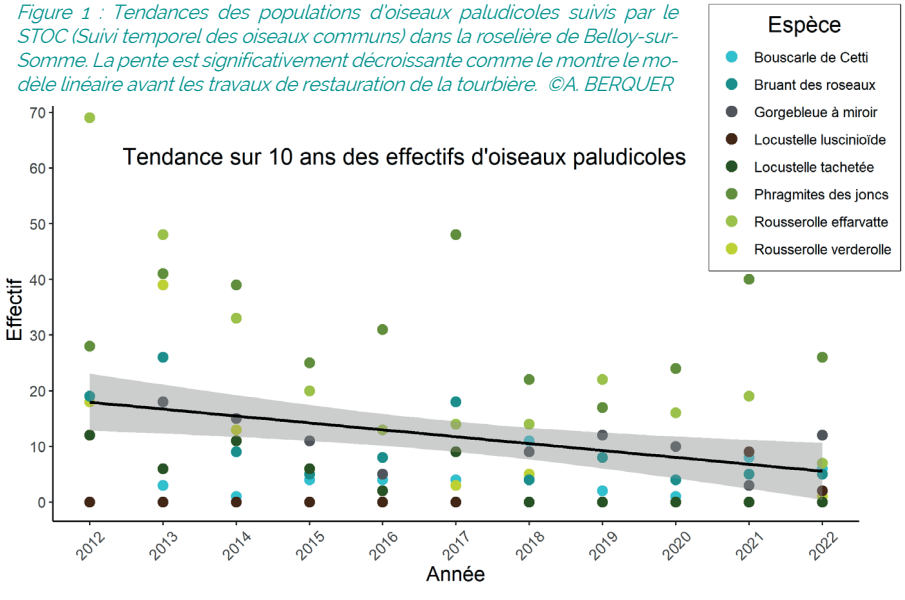
La restauration et les futures mesures de gestion ont pour objectif de répondre aux enjeux multiples dont le principal est de maintenir l'accueil de l'avifaune paludicole (Meire & Chevallier, 2016). Le premier objectif est ainsi de restaurer le bon état écologique des roselières. La clé de la réussite de cet objectif est de pouvoir maintenir un niveau d'eau dans les roselières proche de la surface du sol. Cette action conditionne le deuxième objectif qui est de maintenir ces habitats favorables à l'accueil des oiseaux, en luttant contre l'embroussaillement, par du déboisement de ligneux. Plusieurs espèces floristiques à fort enjeux de conservation vont également bénéficier des opérations de restauration : la Berle à larges feuilles (*Sium latifolium*) et la Grande douve (*Ranunculus lingua*).

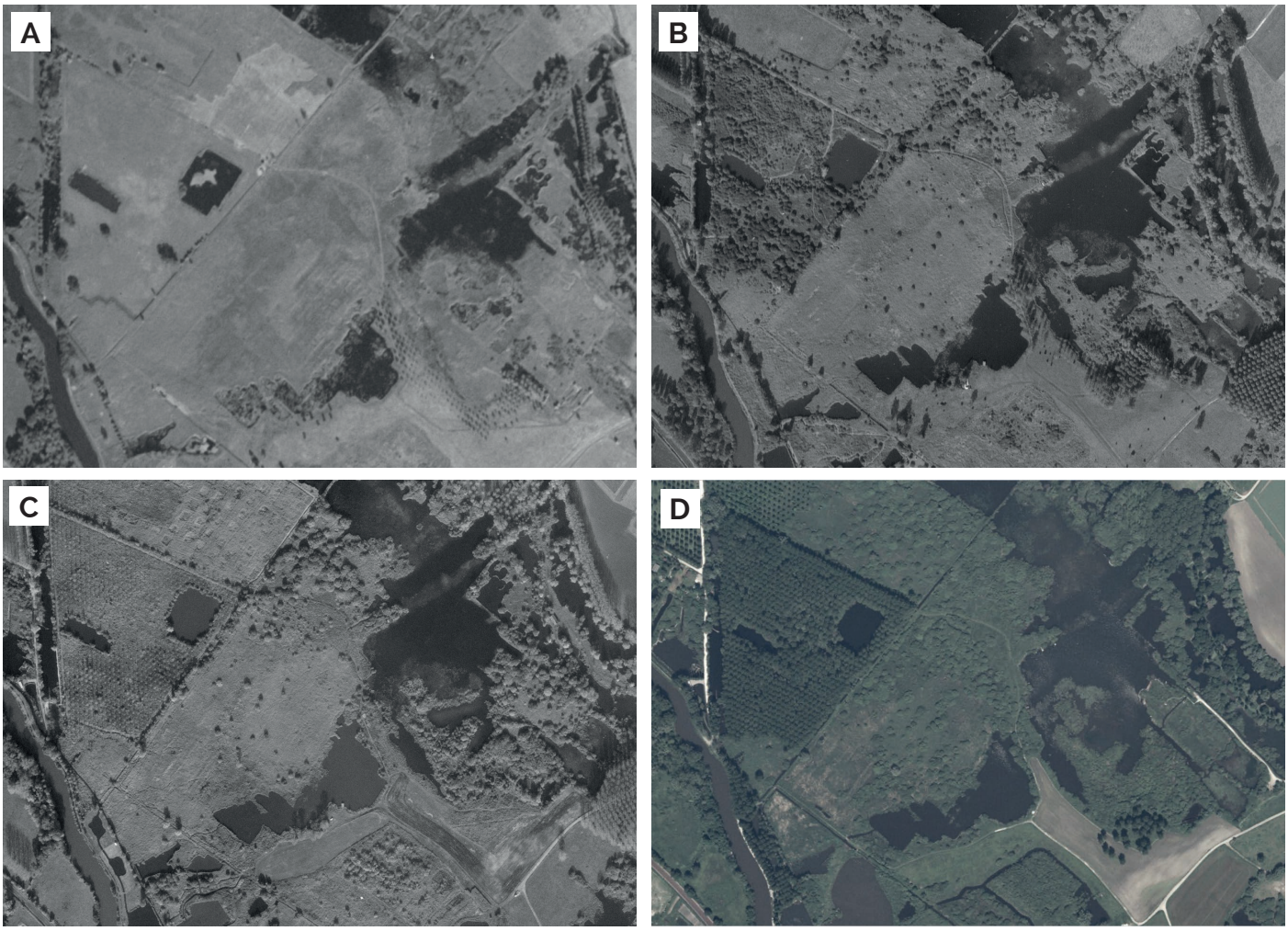
Initialement prévu sur les deux zones, un décapage n'aura lieu que sur la zone nord. En effet, la fluctuation trop importante des niveaux d'eau dans la roselière sud ont conduit à une forte production végétale mais aussi à une forte dégradation de la matière organique. Celle-ci a particulièrement enrichi les couches superficielles de tourbe. Par des dosages, nous avons identifié des taux de phosphore dans le sol très élevés. Un décapage remettant en surface ces couches chargées de nutriments, l'objectif de restauration de la roselière eutrophe vers une roselière à fougère des marais répondant à l'habitat 7230, n'aurait pu être atteint. À l'inverse, la partie nord est davantage sous l'influence de sources conférant des meilleures quantité et qualité d'eau, avec un maintien de la qualité des tourbes. Un décapage de cette zone permettra un retour d'horizons tourbeux favorables à la restauration de bas-marais alcalins.

L'étude hydrologique des marais de Belloy-sur-Somme est un préalable à ces actions de restauration. Elle consiste en la compréhension des dynamiques hydrologiques en œuvre sur les marais. Un réseau de piézomètres a été mis en place, ainsi qu'une étude des débits d'eau permettant d'identifier les hauteurs d'eau à atteindre, et les drains sur lesquels agir, et dimensionner les seuils (Berquer *et al.*, 2024b).

Le rehaussement du niveau d'eau peut cependant être problématique pour le voisinage et une gestion concertée doit être mise en place afin de concilier les usages. Parmi les demandes figure le fait de ne pas inonder les huttes de chasse et la peupleraie voisine. Cependant, une peupleraie, plantée à l'ouest du site, interfère dans la dynamique hydrologique par évapotranspiration de l'eau superficielle avec une baisse précoce des niveaux d'eau. Cette baisse entraîne la détérioration des tourbes par minéralisation et un relargage du carbone organique solide sous forme gazeuse (CO_2 voire CH_4) contribuant à l'effet de serre. Ce phénomène entraîne une plus forte vulnérabilité aux inondations.

Figure 1 : Tendances des populations d'oiseaux paludicoles suivis par le STOC (Suivi temporel des oiseaux communs) dans la roselière de Belloy-sur-Somme. La pente est significativement décroissante comme le montre le modèle linéaire avant les travaux de restauration de la tourbière. ©A. BERQUER





Photos aériennes des roselières de Belloy-sur-Somme en 1947 (A), 1972 (B), 1982 (C) et 2002 (D). L'embroussaillement dans le marais d'Yzeux (à l'ouest) commence dès 1960, et voit l'implantation d'une peupleraie en 1980, avec le creusement du fossé de drainage. Si la dynamique ligneuse sur les communaux de Belloy-sur-Somme reste faible avant 1980, elle augmente rapidement après l'implantation de la peupleraie et du drainage. La peupleraie d'Yzeux semble avoir été exploitée entre 2002 et 2007 puis replantée. Dans les roselières de Belloy, les travaux de débroussaillage conservatoire sont visibles en 2007 (partie sud) et 2013 (partie Nord). ©IGN, Remonter le temps.

Facteurs influençant le *Magnocaricion elatae*

Dans le contexte de changement climatique, les récentes sécheresses et l'exploitation de l'aquifère de la craie ont conduit à une baisse d'apport d'eau alcaline par les sources. À l'inverse, des épisodes de précipitations de plus en plus intenses peuvent entraîner des inondations et des perturbations hydrologiques. Avec le drainage et la gestion à la baisse des niveaux pour anticiper les éventuelles inondations, les niveaux d'eau peuvent subir des fluctuations importantes. Les engrais utilisés massivement dans l'agriculture sur le plateau picard, et la non-connexion de certaines infrastructures ou habitations au réseau d'assainissement contribuent à modifier la trophie de l'eau et à fertiliser les habitats du fond de vallée. Certains fertilisants sont des donneurs d'électrons (nitrates, nitrites, sulfates), qui peuvent induire aux micro-organismes dégradant les tourbes une accélération de leur métabolisme. Par ailleurs, l'agriculture intensive est également à l'origine d'apport de matières minérales lessivées des sols nus. Tous ces facteurs contribuent à la forte charge minérale des eaux du méandre provoquant l'envasement et la modification des dynamiques de végétation. Pour ces raisons, le plan de gestion du méandre d'Éclusier-Vaux-Frise (Berquer *et al.*, 2023) prévoit des actions d'amélioration de l'hydrologie du site en permettant que certains bras se comblent et que le courant maître soit restauré dans ses parties naturelles, avec un retour de l'hydrodynamie nécessaire pour empêcher la poursuite de l'envasement.

Les fortes charges en phosphore dans les tourbes ou dans les sédiments, bien que participant à la dégradation de la matière organique, montrent le service de régulation des flux que peuvent avoir les tourbières, notamment lorsque celles-ci accueillent des habitats capables d'accumuler la matière organique. Par sa fonctionnalité et sa composition floristique et faunistique, le *Magnocaricion elatae* représente un habitat typique de tourbière alcaline. Lorsque celui-ci est en bon état de conservation et qu'il n'est pas menacé par une baisse des niveaux d'eau et une dégradation de la qualité de l'eau, cet habitat fournit alors un service écosystémique de régulation crucial.

L'évaluation de l'état de conservation passe par une série d'indicateurs mesurés sur le terrain, à travers un protocole réalisé entre plusieurs structures. La composition en espèces typiques de l'habitat *Magnocaricion elatae* et en espèces signes d'une évolution vers un habitat dégradé (plantes nitrophiles favorisées par l'eutrophisation) est identifiée. Par ailleurs, une évaluation de l'état de conservation relative à l'habitat 7230 a été réalisée par le Conservatoire botanique national des Hauts-de-France, dans la perspective d'une restauration de cet habitat. Ces protocoles de suivi à long terme, appliqués dans le projet LIFE Anthropofens, et d'évaluation avant/après travaux ont été publiés.

