



Mai 2023

cbn
CONSERVATOIRE
BOTANIQUE NATIONAL
BAILLEUL

**Proposition de Suivi - Évaluation écologique
des végétations estuariennes par la méthode
de l'Indice de Qualité Phytocénotique des
Estuaires (IQPE) -VEGELITES- Phase 2 -
Livable L4**

SOMMAIRE

PARTIE 1	Contexte et objectifs	4
1.1.	Les estuaires du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale	4
1.2.	Le projet VEGELITES	5
1.3.	Évaluation de l'état de conservation des végétations des estuaires	6
1.4.	Les objectifs de l'Indice de Qualité Phytocénologique des Estuaires (IQPE)	7
1.4.1.	Le contexte de l'IQP	7
1.4.2.	L'IQP Estuaires : adaptation de l'IQP Zones humides et de l'IQP Prairies	8
1.5.	Adaptation de l'IQP au contexte estuarien	11
PARTIE 2	Proposition d'une méthodologie	13
2.1.	L'Indice de Qualité Phytocénologique des Estuaires (IQPE)	13
2.1.1.	Présentation de la méthodologie IQPE	13
2.1.2.	paramètre « Surface couverte »	14
2.1.3.	Paramètre « Fonctions »	15
2.1.4.	Paramètre « Structure »	22
2.1.5.	Paramètre « Altérations »	23
2.1.6.	Définition d'une valeur structurelle de la végétation	24
2.1.7.	Méthode d'échantillonnage sur le terrain	24
2.1.8.	Le calcul de l'IQPE	26
2.1.9.	Utilisation du tableau d'aide à la détermination des communautés végétales et de leurs valeurs indicatrices (Annexe 3)	30
2.1.10.	Utilisation du bordereau de relevé et de calcul de l'IQPE (annexe 4)	30
2.2.	Grille d'interprétation de l'IQPE et représentations cartographiques finales	31
2.3.	Les limites de la méthode	33
2.3.1.	Comment appliquer la méthode quand les phytocénoses ne sont pas précisément identifiables ?	33
2.3.2.	La question des sols nus au sein des végétations	33
2.3.3.	La question des végétations sur des petites surfaces	34
2.3.4.	Temps de réalisation	34
2.4.	Combinaison potentielle Cartographie VEGELITES et IQPE	35
2.4.1.	Pointe de Routhiauville en Baie d'Authie	36

2.4.2.	Le Nord de la Baie de Somme (Anse Bidard).....	38
2.5.	Combinaison potentielle Cartographie VEGELITES et Indice de richesse phytocénologique de J.-M. GÉHU	40
PARTIE 3	Conclusion	41
PARTIE 4	Bibliographie.....	43
PARTIE 5	Annexes.....	53
	ANNEXE 1 – Proposition de valeurs indicatrices des principaux syntaxons terrestres des estuaires du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale (proposition du CBN de Bailleul)	53
	ANNEXE 2 – Liste des espèces déterminantes permettant de reconnaître les végétations (associations phytosociologiques) des estuaires du PNMEPMO (liste définie par le CBN de Bailleul).....	56
	ANNEXE 3 – Tableau d'aide à la détermination des communautés végétales et de leur valeur structurelle	58
	ANNEXE 4 – Bordereau de relevé et de calcul de l'IQPE	62

PARTIE 1

CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1. LES ESTUAIRES DU PARC NATUREL MARIN DES ESTUAIRES PICARDS ET DE LA MER D'OPALE

Les estuaires du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale (PNM EPMO) constituent des entités naturelles des Hauts-de-France parmi les plus emblématiques et remarquables pour leur patrimoine naturel. Ces vastes zones humides salées et saumâtres présentent une grande variété de milieux d'une très grande richesse biologique. Elles constituent une vitrine importante de la région pour les touristes et un réservoir d'activité « nature » fondamental pour les populations des Hauts-de-France et voisines.

Les estuaires de la Somme et du Pas-de-Calais abritent un nombre important d'espèces et de végétations patrimoniales, rares et menacées en Hauts-de-France, en France et en Europe. Plusieurs taxons et syntaxons plutôt nordiques y trouvent même leurs principales stations françaises, comme l'Obione pédonculée (*Halimione pedunculata*) ou l'Orge maritime (*Hordeum marinum*) (GÉHU, 2006) et autrefois la Gesse maritime (*Lathyrus maritimus*) dont les seules localités françaises ont aujourd'hui disparu (WATTEZ, 2018).

La qualité exceptionnelle de ces territoires est reconnue via une labellisation sites Ramsar (intérêt international de l'ensemble de ces zones humides) et des zones NATURA 2000 (ZPS et ZSC) du fait de leur importance pour le maintien de nombreuses espèces et habitats naturels remarquables d'enjeu européen.

Les activités ont façonné en partie ces paysages estuariens depuis des siècles ou des millénaires (pâturage, récolte des coquillages, pêche, chasse, tourisme...) et plusieurs constituent aujourd'hui une activité économique essentielle pour les territoires littoraux.



Estuaire de la Somme : échange entre Jérémie Malot (éleveur ovin) et Raphaël Coulombel (expert du CBN de Bailleul) lors d'une grande marée (R. François, 2019)

1.2. LE PROJET VEGELITES

Le projet VEGELITES (2019-2022) porte sur l'étude des végétations littorales des estuaires du PNM EPMO sur différents aspects : état des lieux, suivi-évaluation, diagnostics des pratiques et mesures de gestion, communication et sensibilisation.

Après la phase de caractérisation et de cartographie des communautés végétales au niveau le plus fin, le plus souvent celui des associations végétales, des réflexions méthodologiques de suivi-évaluation sur du moyen et long terme ont été menées.

L'objectif est de pouvoir suivre et évaluer les évolutions des végétations des estuaires du PNMEPMO en fonction de plusieurs paramètres majeurs, en particulier :

- les activités anthropiques ;
- les changements climatiques ;
- l'évolution du trait de côte.

La présentation complète du projet est consultable sur le site internet du PNM EPMO : [Connaitre les végétations des estuaires |Parc naturel marin Estuaires picards et de la mer d'Opale \(parc-marinepmo.fr\)](http://Connaitre%20les%20v%C3%A9g%C3%A9tations%20des%20estuaires%20Parc%20naturel%20marin%20Estuaires%20picards%20et%20de%20la%20mer%20d'Opale%20(parc-marinepmo.fr).).

1.3. ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DES VÉGÉTATIONS DES ESTUAIRES

Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de proposition méthodologique nationale pour apprécier l'état de conservation des végétations des prés salés. Tout reste à construire dans ce domaine (M. Mistarz, MNHN, comm. pers.).

À partir de ce constat, le CBN de Bailleul a proposé au PNM EPMO de développer une méthodologie de suivi-évaluation de l'état des végétations des estuaires en se basant sur les approches habituelles pour évaluer l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire au niveau national pour les habitats herbacés. Les réflexions proviennent donc largement de la synthèse de L. MACIEJEWSKI (2012) sur l'évaluation de l'état de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire (Natura 2000) en France.

Le CBN de Bailleul considère en effet adapté d'utiliser ces critères pour des végétations de prés salés car :

- ces végétations sont herbacées ;
- elles présentent des dynamiques naturelles dominantes ;
- elles sont aussi plus ou moins impactées par les activités anthropiques qui les font évoluer de façon directe ou indirecte (pollution, eutrophisation, pâturage, gestion cynégétique, piétinement, etc.).

Au sens de l'article 1 de la Directive « Habitats-Faune-Flore », l'état de conservation d'un habitat naturel résulte de « *l'effet de l'ensemble des influences agissant sur cet habitat ainsi que sur les espèces typiques qu'il abrite, et qui peuvent affecter à long terme sa répartition naturelle, sa structure et ses fonctions ainsi que la survie à long terme de ses espèces typiques sur le territoire européen* ». En d'autres termes, pour définir l'état de conservation d'un habitat naturel, les effets de l'ensemble des influences (anthropiques ou naturelles) sur les habitats naturels sont pris en compte, ces effets pouvant affecter à long terme :

- la répartition naturelle de ces habitats ainsi que les superficies qu'ils couvrent ;
- les caractéristiques physiques et/ou biologiques de ces habitats (substrat, granulométrie, espèces ingénieures) ;
- les structures de ces habitats ;
- les fonctions de ces habitats (nourricerie, frayère, zone de transit ou de repos) ;
- les « espèces typiques » ou caractéristiques c'est-à-dire les espèces les plus appropriées pour diagnostiquer l'état de conservation de la structure et des fonctions de l'habitat.

Le CBN de Bailleul s'est donc inspiré directement des méthodologies du MNHN appliquées aux habitats forestiers (CARNINO, 2009a) et surtout aux habitats agropastoraux (MACIEJEWSKI, 2012). Les grandes lignes de la définition de la directive sont donc retenues en ne conservant que ce qui s'adapte à l'échelle d'un site. Ces lignes sont également celles identifiées dans Lepareur (2011) concernant les habitats naturels marins.

Un habitat naturel estuarien peut alors être considéré en bon état de conservation, à l'échelle d'un secteur d'étude, lorsque :

- 1- ses structures caractéristiques sont présentes, et les fonctions spécifiques et nécessaires à son maintien sont assurées ;

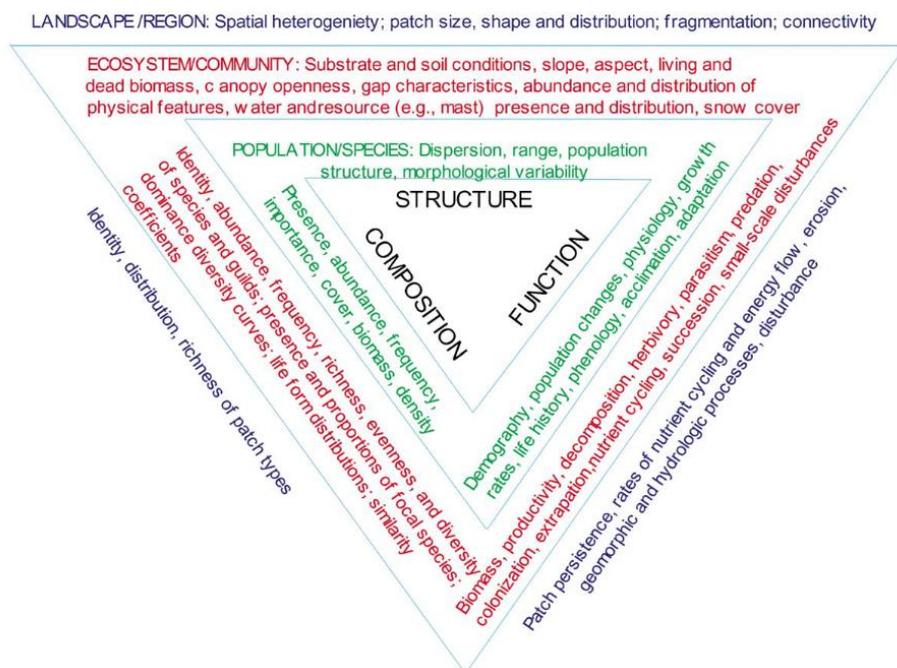
- 2- il ne subit aucune atteinte susceptible de nuire à sa pérennité ;
- 3- les espèces végétales qui lui sont typiques peuvent s'exprimer et assurer la totalité de leur cycle biologique, et leurs populations apparaissent dans un état de conservation favorable.

1.4. LES OBJECTIFS DE L'INDICE DE QUALITÉ PHYTOCÉNETIQUE DES ESTUAIRES (IQPE)

1.4.1. LE CONTEXTE DE L'IQP

Les végétations peuvent être considérées comme des indicateurs pertinents des conditions stationnelles de sites ou territoires (CAIRNS *et al.*, 1993). Elles sont organisées suivant une « pyramide structurelle » depuis les individus de chaque plante jusqu'aux niveaux des paysages (DALE, 2001 ; BIORET *et al.*, 2019).

V.H. Dale, S.C. Beyeler / *Ecological Indicators 1 (2001) 3–10*



Organisation structurelle des systèmes végétaux (ou animaux) depuis l'individu jusqu'aux paysages (DALE, 2001)

Les végétations manche-atlantiques françaises sont bien étudiées depuis plusieurs décennies. Les phytocénoses littorales françaises et leurs exigences écologiques sont globalement bien appréhendées.

Leur étude dans une approche phytosociologique, symphytosociologique et géosymphytosociologique est riche d'enseignements (GÉHU, 1992 & 2004 ; DEMARTINI *et al.*, 2014 ; DEMARTINI, 2017 ; BIORET *et al.*, 2019).

Notamment, les estuaires « picards » du PNM EPMO ont été finement étudiés par de nombreux spécialistes des phytocénoses depuis GÉHU (nombreuses publications) jusqu'à MEIRLAND (2015) ou DUHAMEL *et al.* (2018). Ils sont aussi bien étudiés sur les plans géomorphologiques et faunistiques.

L'approche phytosociologique permet une bonne appréhension de l'état des milieux estuariens : les végétations, quand elles sont bien caractérisées et leurs exigences écologiques définies, sont le plus souvent de bons descripteurs de la qualité globale des milieux terrestres (DALE, 2001 ; GÉHU, 1992 & 2004 ; DEMARTINI *et al.*, 2014 ; DEMARTINI, 2017 ; BIORET *et al.*, 2019...).

La question des méthodes de suivi-évaluation est souvent complexe. Il n'y a pas de « recettes scientifiques miracles » pour apprécier l'évolution spatio-temporelle des milieux anthropisés ou naturels concernés par des mesures de protection/gestion (BAYLIS *et al.*, 2015). La « science de la conservation » est encore balbutiante (FARRARO *et al.*, 2014 ; BAYLIS *et al.*, 2015).

Souvent, les protocoles de recherche pure sont peu adaptés au suivi-évaluation des milieux, car très chronophages en dehors des suivis stationnels sur des petites surfaces. Il est souvent utile de combiner les approches, de « mixer les cultures » scientifiques.

Le projet VEGELITES a permis d'aboutir à des cartographies de phytocénoses à l'échelle de l'ensemble des estuaires grâce à des analyses de données géosatellitaires. Nous pouvons alors envisager une méthode de suivi-évaluation des estuaires qui serait applicable à plusieurs échelles : station, parcelle, site, ensemble de l'estuaire voire réseau d'estuaires.

C'est pour ces raisons que nous proposons d'employer une méthode de suivi-évaluation des estuaires du PNMEPMO basée sur l'utilisation du caractère indicateur des végétations littorales terrestres : l'IQPEstuariens, Indice de Qualité Phytocénologique Estuariens. Notre proposition dérive d'une méthodologie développée sur les systèmes terrestres de zones humides douces en Plaine maritime picarde : l'IQPPrairies. Elle prend également en compte les recommandations faites par LEPAREUR (2011).

1.4.2. L'IQP ESTUAIRES : ADAPTATION DE L'IQP ZONES HUMIDES ET DE L'IQP PRAIRIES

L'IQPEstuariens dérive de la méthodologie IQPPZones humides proposée par le CBN de Bailleul en 2017 (FRANÇOIS *et al.*, 2017). Un IQPP Indice de Qualité Phytocénologique Prairies avait été proposé au Syndicat mixte Baie de Somme – Grand Littoral Picard (SMBSGLP) qui a participé à sa co-construction. Il l'applique depuis 2018 sur les sites prairiaux qu'il gère et pour des diagnostics d'exploitations agricoles dans le cadre du Réseau « Pâtur'Ajuste » (HEBERT *et al.*, 2018 ; CZERNIAK *et al.*, 2020).

Dans le cadre du programme 2018-2020, des actions ont été engagées par le SMBSGLP pour améliorer la gestion agro-écologique des prairies humides : expérimentation de la démarche Pâtur'Ajuste chez des éleveurs volontaires, développement du pâturage mixte « bovins/équins » et amélioration de la gestion agro-écologique des propriétés publiques à forts enjeux « biodiversité ».

Afin de répondre à ces objectifs, l'IQPP a été expérimenté à différentes échelles et sur différents types de milieux prairiaux humides doux.

Les Fermes du réseau « Patur'ajuste » de la Plaine maritime picarde

Début 2018, plusieurs exploitations du territoire se sont engagées dans l'expérimentation de la démarche « Pâtur'Ajuste. Elle vise à améliorer la valorisation de leurs prairies naturelles en adaptant leurs pratiques en fonction de leurs objectifs de production, des besoins des animaux et de la végétation de leurs prairies.

L'IQPP a permis de suivre depuis 2018 l'évolution des végétations prairiales sur six fermes engagées dans le réseau « Pâtur'Ajuste » :

- EARL Antoine Guilbaut à Boismont ;
- SCEA du petit Bas Champ, Alexandre Loye à Quend ;
- GAEC du Littoral, Claire, Emmanuel et Anthony Noiret à Cayeux-sur-Mer ;
- Arnaud Fauchatre à Saint Quentin-en-Tourmont ;
- EARL des Prés Salés à Noyelles sur Mer ;
- GAEC de la Grande Rue à Saint Blimont.



Tournée de terrain Pâtur'Ajuste © M. Franquin (SMBSGLP), in CZERNIAK et al. (2021)

Marais communaux gérés par le SMBSGLP

De vastes marais communaux en Plaine maritime picarde présentent des végétations prairiales à fort enjeu écologique. Dans le cadre du PMAZH 2018-2020, le SMBSGLP accompagne les communes afin d'améliorer la gestion agro-écologique de ces marais en prenant en compte les objectifs des éleveurs et de biodiversité. Des notices de gestion sont rédigées, avec des préconisations de gestion.



Marais communal de Favières © M. Franquin (SMBSGLP), in CZERNIAK et al. (2021)

Afin de disposer d'un état initial avant l'évolution des pratiques de pâturage, l'IQPP a donc été utilisé sur trois marais communaux :

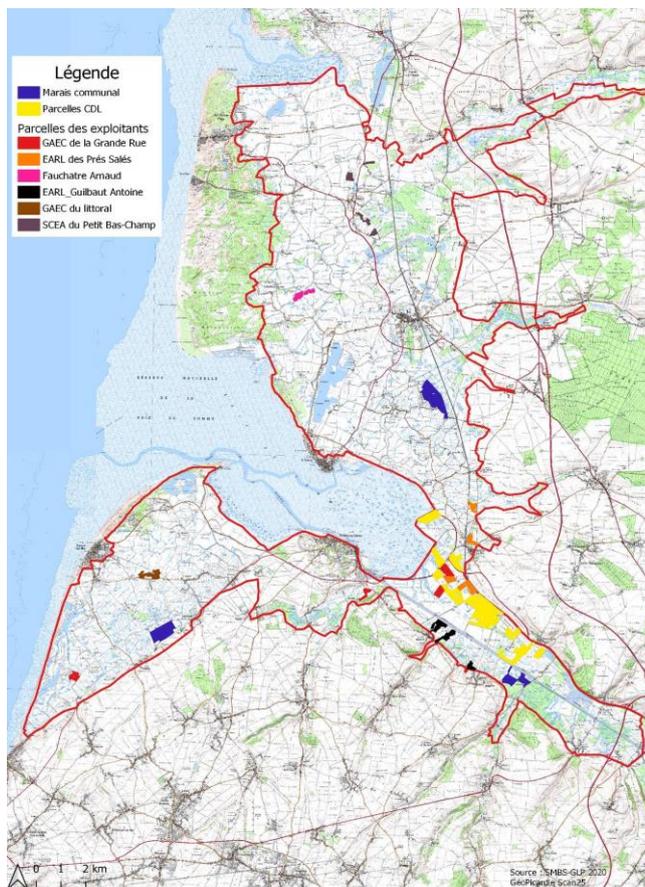
- le Marais communal de Favières ;
- le Marais communal de Poutrincourt à Lanchères ;
- le marais communal de Saigneville.

Les propriétés du Conservatoire du Littoral avec gestion agricole en basse vallée de la Somme

La basse vallée de la Somme constitue le plus vaste ensemble prairial de Plaine maritime picarde. Elle est d'une très grande richesse écologique du fait de la diversité de ses habitats prairiaux, plus ou moins subhalophiles. Le Conservatoire du littoral y est propriétaire de vastes surfaces.

Le SMBSGLP y applique l'IQPP sur l'ensemble des prairies propriétés du CELRL (HEBERT *et al.*, 2018 ; CZIERNACK *et al.*, 2020) afin « d'améliorer les connaissances de ce site à très forts enjeux, de disposer d'un état 0 dans le cadre de l'évolution des pratiques sur certaines parcelles (mise en place de pâturage mixte bovin/équidé ; modification du chargement...) mais aussi de pouvoir évaluer les pratiques agricoles mises en place depuis plusieurs années ».

Après un premier test de la méthode en 2017 par le CBN de Bailleul, cet outil a été adapté en 2018 pour l'évaluation des prairies humides de la Plaine maritime picarde en lien avec le SMBSGLP. Il est utilisé de façon courante sur de nombreux sites depuis 2018.



Réseau des sites SMBSGLP suivis par l'IQPP (CZERNIAK *et al.*, 2021)

Un autre IQP, l'IQPC (C pour Cours d'eau), a été appliqué pour le suivi et l'évaluation des travaux de restauration de cours d'eau et de zones humides menés par l'AMEVA ou la FDAPPMA80 dans le bassin de la Somme depuis plusieurs années (FRANÇOIS coord., 2019). Il en est de même pour certains cours d'eau et ZH associées du bassin Seine Normandie (FRANÇOIS *et al.*, 2019). Il apparaît donc transposable sur de nombreux types de milieux, tant que les opérateurs sont bien formés en phytosociologie et connaissent bien leur territoire d'étude. Il était d'ailleurs conçu pour cela à la base (FRANÇOIS *et al.*, 2017).

Une co-construction progressive

Cette méthode IQPP paraît adaptée au SMBSGLP pour le suivi des systèmes prairiaux, agricoles ou non : l'IQPE, dérivé de l'IQPP, peut donc être utilisé, notamment pour suivre des pâturages de prés-salés en Baie de Somme (CZERNIAK *et al.*, 2020 ; B. BLONDEL et M. FRANQUIN, comm. pers.).

Le SMBSGLP a d'ailleurs préconisé son utilisation sur d'autres sites du PMAZH (M. FRANQUIN, comm. pers.). En effet, les opérateurs de ce programme ont parfois quelques difficultés, même au bout de dix ans d'expérience, à disposer de méthodes pertinentes et peu chronophages pour le

suivi-évaluation de l'impact des changements de pratiques pastorales sur la végétation et sur la biodiversité (Estelle CHEVILLARD et Cécile GALLIAN, comm. pers.).

Le SMBSGLP a pu tester la méthode en grand sur plusieurs années et plusieurs types de sites de Plaine maritime picarde. Les échanges avec B. BLONDEL, M. FRANQUIN et L. CZERNIAK ont permis d'affiner la méthode et de « polir » sa conception. Il est important que de telles méthodes de terrain soient testées *in natura* et en nature sur plusieurs types de site par plusieurs personnes afin de les valider ou non, et de les affiner quand elles sont jugées *a priori* ou *a posteriori* pertinentes et appropriées.

Importance des regards croisés

Pour co-construire l'IQPE, des journées ou demi-journées d'échanges ont eu lieu sur le terrain avec des participants d'origine variée : Benjamin BLONDEL (SMBSGLP), Romain BRASSART (FDC 62), Antoine MEIRLAND (CRPMEM HdF), Gwenola de ROTON (OFB / Délégation de façade maritime Manche - Mer du Nord), Carole PERRON (OFB / PNM EPMO), Catherine ZAMBETTAKIS (CBN de Brest / Antenne de Caen). Des comparaisons fructueuses ont pu être effectuées avec la Baie du Mont Saint-Michel qui présente de nombreuses similitudes, notamment en termes de pratiques du pâturage dans les prés-salés, mais aussi des différences importantes.