4 Les végétations à hautes herbes méso-eutrophes tourbeuses : roselières, cladiaies et cariçaies

2 Restauration et évaluation des cladiaies

Auteurs : Adrien BERQUER, Nicolas CARON, Alexandra JANCZAK, Albane PENCOAT-JONES (Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France), Mathilde CASTELLI (Parc naturel régional Scarpe-Escaut)

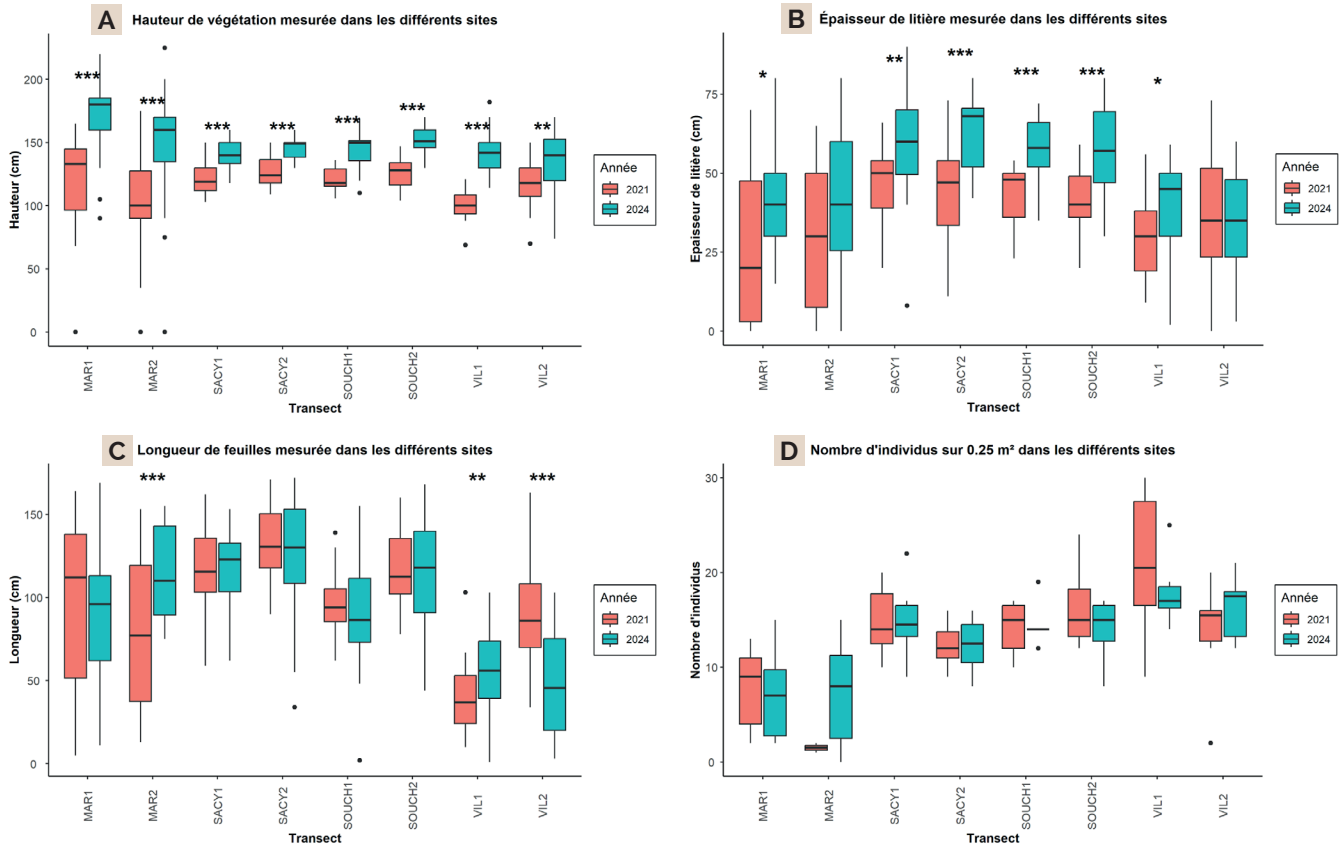
Deux types de cladiaies existent dans les Hauts-de-France, dont un habitat d'intérêt communautaire, le 7210*. Si celui-ci est constitué de Marisque (*Cladium mariscus*) en très grande proportion (>50%; Bensettiti *et al.*, 2002), d'autres habitats à recouvrement moindre sont également regroupés sous le terme de cladiaie. Un des objectifs des opérations de restauration mises en œuvre dans le LIFE Anthropofens ou d'autres programmes (Natura 2000) consiste en la restauration de cladiaies, notamment sur les sites des marais de Sacy (60), de la Souche (02), de Villiers (62) et de Marchiennes (59). D'autres populations plus éparses sont présentes dans les vallées de la Somme, de l'Authie ou de l'Avre, et dans les marais arrière-littoraux (cf. Chapitre 2.0).

Les travaux de restauration visant une amélioration de l'état de conservation mais aussi une conservation de l'habitat sur le long terme, un protocole de suivi de l'évolution de l'habitat a été créé dans le projet afin de caractériser l'évolution entre les états initiaux et finaux, soit avant et après les travaux (Gazaix & Berquer, 2024). Ce protocole est complété par l'évaluation phytosociologique de l'habitat proposé par Villejoubert *et al.* (2021). Le protocole consiste en une mesure quinquennale d'une série de paramètres de la population de Marisque. Dans des placettes de 4 m², sont relevées des mesures morphométriques de certains individus (longueur de feuilles, hauteur de tiges) ou de la communauté (nombre d'individus totaux sur un sous-quadrat, nombre de tiges fleuries de l'année, de l'année précédente, épaisseur de litière, hauteur de végétation).

Des mesures des pressions que subit la population sont également répertoriées telles que la fluctuation d'eau, le piétinement par des herbivores, ainsi qu'un relevé phytosociologique permettant de mettre en évidence la part d'espèces végétales non typiques de l'habitat comme des plantes tolérant le piétinement ou un enrichissement trophique. Le relevé phytosociologique permet de déterminer si la cladiaie est classée dans l'habitat 7210* ou si elle devrait être rattachée aux *Scheuchzerio - Caricetea* en cas de trop forte proportion d'espèces caractéristiques de cette classe. Le protocole a pu être mis en place au cours du LIFE Anthropofens, avec des passages avant travaux en août 2021, et des passages après travaux en août 2024, en appliquant le protocole de Gazaix & Berquer (2024).

Les sites ont des cladiaies à faciès assez différents. Les cladiaies du marais de Villiers sont relativement jeunes, avec une diversité d'espèces végétales. Les Marisques sont plus petites et peu de litière est accumulée sur le sol. La floraison est également beaucoup plus forte qu'ailleurs, témoignant d'un recrutement accru. Il semble donc que cette population est en phase de croissance et de densification, avec des caractéristiques d'une stratégie r : forte production de graines, nombreux individus jeunes (Figure 1).

*Figure 1: Distribution des traits fonctionnels mesurés sur les différents transects des sites d'étude entre 2021 (rouge) et 2024 (bleu), sur la hauteur moyenne de la végétation (A), l'épaisseur de litière (B), la longueur de feuilles (C) estimés sur 10 points par quadrats et le nombre d'individus estimé sur 2 sous-placettes pour chaque quadrat (D). La différence entre la valeur mesurée en 2021 et 2024 a été testée par un test de Wilcoxon-Mann-Whitney pour échantillons appariés, où la p-value est représentée par * : p < 0.05, **: p <0.01 et ***: p < 0.001*



À Marchiennes, les cladiaies montrent une forte diversité spécifique. C'est également à Marchiennes que la densité d'individus est la plus faible. La Fougère des marais (*Thelypteris palustris*) y présentant un fort recouvrement, il est plus probable de considérer cette cladiaie comme du *Thelypterido palustris-Phragmitetum australis* contenant *C. mariscus*.

Aux marais de la Souche et de Sacy, les cladiaies sont les plus évoluées puisque ce sont celles qui ont accumulé le plus de litière, et où peu d'individus sont reproducteurs. Il semble que la densité a atteint un plateau puisque c'est sur ces sites que la densité est la plus homogène (peu de dispersion dans la variable nombre d'individus). Cette caractéristique laisse plutôt penser à une stratégie K, où les individus allouent plus de ressources à leur survie en développant les organes végétatifs plutôt que les organes reproducteurs (Figure 1). En effet, il est probable que des processus de compétition se soient mis en place depuis longtemps conduisant à des habitats denses. Ainsi, morphologiquement, ceci se traduit par une densité plus forte d'individus à forte production de tissus végétatif et un recouvrement très important de litière. Ces faciès de cladiaies évoluées permettent également de limiter l'introgression d'espèces ligneuses, ce qui provoque une limitation dans la succession de végétation. La dynamique ligneuse est en effet considérablement ralentie dans les marais de Sacy. Un déboisement ponctuel et ciblé a néanmoins été effectué dans ces marais, mais cette restauration devrait avoir un effet à très long terme sous réserve du maintien des processus de compétition entre Marisque et ligneux. L'amélioration des conditions hydrologiques devrait permettre l'accumulation de cette biomasse sous forme de tourbe, alors que la poursuite du dysfonctionnement risquerait de dégrader la litière et favoriser l'introgression d'espèces ligneuses.

Les différences dans les stratégies de dynamiques de population (r ou K) sont visibles dans les modèles univariés effectués sur les données (Figure 2). La corrélation positive entre hauteur de végétation et épaisseur de litière (Figure 2A) montre ce phénomène compétitif. En effet, plus les individus se retrouvent recouverts de litière, plus ils ont tendance à accroître leur hauteur de manière à atteindre une disponibilité en lumière suffisante. En revanche, la litière ne semble avoir aucun effet sur la densité (Figure 2B). Une litière épaisse est également corrélée avec le nombre d'individus fleuris (Figure 2C), ce qui montre le changement de stratégies : une stratégie colonisatrice et de croissance à forte production de graines corrélée avec une faible épaisseur de litière, et une stratégie plus compétitrice avec des individus mobilisant peu de ressources dans la reproduction (stratégie K) lorsque beaucoup de litière est présente. En effet, investir de l'énergie dans la production de graines qui ne pourront germer sous plusieurs décimètres de litière semble peu rentable.

Des informations sur l'hydrologie du site permettent également de vérifier si les conditions de maintien de l'habitat sont atteignables à long terme. Les marais calcaires à Marisque nécessitent un apport d'eau permanent mais peuvent tolérer une certaine gamme de fluctuation. Les piézomètres peuvent renseigner sur une alimentation d'eau souterraine (Berquer *et al.*, 2024b). Dans le marais de Villiers, par exemple, la différence de pression entre le piézomètre profond et celui de surface montre un flux d'eau provenant de la nappe de la craie et alimentant en permanence la surface de la tourbière. Cette alimentation continue par la nappe souterraine calcaire permet l'installation et le maintien à long terme d'habitats typiques de tourbières alcalines en bon état de conservation (Figure 2D).

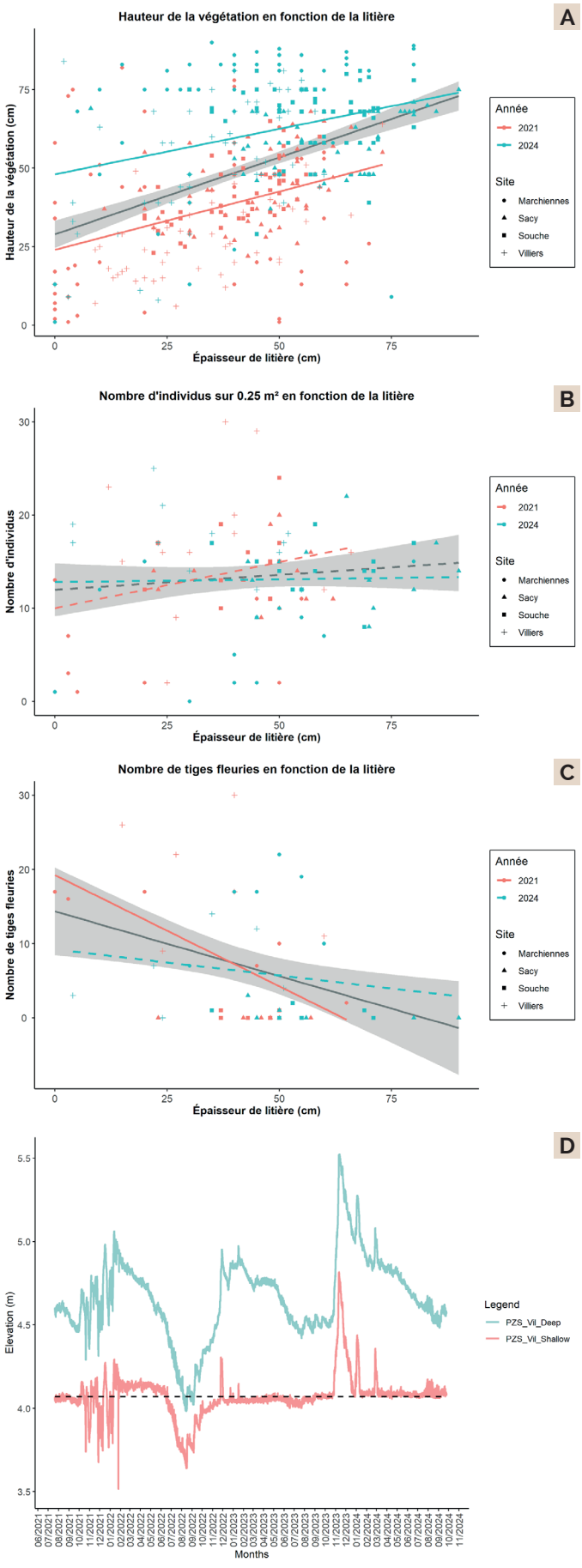
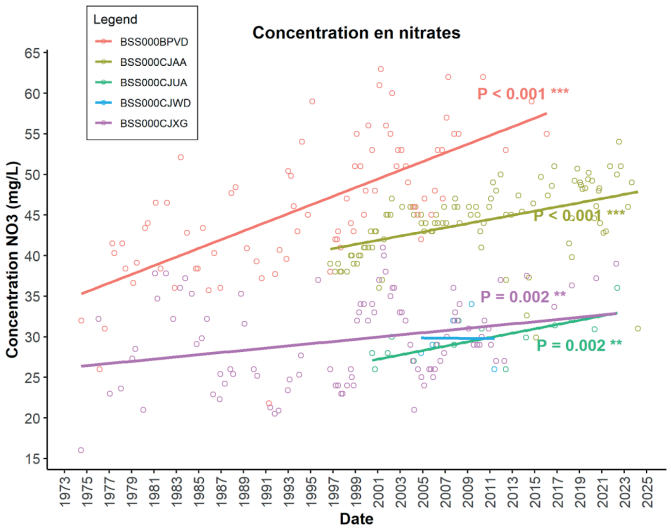


Figure 2 : Représentation des corrélations entre variables épaisseur de litière et hauteur de végétation (A), nombre d'individus (B) ou densité de tiges fleuries (C). Des tests de corrélation (modèle linéaire univarié) ont été effectués par année (rouge, 2021 ; bleu, 2024) ou toute donnée confondue (gris). Les traits pleins représentent les relations significatives. Les chroniques piézométriques du marais de Villiers (D) sont représentées entre 2022 et fin 2024 pour les piézomètres profonds (bleu) et de surface (rouge), indiquant une alimentation permanente des eaux souterraines.



Une incertitude réside cependant dans l'enrichissement trophique des eaux alimentant les tourbières alcalines, constaté actuellement. Cette eau, souvent issue des infiltrations sur un plateau agricole très intensif, est particulièrement enrichie en nitrates, et des conditions à long terme d'enrichissement trophique risquent d'empêcher la conservation des tourbières alcalines à long terme (Figure 3).

< *Figure 3 : Mesures de la concentration en nitrates au cours du temps sur 5 points de prélèvements situés à différents endroits de la nappe alimentant le marais de Villiers. Les prélèvements montrent des concentrations moyennes à fortes, mais qui augmentent au cours du temps (modèles linéaires univariés). Données publiques : Portail ADES/EauFrance (BRGM). Figure : A. BERQUER*



Gestion des cladiaies de Sacy (A. Pencoat-Jones)
-Le mot de la gestionnaire -

Les cladiaies de Sacy ont servi au Muséum national d'Histoire naturelle pour tester la grille d'évaluation des états de conservation des habitats Natura 2000. À Sacy, il existe un important enjeu araignées, avec la présence de *Dolomedes plantarius*, (Gazaix *et al.*, 2025.) mais aussi en papillons et oiseaux. Les marais de Sacy abritent l'une des plus importantes populations de Locustelle luscinioïde de France.
Les plus vieilles cladiaies sont en libre évolution. Seules des interventions sur les layons de chasse et des coupes ponctuelles de Saules peuvent avoir lieu. D'autres cladiaies sont pâturées dans le but de bloquer le stade jeune de cladiaie où l'on retrouve notamment les touradons accueillant *Peucedanum palustris* et *Gentiana pneumonanthe*. Nos observations montrent en effet que le pâturage n'est pas compatible avec un objectif de cladiaies en bon état de conservation (de type 7210*, Franquin *et al.*, 2024). Il est donc important d'éviter la présence d'herbivores dans ces habitats d'intérêt communautaire et de favoriser des pratiques moins agricoles. Des fauches soutenues permettraient d'obtenir des végétations de bas-marais à la place des cladiaies, mais sous réserve d'une alimentation en eau suffisante. À Sacy, il a donc été choisi de ne pas mettre d'animaux dans les vieilles cladiaies, et de limiter les layons servant à la circulation des chasseurs. Sur les cladiaies plus jeunes, nous avons intégré plus de fauche tout en évitant le stationnement trop important d'herbivores.



Gestion des cladiaies de la Souche (N. Caron)
-Le mot du gestionnaire -

Aux marais de la Souche, dans le cas de restauration passant par de l'essouchage, des étrépages, etc., la cladiaie n'est pas l'habitat visé. Toutefois, lorsque le milieu cicatrise et que le Marisque s'installe et s'épanouit sur certaines zones, les patchs de cladiaies se développent et sont maintenus sur des surfaces limitées. Nous cherchons plutôt à ce que les habitats de cladiaies soient en imbrication avec les autres stades dynamiques, permettant de renforcer l'hétérogénéité du milieu. Les cladiaies jouent un rôle fort pour la faune dont probablement *Dolomedes plantarius* en période hivernale, mais aussi certains oiseaux en période de nidification. En effet, la verticalité de cet habitat offre plusieurs niches particulièrement intéressantes pour de nombreuses espèces. Certaines zones de cladiaies mal conservées, correspondant vraisemblablement à des stations en nappe de Marisque sont conservées pour faire tampon entre zones pâturées et fauchées. Toutefois, en l'absence d'engorgement optimal, le contrôle des ligneux passe par le recours à un broyeur forestier au préalable à un broyage exportateur plus fin, puis à un entretien plus régulier des ligneux. Pour ce qui relève de la gestion courante, peu de cladiaies sont pâturées dans les marais de la Souche car le pâturage provoque là aussi une dégradation de l'habitat. La plupart des cladiaies, en bon état de conservation mais sur des relativement petits patchs, sont généralement laissées en zones de quiétude au sein d'entités de gestion plus intensivement gérées. Les cladiaies servent donc de zone refuge. Dans la plupart des cas et dans la mesure du possible, les ligneux seuls sont gérés de façon ponctuelle soit par une coupe manuelle (particulièrement fastidieuse et coûteuse) ou par un essouchage ponctuel de ligneux dans la cladiaie. L'essouchage a l'avantage pour la biodiversité de restaurer des gouilles, et des végétations de tourbière de transition, qui ont leur place dans la succession de végétation naturelle du site.

En conclusion, les cladiaies évoluées au sens 7210* sont plus faciles à gérer car elles se développent dans des habitats plus engorgés. La pousse des ligneux y est contrainte par un engorgement permanent et par l'épaisse couche de litière. Dans certains cas, il est intéressant de garder des cladiaies moins exprimées lorsqu'elles peuvent avoir un rôle de refuge, mais peuvent être également gérées, par de la fauche exportatrice dans un objectif de bas-marais (7230).

4 Les végétations à hautes herbes méso-eutrophes tourbeuses : roselières, cladiaies et cariçaies

3 Création et restauration de radeaux flottants : le cas de la RNN de l'étang Saint-Ladre à Boves

Auteur : Adrien BERQUER (Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France)



La Réserve Naturelle Nationale (RNN) de l'étang Saint-Ladre à Boves, dans la Somme, est un joyau de biodiversité à proximité immédiate d'une grande ville, Amiens, se trouvant ainsi en contexte périurbain. Elle est en effet bordée de routes, voies ferrées, autoroute, zone industrielle, tout en étant située dans une région d'agriculture intensive. Chacune de ces activités contribue à un éventail de facteurs de pressions auxquels la réserve est soumise. Pourtant, malgré sa faible superficie (13,3 ha), la RNN de l'Etang Saint-Ladre contient de nombreux habitats patrimoniaux et d'espèces rares : des tremblants à petits Carex (7140), des bas-marais alcalins et des roselières à *Thelypteris palustris* et *Phragmites australis* (7230), des prairies à Molinie bleuâtre et à Gentiane pneumonanthe (6410), des habitats boisés (91E0*), ainsi que divers habitats aquatiques patrimoniaux.

Cependant, l'indice trophique de certaines végétations est parfois assez fort, et l'eutrophisation des milieux risque de provoquer un changement dans les végétations à long terme, en favorisant dans les communautés de plantes, les espèces les plus nitrophiles. Cette tendance risque alors de détériorer l'état de conservation de certains habitats d'intérêt patrimonial.

Nous avons cartographié les indices trophiques au cours de relevés de végétation, calculés sur la base des indices d'Ellenberg (Ellenberg, 1974) adaptés par Landolt (2010), pondérés par l'abondance de chaque espèce dans la communauté. Ceux-ci s'organisent selon un gradient nord-sud. Le nord du site est bordé par un étang alimenté par des sources d'eau provenant de l'aquifère de la craie, et le sud du site est bordé par l'Avre, rivière de l'une des deux vallées du site Ramsar "marais et tourbières des vallées de la Somme et de l'Avre". Nous avons donc effectué des prélèvements d'eau à but d'analyse à différents emplacements du site (Figure 1).

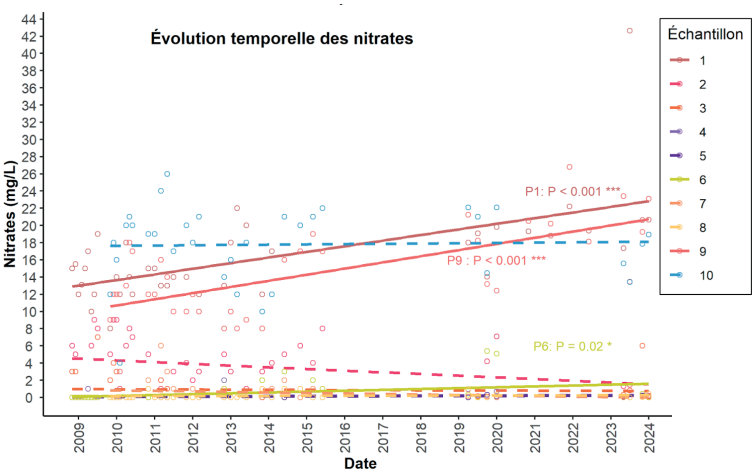


Figure 2 : Evolution de la concentration en nitrates dans l'eau des différents prélèvements effectués depuis 2009 sur la réserve. Deux modèles montrent une augmentation significative des nitrates au cours du temps, correspondant aux deux prélèvements effectués dans l'étang Saint-Ladre. Les autres points ont des concentrations beaucoup plus faibles, compatibles avec les végétations de tourbière alcaline, hormis les prélèvements dans l'Avre qui restent élevés, mais constants.



Figure 1 : Vue aérienne de la RNN de l'étang Saint-Ladre. Les points de prélèvements sont indiqués. Au nord du site, l'étang Saint-Ladre recevant des sources de l'aquifère de la craie, et au sud du site, la rivière Avre canalisée. ©A. BERQUER, CEN HDF

Parmi les paramètres mesurés, les nitrates sont les éléments pouvant conférer un changement dans les végétations puisque ces nutriments sont plus facilement assimilables par certaines espèces.

L'étude de l'évolution de la concentration en nitrates dans les eaux de surface nous permet de distinguer plusieurs tendances établies par des modèles linéaires (Figure 2). Certains prélèvements ont systématiquement des concentrations très faibles en nitrates. Ces prélèvements ont été effectués au centre et au sud du site à proximité des surfaces de végétation. Ces faibles concentrations nous laissent à penser que l'eau alimentant cette zone n'est pas enrichie en nitrates, ou que la végétation est capable de métaboliser le nitrate rapidement, en provoquant sa limitation. Un des prélèvements semble avoir une concentra-

tion constante au cours du temps, avec des concentrations assez élevées : c'est le prélèvement dans l'Avre. L'Avre étant séparée du site par une digue, et les prélèvements derrière la digue étant faiblement concentrés en nutriments, il est peu probable qu'il existe une connexion entre l'Avre et la réserve. Enfin, deux prélèvements voient une augmentation significative en nutriments : ils sont situés dans l'étang Saint-Ladre, au nord du site, alimenté par l'aquifère de la craie. En une quinzaine d'années, la concentration en nitrates dans l'étang a doublé, ce qui pourrait expliquer les changements trophiques visibles sur la partie nord du site. La même analyse dans des prélèvements effectués dans l'aquifère directement (données publiques disponibles sur le portail ADES du BRGM), montrent la même tendance pour le point de mesure dans l'aquifère de la craie en rive droite de l'Avre, c'est à dire celui situé du côté des sources (Figure 3).

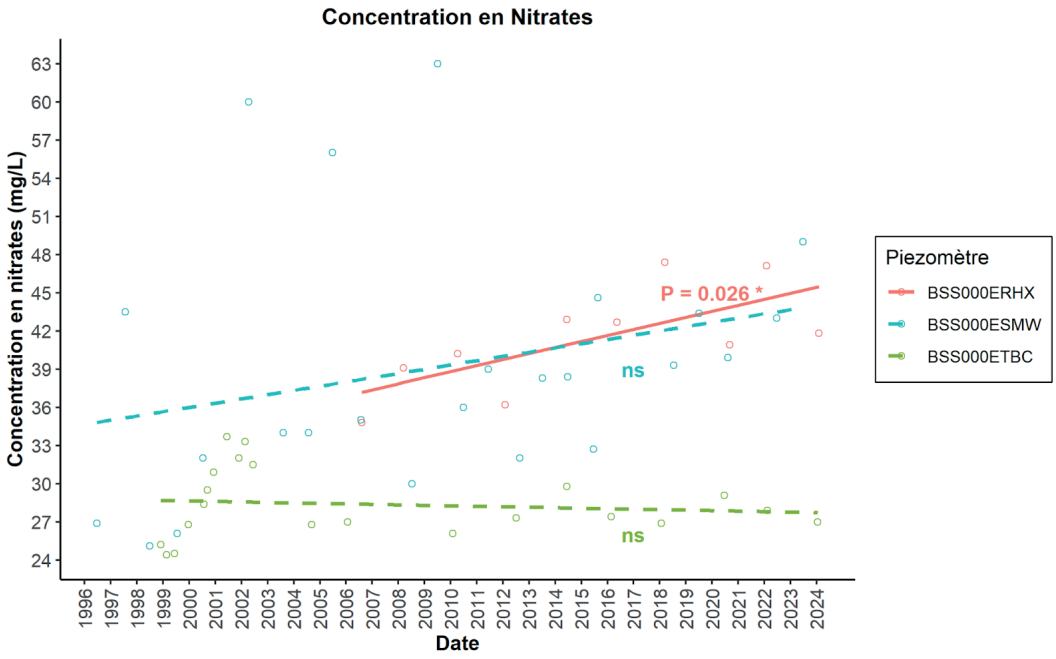


Figure 3 : Evolution temporelle des concentrations en nitrates des ouvrages installés dans la nappe de la craie (Sénonien) à proximité du site (rive droite de l'Avre, à Thennes, BSS000ERHX en rouge), sous le plateau au milieu du Santerre agricole (BSS000ESMW, bleu) et en rive droite de l'Avre plus en amont (BSS000ETBC à Contoire, Trois-Rivières). L'évolution a été testée par modèle linéaire univarié. Les traits pointillés représentes les relations non significatives (ns). La p-value est indiquée pour BSS000ERHX.