Une journée de formation/initiation à l'IQPE de personnels du PNM EPMO a également été conduite en juillet 2022 en Baie d'Authie. Un des objectifs était de recevoir le ressenti de néophytes du PNM sur ce type d'approche méthodologique. Notamment, les remarques à l'issue de cette journée ont permis d'améliorer le « guidage » pour prendre en main cette méthode phytosociologique, dans une logique plus pédagogique pour des non-experts des végétations.

Des échanges ont également eu lieu en visioconférence et par mail avec les phytosociologues « littoralistes » du CBN sud-atlantique. Ils sont intéressés par mettre en place aussi une méthode de suivi-évaluation de l'évolution des estuaires sur le littoral atlantique.

Enfin, pour approfondir l'opérationnalité de la méthode, sa compréhension et le lien « gestion », des relectures et compléments ont été faits par Carole PERRON (OFB / PNM EPMO).

1.5. ADAPTATION DE L'IQPE AU CONTEXTE ESTUARIEN

En l'absence de méthodologie nationale d'évaluation de l'état de conservation des végétations estuariennes, le CBN de Bailleul a ainsi proposé de développer une méthodologie de suivi-évaluation de l'état des végétations, avec l'indice IQPE.

Pour évaluer les évolutions écologiques des estuaires, le CBN de Bailleul propose de tester l'IQPE comme indicateur synthétique permettant d'expertiser des surfaces variables (de quelques milliers de m² à quelques milliers d'ha), et avec des moyens restant raisonnables en termes de temps de travail. Ce dernier point achoppe souvent dans les méthodologies classiquement utilisées pour les suivis de milieu : elles sont souvent très chronophages pour donner des résultats pertinents, comme on le constate, par exemple, dans les suivis des mesures agri-environnementales.

Les objectifs liés à la mise en place de cet IQPE dans les estuaires du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale sont multiples :

- poursuivre la caractérisation des végétations estuariennes ;

- disposer d'un état initial avant d'évaluer la réponse des végétations à tout changement d'activités anthropiques sur les sites ateliers du programme VEGELITES ;
- tester un nouvel outil, sur des sites ateliers estuariens, qui pourrait ensuite être utilisé à différentes échelles.

PARTIE 2

PROPOSITION D'UNE MÉTHODOLOGIE

2.1. L'INDICE DE QUALITÉ PHYTOCÉNOTIQUE DES ESTUAIRES (IQPE)

2.1.1. PRÉSENTATION DE LA MÉTHODOLOGIE IQPE

Cet indice a été mis en place par le CBN de Bailleul sur la base d'une première réflexion menée en 2016-2017 pour évaluer l'évolution écologique des cours d'eau et des zones humides du bassin Artois-Picardie (FRANÇOIS *et al.*, 2017).

Le postulat de base de l'IQPE est le suivant : les végétations des estuaires sont intégratrices des principaux paramètres des conditions de milieu : en particulier des trois paramètres majeurs pour évaluer l'état de conservation des zones humides, à savoir le niveau d'inondation par les marées, la granulométrie du substrat et la trophie. Tous les changements de la qualité des milieux estuariens sont ainsi exprimés ou « traduits » par les végétations en présence, qui sont l'expression mixte du milieu physique et du « milieu humain ».

Dans le cadre de la définition de la méthode « IQPE », les principes présentés dans le paragraphe 1.3 sont appliqués non pas à l'échelle des habitats Natura 2000, mais à l'échelle des végétations estuariennes, au rang syntaxinomique le plus fin possible. Chaque végétation fait l'objet d'une analyse rapide sur le site d'étude, à dire d'experts ou d'une personne formée (gestionnaire), il n'y a pas de mesures systématiques. Toutefois, quand l'état de conservation de certaines végétations pose question, il est opportun de réaliser des relevés phytosociologiques, en respectant ses principes de base, notamment d'homogénéité et de surface minimale. Ce peut être plus particulièrement le cas quand les végétations apparaissent dégradées, notamment par l'action anthropique directe (piétinement, reprofilage de berges de mares) ou indirecte (pâturage, eutrophisation...).

Le critère portant sur la non-atteinte à la pérennité de l'habitat (évoqué dans le paragraphe 1.3) peut être parfois difficile à appréhender en milieu estuarien. C'est en particulier le cas des pollutions trophiques, qui ne sont que rarement visibles/évaluables à l'œil nu. Elles nécessitent de disposer de séries de mesures physico-chimiques des eaux et ou des sédiments, ce qui n'est pas toujours le cas. La plupart du temps, l'eutrophisation d'une végétation s'apprécie au travers de la présence d'espèces nitrophiles qui expriment cette pollution. C'est surtout le cas en fond d'estuaires avec les nitrophytes qui peuvent aussi se retrouver en cultures ou en friches comme les laitrons (*Sonchus pl. sp.* dont *S. arvensis*), plusieurs arroches (*Atriplex pl. sp.*) et chénopodes (*Chenopodium pl. sp.*), parfois l'Ortie dioïque (*Urtica dioica*), etc.

Ainsi, la méthodologie de suivi-évaluation de l'état des végétations se base sur les paramètres, critères et métriques présentés dans le tableau 1.

Le CBN de Bailleul définit ainsi le périmètre de chaque paramètre/critère basé sur son expertise et des métriques mesurables sur le terrain.

Tableau 1 Définition d'une méthodologie de suivi-évaluation de l'état des végétations (paramètres, critères et métriques) définie par le CBN de Bailleul

Paramètre	Critère	Métrique
Surface couverte	Surface couverte par la végétation au sein du polygone	Taux de recouvrement de la végétation au sein du polygone
Fonctions	Patrimonialité de la végétation	Valeur indicatrice de la végétation (Vi)
Structure	Espèces compagnes positives de la végétation	Présence d'au moins 50 % des espèces compagnes positives de la végétation
	Extension spatiale de la végétation au sein du polygone	Extension spatiale remarquable : présence d'une végétation non morcelée, bien développée spatialement OU fragmentation : présence d'une végétation morcelée, fragmentée
	Végétations sous différents états, stades, phases	Présence de différents états, stades, phases (juvénile, mature, sénescence) de la végétation
	Espèces envahissantes	Présence d'au moins 10 % d'espèces envahissantes au sein du polygone
Altérations	Surpâturage	Présence d'une végétation broutée très rase
	Fauche et tonte intensives	Présence d'une végétation homogène et rase liée à la fauche
	Sol nu (lié au piétinement, travaux) ou ornières (liées au passage de véhicules)	Présence de sol nu ou d'ornières dans la végétation
	Retournement du sol (labours)	Présence d'un sol retourné

2.1.2. PARAMÈTRE « SURFACE COUVERTE »

Concernant le paramètre « surface couverte », il s'agit de suivre le critère « surface couverte de la végétation au sein du polygone ». Le CBN de Bailleul a ainsi choisi d'intégrer le taux de recouvrement de chaque végétation (**Tr**) dans la définition de la méthode « IQPE ». Cette métrique

est évaluée par classe de pourcentages de recouvrements, selon la méthode définie dans la section « Méthode d'échantillonnage ».

2.1.3. PARAMÈTRE « FONCTIONS »

Concernant ce paramètre, le CBN de Bailleul propose d'intégrer la **valeur écologique des végétations** dans la définition de l'Indice de qualité phytocénotique des estuaires (IQPE). Une **valeur indicatrice (Vi) de la valeur écologique de** chaque végétation a ainsi été définie par les experts du CBN de Bailleul.

Chaque végétation estuarienne a fait l'objet d'un travail préalable d'expertise à l'échelle régionale par le CBN de Bailleul, afin de lui attribuer une valeur indicatrice (Vi) sur 20 (annexe 1).

Cette valeur est attribuée selon :

- **ses exigences trophiques et hydrologiques** (selon les coefficients d'Ellenberg, adaptés au contexte local),
- **son rôle fonctionnel positif ou négatif au sein des estuaires** : par exemple, le *Spartinetum anglicae* a une note très affaiblie du fait qu'il déstructure les dynamiques naturelles en accélérant la sédimentation et l'ensablement, et en réduisant les surfaces des précieuses vasières et végétations pionnières à Salicornes (GÉHU, 2007 et 2008 ; LANGIN *et al.*, 2007 ; LEFEUVRE, 2014 ; LUSH *et al.*, 2014 ; MEIRLAND, 2015) ; *a contrario*, le *Bostrychio - Halimometum* a une valeur augmentée du fait de son importance dans la chaîne trophique estuarienne, en particulier comme nourricerie des bars et poissons plats (BECK *et al.*, 2001 ; LAFAILLE *et al.*, 2005 ; CATTRIJSSE et HAMPEL, 2006 ; ROCHETTE *et al.*, 2010 ; LAFAGE *et al.*, 2020).
- **les statuts de rareté et surtout de menace** en région Haut-de-France, en France, voire en Europe. Les statuts de menace traduisent à la fois la patrimonialité des végétations et leur valeur écologique, les végétations les plus menacées étant les plus naturelles et les plus indicatrices de milieux « sauvages » non perturbés par les activités anthropiques.

Justification des valeurs attribuées

Perturbations trophiques : le problème majeur de l'eutrophisation dans les estuaires du PNM EPMO.

Globalement, plus les syntaxons sont oligotrophiles, plus leur valeur indicatrice Vi sera élevée. A contrario, les végétations eutrophiles de fond d'estuaire telles que les élymaies à Chiendent du littoral (*Elytrigia acuta*) auront une valeur indicatrice plus faible.

En effet, nous considérons que, sur les prés salés littoraux comme à l'intérieur des terres dans les zones humides continentales (FRANÇOIS *et al.*, 2019 ; FRANÇOIS coord., 2019), une bonne partie des perturbations écologiques sont issues de l'eutrophisation d'origine anthropique.

Dans les estuaires de Manche-Atlantique, en effet, les impacts des phénomènes d'eutrophisation sont importants sur la flore et les végétations (LEPORT *et al.*, 2006) et la faune (LAFAILLE *et al.*, 2005 ; SCHRIKE, 2009a et b ; LEFEUVRE & RAUSS, 2014 ; LAFAGE *et al.*, 2020). **Ainsi, à l'échelle européenne, le remplacement des végétations initiales par les élymaies est considéré par VALERY *et al.* (2004) comme le changement écologique le plus important qui a impacté les prés salés européens dans les années 1990** (« *The spread of the invasive native clonal grass Elymus*

athericus is one of the most significant changes that have affected the plant communities of European salt marshes in the last decade »).

Des études récentes ont montré que cette prolifération du Chiendent littoral sur les côtes européennes était largement corrélée à l'atterrissement des prés salés (élévation de leur niveau topographique) et à leur eutrophisation par les nitrates et phosphates (VAN WIJNEN & BAKKER 1997 ; LEPORTE *et al.*, 2016 ; VALERY *et al.*, 2017 ; GARCIA *et al.*, 2020).

L'eutrophisation par les nitrates et phosphates favorise en effet la résistance du Chiendent littoral à la forte teneur en sel des littoraux par un phénomène osmotique (LEFEUVRE *et al.*, 2006). Le Chiendent est ainsi favorisé par rapport aux autres espèces locales, et cause sa prolifération (LEPORTE *et al.*, 2006, VALERY *et al.*, 2017). **La prolifération des élymaies est donc un révélateur d'une dégradation trophique/écologique globale de la qualité des eaux littorales, marines et/ou fluviales dans les estuaires.**

En baie du Mont-Saint-Michel, l'augmentation du Chiendent a été corrélée avec l'augmentation des taux de nitrates dans les eaux du fleuve : entre 1970 et 2000, les taux de nitrate du Couesnon sont en effet passés de 5 mg/l à 45 mg/l (LEFEUVRE *et al.*, 2006).

Dans les prés salés de la Mer des Wadden aux Pays-Bas comme dans le nord de l'Allemagne, BAKKER *et al.* (2003) ont montré **qu'une colonisation des élymaies à Chiendent littoral suite à l'arrêt du pâturage s'effectue en moins de dix ans**, et que ces élymaies monopolistiques étaient très pauvres sur le plan floristique et phytocénologique. Toutes les études des estuaires ouest-européennes sont convergentes sur ce phénomène :

Atterrissement + eutrophisation => envahissement par les élymaies => perte de biodiversité végétale => perturbation des chaînes trophiques et des habitats => perte de fonctionnalités et de richesse estuarienne générale.