Situé à Thennes sous le code BSS000ERHX, les prélèvements dans la nappe montrent une augmentation significative de la concentration en nitrates au cours du temps. D'autres données dans l'aquifère (Méharicourt, BSS000ESMW) montrent également une tendance à l'augmentation mais avec une variance beaucoup plus forte. A l'inverse, dans une nappe séparée par un affluent de l'Avre, et plus au sud (Contoire, BSS000ETBC), aucun changement de concentration n'est détectable. Ce dernier point est situé dans un secteur un peu moins agricole et plus boisé.

Face à ces constats, le LIFE Anthropofens a permis de financer une opération de restauration de la qualité d'eau afin de pouvoir conserver sur le long terme les habitats d'intérêt patrimonial adjacents à l'étang Saint-Ladre alimenté par des sources enrichies en nitrates. Il a été choisi de poser dans le secteur des sources identifiées, des radeaux flottants artificiels plantés de Roseaux, Massettes, de *Thelypteris palustris* et d'autres espèces typiques des végétations du site, dans le but que ces plantes puissent consommer les nitrates issus des sources afin de réduire la concentration en nutriments dans l'étang. Ces tremblants consistent en des cadres de bois flottant sur l'étang et ancrés par des pieux en son fond, sur lesquels sont déroulés des tapis de matière végétale. Ces tapis sont plantés d'espèces récoltées préalablement sur le site mais cultivées hors site. La suite du projet et la poursuite des prélèvements permettra dans le futur d'évaluer l'efficacité de ce dispositif à réduire la concentration en nitrates. Par ailleurs, d'autres nutriments également limitants dans les écosystèmes pour le développement de la végétation, comme les orthophosphates, le potassium, ou le fer devraient être sujets aux mêmes analyses, même si les nitrates sont un reflet de l'état général de la qualité des masses d'eau. Une des limites pour la succession de végétation étant déjà levée, la vulnérabilité des tourbières à d'autres sources de pollution est alors augmentée.

Si cette gestion est susceptible d'être efficace sur le site, il semble assez inquiétant pour le maintien d'habitats typiques de tourbières alcalines, d'observer cette augmentation continue de nitrates dans les aquifères, qui ne semble pas se stabiliser alors que les concentrations en nitrates calculées atteignent des seuils de non-potabilité. Ces constats, déjà discutés entre experts des tourbières (Berquer *et al.*, 2024a), inquiètent particulièrement les gestionnaires d'espaces naturels.

Nous invitons donc les acteurs du territoire et particulièremenceux responsables de ces enrichissements trophiques à agir rapidement afin de préserver une ressource en eau de qualité pour le maintien des tourbières alcalines, mais aussi pour le maintien de la santé publique via la qualité sanitaire de l'eau de consommation.

QR code : Vidéo sur les radeaux flottants de la RNN, lors de leur pose.

Ci dessous : Prélèvements d'eau dans un but de dosage des nutriments de l'étang Saint-Ladre, après la pose de radeaux flottants, installés dans l'arrière-plan à droite. ©A. BERQUER, CEN HDF



5 Les fourrés, une charnière dans la dynamique végétale

Auteurs : Nicolas CARON (Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France), Raphaël COULOMBEL (Conservatoire botanique national des Hauts-de-France)

Dans la plupart des dynamiques de végétation, les fourrés occupent une place à part entière, à l'interface entre les milieux ouverts (herbacés) et les milieux fermés (boisés). Dans les milieux humides, les saules (*Salix spp.*) sont omniprésents, voire dominants, et s'établissent progressivement pour constituer des fourrés denses et parfois monospécifiques, préparant alors le stade suivant de la dynamique, à savoir la forêt pionnière, avec un ombrage et une pédogénèse en cours d'évolution.

En fonction du niveau d'engorgement, on distingue deux types de fourrés : d'une part, on retrouve les fourrés mésohygrophiles caractérisés par une diversité d'espèces arbustives (arbustes à baie et fruits charnus), sans que les saules dominent, mais aussi par un cortège d'espèces herbacées mésohydriques et mésohygrophiles (comme des espèces de pelouses calcicoles ou de friches). Ces fourrés mésohygrophiles se développent principalement sur la marge des tourbières, ou alors au sein des tourbières ayant subi une minéralisation des tourbes de surface souvent en lien avec des battements de nappe conséquents ou un drainage important. Ils peuvent également se trouver sur des sols présentant une composante plus minérale. D'un point de vue syntaxonomique, ces fourrés mésohygrophiles sont classés dans l'alliance du *Salici cinereae - Rhamnion catharticae*. C'est notamment la composition de la strate herbacée qui permet de différencier les syntaxons de fourrés plus hygrophiles.

D'autre part, sur des substrats plus engorgés, les espèces arbustives mésohygrophiles disparaissent au profit de plusieurs espèces de saules qui dominent largement la strate arbustive et la strate herbacée s'enrichit alors en espèces des roselières, cariçaies, voire de mégaphorbiaies (selon la trophie du système) conduisant à une combinaison d'espèces caractéristiques de l'alliance du *Salicion cinereae*. Du fait d'un engorgement presque continu, ces fourrés sont fréquents sur les sols tourbeux.

Au regard des cahiers d'habitats, ces fourrés arbustifs ne sont pas considérés comme d'intérêt communautaire. Au contraire, le développement des fourrés est souvent présenté comme une menace à un certain nombre d'habitats d'intérêt communautaire.

Ainsi, dans le but de retrouver les premiers stades d'une dynamique primaire (oligotrophe et hydromorphe), ce stade dynamique arbustif est souvent pris pour cible. Il permet en effet de restaurer des habitats de bas-marais alcalin (7230), de cladiaie (7210*), de tourbière de transition (7140) ou de végétations à Molinie bleuâtre (6410). En fonction des objectifs de restauration, de l'engorgement du site, de l'historique des lieux, et de l'état d'évolution, divers itinéraires techniques peuvent être empruntés.



Les fourrés de Saules peuvent avoir une dynamique de colonisation rapide comme ici à Thézy-Glimont où les végétations de tourbières basses alcalines 7230 se réfugient sur les bords de l'étang.
©A. BERQUER, CEN HDF

5 Les fourrés, une charnière dans la dynamique végétale

1 D'une bétulaie à la tourbière de transition à Liparis à Liesse-Notre-Dame

Auteurs : Nicolas CARON, Adrien BERQUER (Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France)



Comme ailleurs en région, les changements d'usages dans les Marais de la Souche ont progressivement conduit à la fermeture des milieux. Ainsi, des fourrés de saules se sont implantés sur des tremblants issus du comblement d'anciens étangs de tourbage. Compte tenu de la jeunesse de ces fourrés et de l'intégrité des groupements encore observés, des travaux ont été engagés afin de restaurer des végétations d'intérêt européen. Plusieurs habitats d'intérêt communautaire étaient ainsi visés, avec pour principal objectif de favoriser le développement des habitats de toubière de transition, de roselière à Fougère des marais et des gouilles oligotrophes des tourbières alcalines. Outre les aspects habitats, l'avifaune paludicole était également visée avec notamment la Locustelle luscinioïde (*Locustella luscinioides*) pour principale cible.

Etat des lieux et premières actions :

Fort d'un partenariat datant de 2001 avec la commune de Liesse-Notre-Dame, le Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France (CEN HDF) s'est, dès 2002, impliqué dans la préservation des différents habitats et espèces présentes sur le site. Ainsi, avant d'initier de lourds travaux de restauration, plusieurs actions ponctuelles ont été menées : débroussaillage, coupe de fourrés de Saules, ouverture de clairières. Lors du diagnostic initial, les végétations présentes sur le tremblant étaient principalement dominées par un fourré à Aulne glutineux et Saule cendré (*Alno glutinosae - Salicetum cinereae*). Au niveau de certaines trouées, des espèces typiques des bas-marais à hautes herbes (*Thelypterido palustris - Phragmitetum australis*) et des végétations de tourbière de transition (*Junco subnodulosi - Caricetum lasiocarpae*) s'exprimaient. Toutefois, la pérennité de ces stations devait nécessairement passer par un défrichement couplé à un essouchage.

Les dossiers réglementaires et mise en oeuvre du premier contrat Natura 2000 :

Portant sur une surface de 1 ha, des travaux de défrichement ont été soumis à autorisation. Ainsi, en 2007, la commune de Liesse-Notre-Dame a adressé une demande d'autorisation de défrichement aux services de l'État (DDAF) en exprimant le souhait de bénéficier d'une dérogation aux mesures compensatoires possibles. Compte tenu des enjeux écologiques notables et du gain pour l'intérêt général, ce dossier a été accepté tel que présenté. S'en est suivi le montage d'un contrat Natura 2000 par le CEN HDF, porté financièrement par la commune de Liesse-Notre-Dame.

La restauration du tremblant et suivis :

Conscient des potentialités de restauration du site et des opportunités liées au dépôt d'un contrat Natura 2000, 1,5 ha de tremblant ont fait l'objet de travaux lourds visant à la réhabilitation de milieux ouverts en 2008. Les travaux ont ainsi consisté au défrichement et à l'essouchage de ligneux, sans nivellement ou étrépage associé à la mesure.

Végétations du tremblant après coupe et essouchage des ligneux. ©L. TAILLAND





Prise de vue aérienne du tremblant avant restauration
©B. COUVREUR

Ainsi, au-delà de la suppression du couvert de ligneux, l'arrachage a permis de créer des dépressions et d'offrir une microtopographie complexe. A cela, s'ajoute la préservation des touradons formés par la Laîche paniculée (*Carex paniculata*) renforçant ainsi cette diversité.

Dès 2009 un suivi a été réalisé. Du fait de la mise en œuvre récente des travaux, ce diagnostic s'est naturellement orienté sur les habitats pionniers aquatiques. Vingt-huit gouilles ont ainsi été étudiées, permettant de relever l'apparition de l'Utriculaire naine (*Utricularia minor*), espèce citée historiquement du site. On note également que plusieurs espèces ingénieures des tremblants, telles que le Trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata*) et la Laîche filiforme (*Carex lasiocarpa*) prennent leur place au sein des zones éssouchées. Ce n'est qu'au second passage réalisé en 2014, que les végétations restaurées ont été mieux caractérisées. On note notamment que la Cariçaie à Jonc à tépales obtus et Laîche filiforme (*Junco subnodulosi - Caricetum lasiocarpae*), inexistante en 2009, couvre de grandes surfaces et occupe les zones les plus engorgées. Sur les zones topographiquement plus hautes, les roselières turficoles à Fougère des marais et Roseau commun (*Thelypterido palustris - Phragmitetum australis*) ainsi que les roselières à Marisque (*Cladietum marisci*) s'expriment avec, dans la plupart des cas, l'ensemble des espèces diagnostiques.
Un entretien par fauche plus ou moins régulier (bisannuel et triennal) a ensuite été assuré afin de limiter le développement des ligneux et assurer le maintien de ces habitats et espèces remarquables. Le milieu s'est progressivement cicatrisé et certaines gouilles se sont aujourd'hui refermées.

La découverte du Liparis de Loesel :

N'ayant pas fait l'objet d'observation dans les Marais de la Souche depuis 1921, le Liparis de Loesel (*Liparis loeselii*), une petite orchidacée, n'avait concrètement pas fait l'objet de recherche spécifique. Toutefois, au hasard d'une prospection sur le site lors de l'actualisation du plan de gestion, un premier pied fut découvert en juin 2019. Des investigations complémentaires ont permis d'observer une dizaine de pieds de Liparis sur cette même année (Caron & Gaudin, 2019).

En 2020, l'ensemble des zones favorables, correspondant aux zones éssouchées en 2008, ont été parcourues. Ces inventaires ont permis de dénombrer 209 pieds, dont 17 fleuris. Il ne fait nul doute que l'espèce est passée inaperçue durant plusieurs années et a largement profité des travaux pour se développer.
Comme souligné précédemment, l'itinéraire d'essouchage employé, sans nivellement du sol, a largement permis de maintenir une certaine microtopographie. Cette dernière est très appréciée par le Liparis de Loesel, notamment dans les marais subissant de fortes amplitudes de niveaux d'eau entre la saison estivale et hivernale. Ceci lui permet notamment de s'implanter sur les zones les plus optimales à son développement, selon les années.

Un bilan remarquable :

Considérant qu'au moment de l'état initial aucun habitat ou espèce d'intérêt communautaire n'avait été relevé, les résultats sont particulièrement exceptionnels. En effet, on compte aujourd'hui sur le site, quatre habitat d'intérêt communautaire (3160, 7140, 7210* et 7230) et une espèce de la Directive Habitat-Faune-Flore, à savoir le Liparis de Loesel. Ce retour d'expérience illustre la position charnière que peuvent occuper les fourrés tourbeux dans la dynamique naturelle. En effet, ils sont à l'interface entre les milieux ouverts et forestiers et occupent également une place centrale dans les préconisations de gestion et les mesures de restauration écologique d'une tourbière.

En conclusion, si les fourrés tourbeux ne font pas l'objet d'un classement particulier (patrimonialité, HIC, rareté), leur évolution peut permettre l'installation de boisements sur tourbe, alors qu'un retour à des stades de succession antérieurs permet la restauration d'habitats d'intérêt communautaire de forte valeur patrimoniale. Ils peuvent alors être considérés par les gestionnaires comme le stade privilégié pour déterminer certains objectifs, qu'ils soient orientés vers la libre évolution, ou vers des opérations de restauration.

Individu de Liparis en fruits.
©A. BERQUER, CEN HDF



5 Les fourrés, une charnière dans la dynamique végétale

2 BIMH-BAP et BACI : caractériser les changements biotiques et abiotiques induits par la restauration

Auteur : Adrien BERQUER (Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France)

Deux protocoles ont été utilisés dans le LIFE Anthropofens pour évaluer les conséquences des restaurations des tourbières alcalines du projet : le BACI et le BIMH-BAP.