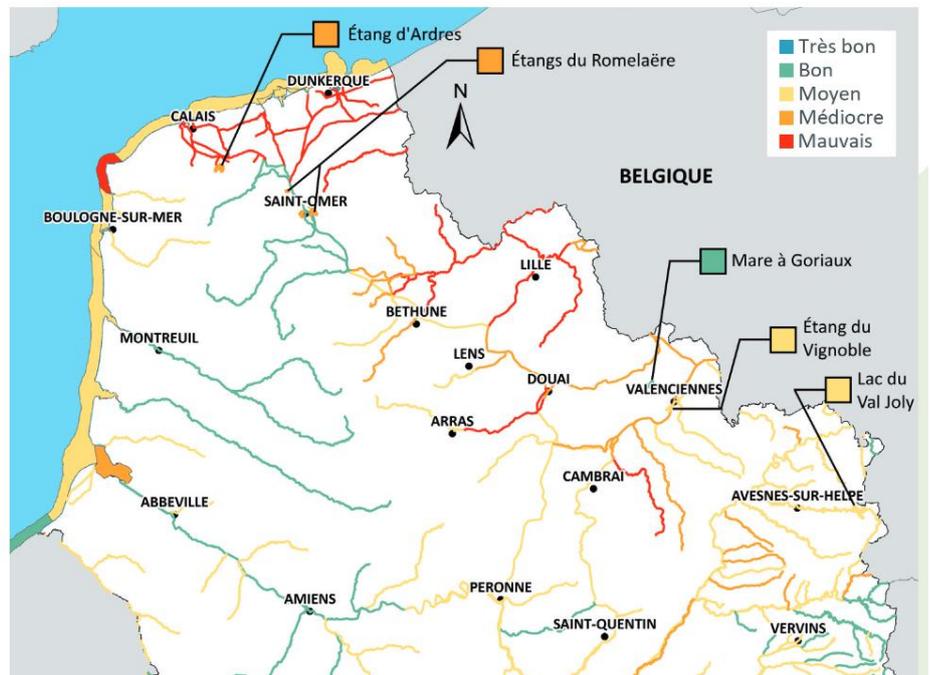
En Baie de Somme comme ailleurs en Manche, l'apport fluvial de polluants eutrophisants semble assez important. Pour BRYLINSKI *et al.* (1992), l'apport en nutriments polluants de l'estuaire de la Somme est important : « **Les apports de la Somme, deuxième cours d'eau de ce littoral après la Seine, contribueraient de façon importante à la formation du « fleuve côtier » et « au bilan global de sels nutritifs Manche/mer du Nord »**. Pour LOQUET *et al.* (2000), « **Le bilan annuel fait état d'apports continentaux en azote, phosphore, silicium et matières en suspension respectivement de 9 000, 380, 5 400 et 67 800 tonnes »**. **L'estimation des apports marins permet de distinguer deux flux d'origines différentes : un flux d'azote, essentiellement sous forme de nitrate, provenant du bassin versant de la Somme et un flux de phosphate lié à la circulation côtière. Le croisement de ces deux flux est proposé comme l'une des causes de l'extrême réactivité biologique de la baie de Somme.**

ARTIGAS et LAMY (2005) vont plus loin en affirmant (p. 8) : « **Globalement, la baie de Somme, sous forte influence fluviale directe, présente toujours les concentrations les plus fortes »**.

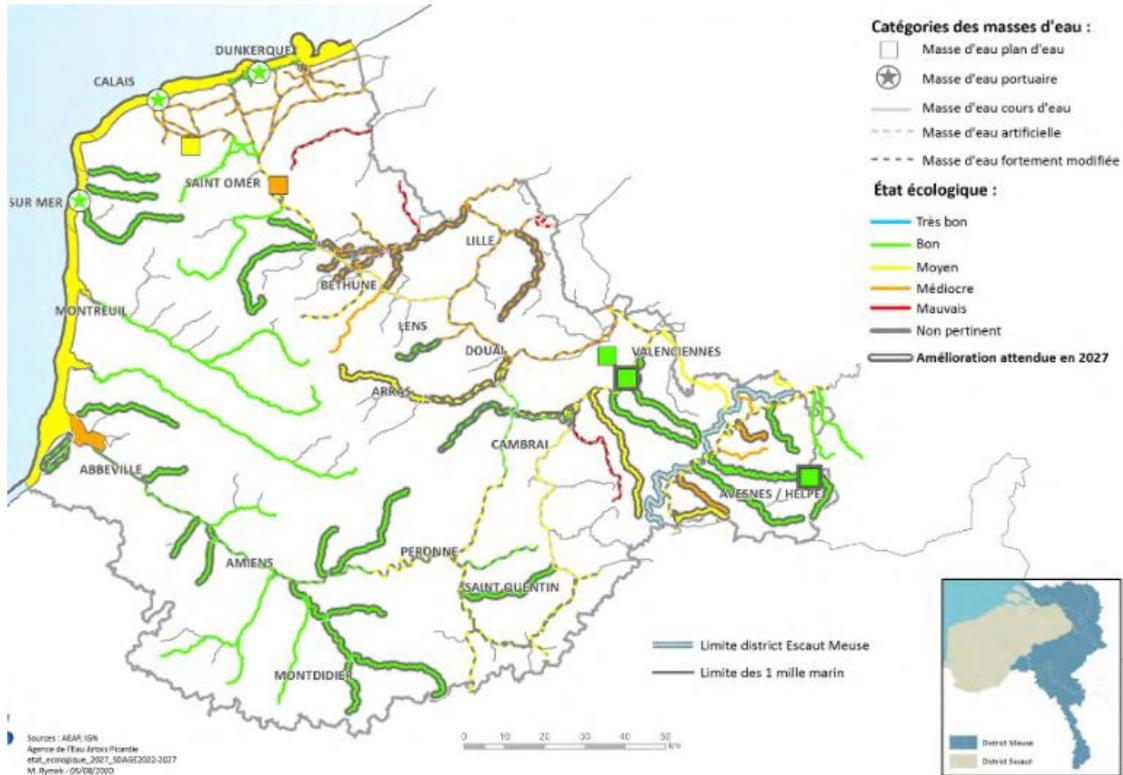
La Baie de Somme est à la fois soumise à l'apport de nutriments par le fleuve marin côtier (BRYLINSKI *et al.*, 1991) et par le fleuve Somme. ARTIGAS et LAMY (2005) écrivent qu'elle se situe « **en une zone stratégique du « fleuve côtier », masse d'eau côtière permanente individualisée par une zone d'interface à caractère frontal (BRYLINSKI & LAGADEUC, 1990 ; BRYLINSKI *et al.*, 1991), assurant la circulation résiduelle des apports fluviaux qui l'entretiennent, depuis la Baie de Seine jusqu'au Pas-de-Calais »**.

La qualité globale des eaux de la baie de Somme était considérée comme moyenne en 2015, et médiocre dans l'estuaire (rapportage Eau France, 2015), traduisant cet important apport de polluants par le fleuve :

État écologique des masses d'eau de surface des Hauts-de-France en 2015
(Source : <http://www.rapportage.eaufrance.fr/>)



Le nouveau SDAGE 2022-2027 d'Artois-Picardie (AEAP 2021) conserve ce bilan. Il ne définit pas d'objectifs d'amélioration pour le littoral picard, ni pour l'estuaire de la Somme qui resterait dans un état médiocre en 2027. Par contre, les petits fleuves comme la Maye sont visés par un objectif de passage à une bonne qualité :



Carte 8 : Objectifs d'état écologique des masses d'eau de surface

Cette carte du PNMEPMO (2011) synthétise les origines des flux polluants qui concernent l'estuaire :



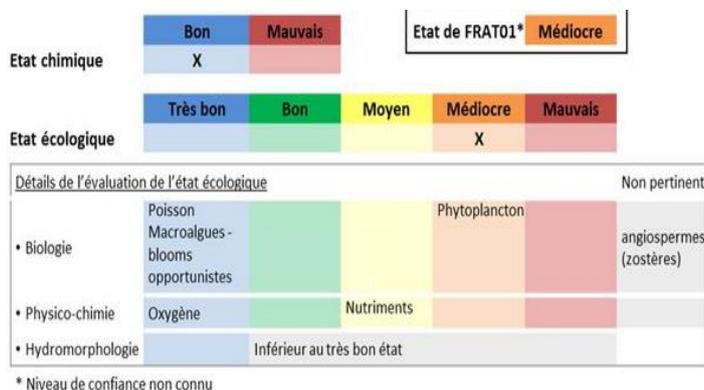
Concernant le critère des phytoplanctons, le SAGE Somme aval et cours d'eau côtiers indique pour la baie de Somme : « Leur présence est révélatrice d'apports excessifs de nutriments au sein de ces trois compartiments, provenant à la fois des apports telluriques et du flux côtier ».

La baie de Somme est ainsi classée en état médiocre au titre de la DCE, « en raison du phytoplancton (blooms associés à des flux de nutriments importants) » (OFB 2021) :

ETAT DES EAUX DE TRANSITION (DCE)

La baie de Somme (MET FRAT01) est classée en état médiocre en raison du phytoplancton (blooms associés à des flux de nutriments importants).

Les résultats sont issus de l'état des lieux (SDAGE 2010/2015) réalisé par l'Agence de l'Eau Artois-Picardie. L'actualisation de cet état en 2013 pour l'élaboration du SDAGE 2016-2021 maintient le classement de la MET en état médiocre.



DAUVIN (2011) illustre l'eutrophisation des côtes de la Manche par cette carte des apports azotés en avril 2001. On y perçoit nettement les apports majeurs des grands fleuves, en particulier du fleuve Seine, dont le panache remonte largement vers le PNM EPMO :

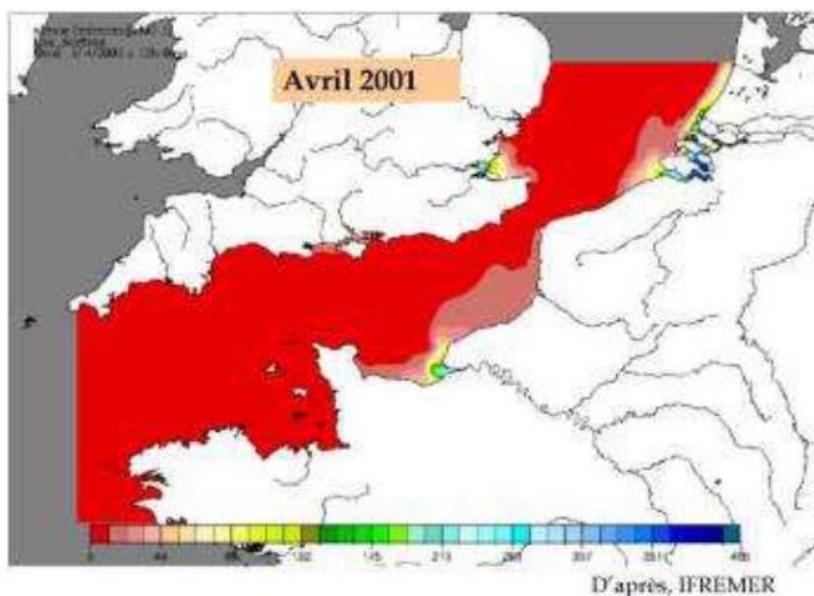


Figure 48 : des apports excédentaires en azote (NO₃⁻) en surface

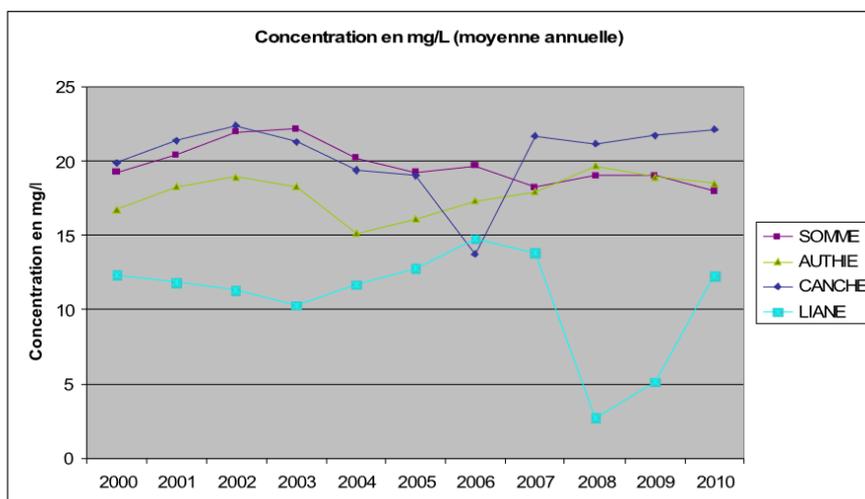
Comme nous l'avons montré dans l'évaluation de l'état des prés salés de la Baie de Somme (FRANÇOIS et COULOMBEL, 2021), l'eutrophisation n'est pas prête de se réduire du fait des apports importants des fleuves Somme et surtout Seine, malgré une amélioration de l'épuration industrielle et urbaine. Par exemple, l'Agence de l'Eau Seine-Normandie notait en 2013 concernant l'état des eaux du bassin (p. 10) : « Les ventes d'engrais azotés minéraux sur les différentes régions du bassin ne montrent pas de baisse significative, en outre les doses d'azote apportées à l'hectare sont supérieures aux doses moyennes nationales pour des rendements en moyenne plus importants.

Les éventuels progrès réalisés dans la gestion de la fertilisation semblent être effacés par l'augmentation des surfaces en grandes cultures à haut rendement et la diminution des surfaces en prairies. (...). En revanche, les apports en excès d'azote à la mer par les fleuves sont un des principaux facteurs responsables des phénomènes d'eutrophisation des eaux côtières. **Ceux de la Seine sont largement prépondérants (76 % en moyenne interannuelle d'azote total), et ce en proportion de la surface de son bassin versant. Cependant, les apports des fleuves côtiers ne sont pas négligeables, en particulier en année humide. Sur le long terme, les apports d'azote à la mer, influencés par la grande inertie des eaux souterraines, continuent globalement d'augmenter.**

Et FISSON (dir., 2014, p. 17) indiquait plus récemment « **Les flux en nitrates (NO₃) à la Manche sont majoritairement liés à l'activité agricole (part estimée entre 54 % et 77 % à l'échelle du bassin Seine-Normandie)** avec un flux total en azote compris entre 100 et 250 kt/an ». Les nutriments eutrophisants du fleuve côtier alimentant la trophie de la baie de Somme risquent donc de continuer de croître encore pendant de nombreuses années.

Même si une dilution marine se fait (GEMEL, 2005), ces apports eutrophisants du fleuve côtier s'ajoutent à ceux des fleuves du PNM EPMO, qui restent élevés. Les teneurs des nitrates dans les fleuves côtiers d'Artois-Picardie restent en effet supérieurs aux seuils de bon état de 10 mg/l (AEAP, 2014). **La Somme présente des teneurs presque deux fois supérieures à ce seuil de bon état...**

Et le seuil de « concentration maximale admissible » (pour atteindre l'objectif OSPAR) était de 12,8 mg/l en 2014 (AEAP, 2014) :



Graphique 1 : Concentration en NO₃⁻ (mg/L) entre 2000 et 2010 dans 4 cours d'eau (Somme, Authie, Canche, Liane)

Les évolutions plus récentes montrent des concentrations toujours trop élevées. Selon le COMITÉ DE BASSIN ARTOIS-PICARDIE (2019, p. 95), le tronçon côtier « Slack à la Wrenne » qui comprend les deux estuaires de l'Authie et de la Somme, est impacté par une augmentation 2011-2016 des taux d'azote (nitrates à 89-93 %) et de phosphore supérieure à 20 % :

Code	Masse eau côtière (en grisé les masses d'eau non suivies)	Evol. 2011 → 2016	Azote total [t/an]	Evol. 2011 → 2016	Phosphore total [t/an]
FRAC01	Frontière Belge à Malo	-	-	-	-
FRAC02	Malo à Gris-Nez	34	-	-	-
FRAC03	Gris-Nez à Slack	↗	160	↗↗	8
FRAC04	Slack à la Warenne	→	600	→	24
FRAC05	la Warenne à Ault	↗↗	12 700	↗↗	190
Bassin Artois-Picardie		↗↗	13 500	↗↗	220

Tableau 49 : Flux de nutriment en azote et phosphore total en 2016

Légende du Tableau 49 : Évol. 2011 → 2016

↘↘ au moins -20% ; ↘ entre -20 et -5% ; → entre -5 et +5% ;
↗ entre +5 et +20% ; ↗↗ au moins +20%.

Au débouché des fleuves Somme et Seine via le fleuve marin côtier, les baies de Somme et des autres estuaires « encaissent » ces apports de nutriments eutrophisants.

Nous faisons donc le choix de considérer que les végétations les plus eutrophiles, tout particulièrement les élymaies liées aux systèmes atterris de fond d'estuaires, sont des indicateurs de dégradations des estuaires, et qu'elles méritent des Valeurs indicielles basses dans notre calcul d'IQPE.

A *contrario*, des végétations plus mésotrophiles/oligotrophiles comme les Limoniaies du *Plantagini maritimi- Limonietum vulgaris* ou les jonchaies-cariçaies du *Carici extensae - Juncetum maritimi* apparaissent liées à des apports d'eau douce terrestres (nappes latérales) faiblement chargées en nutriments azotés ou phosphatés (FRANÇOIS et COULOMBEL, *op. cit.*) : **il apparaît opportun de leur donner une valeur indicielle forte liée à un caractère indicateur de milieux saumâtres de meilleure qualité.**

Un autre facteur majeur de pondération de la valeur des végétations est leur rôle fonctionnel.

Appréciation du rôle fonctionnel des végétations

L'appréciation du rôle écologique fonctionnel joué par les végétations au sein des estuaires est loin d'être toujours simple et linéaire.

Par exemple, les végétations envahissantes à Chiendent littoral de fond d'estuaire ont une note faible car elles sont à la fois des indicateurs d'eutrophisation, et parce qu'elles tendent à envahir et dégrader les végétations estuariennes.

Elles les uniformisent (BAKKER *et al.*, 2003 ; GÉHU, 1992), elles sont paucispécifiques, elles affaiblissent considérablement la ressource alimentaire des pâturages salés pour les ovins et elles réduisent les stations d'espèces végétales (*Artemisia maritima*, *Atriplex longipes*, les *Spergularia*, les *Juncus*...) et les végétations patrimoniales plus ouvertes et basses.

Les élymaies font également régresser les nourriceries fonctionnelles : il y a plus de quinze ans déjà, LAFAILLE *et al.* (2005) avaient étudié l'effet de l'extension des élymaies de la baie du Mont Saint-Michel sur la trophie et les nourriceries de la baie pour le Bar et le Grondin des sables. Ils écrivaient que la prolifération du Chiendent sur tous les estuaires nord-européens perturbait les systèmes trophiques et les nourriceries des poissons : « *The E. athericus invasion, observed throughout northern Europe, is thus likely to disturb trophic function of natural salt marshes for*

fish ». Ils considéraient que lutter contre l'eutrophisation des littoraux et l'extension des élymaies était prioritaire « *This preliminary study of the E. athericus invasion is also an illustration that invasive species are an urgent problem in conservation biology* ». Et les prés salés à Chiendent ne sont évidemment pas favorables aux Anatidés et Limicoles estuariens (DURANT, 2001 ; SCHRIKE, 2009 a et b).

Toutefois, il importe de rester objectif et de peser l'ensemble des impacts : ces végétations d'élymaies présentent malgré tout un intérêt ornithologique pour quelques passereaux nicheurs prairiaux menacés (TRIPLET, 2012 ; MEIRLAND, 2015 ; MEIRLAND *et al.*, 2016 ; B. Blondel comm. pers. ; obs. pers.). La raréfaction des milieux prairiaux favorables aux oiseaux est en effet très importante en Europe (VICKERY *et al.*, 2001) comme en France (BESNARD, 2014). Ces élymaies ont donc quand même un intérêt écologique minimal sur ce point.

En plus des connaissances issues d'années de prospection de terrain, il est fondamental de croiser l'approche par l'analyse de la bibliographie et des avis des spécialistes locaux des différents compartiments de la fonctionnalité estuarienne globale. C'est donc nécessairement, à terme, une approche multithématique et pluripartenariale, assez complexe.

2.1.4. PARAMÈTRE « STRUCTURE »

Les végétations estuariennes comprennent peu d'espèces, le seul critère de la composition floristique est donc peu adapté pour évaluer l'état de la structure des végétations estuariennes, d'autant plus pour des personnes non expertes en phytosociologie.

Il est proposé par le CBN de Bailleul d'évaluer l'état de la structure des végétations à partir de la présence d'espèces compagnes, de la présence ou non d'espèces envahissantes, de l'extension spatiale de la végétation au sein du polygone (extension spatiale remarquable ou fragmentation), ainsi que de la présence de végétations sous différents états, stades, phases.

Les critères sont considérés comme des facteurs positifs ou négatifs pouvant s'appliquer à chaque communauté végétale à l'échelle du polygone.

➤ **Espèces compagnes positives** (*facteur positif*)

Dans la liste des espèces compagnes de chaque végétation, il est indiqué en annexe 3 :

- les espèces compagnes « neutres », qui sont des espèces fréquentes dans les prés salés ou dont la présence n'a pas de signification positive ;
- les espèces compagnes « positives » : elles sont moins fréquentes que les compagnes neutres et leur présence apporte une réelle plus-value à la végétation.

La présence de plus de 50 % des espèces compagnes positives dans le polygone de la végétation est considéré comme un facteur positif.

➤ **Extension spatiale de la végétation au sein du polygone** (*facteur positif ou négatif*)

L'extension spatiale fait partie intégrante de la structure de la végétation. Il s'agit ici de mettre en avant les végétations non morcelées et bien exprimées, et développées de manière spatiale.

Ainsi, la présence d'une végétation non morcelée (extension spatiale remarquable) sera considérée comme un *facteur positif*. Au contraire, une végétation fragmentée au sein du polygone sera considérée comme un *facteur négatif*. Le morcellement des végétations nuit à leur expression

propre et à leur rôle écologique. Il s'agit de pénaliser les végétations dont la répartition est fragmentée au sein du polygone.

Ces critères d'extension spatiale ne s'appliquent pas aux végétations suivantes, qui ont tendance à s'étendre au sein des estuaires picards et dont la présence correspond à une altération du milieu : *Spartinetum anglicae* ; *Spartinetum anglicae* typicum ; *Spartinetum anglicae* sous-association à *Puccinellia maritima* et *Aster tripolium* ; *Puccinellietum maritimae* secondaire ; *Agropyron pungentis* ; *Beto maritimae* - *Agropyretum pungentis* ; *Althaeao officinalis* - *Elymetum pycnanthis*.

➤ **Végétations sous différents états, stades, phases** (*facteur positif*)

Les végétations peuvent être présentes sous trois phases dynamiques : juvénile, mûre, sénescence.

La présence de différentes phases dynamiques d'une végétation au sein d'un polygone, en particulier les stades pionniers, est un facteur positif car elle est le signe d'un bon fonctionnement écologique et garantit la pérennité de la végétation.

Il est parfois difficile d'appréhender les différentes phases des végétations pour les non-spécialistes, car il est nécessaire de bien connaître les végétations estuariennes et leurs dynamiques de développement, depuis leurs stades pionniers jusqu'à leurs stades matures, voire sénescents.