Le protocole BACI : discerner les effets de la restauration parmi les autres facteurs environnementaux

Qu'est-ce que le protocole BACI et pourquoi est-il adapté ?

Le protocole BACI (Before-After-Control-Impact) est une méthode scientifique rigoureuse permettant d'évaluer l'impact d'une intervention, telle que des travaux de restauration écologique, sur un écosystème donné. Son principe repose sur quatre étapes fondamentales : l'état initial avant intervention (Before), l'état après intervention (After), la comparaison avec des zones non traitées servant de référence (Control), et enfin l'analyse des effets (Impact). Cette approche permet de distinguer clairement les changements directement attribuables aux actions de restauration des variations naturelles liées, par exemple, aux conditions climatiques ou aux dynamiques écologiques propres au milieu.
L'intérêt majeur du protocole BACI réside dans sa capacité à offrir une évaluation robuste et objective. En comparant des zones traitées et des zones témoins, il devient possible d'isoler l'effet spécifique des travaux de restauration, évitant ainsi les biais liés à des facteurs externes. Cette méthode est particulièrement adaptée aux projets de restauration écologique, où les résultats peuvent être influencés par de multiples variables. Elle est d'ailleurs largement utilisée dans divers contextes, tels que la gestion des zones humides, des forêts ou des milieux aquatiques, où elle permet de mesurer précisément l'efficacité des actions mises en œuvre.

Application du protocole BACI dans le cadre du projet LIFE Anthropofens

Les études effectuées au cours de deux stages de Master (Abot, 2020; Fournier, 2025) illustrent l'application concrète du protocole BACI dans le cadre du projet LIFE Anthropofens, qui vise à restaurer des tourbières basses alcalines (habitat 7230) dans les Hauts-de-France. L'objectif principal était d'évaluer l'impact de différentes actions de restauration, telles que le déboisement, le décapage et le soutien hydrologique, sur la végétation, la pédologie et l'hydrologie de ces écosystèmes fragiles.
Pour ce faire, un plan d'échantillonnage rigoureux a été mis en place. Sur onze sites ayant fait l'objet de travaux de déboisement seul (Hailles, Long, Marchiennes, Sacy) ou complétés de travaux de restauration hydrauliques et pédologiques (Belloy-sur-Somme, Blangy-Tronville, Moreuil, Morcourt, Tirancourt, Vred) et un site témoin (Quarante, où les travaux n'ont pas encore eu lieu à l'écriture de l'article), des placettes de 4 m² ont été réparties entre des zones traitées et des zones témoins. Plusieurs paramètres clés ont été mesurés :

- La végétation : à travers des relevés floristiques détaillés, incluant l'identification des espèces cibles et l'analyse des traits fonctionnels.
- La pédologie : en étudiant la profondeur et la qualité de la tourbe, ainsi que les types d'horizons pédologiques.
- L'hydrologie : en mesurant le niveau de la nappe phréatique et en calculant des indices d'engorgement (He) et de trophie (Ht).

Les données recueillies ont ensuite été analysées à l'aide de tests statistiques (test de Wilcoxon, analyse en composantes principales, modèles linéaires mixtes) afin de comparer les résultats entre les zones traitées et les zones témoins, et d'évaluer l'efficacité des travaux de restauration.

Résultats obtenus : une restauration aux effets contrastés

Les résultats obtenus grâce au protocole BACI ont permis de mettre en lumière plusieurs tendances significatives concernant l'impact des travaux de restauration sur les tourbières basses alcalines.

Effets des travaux sur l'hydrologie et la pédologie
Les travaux de déboisement ont généralement conduit à une augmentation du niveau de la nappe phréatique, en réduisant l'évapotranspiration et les prélèvements hydriques par les arbres. Cependant, cette augmentation n'a pas toujours été statistiquement significative, notamment en raison de la variabilité naturelle des niveaux d'eau selon les saisons et les sites. L'étrépage, quant à lui, a permis de remettre en surface de la tourbe de meilleure qualité, améliorant ainsi les conditions hydrologiques en rapprochant la nappe de la surface du sol. Enfin, les actions de soutien hydrologique ont globalement contribué à rehausser les niveaux d'eau, bien que leur effet soit parfois difficile à distinguer de celui de l'étrépage.

Évolution de la végétation
Sur le plan végétal, les résultats montrent une diminution de la richesse spécifique dans les zones étrépées, ce qui s'explique par la perturbation importante du milieu et la colonisation initiale par des espèces pionnières. Cependant, on observe également une augmentation des espèces cibles des tourbières basses

Etude pédologique et pose de piézomètres à Long, dans une zone « contrôle », n'ayant pas subi de restauration et donc toujours boisée. ©A. BERQUER, CEN HDF



alcalines, telles que *Juncus subnodulosus*, dans les zones restaurées. Cette recolonisation reste toutefois simplifiée sur le plan fonctionnel, avec une dominance d'espèces hélophytes comme *Phragmites australis*, qui peuvent limiter le développement d'une végétation plus diversifiée.

Variabilité des résultats selon les sites

Les résultats varient considérablement d'un site à l'autre, en fonction de leur état initial et des conditions locales. Par exemple, certains sites comme Long nécessitent des travaux supplémentaires, tels qu'un soutien hydrologique, pour atteindre un état optimal. D'autres, comme Blangy ou Belloy, présentent un potentiel de restauration plus élevé, avec des conditions pédologiques et hydrologiques déjà rendues favorables.

Limites du protocole et recommandations pour les gestionnaires

Bien que le protocole BACI offre une méthodologie solide, son application a révélé certaines limites qu'il est important de prendre en compte pour les futures évaluations.

Hétérogénéité des sites et biais méthodologiques

L'une des principales difficultés réside dans l'hétérogénéité des sites étudiés, qui rend parfois complexe la généralisation des résultats. Par exemple, les conditions pédologiques et hydrologiques peuvent varier considérablement d'un site à l'autre, comme entre Morcourt et Blangy. De plus, la précision des mesures peut être affectée par des facteurs saisonniers, tels que les variations du niveau de la nappe entre l'été et l'hiver, mais aussi interannuelles. Enfin, la taille des placettes d'échantillonnage (4 m²) peut s'avérer insuffisante pour capturer toute la diversité des tourbières, qui sont des écosystèmes particulièrement complexes.

Dynamique lente de recolonisation

Un autre défi majeur est lié à la lenteur des dynamiques écologiques. En effet, cinq ans de suivi peuvent s'avérer insuffisants pour évaluer pleinement la recolonisation par les espèces cibles, qui peut prendre plusieurs décennies. Il est donc essentiel de prolonger les suivis sur une période plus longue, idéalement dix ans ou plus, pour observer une stabilisation des communautés végétales et confirmer la réussite des restaurations.

Recommandations pour améliorer le protocole

Pour optimiser les futures évaluations, plusieurs pistes d'amélioration peuvent être envisagées :

- Intégrer des sites de référence : Inclure dans l'étude des tourbières en bon état de conservation pour servir de points de comparaison.
- Automatiser les mesures hydrologiques : Utiliser des piézomètres connectés pour obtenir des données plus précises et continues sur les niveaux de nappe.
- Adapter la gestion post-LIFE : Mettre en place des actions de contrôle des espèces compétitives, comme *Phragmites australis*, pour favoriser le développement des espèces pionnières caractéristiques des tourbières basses alcalines.

Conclusion : un outil précieux pour guider les actions de restauration

Le protocole BACI s'est révélé être un outil indispensable pour évaluer de manière rigoureuse l'efficacité des restaurations écologiques. Dans le cadre du projet LIFE Anthropofens, il a permis de mettre en évidence des résultats encourageants, tels que l'amélioration des conditions hydrologiques et la recolonisation partielle par des espèces cibles, tout en soulignant la nécessité d'adapter les actions en fonction des spécificités de chaque site. Cependant, les limites identifiées, notamment la variabilité des sites et la lenteur des dynamiques écologiques, rappellent l'importance de prolonger les suivis et d'affiner les méthodologies pour obtenir une évaluation plus complète. En suivant les recommandations proposées, les gestionnaires pourront optimiser leurs interventions et maximiser les chances de réussite des restaurations à long terme. Ainsi, le protocole BACI ne se limite pas à une simple méthode d'évaluation : il constitue un guide précieux pour orienter les décisions et améliorer la gestion des écosystèmes fragiles, tels que les tourbières alcalines.



*Prélèvements de tourbe pour évaluer si les travaux ont permis la remise en surface d'horizons tourbeux dans la tourbière de Vred. Les Massettes (*Typha latifolia*) montrent une végétation de cicatrisation après travaux, encore non stabilisée, mais typique d'une zone très humide.*
©C. PALOPOLI, PNRSE

Le BIMH-BAP version flore : une méthode d'évaluation de la réaction de la végétation à la restauration des zones humides.

Le BIMH-BAP (Boîte à Indicateurs des Milieux Humides du Bassin Artois-Picardie) dans sa version flore est une méthode standardisée conçue pour évaluer l'état écologique des zones humides à partir de leur végétation, déclinaison de la boîte à outils Mhéo (RhoMéO). Bien qu'elle offre un cadre méthodologique solide, son application nécessite un équilibre entre rigueur scientifique et adaptabilité pratique, notamment en raison des contraintes liées à la mise en œuvre sur le terrain et des limites inhérentes à toute approche basée sur des relevés ponctuels.

Cette méthode repose sur des relevés floristiques détaillés, réalisés sur des placettes d'échantillonnage dont la taille, généralement fixée à 25 m² pour des zones ouvertes, est choisie pour représenter fidèlement la diversité végétale tout en restant gérable sur le terrain. Les placettes sont disposées le long de transects perpendiculaires au sens d'écoulement de l'eau, une approche qui permet de capturer les gradients écologiques tout en limitant l'effort d'échantillonnage à des zones représentatives. Chaque espèce végétale est notée avec un coefficient d'abondance-do-

minance, souvent basé sur l'échelle de Braun-Blanquet, ce qui permet de quantifier sa présence et son importance relative dans la communauté végétale.

L'originalité de BIMH-BAP réside dans l'utilisation de valeurs indicatrices écologiques, attribuées à chaque espèce en fonction de ses préférences environnementales (Landolt, 2010). Deux indices principaux sont calculés à partir de ces valeurs : l'indice d'engorgement (He), qui reflète le degré d'humidité du sol, et l'indice de trophie (Ht), qui évalue la richesse en nutriments. Ces indices sont des moyennes pondérées de traits fonctionnels de valence écologique des espèces présentes par leur abondance dans la communauté (plus connus sous l'acronyme *CWM : Community Weighted Mean*), offrant une synthèse des conditions écologiques régissant l'assemblage d'espèces. Cette approche permet de lier directement la composition floristique aux conditions abiotiques, ce qui est particulièrement utile pour évaluer la conséquence sur la végétation des travaux de restauration ou diagnostiquer l'état de conservation des zones humides.

Limites du protocole et recommandations pour les gestionnaires

Cependant, bien que cette méthode soit reproductible et scientifiquement fondée, elle présente certaines contraintes pratiques. Les relevés sur des placettes de 25 m², bien que standardisés, peuvent être chronophages, surtout dans des milieux denses ou difficiles d'accès. De plus, le protocole est généralement appliqué seulement avant et après une intervention, ce qui ne permet pas de capturer pleinement la variabilité interannuelle des communautés végétales, influencée par des facteurs climatiques ou des perturbations ponctuelles. Par exemple, une année particulièrement sèche ou humide peut biaiser les résultats et masquer les tendances à long terme.

Pour atténuer ces limites, la méthode BIMH-BAP version flore est souvent complétée par d'autres outils, tels que des mesures hydrologiques directes (niveau de nappe, conductivité) ou des analyses pédologiques (présence de tourbe, teneur en matière organique, traces d'oxydoréduction). Ces données supplémentaires, parfois prévues par d'autres indicateurs de la boîte à outils BIMH-BAP permettent de valider et d'affiner l'interprétation des indicateurs floristiques, tout en réduisant les incertitudes liées à la variabilité des relevés. Par ailleurs, pour les projets nécessitant un suivi plus fin, ou des modélisations temporelles ou spatiales, il peut être judicieux d'augmenter la fréquence des relevés ou d'intégrer des sites de référence non perturbés, afin de mieux contextualiser les résultats obtenus.

Conclusion

BIMH-BAP version flore constitue une méthode équilibrée, alliant rigueur scientifique et faisabilité pratique, pour évaluer les zones humides à travers leur végétation. Bien qu'elle ne soit pas exempte de contraintes, son application peut être optimisée en la combinant avec d'autres approches et en adaptant son protocole aux spécificités des sites étudiés. Cela en fait un outil précieux pour les gestionnaires et les écologues, à condition de bien en comprendre les forces et les limites.

Le protocole étant en cours de réalisation à l'écriture de ce guide, les résultats et l'application du protocole sont détaillés dans une vidéo accessible via ce QR code :

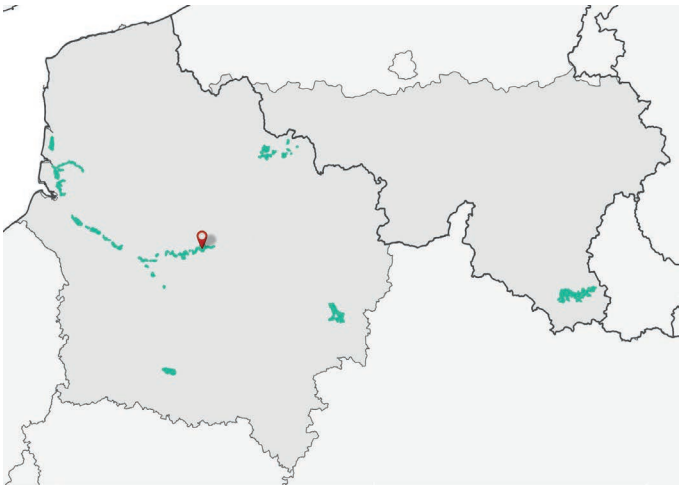


Après des travaux de restauration, la végétation met plusieurs années à se stabiliser. Ici, dans les marais de Sacy, peu de rejets de saules sont présents. Il conviendra de surveiller attentivement les éventuelles repousses. La végétation montre encore des signes d'évolution même si les trajectoires, commencent à être visibles grâce à des relevés botaniques, comme les Roseaux (Phragmites australis) *et Marisques* (Cladium mariscus)*, au premier plan de cette photographie.*
©A. BERQUER, CEN HDF

6 Les milieux boisés

1 Les forêts tourbeuses du méandre d'Éclusier-Vaux

Auteurs : Adrien BERQUER (Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France), Raphaël COULOMBEL (Conservatoire botanique national des Hauts-de-France)



En haute-vallée de la Somme, des chaussée-barrages ont été érigées par l'homme de longue date, notamment pour des aménagements piscicoles, ce que l'on observe nettement entre Bray-sur-Somme et Ham. Plus largement, entre Sailly-Laurette et Saint-Quentin, des étangs sont créés au Moyen-Âge via 31 chaussées-barrages en craie (François, 2023). Celles-ci servent surtout à la pisciculture et la meunerie (Demangeon 1905, Rochelois et Cloquier 2021). Dans le méandre d'Éclusier-Vaux, entre deux chaussées-barrages, des habitats flottants se sont développés sur certaines pièces d'eau (phénomène de paludification). Cette singularité a permis l'installation de nombreux îlots végétalisés, qui se trouvent à fleur d'eau. En effet, la flottaison sur une gyttja molle permet à l'écosystème flottant, dans une certaine mesure, de suivre une partie des fluctuations de niveau d'eau et notamment de descendre avec le niveau d'eau en cas de sécheresse. Cependant, depuis les années 1960, le surcreusement des chenaux, l'agrandissement des mares de hutte ou encore les curages avec dépôts en berge ont fragmenté et modifié ces systèmes de "radeaux" flottants parcourus de chenaux. Plus récemment, dans le contexte d'un bassin versant adjacent très agricole, avec des pratiques intensives, mais aussi des apports anthropiques des réseaux d'assainissement parfois non conformes, une eutrophisation des eaux est constatée. Ce sont notamment des excès de phosphore et de nitrates qui sont observés, et provoquent d'une part la dégradation des tourbes, entraînant sa minéralisation et d'autre part le renfort de la dynamique des espèces ligneuses. Le phosphore, habituellement limitant, notamment du fait de son blocage sous forme d'apatite par les carbonates, mais relargué lors de conditions plus acides (nitrates, lessivages), devient disponible pour la croissance des ligneux. Ainsi, depuis 1940-1950, des forêts tourbeuses se sont installées sur des îlots à Eclusier-Vaux notamment en raison de l'abandon des usages : fauches de roseaux, pâturage (François, 2023)... Désormais âgées de 80-90 ans, ces forêts pionnières marécageuses, principalement constituées d'Aulnes glutineux (*Alnus glutinosa*), abritent une biodiversité singulière. En effet, dans la dynamique forestière, les branches ainsi que les arbres morts restent en place et permettent à un cortège de xylophages, de champignons, de bactéries décomposeurs d'agir en surface. Si ces ligneux tombent et s'accumulent dans des zones constamment humides comme des chenaux, des gouilles, des dépressions topographiques et que l'eau engorge suffisamment la couche superficielle du sol, ces ligneux morts peuvent ne pas se décomposer complètement et s'accumuler. Les ligneux sont alors capables de former de la tourbe et l'écosystème forestier, bien que jeune, permet une turfigenèse active.



Figure 1 : Aperçu des îlots au nord d'Éclusier-Vaux et du début de la dynamique de boisement spontanée. ©Geoportail- image aérienne de 1950.

Présentation de la végétation et du contexte hydraulique

Les forêts tourbeuses les plus anciennes du méandre d'Éclusier-Vaux sont des boisements tourbeux alcalins méso-eutrophiles, probablement issus d'une dynamique primaire (constitution d'un sol, n'ayant jamais connu le stade forestier préalablement). L'Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*) domine généralement la strate arborée qui peut atteindre une vingtaine de mètres de hauteur. Sous la canopée, quelques espèces arbustives peuvent être présentes, notamment le Saule cendré (*Salix cinerea*), le Cassissier noir (*Ribes nigrum*) ou encore le Saule pourpre (*Salix purpurea*). La végétation herbacée est caractérisée par une abondance des espèces des cariçaies et roselières turficoles, comme la Fougère des marais (*Thelypteris palustris*) et de nombreuses Laîches (*Carex elata, Carex paniculata, Carex acutiformis*) d'après Catteau *et al.* (2021). Enfin, de nombreuses mousses peuvent être observées (*Plagiomnium div. sp, Fissidens adianthoides, Bryum pseudotriquetrum*...). Ce cortège d'espèces neutro-alcalines est caractéristique du groupement à *Alnus glutinosa* et *Thelypteris palustris*, qui se place dans l'alliance phytosociologique des forêts marécageuses de sols neutro-alcalins mésotrophes à eutrophes (*Alnion glutinosae*). Quelques taxons de mégaphorbiaies peuvent également être présents dans la strate herbacée, comme *Lysimachia vulgaris* ou *Filipendula ulmaria*, mais une trop forte présence de ces derniers, conduit au rattachement de l'association au *Cirsio oleracei - Alnetum glutinosae* (François *et al.*, 2012, Catteau *et al.* 2021). Cette aulnaie du groupement à *Alnus glutinosa* et *Thelypteris palustris* se structure finalement comme la superposition d'une cariçaie dont la composition est proche du *Caricetum paniculatae* avec à son



Aulnaie tourbeuse à Eclusier-Vaux, ©D. ADAM, CEN HDF.

pied des communautés bryophytiques neutro-alcalines et d'une strate arbustive à composition proche de l'*Alno glutinosae - Salicetum cinereae* puis, d'une strate arborescente à Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*) et Bouleau pubescent (*Betula pubescens*). Cependant, sur ces substrats très instables, les arbres tombent très facilement et la forêt peine à atteindre sa maturité, d'autant que la croissance des ligneux est ralentie par la productivité médiocre dans ces marais très engorgés et moyennement riches en nutriments. Cette contrainte dynamique ainsi que l'histoire relativement récente de ces forêts liées aux aménagements hydrauliques rendent le groupement rare dans la région. Le maintien d'une qualité et quantité d'eau suffisantes permet de pérenniser le groupement à *Alnus glutinosa* et *Thelypteris palustris*.

Conséquences sur la gestion

Le groupement à *Alnus glutinosa* et *Thelypteris palustris* (Duhamel & Catteau in Catteau, Duhamel *et al.* 2009) est le support d'une forte biodiversité. Celle-ci est, pour la plupart des taxons qui y sont hébergés, non évaluée ou sous-observée, car souvent peu accessible par les naturalistes ou les gestionnaires (champignons, bactéries, insectes xylophages…). La plupart des coléoptères, des arthropodes, des bryophytes, de la fonge et des bactéries ne possèdent pas de statut particulier de protection, même s'ils font partie intégrante de la biodiversité au même titre que les espèces plus couramment évaluées (plantes vasculaires, mammifères, oiseaux). La principale préconisation pour la gestion de ces milieux est de maintenir ces boisements en libre évolution et avec un niveau d'eau élevé et constant. Pour pérenniser cela sur le site, une maîtrise foncière à long terme est primordiale : signature d'un bail emphytéotique avec la commune, ou convention de gestion sur les propriétés départementales (espaces naturels sensibles), voire acquisition des parcelles forestières d'intérêt. Une réunion de concertation incluant la commune et les usagers, détaillant les objectifs du plan de gestion, a permis, dans le méandre d'Éclusier-Vaux, un partage entre gestionnaires, usagers et propriétaires et une acceptation de ces objectifs de maintien de la libre évolution de ces boisements (Berquer *et al.*, 2023). Une veille sur d'éventuelles activités pouvant avoir lieu dans ces forêts, comme de l'exploitation de bois, doit cependant perdurer et si l'accord avec les communes et les usagers n'est pas suffisant, un classement de l'espace boisé ou un arrêté préfectoral de protection de biotope (APPB) peuvent être envisagés. Par ailleurs, le niveau d'eau et sa qualité sont d'une importance cruciale pour le maintien de ces boisements. Ainsi, des analyses physico-chimiques de l'eau sont préconisées par le plan de gestion (Berquer *et al.*, 2023), notamment les nitrates et les orthophosphates.

Si la végétation du groupement à *Alnus glutinosa* et *Thelypteris palustris* est considérée comme rare et vulnérable en région Hauts-de-France, elle est également d'intérêt patrimonial (Camart & Catteau 2023) et permet la conservation des espèces qu'elle héberge (effet parapluie). Néanmoins cet habitat reste particulièrement menacé par les activités anthropiques. En effet, ces boisements tourbeux alcalins n'étant pas reconnus d'intérêt communautaire (Natura 2000) au titre de la Directive Habitats-Faune-Flore (DHFF) de 1992, ils ne bénéficient pas des mesures de gestion et de protection qui y sont associées, contrairement aux forêts alluviales (HIC 91E0*) et aux tourbières boisées acides (HIC 91D0*) qui sont eux deux habitats forestiers reconnus comme prioritaires au titre de la DHFF.
Par ailleurs, notons que ces forêts marécageuses des tourbières neutro-alcalines s'inscrivent dans la série dynamique des tourbières basses-alcalines (7230), mais aussi des roselières turficoles du *Magnocaricion elatae*, pour partie reconnues d'intérêt communautaire à travers les formations de cladiaies (7210*) ou les roselières à Fougère des marais (7230). Effectivement, ce boisement tourbeux constitue la tête de série et un habitat de convergence sériale pour plusieurs végétations de tourbières neutro-alcalines, que ce soit les bas-marais alcalins (7230) ou plusieurs végétations de roselières (HIC ou non) ou encore le fourré de l'*Alno glutinosae - Salicetum cinereae*, qui est le stade précédant le groupement à *Alnus glutinosa* et *Thelypteris palustris*.
A ce propos signalons, un premier pas en termes de reconnaissance, de l'intérêt écologique de ces forêts marécageuses des tourbières neutro-alcalines, puisque l'arrêté du 19 décembre 2018 (https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000037838912), fixant la liste des habitats naturels pouvant faire l'objet d'un arrêté préfectoral de protection des habitats naturels en France métropolitaine (publié au Journal officiel de la République française n°0295 du 21 décembre 2018), fait mention des "Forêts marécageuses de feuillus ne se trouvant pas sur tourbe acide (G1.4)".

Dans ce contexte, et au regard de la reconnaissance comme habitat d'intérêt communautaire des "Tourbières boisées" acides en 91D0*, et des "Forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae*)" en 91E0*, il est évident qu'il existe une lacune dans les cahiers d'habitat. C'est pourquoi nous faisons le souhait d'intégrer les Tourbières boisées neutro-alcalines de l'*Alnion glutinosae* (Malcuit, 1929), comme un habitat à part entière au sein de la DHFF de 1992.

6 Les milieux boisés

2 Les boulaies à sphaignes : un faciès d'acidification ?

Auteurs : Adrien BERQUER, Laura CZERNIAK (Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France)

Pour le grand public, "tourbières" riment souvent avec "sphaignes". Nous avons vu dans les chapitres précédents que les tourbières alcalines des Hauts-de-France et de Wallonie ne sont que rarement caractérisées par des habitats dominés par les sphaignes. Ces dernières sont très rarement des espèces turfigènes des tourbières alcalines. Les tourbes de ces tourbières sont en effet essentiellement constituées de macrorestes d'espèces de grands hélophytes (Roseaux, Laîches, Marisque), de ligneux (Saules, Bouleaux, Aulnes), ou de mousses brunes (*Scorpidium spp.*).

Les sphaignes sont en effet des mousses affectionnant plus particulièrement des écosystèmes neutres à acides et oligotrophes. Ainsi, on les retrouve plus fréquemment dans les tourbières à alimentation continue par les précipitations (tourbières ombrotrophes), les tourbières minérotrophes acides, ou encore les tourbières des montagnes européennes où la quantité de précipitations (souvent > 1 200 mm/an) n'est en rien comparable aux précipitations observées dans le nord de la France (600 à 800 mm/an), un des secteurs les moins arrosés de France. L'eau de précipitations a une composition chimique très différente, puisqu'elle est plus acide et moins chargée en nutriments et en calcium que l'eau des nappes souterraines alimentant les tourbières alcalines.

Dédensification des boulaies à Sphaignes pour la conservation de la strate bryophytique du grand marais de la Queue à Blangy-Tronville. ©G. MEIRE, CEN HDF.



Ces différences de fonctionnement permettent donc difficilement de rattacher les tourbières alcalines à l'habitat d'intérêt communautaire 91D0* des cahiers d'habitats (Bensettiti *et al.*, 2001), et notamment dans la sous-classification 91D0*-1.1 (INPN, 2024). En effet, les végétations s'organisent dans la réalité le long d'un continuum entre le groupement à *Alnus glutinosa* et *Thelypteris palustris* occupant les tourbières alcalines et le 91D0* observé exclusivement en contexte acide. Une extension de la directive à ces habitats, dans leur version alcaline et dotés d'une forte patrimonialité, ou encore une meilleure caractérisation de ce qu'inclut le 91D0* semblerait donc judicieux. En effet, ce classement peut avoir un intérêt pour favoriser la conservation de ces habitats en mobilisant des actions de conservation adéquates.