➤ **Espèces envahissantes** (*facteur négatif*)

Un autre critère de la structure est identifié : il s'agit de la présence d'espèces envahissantes au sein de la végétation ou du polygone contenant la végétation. La présence de Spartine anglaise (*Spartina anglica*) ou de Chiendent du littoral (*Elytrigia acuta*) occupant plus de 10 % de la surface de la végétation est considérée comme un facteur négatif.

Ce critère ne s'applique pas aux spartinaies (*Spartinetum anglicae*), ni aux végétations à Chiendent (*Agropyron pungentis* et associations correspondantes), dans lesquelles les espèces envahissantes occupent évidemment plus de 10 % de recouvrement.

2.1.5. PARAMÈTRE « ALTÉRATIONS »

Plusieurs critères sont identifiés pour le paramètre « altérations ». Ils sont considérés comme des *facteurs négatifs* pour les végétations.

➤ **Surpâturage**

Il s'agit d'identifier les signes de surpâturage manifestes : la présence d'une végétation broutée très rase (inférieure à 5 cm de hauteur moyenne), et la présence de sols mis à nu par le passage des animaux.

➤ **Fauches / tontes intensives**

Les fauches ou les tontes répétées rendent la végétation homogène et basse, voire rase. La présence d'une végétation homogène et basse sous l'action de fauches / tontes répétées est donc à prendre en compte.

➤ **Sol nu (lié aux activités) ou ornières**

Au sein d'un polygone de végétations, il s'agit de noter l'éventuelle présence de sol nu lié aux activités anthropiques (piétinement, travaux, etc.) ou d'ornières liées au passage de véhicules. Dans le cas de sol nu lié au pâturage, utiliser le paramètre « surpâturage ».

➤ **Retournement du sol**

Au sein d'une zone de végétations, le retournement de sol est une altération facilement observable sur le terrain. C'est le cas des labours des concessions de Salicornes, qui visent à recréer des sols nus qui favorisent le développement des Salicorniaies, végétations pionnières.

2.1.6. DÉFINITION D'UNE VALEUR STRUCTURELLE DE LA VÉGÉTATION

Le CBN de Bailleul propose de définir une **valeur structurelle (Vs) de la végétation** à partir des critères relatifs à la **structure** et des critères relatifs aux **altérations physiques** pouvant affecter la structure de la végétation. Ces critères sont considérés comme des facteurs positifs ou négatifs (cf. sections 2.1.4 et 2.1.5) pouvant s'appliquer à chaque communauté végétale au sein d'un polygone.

La somme des facteurs positifs (Vs+) et des facteurs négatifs (Vs-) détermine la valeur structurelle (Vs) de la végétation dans le polygone. Sachant que la valeur Vs est obligatoirement comprise entre +2 et -2.

La prise en compte de la valeur structurelle des végétations dans la méthode « IQPE » est un point important. Cela permet de mettre en perspective la valeur indicatrice de la patrimonialité des végétations avec l'état physique des végétations, et donc la qualité fonctionnelle réelle de ces végétations. En effet, une végétation à haute valeur patrimoniale observée avec peu d'espèces caractéristiques présentes ne remplira pas le même rôle fonctionnel qu'une végétation similaire avec l'ensemble de ses espèces caractéristiques.

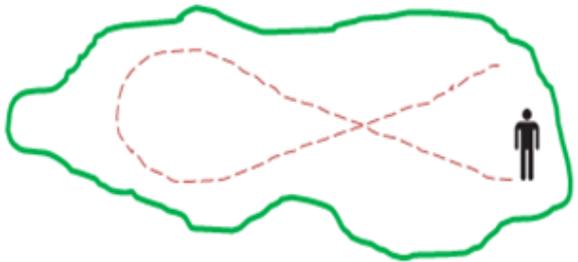
2.1.7. MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE SUR LE TERRAIN

La méthodologie est adaptée à chaque contexte sitologique.

Un site peut être de surface limitée, par exemple quelques milliers de m² de gouilles tourbeuses complexes, ou concerner de vastes entités de plusieurs milliers d'hectares. Évidemment, le temps à passer est adapté en fonction du type de milieu, de la surface et des enjeux/objectifs.

Chaque polygone à étudier fait l'objet d'au moins une prospection sous la forme d'un aller-retour en diagonale à travers la parcelle. La parcelle n'est donc pas prospectée à 100 %, mais échantillonnée à hauteur de 70-80 % selon les surfaces, la complexité des milieux et le temps disponible.

Cette approche dérive notamment de la méthode mise en œuvre dans les prairies de France lors des concours nationaux agricoles « Prairies fleuries » (aujourd'hui Concours Prairies et Parcours), méthode élaborée par SCOPELA (MESTELAN *et al.*, 2011). Cette approche, que nous avons pu tester depuis six ans, fait ses preuves de « quick diagnostic » :

 <p>Diagramme illustrant un polygone vert avec une trajectoire rouge en pointillés qui fait un aller-retour en diagonale à l'intérieur du polygone. Une silhouette humaine est placée à l'intérieur du polygone pour indiquer l'échelle.</p>	 <p>Photographie montrant deux personnes effectuant une prospection dans un terrain humide et végétalisé, probablement une Baie de Somme.</p>
<p>Schématisme du parcours théorique d'un polygone</p>	<p>Exemple de prospection en Baie de Somme R. François (CBN de Bailleul)</p>

Au sein de chaque site, les végétations sont étudiées de la façon suivante :

- toutes les végétations (phytocénoses) couvrant plus de 5 % de la surface du polygone sont notées ;
- les végétations sont essentiellement identifiées à vue par un expert et/ou une personne formée : il n'y a pas de relevés phytosociologiques systématiques ;
- des relevés sont cependant effectués quand l'identification des phytocénoses pose problème, ou pour améliorer la perception de leur état de conservation ;
- tous les types de végétations sont relevés : slikke, schorre mais aussi milieux aquatiques et amphibies (mares et filandres), roselières, etc.

Pour chaque site étudié, sont notés :

1) LES VÉGÉTATIONS :

- les syntaxons présents (dont le taux de recouvrement est > 5 %) ;
- l'estimation du taux de recouvrement de chaque phytocénose > 5 % (estimé à dire d'experts sauf pour les milieux complexes où une cartographie simplifiée de végétations peut être réalisée pour l'estimation des %). Ce seuil est proposé dans une logique d'efficacité : il vise à aller à l'essentiel sans passer trop de temps à étudier les végétations peu couvrantes. Des classes de 10 % peuvent être utilisées.
- la présence ou non des critères relatifs au paramètre « structure » ;
- la présence des critères relatifs au paramètre « altérations ».

2) L'ENSEMBLE DES TAXONS IDENTIFIÉS sur le site sont répertoriés, avec une attention particulière pour les taxons :

- **patrimoniaux** (espèces patrimoniales <=> déterminantes de ZNIEFF en Hauts-de-France ; listes rouges nationales et internationales) ;
- **exotiques envahissantes** : estimation du % de recouvrement de la parcelle ;
- **éventuellement des taxons identifiés comme Indicateurs** de qualité ou de dégradation (hors taxons patrimoniaux, ces listes peuvent être dressées par le CBN de Bailleul).

Remarque : il est essentiel de noter l'ensemble des taxons, patrimoniaux ou non, afin de pouvoir réévaluer la notation en cas de révision des listes d'espèces patrimoniales ou indicatrices. Une telle liste complète des taxons observés permet également d'effectuer un **suivi-évaluation à moyen ou long terme**.

3) L'ENVIRONNEMENT AU SEIN DE L'ESTUAIRE :

Lorsque les données sont disponibles, il est recommandé de décrire le milieu physique et les activités anthropiques présentes (référentiel activités de l'OFB par exemple) sur le site d'étude pour les prendre en compte dans l'interprétation des résultats de l'IQPE.

Milieu physique :

- hydrologie (durée de submersion, salinité) ;
- granulométrie : taille et homogénéité apparente (quand analyse à vue possible) des sédiments en surface.

Activités anthropiques :

- activités qui influent sur les végétations (pastoralisme, cueillette, cynégétiques, halieutiques, travail du sol pour les Salicornes ou la lutte contre *Spartina anglica*...).

La connaissance du milieu physique et des activités peut être complétée par des analyses bibliographiques et des échanges avec les acteurs à l'origine de ces activités, et avec les scientifiques spécialistes locaux de ces questions (quand il y en a).

2.1.8. LE CALCUL DE L'IQPE

Le calcul de l'Indice de Qualité Phytocénologique des Estuaires (IQPE) sur un site est basé sur :

- **la surface couverte par la végétation** avec le **taux de recouvrement (Tr)**, en pourcentage* du syntaxon (cf. paragraphe 2.1.2) ;
- **la patrimonialité** avec la **valeur indicatrice (Vi)** du syntaxon observé (cf. paragraphe 2.1.3) ;
- **les critères relatifs à la structure et aux éventuelles altérations physiques** avec la **valeur structurelle (Vs)** attribuée pour chaque syntaxon observé – soit à dire d'experts, soit avec la grille de qualification de l'état de conservation de la végétation pour les « non-experts » (cf. sections 2.1.4, 2.1.5 et 2.1.6).

Pour X végétations présentes dans un même polygone, dont le taux de recouvrement est x % au sein de ce polygone (en base 100), la formule générale pour calculer l'IQPE est la suivante :

$$\text{Note IQPE} = \sum ((V_i X + V_s X) \times \text{Tr } X) / \sum \text{Tr } X$$

$$= \text{note} / 20$$

Pour un polygone où il y a une seule végétation A (en principe le taux de recouvrement Tr A est de 100 %), l'IQPE est calculée de la manière suivante :

$$\text{Note IQPE} = ((V_i A + V_s A) \times \text{Tr } A) / \text{Tr } A$$

$$= \text{note} / 20$$

Pour trois végétations A, B, C présentes dans un même polygone, la formule pour calculer l'IQPE est la suivante :

$$\text{Note IQPE} = \frac{((V_i A + V_s A) \times \text{Tr } A) + ((V_i B + V_s B) \times \text{Tr } B) + ((V_i C + V_s C) \times \text{Tr } C)}{(\text{Tr } A + \text{Tr } B + \text{Tr } C)^*}$$

$$= \text{note} / 20$$

* Les syntaxons pris en compte pour la notation sont seulement ceux représentant un recouvrement de plus de 5 % du site étudié. Il est donc possible que la somme des recouvrements des syntaxons représente parfois moins de 100 %. Dans ce cas, il est nécessaire de remettre les valeurs de recouvrement en base 100 = le calcul s'applique comme si le total des recouvrements atteignait 100 %.

Exemples de calcul de l'IQPE :

- **CAS 1 : Pré salé pâturé extensivement :**

- 60 % *Plantagini - Limonietum* (Vi = 18 ; Vs = 0),
- 40 % *Puccinellietum secondaire* (Vi = 10 ; Vs = 0)

$$\text{Note IQPE} = \frac{((18 + 0) \times 60) + ((10 + 0) \times 40)}{60 + 40}$$

$$= (1080 + 400) / 100$$

$$= \underline{\underline{14,8/20}}$$



***Plantagini - Limonietum* en bon état en Baie d'Authie. R. François (CBN de Bailleul)**

- **CAS 2 : Pré salé non pâturé/fauché envahi par le Chiendent :**

- 40 % de ***Plantagini - Limonietum*** ($V_i = 18$; $V_s = -2$) végétation morcelée (-1) avec plus de 10 % de Chiendent (-1),
- 60 % **d'*Agropyron*** ($V_i = 4$; $V_s = 0$)

Note IQPE = $\frac{(((18 - 2) \times 40) + ((4 + 0) \times 60))}{(40 + 60)}$
= $\frac{(640 + 240)}{100}$
= **8,8/20**



Agropyraie dense eutrophile du fond de l'estuaire de la Somme R. François (CBN de Bailleul)

- **CAS 3 : Mosaique 40 % de Spartinaie :**

- 40 % de ***Spartinetum anglicae*** ($V_i = 4$; $V_s = 0$)
- 60 % **d'*Astero - Suaedetum*** ($V_i = 16$; présence de Spartine ; $V_s = -1$).