Plusieurs espèces de sphaignes tolérant une plus forte minéralité et alcalinité de l'eau peuvent être retrouvées dans les tourbières alcalines, dans des habitats différents. En général, ces stations occupent des zones restreintes, moins alimentées par de l'eau alcaline souterraine (nappe de la craie) mais davantage par des nappes non calcaires ou de l'eau des précipitations. Aux marais de Sacy (60) une alimentation par une nappe des sables peu calcifiés a conduit au développement d'aulnaie/boulaie à sphaignes, dans sa variation à Osmonde royale. Les précipitations peuvent également conférer un écosystème local plus acide que le reste de la tourbière. Les tremblants, constitués d'un amas de plantes vivantes et de restes vegetaux flottant sur l'eau de pièces d'eau de tourbières alcalines, suivent la fluctuation de l'eau. Ainsi lorsque le niveau d'eau varie, la flottaison entraîne le maintien d'une ligne d'eau à peu près constante par rapport à la surface du tremblant. La surface du sol, en particulier les points hauts de la microtopographie, est alors très peu alimentée par les eaux alcalines de la pièce d'eau, et l'eau alimentant la surface de ces tremblants n'est apportée que par les précipitations. Dans ce cas, ce sont souvent des espèces héliophiles qui forment des petits reliefs ombrotrophes, comme *Sphagnum teres* ou *S. warnstorfii* (Atherton *et al.*, 2010). En conditions arborées ou forestières, certains débris végétaux comme des souches, ou des troncs laissés au sol apportent une microtopographie soumise à une alimentation différente du sol qui les entourent. Ces reliefs sont beaucoup moins soumis à de l'alimentation par l'eau alcaline qui engorge la tourbière, car la cote piézométrique ne se situera généralement que quelques centimètres sous le sommet du relief. Ainsi, ces reliefs sont davantage alimentés par les pluies. De plus, le substrat, du bois en décomposition, apporte des conditions plus acides (4.7 pH pour le Bouleau, Lachowicz *et al.*, 2019; 4.9 pour l'Aulne, Dudiak & Dzurenda, 2021) et des espèces à la fois sciaphiles et neutrophiles peuvent se développer sur ce bois mort. C'est le cas par exemple de *Sphagnum fimbriatum* ou *S. squarrosum*.

Si beaucoup d'espèces de sphaignes sont patrimoniales, leur présence est souvent corrélée à une modification de l'alimentation en eau d'un site tourbeux alcalin. En effet, ces stations sont souvent retrouvées sur des tremblants issus de la recolonisation d'anciennes fosses de tourbage, ou dans des habitats boisés ayant pu être favorisés par le drainage des tourbières, et où l'alimentation en eau carbonatée est limitée, une acidification par des éléments azotés ou soufrés atmosphériques, ou encore une modification de la compétitivité des mousses brunes par rapport aux sphaignes du fait de la pollution par le phosphore (Kooijman, 2012) ou le potassium (Vicherová *et al*, 2015).

Les buttes d'ombrotrophie de la Réserve Naturelle Nationale de l'Etang Saint-Ladre (80) :

La Réserve Naturelle Nationale (RNN) de l'Etang Saint-Ladre est un exemple de prise en compte des sphaignes dans les objectifs de conservation d'un gestionnaire. Cette réserve est connue de longue date pour sa flore remarquable. La première observation des sphaignes sur la réserve remonte en 1964 (Boussu, 1970). Depuis, ce groupe d'espèces a fait l'objet de plusieurs études (Sulmont, 1973, 1986 ; Meire & Hauguel 2019; Hauguel, Valet, 2009). Celles-ci ont permis de cartographier les sphaignes sur la réserve et de suivre leur évolution. L'étude la plus récente a été menée en 2023 par un expert du Conservatoire botanique national des Hauts-de-France recensant la bryoflore dont six espèces de sphaignes (Hauguel, 2023). L'ensemble des espèces de sphaignes présentes sont patrimoniales, dont une espèce classée comme exceptionnelle en Hauts-de-France, *Sphagnum teres*.



Butte de Sphaignes dans la roselière longeant l'étang Saint-Ladre ©A. BERQUER, CEN HDF

Le Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France, gestionnaire de la réserve, prend en compte ces espèces dans la définition des enjeux (Meire & Rivière, 2019). L'un des objectifs est de préserver ces espèces, tout en conservant les habitats typiques des tremblants. Pour cela, les orientations de gestion dépendent des espèces de sphaignes présentes sur l'îlot, et des habitats phytosociologiques. La gestion est donc différente suivant le secteur. En effet, certains îlots sont en libre évolution, et présentent une végétation de boisement humide. Ces boisements abritent des espèces sciaphiles (*Sphagnum squarrosum* et *S. fimbriatum*) et hémi-sciaphiles (*Sphagnum subnitens* et *S. palustre*). Si l'objectif principal est de conserver ces boisements de Bouleaux, une certaine clarté doit être maintenue. Le plan de gestion préconise donc de réaliser occasionnellement une opération de mise en lumière de la strate arbustive par un débroussaillage clairsemé. Sur d'autres îlots, la végétation est typique des tremblants ouverts, abritant également des sphaignes, mais qui supportent davantage la lumière (*Sphagnum capillifolium* et *S. teres*). Celles-ci sont susceptibles de disparaître sans éclaircissement de la canopée. Le Conservatoire choisit donc de réaliser régulièrement une fauche exportatrice et une coupe des rejets. Les recouvrements respectifs de *S. capillifolium* et *S. squarrosum* alternent donc inversement au gré de cette dynamique d'habitat apportée par le gestionnaire. Les buttes de sphaignes sont balisées pour éviter de déstructurer les populations lors de la fauche (Czerniak & Rivière, 2023).

L'extension du recouvrement de *S. teres* en tourbière alcaline interroge. Cette espèce, typique des milieux modérément alcalins, a vu sa surface quintupler en cinq ans. Même si le cortège d'espèces n'est pas (encore) présent, cette dynamique laisse à penser que la tourbière de la RNN de l'Etang Saint-Ladre puisse évoluer vers une tourbière mixte. L'évolution des recouvrements, mais aussi des facteurs environnementaux d'influence, nombreux sur la réserve (Berquer *et al.*, 2024a), restent donc à surveiller.



Habitat boisé de tourbière alcaline à Alnus glutinosa *et* Osmunda regalis *dans les marais de Sacy ©A. BERQUER, CEN HDF*

Intérêt de l'habitat pour la biodiversité

Les boulaies à sphaignes sont des habitats rares à l'échelle des territoires concernés par le LIFE Anthropofens (François *et al.*, 2012). Outre les espèces rares constitutives de l'habitat, souvent protégées, comme les différentes espèces de sphaignes, des déclinaisons de l'habitat peuvent être plus ou moins riches en espèces, notamment la variation à Osmonde royale (*Osmunda regalis*). Le tapis de sphaignes permet d'accueillir une biodiversité d'espèces dont certaines peuvent être indicatrices d'émissions de gaz à effet de serre (amibes à thèque, Frésard *et al.*, 2023). Les boulaies, notamment lorsque les niveaux d'eau ne sont pas assurés de façon optimale, hébergent du mois mort accueillant des communautés de champignons et de bactéries, mais aussi des insectes saproxylophages, des oiseaux cavernicoles et des chiroptères (François *et al.*, 2012). Par ailleurs, d'autres espèces de plantes souvent peu communes en région peuvent être retrouvées dans ces boulaies à sphaignes, plus acides dans un environnement alcalin, comme *Carex echinata*, *Aulacomium palustre*, ou des espèces de *Plagiomnium*. S'assurer de bonnes conditions hydrologiques et surtout trophiques, est un préalable à la conservation de cet habitat.

Bibliographie

Atherton I., Bosanquet S. & Lawley M. (eds.), 2010. Mosses and liverworts of Britain and Ireland: a field guide (p.848). Plymouth: British Bryological Society.

Bardat J., Bioret F., Botineau M., Boullet V., Delpech R., Géhu J.-M., Haury J., Lacoste A., Rameau J.-C., Royer J.-M., Roux G. & Touffet J., 2004. Prodrome des végétations de France. Collection Patrimoines Naturels 61, Muséum National d'Histoire Naturelle. 171p.

Battiau-Queney Y., Fauchois J., Lanoy-Ratel P. et A. Seguin. 1995 - Un patrimoine paysager à protéger : les dunes littorales de Merlimont et de Berck (Pas-de-Calais). *Hommes et Terres du Nord*, 1995 - 1(2), pp. 21-30.

Bault V., Bourgine B., Cary L., Gourcy L., Korotchansky A., Winckel A. avec la collaboration de Decouchon E. et Linglin C. 2017 - Etude du fonctionnement global de l'hydrosystème du Marquenterre, en lien avec les marais arrière-littoraux. Rapport final. BRGM/RP-67430-FR, 298 p., 128 ill., 12 tabl., 10 ann., 1 DVD.

Bensettiti F., Rameau J.-C. & Chevallier H., 2001. Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats d'intérêt communautaire. Tome 1. Habitats forestiers. Éd. La Documentation française. 761p.

Bensettiti F., Gaudillat V. & Haury J., 2002. Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats d'intérêt communautaire. Tome 3. Habitats humides. Éd. La Documentation française. 457p.

Bensettiti F., Boullet V., Chavaudret-Laborie C. & Deniaud J. (coord.), 2005. Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats d'intérêt communautaire.
Tome 4, Vol. 2. Habitats agropastoraux. Éd. La Documentation française. 487p.

Berquer A., Adam D. & Meire G., 2023. Plan de gestion 2024-2033 : les marais communaux et départementaux d'Éclusier-Vaux & Frise (Éclusier-Vaux et Frise, Somme, France). Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France, Boves. 192p. + Annexes.

Berquer A., Czerniak L. & Rivière G., 2024a. Tourbières alcalines : vers une meilleure qualité d'eau ? L'exemple de la RNN Etang Saint-Ladre. Colloque du Groupe d'Etude des Tourbières, 2024, Boves. doi : 10.13140/RG.2.2.26950.28482

Berquer A., Levrault S., Castelli M., Alderweireld F., André A., Antoine P., Brasseur B., Capoulade J., Czerniak L., Décultot C., François R., Garcia C., Hummel J., Janczak A., Meire G., Opdekamp W., Trongneux P., Vandendriessche M., Chombart C., Daubresse R., James M., Duran P., 2024b. Fonctionnement des tourbières alcalines, gestion de l'eau et restauration. LIFE Anthropofens, Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France, Boves. 52p.

Blondel B., Hermann N. *et al*, 2023. Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Somme – Plan de Gestion VI – Période 2023-2027. Section A : État des lieux. Syndicat Mixte Baie de Somme - Grand Littoral Picard.

Bournerias M. et J-R. Wattez, 1970. Les stations de Dryopteris cristata (L) A. Gray, du bassin parisien et du nord de la France. *Bulletin de la société botanique du nord de la France*, Tome 23 (1970), 14p.

Boussu J., 1970. Le marais de Saint-Ladre à Boves. Diplôme d'Etudes Supérieures, Faculté des Sciences de l'Université d'Amiens.

Camart C. & Catteau E. (coord.), 2023. Inventaire de la végétation des Hauts-de-France : analyse systémique et évaluation patrimoniale. Collection pensées du Nord, Conservatoire botanique national de Bailleul. 65p. + Annexes.

Caron N., & Gaudin G., 2019. Redécouverte du Liparis de Loesel (Liparis loeselii (L.) Rich., 1817) dans l'Aisne. *Bulletin de la Société Linnéenne Nord-Picardie*, 37 : pp. 3-4.

Catteau E., François R., Prey T. et Farvacques C. 2017. 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. Vol. 6, 2017.

Catteau E., Buchet J., Camart C., Coulombel R., Dambrine L., Dardillac A., Delplanque S., Duhamel F., François R., Hauguel J.-C., Prey T. & Villejoubert G., 2021. Végétations du nord-ouest de la France. Guide de détermination. Conservatoire botanique national de Bailleul. 302p.

Clément H., Reich M., Mistarz M. & Garcin J., 2020. Évaluation de l'état de conservation des bas-marais calcaires d'intérêt communautaire. Cahiers d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Version 1. UMS Patrinat – OFB/CNRS/MNHN. 183p.

Coulombel R. & Catteau E. 2019. Contribution phytosociologique sur les végétations à *Cladium mariscus* des *Phragmito australis - Magnocaricetea elatae* de Picardie. *Bulletin de la Société de botanique du nord de la France*, 72 : pp. 131-136.

Coulombel R., 2019. Redécouverte dans la Somme du Scirpe à tiges nombreuses (Eleocharis multicaulis (Sm.) Desv., 1818) en bordure de mares cynégétiques dans le marais de Quend (80). *Bulletin de la Société Linnéenne Nord-Picardie* 2019, vol. 37; pp. 11-18.

Czerniak L. & Rivière G, 2023. La Réserve Naturelle Nationale de l'Etang Saint-Ladre (Boves, Somme) – Evaluation à mi-parcours du plan de gestion 2018-2027. Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France. 121p.

Demangeon A. 1905 - La Picardie et les régions voisines (Artois, Cambrésis, Beauvaisis). 4e éd. 1973. Lib. Guénégaud Paris. 496p.

De Valicourt J., 1996. La baie de Somme : son histoire locale, son fleuve, ses renclôtures, ses problèmes, son avenir. 143p., Noyelles-sur-Mer, ISA éditions.