Note IQPE = $\frac{((4 + 0) \times 40) + ((16 - 1) \times 60)}{40 + 60}$
= $\frac{(160 + 900)}{100}$
= **10,6/20**



Mosaïque de *Spartinetum anglicae* et d'*Astero maritimi* - *Suaedetum* en Baie d'Authie. R. François

- **CAS 4 : Mosaïque *Bostrychio* - *Halimionetum* et *Astero* - *Suaedetum* :**
 - 60 % ***Bostrychio* - *Halimionetum*** ($V_i = 18$; $V_s = -1$) végétation morcelée (-1),
 - 40 % ***Astero* - *Suaedetum*** ($V_i = 16$; $V_s = -1$) végétation morcelée (-1)

Note IQPE = $\frac{(((18 - 1) \times 60) + ((16 - 1) \times 40))}{60 + 40}$
= $\frac{(1020 + 600)}{100}$
= **16,2/20**



Mosaïque *Bostrychio* - *Halimionetum* et *Astero maritimi* - *Suaedetum* Baie d'Authie. R. François

2.1.9. UTILISATION DU TABLEAU D'AIDE À LA DÉTERMINATION DES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES ET DE LEURS VALEURS INDICATRICES (ANNEXE 3)

La détermination scientifique des végétations des estuaires picards peut être réalisée en utilisant les documents suivants :

- DUHAMEL, FARVACQUES *et al.*, 2017. – Guide des végétations littorales du Nord-Ouest de la France. CBN de Bailleul. (Indication des espèces caractéristiques de chaque végétation, et des espèces compagnes).
- CATTEAU E. *et al.*, 2021. – Végétation du nord de la France – Guide de détermination. CBN de Bailleul.

Le CBN de Bailleul propose un **tableau d'aide à la détermination des principales végétations des estuaires picards et de leurs valeurs structurelles** (Annexe 3), pouvant être utilisé sur le terrain. En cas de doute, il convient de réaliser un relevé phytosociologique et d'utiliser les ouvrages de référence cités précédemment.

L'utilisation du bordereau (*cf.* annexe 3) se fait de la manière suivante pour chaque végétation présente dans un polygone :

Détermination de la communauté végétale¹ (association ou sous-association « en gras » dans le tableau) en utilisant :

- le niveau dans l'estuaire ;
- la présence de plus de 50 % des espèces diagnostiques ;
- la présence d'espèces compagnes (neutres ou positives) ;
- éventuellement l'absence d'espèces diagnostiques d'autres communautés.

S'il n'est pas possible de déterminer la végétation au rang de l'association végétale ou de la sous-association (moins de 50 % des espèces diagnostiques), il faut rattacher la végétation au niveau phytosociologique supérieur (dans le tableau : ligne en « non gras » directement sous la communauté végétale en « gras »).

La détermination de la végétation permet de lui attribuer sa valeur indicatrice (Vi) (*cf.* section 2.1.3, annexe 1 et annexe 3.).

La détermination des facteurs positifs ou négatifs de la végétation dans le polygone (*cf.* sections 2.1.4. et 2.1.5) permet de calculer sa valeur structurelle (Vs).

2.1.10. UTILISATION DU BORDEREAU DE RELEVÉ ET DE CALCUL DE L'IQPE (ANNEXE 4)

Ce bordereau peut être utilisé sur le terrain de manière informatique (fichier Excel) ou en version papier.

Pour chaque polygone :

- lister les végétations présentes et remplir une ligne pour chacune d'entre elles. S'il y a plus de cinq végétations, il est possible de copier et d'insérer des lignes. Afin de recopier les formules, bien insérer les lignes supplémentaires entre la végétation 2 et la végétation 4 ;

¹ La communauté végétale doit être déterminée à une plus large échelle que le polygone. Ceci permet de prendre en compte des espèces diagnostiques qui seraient absentes du polygone étudié, mais présentes à proximité dans la même végétation.

- renseigner le recouvrement (%) de chaque végétation au sein du polygone (cf. 2.1.2.);
- renseigner la Valeur indicatrice (Vi) de chaque végétation (cf. Annexe 1);
- cocher les facteurs positifs et négatifs permettant de déterminer la valeur structurelle Vs de chaque végétation. Attention, certains facteurs ne peuvent pas être cochés pour toutes les végétations, voir Annexe 3.

Le calcul de l'IQPE du polygone est réalisé automatiquement dans le fichier Excel grâce aux formules détaillées au paragraphe 2.1.8.

2.2. GRILLE D'INTERPRÉTATION DE L'IQPE ET REPRÉSENTATIONS CARTOGRAPHIQUES FINALES

Au bout de la démarche de bioévaluation, l'observateur calcule une note indicienne de qualité phytocénotique des estuaires (IQPE) pour chaque parcelle/site étudié. Les notes finales obtenues peuvent être traduites par classe selon une grille d'interprétation associée à un code couleur. Le code couleur choisi est très classique. Il est inspiré de la structure chromatographique de l'arc-en-ciel, en enlevant l'indigo et le violet.

On garde la variation à cinq niveaux bleu-vert-jaune-orange-rouge qui est classiquement utilisée pour représenter la qualité des cours d'eau avec les différentes méthodologies : la lecture directe est ainsi rapide :

- très bon état : >15
- bon état : 11 à 15
- état moyen : 8 à 11
- état médiocre : 6 à 8
- mauvais état : < 6

Cette expression cartographie simplifiée permet une communication assez simple et rapide avec les partenaires. Ce type de cartographie est très utilisé par le SMBSGLP dans le cadre des communications l'Observatoire des Prairies de la Plaine maritime picarde.



Exemple de cotation finale de prairies étudiées à Boismont par le SMBSGLP (CZERNACK *et al.*, 2021)

Cette cartographie permet de visualiser la qualification et la quantification des évolutions, naturelles ou anthropiques, des végétations estuariennes.

Par exemple, l'évolution des communautés à Chiendent comprend plusieurs végétations. Leur extension est un paramètre important de l'écosystème estuarien. Avec l'IQPE, elle peut être qualifiée : ces végétations sont en extension, comme le montrent les cartes de 2013 et de 2020.

Ce type d'évolution pourrait aussi être suivie par la progression des végétations à Chiendent littoral.

Situation en 2013 : carte GEMEL (RUELLET et al., 2013), à comparer avec la carte VEGELITES de 2020

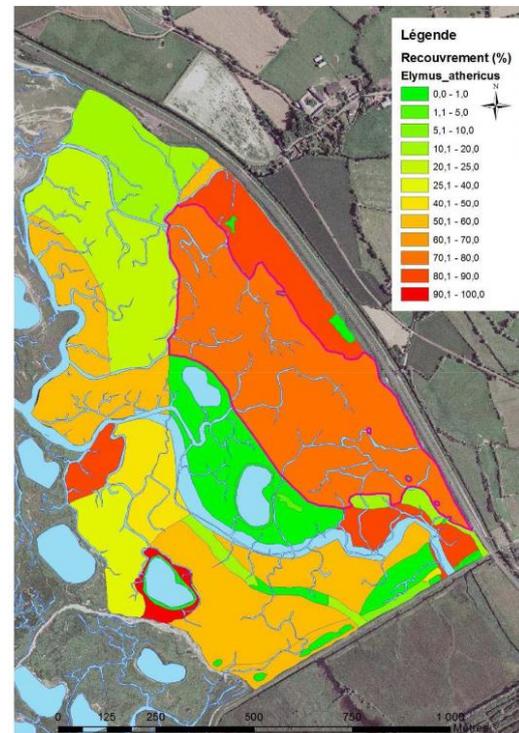


Figure 15 : Recouvrement en chiendent du lot D en baie de Somme.

2.3. LES LIMITES DE LA MÉTHODE

2.3.1. COMMENT APPLIQUER LA MÉTHODE QUAND LES PHYTOCÉNOSES NE SONT PAS PRÉCISÉMENT IDENTIFIABLES ?

Il arrive régulièrement que les végétations des estuaires soient difficiles à diagnostiquer et à nommer précisément, au rang le plus fin de l'association. C'est en particulier le cas quand :

- la végétation est très récente et pionnière : elle s'est développée après un travail du sol (par exemple pour favoriser les salicorniaies), une érosion du sol (bordure de chenal par ex.), un remblai (bord de mare); elle présente alors un télescopage de types de végétations qui rendent le diagnostic phytosociologique précis impossible. On peut alors, au mieux, identifier une potentialité de types de végétations vers lesquels tend l'évolution de la formation ;
- le pré-salé vient d'être fauché ou pâturé à ras : c'est souvent le cas dans l'estuaire de la Somme quand les éleveurs gèrent les refus (= espèces refusées par le bétail, donc non consommées) par fauchage. Ils peuvent le faire plusieurs fois par an pour contenir la croissance du Chiendent qui concurrence l'herbe consommable pour les animaux.
- le pré-salé vient d'être pâturé à ras. C'est le cas quand les moutons sont parqués la nuit avec des filets : la végétation de ces parcs nocturnes est tondue à ras, et une bonne part du sol est nue. La structure de la végétation y est parfois difficilement identifiable.

Dans ces situations, nous appliquons le coefficient de la communauté basale de la classe de végétation, ou le coefficient le plus bas de l'alliance qui correspond le plus au type de végétation que nous observons. Cette note est toujours basse : la plus basse de la classe. Nous la pondérons à la hausse en fonction de son état et de ses potentialités, avec une pondération de 2 points maximum.

Par exemple, si un pré salé semble être proche d'un *Plantagini - Limonietum*, mais que celui-ci apparaît très fragmentaire et peu perceptible au sein d'un ensemble perturbé par un parc de contention nocturne, nous lui appliquons le coefficient le plus faible de la végétation de l'ordre des *Glauco maritimae - Puccinellietalia maritimae* (soit une valeur de **10**) et nous l'augmentons de 2 points, soit **12**. Ce qui est malgré tout très loin de la valeur de **18** d'un véritable *Plantagini - Limonietum*.

2.3.2. LA QUESTION DES SOLS NUS AU SEIN DES VÉGÉTATIONS

Les sols nus sont très fréquents au sein des différentes végétations estuariennes pionnières en contact avec la slikke et les filandres. Ils deviennent plus rares sur le schorre de fond d'estuaire.

Initialement, nous avons envisagé d'affecter une valeur indicatrice aux différents types de sols nus, en fonction de leur granulométrie. Après échanges internes et externes avec différents spécialistes, du PNM EPMO notamment, il a été décidé d'abandonner cette voie car les justifications des valeurs indicatrices des vases, sables fins, sables grossiers, coquillages, galets, etc. étaient des impasses. Les différents substrats présentent évidemment des intérêts fonctionnels élevés, en particulier pour la faune sur des substrats sableux et vaseux nus. Mais, il est difficile d'attribuer une valeur indicielle à ces substrats dans le cadre de l'IQPE.

Ainsi, quand les végétations ne recouvrent pas 100 % de la surface, nous proposons de ne pas prendre en compte les % de sols nus dans les calculs. Le calcul de l'IQPE est effectué « comme si le sol nu n'existe pas ». Mais, le % de recouvrement des sols nus est noté de toute manière, afin de pouvoir suivre son évolution temporelle. Il traduit en effet une dynamique de végétalisation, positive ou négative, qu'il importe de prendre en compte pour comprendre les évolutions phytocénotiques et leurs liens avec les dynamiques sédimentaires.



1- Sols nus dans l'estuaire de la Maye. 2- Sols nus dans l'estuaire de l'Authie. R François

2.3.3. LA QUESTION DES VÉGÉTATIONS SUR DES PETITES SURFACES

Le seuil des 5 % est proposé pour relever les végétations. Il permet de se focaliser sur l'essentiel des végétations couvrantes, afin d'aller à l'essentiel.

Ce seuil peut tout à fait être relevé ou abaissé en fonction des surfaces à couvrir : sur un lot (parcelle) de quelques dizaines d'hectares pâturés par les éleveurs ovins, ce seuil peut être abaissé voire annulé si l'on dispose d'assez de temps pour faire une cartographie précise de toutes les végétations.