Dudiak M. & Dzurenda L., 2021. Changes in the Physical and Chemical Properties of Alder Wood in the Process of Thermal Treatment with Saturated Water Steam. *Coatings*. 11. 898. doi: 10.3390/coatings11080898.

Duhamel F., Farvacques C. *et al.*, 2017. Guide des végétations littorales du Nord-Ouest de la France. Centre régional de phytosociologie agréé. Conservatoire botanique national de Bailleul, pp. 1-704. Bailleul.

Ellenberg H., 1974. Zeigerwerte des Gefässpflanzen Mitteleuropas. *Scripta Geobotanica*, 9 : pp. 1-97.

Fontenelle A., 2021. Découverte de la Berle à larges feuilles (*Sium latifolium* L., 1753) et de la Fougère à crêtes (*Dryopteris cristata* (L.) A. Gray, 1848) au sein de la tourbière de Vred (59), dans le cadre du programme LIFE Anthropofens. *Bulletin de la Société de botanique du nord de la France*, 2021, 74 (1-4) : pp. 13-20.

François R., 2021. Les 15 000 hectares de tourbières alcalines des vallées de Somme et d'Avre (Picardie). Première partie : milieu physique et géohistoire. *Bull. Société Linnéenne Nord-Picardie* 2021, vol. 39 ; pp. 77-160.

François R., 2023. Les 15 000 hectares de tourbières alcalines des vallées de Somme et d'Avre (Picardie). Première partie : milieu physique et géohistoire. *Bulletin de la Société Linnéenne Nord- Picardie*, 39 : pp. 77-160.

Francois R., Delangue B., Lecron J-M. 2024. Les territoires phytogéographiques des Hauts-de-France. Collection des pensées du Nord, Tome 3 de l'Atlas de la flore sauvage des Hauts-de-France, Conservatoire botanique national de Bailleul, 176p.

François 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 ; 656p. Bailleul.

Franquin M., Berquer A., Castelli M., Gérard K., Hummel J., Blondel B., Demarthe AL., Mairesse JL., Opdekamp W., PencoatJones A., Vandendriessche M., Chombart C., Daubresse R., James M., Duran P., 2024. Faire pâturer les tourbières alcalines : entre gestion conservatoire et impacts. LIFE Anthropofens, Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France, Boves. 52p.

Frésard A., Mulot M., Bertrand G., Lhosmot A., Gandois L., Tuittila E.-S., Loisel J., Talbot J., Saarnio S., Männistö E., Pelletier L., Garneau M. & Mitchell E., 2023. Inferring northern peatland methane emissions from testate amoebae: A proof of concept study. *Mires and Peat*, 29. 18p. doi: 10.19189/MaP.2022.OMB.Sc.2089688.

Garcia C., 2024. Les tourbières de la Vallée de la Somme : trajectoires entre contrôle climatique et influence anthropique depuis le tardiglaciaire, Thèse de Doctorat, Université de Picardie Jules Verne, 250p.

Gazaix A., Berquer A., 2024. Protocole d'évaluation de l'évolution des cladiaies - Programme LIFE18 NAT/FR/000906 Anthropofens. Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France, Boves. 10p. https://life-anthropofens.fr/ressources.

Gazaix A., Rendell C., Berquer A., Caron N., Besnard A. & Couturier T. (2026) Occupancy changes over the summer of the rare fen raft spider Dolomedes plantarius in a drained fen strongly depend on vegetation structure. *Insect Conservation and Diversity*, 19(3), pp. 548–558. doi: 10.1111/icad.70048

Géhu J-M. *et al*, 2008. *Liparis loeselii* (L.) Rich. et son habitat actuel dans la Réserve Naturelle de la Baie de Somme (Département de la Somme, France). *Le Journal Botanique de la Société de Botanique de France* – n°42.

Gillet F., De Foucault B. & Julve P., 1991. La phytosociologie synusiale intégrée : objets et concepts. *Candollea*. 1991. Vol. 46 (2) : pp. 1-22.

Groupe de recherche en écologie des tourbières, 2016. Fiche d'information sur la production d'espèces typiques des fens : *Campylium stellatum*. Groupe de recherche en écologie des tourbières, Québec.

Guérot L., Watterlot A., Hauguel J.-H. & Cornier T., 2021. Bilans stationnels du Dryoptéris à crêtes et de la Laîche arrondie à l'échelle du site Ramsar des marais et tourbières des vallées de la Somme et de l'Avre. Conservatoire botanique national de Bailleul, 105p. + Annexe.

Hauguel J.-C., 2023. Inventaire des bryophytes de la réserve naturelle de l'étang Saint-Ladre à Boves (Somme) : mise à jour de l'inventaire et cartographie des sphaignes. Conservatoire botanique national de Bailleul, pour le Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France. 48p. + Annexes.

Hauguel J.-C., Fontenelle A., Asset B., Coulombel R. & Watterlot A. 2024. Renforcement de populations d'espèces de l'habitat 7230 (bas-marais alcalin) – Bryophytes : identification des sites de prélèvement, récoltes et mise en culture de *Scorpidium cossonii* et *Scorpidium scorpioides*. Programme LIFE18 NAT/FR/000906 Anthropofens, Action C4.1. Conservatoire botanique national de Bailleul, 52p. Bailleul.

Hauguel J.-C., Lecron J.-M. & Toussaint B. (coord.), 2019. Inventaire des Bryophytes des Hauts-de-France : raretés, protections, menaces et statuts. Version n°1c / mai 2019. Conservatoire botanique national de Bailleul, avec la collaboration du Collectif des bryologues des Hauts-de-France. 44p.

INPN, 2024. 91D0-1.1 - Boulaies pubescentes tourbeuses de plaine. Habref, https://inpn.mnhn.fr/habitat/cd_hab/8848/tab/description, consulté le 27/11/2024.

IUCN, 2012. – Lignes directrices de l'UICN sur les ré-introductions et les autres transferts aux fins de la sauvegarde. Commission de sauvegarde des espèces (CSE) de l'UICN. 38p.

Kooijman, A. M. (2012). 'Poor rich fen mosses': atmospheric N-deposition and P-eutrophication in base-rich fens. *Lindbergia*, 35, pp. 42-52.

Lachowicz H., Wróblewsk, H., Sajdak M. Komorowicz M. & Wojtan R., 2019. The chemical composition of silver birch (*Betula pendula* Roth.) wood in Poland depending on forest stand location and forest habitat type. *Cellulose* 26, pp. 3047–3067 doi : 10.1007/s10570-019-02306-2.

Landolt E., 2010. Flora indicativa Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen., Conservatoire et Jardin Botaniques de Genève. Haupt, Berne, 376p.

Lazzarotti O., 2006. Rivages boulonnais, formes et dynamique littorales de Wissant à Wimereux. Editions de l'Association de l'AMA, Wimereux, 210p. ISBN 2-9521508-5-0

Louche B., Bracq P., Crampon N., Colbeaux J-P. 1995. Reconnaissance et fonctionnement des hydrosystèmes souterrains dans les dunes et les Bas-Champs de Merlimont (Pas-de-Calais). In: *Hommes et Terres du Nord*, 1995/1-2. Les milieux littoraux. pp. 31-39;

Masquelier J., Leman V. & Dulondel Y., 2021. Plan de gestion de la Réserve Naturelle Régionale de la Tourbière de Vred. Parc Naturel Régional Scarpe-Escaut, 360p.

Meire G. & Chevallier G., 2016. Les marais et pelouses de la Moyenne Vallée de la Somme entre Ailly-sur-Somme et Yzeux – Plan de gestion 2016-2025. Conservatoire d'espaces naturels de Picardie. 166p. + annexes

Meire G. & Hauguel J.-C., 2019. 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). Documents phytosociologiques - Actes du colloque international de Bailleul 2017 « Valeurs et usages des zones humides »; 2019 - Vol. 12 pp. 350-359.

Munaut AV., 1980. The submerged forest of "La Pointe aux Oies" (Wimereux, Pas-de-Calais) [La forêt submergée de "La Pointe aux Oies" (Wimereux, Pas-de-Calais)]. In: *Bulletin de l'Association française pour l'étude du quaternaire*, vol. 17, n°1-2, 1980. 40p.

Murashige T. & ; Skoog F., 1962. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiologia Plantarum*, Vol 15, Issue 3, 473p. doi: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x

Prey T. & Hauguel J.-C., 2014. Evaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire en région Picardie. Analyse des méthodologies et des résultats obtenus. CRP/CBNBL pour l'Union européenne et l'Etat (DREAL). 96p. + Annexes. Bailleul.

Peterka, T., Hájek, M., Jiroušek, M., Jiménez-Alfaro, B., Aunina, L., Bergamini, A., Dítě, D., Felbaba-Klushyna, L., Graf, U., Hájková, P., Hettenbergerová, E., Ivchenko, T.G., Jansen, F., Koroleva, N.E., Lapshina, E.D., Lazarević, P.M., Moen, A., Napreenko, M.G., Pawlikowski, P., Plesková, Z., Sekulová, L., Smagin, V.A., Tahvanainen, T., Thiele, A., Biţ-Nicolae, C., Biurrun, I., Brisse, H., Ćušterevska, R., De Bie, E., Ewald, J., FitzPatrick, Ú., Font, X., Jandt, U., Kącki, Z., Kuzemko, A., Landucci, F., Moeslund, J.E., Pérez-Haase, A., Rašomavičius, V., Rodwell, J.S., Schaminée, J.H.J., Šilc, U., Stančić, Z. and Chytrý, M., 2017. Formalized classification of European fen vegetation at the alliance level. *Applied Vegetation Science*, 20: pp. 124-142. doi: 10.1111/avsc.12271.

Regrain R., 1981 Un essai géographique sur la genèse des marais littoraux de Picardie. In : *Hommes et Terres du Nord. Spécial Picardie*. pp. 34-42;

Rochelois C. et Cloquier C. 2021 - Figures de pêcheurs et poissonniers dans les sources littéraires et documentaires au nord de la Seine du XII[e] au XVI[e] siècle. Éd. CTHS. L'animal : un sujet de loisirs : pp. 39-56.

Simont V. *et al*, 2022. Cartographie des habitats naturels de la ZSC FR2200346 « Estuaires et littoral picards : Baies de Somme et d'Authie. »

Sulmont G., 1973. Une tourbière à sphaignes et *Huperzia selago* dans la vallée de l'Avre à Boves (Somme). *Bulletin de la Société de 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., 39p.

Toussaint B., 1995. Suivi floristique et phytocœnotique de la Réserve Naturelle de la Baie de Somme. CRP/CBNBL.

Vicherová, E., Hájek, M., & Hájek, T. (2015). Calcium intolerance of fen mosses: physiological evidence, effects of nutrient availability and successional drivers. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, 17(5), pp. 347-359.

Villejoubert G., Fontenelle A. & Coulombel R., 2021. Etat initial (Action D1.1) : Evaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire envisagés dans les polygones de travaux du LIFE Anthropofens - Annexes – Grilles d'évaluations des Habitats d'Intérêt Communautaire. Programme LIFE18 NAT/FR/000906 Anthropofens. Conservatoire botanique national de Bailleul. 224p.

Whitehouse P. L. & Bradley S.L., 2013. SEA LEVEL STUDIES. Eustatic Sea-Level Changes Since the Last Glacial Maximum, Editor(s): Scott A. Elias, Cary J. Mock, Encyclopedia of Quaternary Science (Second Edition), Elsevier, 2013, pp. 439–451, ISBN 9780444536426, https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53643-3.00131-X.



Le village de Long, depuis le marais communal tourbeux.
©R. COULOMBEL, CBN HDF



Les tourbières alcalines actuelles des Hauts-de-France et de Wallonie subissent les dysfonctionnements hydriques et trophiques conduisant à la raréfaction de certains habitats typiques et patrimoniaux. Bien que la succession des végétations soit un phénomène d'évolution naturel en tourbières alcalines, celle-ci était jusqu'à récemment fortement contrainte par un engorgement permanent (anoxie) et une faible disponibilité en nutriments (oligotrophie).

Ces limitations ont été levées depuis plusieurs décennies, notamment dans des régions fortement anthropisées et de plaine comme les Hauts-de-France, permettant une poursuite de la succession vers des stades plus matures (embroussaillement, boisement), en un pas de temps parfois restreint. Ce guide technique détaille les différents habitats typiques des tourbières alcalines, leurs évolutions et les facteurs biotiques et abiotiques les influençant. Dans un cadre de restauration de ces tourbières, permis par le projet LIFE Anthropofens, la compréhension et l'inclusion de ces dynamiques dans la restauration mais aussi dans la gestion à plus long terme est cruciale. La quantité et la qualité de l'eau détermineront en grande partie vers quels habitats et quels états de conservation il sera possible de tendre, et serviront à mieux définir les choix de gestion des gestionnaires des tourbières alcalines.

Les partenaires bénéficiaires du LIFE Anthropofens :

Conservatoire d'espaces naturels Hauts-de-France · cbn Conservatoire botanique national Hauts-de-France · Conservatoire du littoral · Oise le département · Conservatoires d'espaces naturels · natagora · Parc naturel régional Scarpe-Escaut · Syndicat Mixte Baie de Somme Grand Littoral Picard · SMOA Syndicat Mixte Oise-Aronde

Les partenaires financiers du LIFE Anthropofens :

Life · République Française Liberté Égalité Fraternité · Agence de l'eau · Agence eau Seine Normandie · Oise le département · The Coca-Cola Foundation

Les soutiens institutionnels du LIFE Anthropofens :

Préfet de la Région Hauts-de-France Liberté Égalité Fraternité · Région Hauts-de-France · L'Aisne Conseil départemental · somme Conseil départemental · ameva