Cela permet de recenser des végétations peu couvrantes mais souvent de grand intérêt patrimonial comme le *Spergulario - Salicornietum* ou le *Juncetum gerardii*.

À l'échelle de toute la Baie de Somme, le seuil pourrait être relevé à 10 % en cas de manque de temps pour des prospections terrestres.

Le calcul final ne varie pas.

2.3.4. TEMPS DE RÉALISATION

La conception de l'IQP provient d'un souci de méthode de terrain relativement rapide, allant à l'essentiel. Il s'agit en quelque sorte d'un « quick diagnostic ». Après plusieurs années de tests par le CBN sur différentes zones humides, puis trois ans d'utilisation courant par le SMBSGLP en Plaine maritime picarde, le temps de prospection terrain est estimé à 50-60 ha par jour environ dans des prairies complexes avec fossés, mares, haies, zones tourbeuses...). Le temps de restitution au bureau est du même ordre : 1 jour pour 50 ha environ.

Bien entendu, ce temps à passer dépend de deux facteurs prépondérants :

- les compétences de l'observateur en phytosociologie locale : il est nécessaire de bien connaître les végétations des terrains étudiés ; ou, *a minima*, d'en bien connaître la flore pour pouvoir passer au diagnostic phytosociologique ;
- de la complexité des mosaïques de végétation et des difficultés d'accès : prospecter 50 ha d'Obionnaie quasi monospécifique en bord de chemin prendra plutôt une demi-journée ; tandis qu'appliquer l'IQPE sur 50 ha de mosaïques très complexes avec 15 ou 20 végétations littorales imbriquées au milieu de la Baie de Somme souvent assez difficiles d'accès pourrait prendre plutôt 1,5 jour.

Ainsi, l'IQPE a été testé en 2021 sur des sites tests des quatre principaux estuaires du PNM EPMO (Somme, Authie, Canche, Slack). Les états initiaux ont été mis en place à cette occasion. Si le PNM le souhaite, un suivi-évaluation pourra donc être effectué au bout d'un certain laps de temps à déterminer.

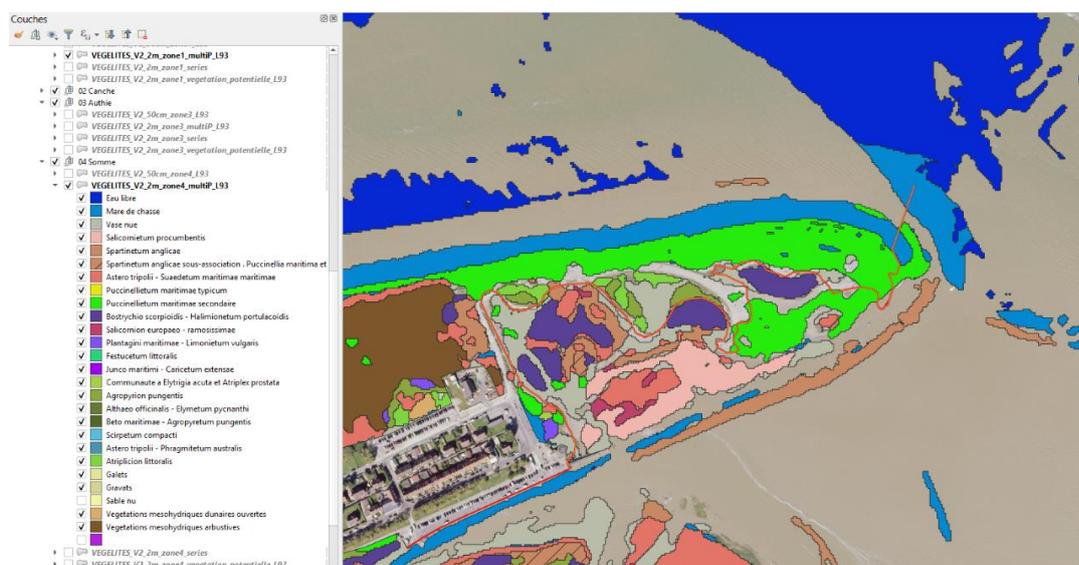
Une temporalité de quatre, cinq ou six ans apparaîtrait adaptée.

La mise en place de l'IQPE peut être couplée à un suivi diachronique de l'ensemble des végétations estuariennes suite aux cartographies réalisées en 2019-2020 dans le cadre du projet VEGELITES (avec une collaboration I-Sea et CBN de Bailleul).

2.4. COMBINAISON POTENTIELLE CARTOGRAPHIE VEGELITES ET IQPE

Les cartographies des végétations effectuées dans le cadre de la phase 1 du programme VEGELITES en 2019-2020 ont servi de base à l'approche IQPE sur des sites-tests. Elles sont le support d'une cartographie phytocénotique qui peut être affinée sur des sites restreints.

Au sein des enveloppes phytocénotiques délimitées, on peut ensuite calculer l'IQPE en relevant toutes les végétations qui couvrent plus de 5 % de l'enveloppe. Par exemple, l'utilisation de l'IQPE pourrait permettre de suivre et d'évaluer l'impact du piétinement touristique sur la pointe du Hourdel :



Ce site limité est soumis à une fréquentation touristique intense, croissante depuis des décennies. Sur des sables et galets, les végétations sont sensibles au piétinement et au déchaussement. Plusieurs végétations et espèces patrimoniales y sont présentes.

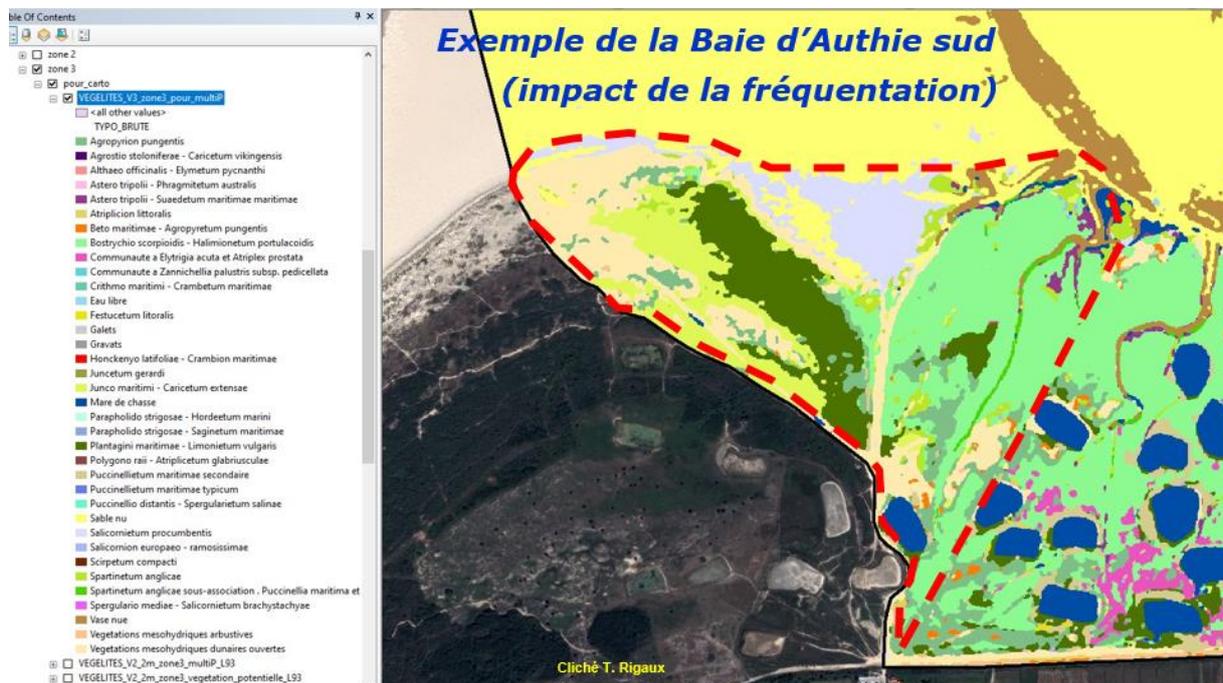
Les % de sols nus peuvent être calculés avec les images satellitaires, et l'IQPE peut indiquer l'évolution des surfaces des végétations et ainsi apporter des éléments sur leur état de conservation et sur leurs trajectoires dynamiques (phytosociologie sériale).

2.4.1. POINTE DE ROUTHIAUVILLE EN BAIE D'AUTHIE

Il en va de même avec la pointe de Routhiauville en Baie d'Authie Sud : ce secteur est soumis à une intense fréquentation, décroissante en s'éloignant du parking sud. Or, ce secteur abrite des végétations et des espèces particulièrement rares et menacées dont la sensibilité au piétinement semble importante. C'est en particulier le cas du *Junco maritimi* - *Caricetum extensae*. On trouve ici la plus importante station de cette végétation pour tout le nord-ouest de la France (VILLEJOURBERT *et al.*, 2020). Plusieurs sentiers traversent cet espace.

Si le piétinement reste modéré comme aujourd'hui et que la largeur des sentiers ne s'accroît pas, la stabilité de cette végétation précieuse est assurée. Une augmentation des dégâts issus d'une sur-fréquentation est à surveiller.

Nous avons donc mis en place un « site-atelier », secteur-échantillon d'une cinquantaine d'hectares au niveau de la pointe de Routhiauville, avec l'application de l'IQPE pour dresser un état initial en 2021 :



Tirets rouges = limite du site-atelier possible à la pointe de Routhiauville pour un suivi-évaluation via l'IQPE.



**Estuaire de l'Authie entre Routhiauville et la mer en 2020 avec les différents chemins
(cliché aérien aimablement mis à disposition par Thierry Rigaux)**



Estuaire de l'Authie très fréquenté au débouché du parking de Routhiauville en 2017. R. François



***Junco maritimi* - *Caricetum extensae* piétiné avec trois sentiers à l'ouest du parking de
Routhiauville, Baie d'Authie 2019 et 2021. R. François**

2.4.2. LE NORD DE LA BAIE DE SOMME (ANSE BIDARD)

Un « site-atelier » a été également étudié au niveau de l'entrée sud de l'Anse Bidard au Nord de la RN de la Baie de Somme. Les cheminements y impactent notamment l'*Oenanthe lachenali* – *Juncetum maritimi*, également très rare et menacé (GÉHU, 2008 ; DUHAMEL *et al.*, 2018).

Cet espace est l'un des plus dynamiques et remarquables sur le plan morphogénétique et phytosociologique du réseau des estuaires du PNM EPMO (BLONDEL *et al.*, 2016). L'apparition et le développement d'espaces terrestres est perceptible à échelle humaine depuis plusieurs décennies (apparition de bancs sablo-coquilliers, puis de dunes blanches, puis d'un banc complet qui isole l'Anse Bidard, qui devient de moins en moins recouverte par les plus grandes marées...). L'effet du pâturage mis en place depuis deux ans par le SMBSGLP pour conserver des milieux ouverts exceptionnels au sud de l'Anse Bidard pourra être suivi par cette méthode.



RN Baie de Somme Nord : entrée sud de l'Anse Bidard avec le rare *Oenanthe lachenali* – *Caricetum maritimi*, traversé par le sentier du littoral assez fréquenté à la belle saison



**Expertise CBN de Bailleul-SMBSGLP des végétations pâturées de l'Anse Bidard sud en 2020.
R. François**

Évolution diachronique de l'Anse Bidard : progression du « Banc de l'lette » :



Evolutions dynamiques du trait de côte et des végétations de la « pointe de Saint-Quentin / Anse Bidard :
1 : Carte de Cassini (XVIII s) ; 2 : vue aérienne années 1950-60 avec apparition d'un banc sablo-coquillier sur le musoir ; 3 : vue aérienne récente de 2017 avec la lagune fermée aux 2/3 (Géoportail IGN, 2020)



Débouché de l'Anse Bidard en 2020, où la lagune se referme progressivement. R. François

Le suivi par l'IQPE des successions végétales sur cet espace à la fois très dynamique (milieu néoformé de façon véritablement « naturelle »), préservé et hautement patrimonial, et soumis à différentes influences anthropiques peut s'avérer très intéressant et didactique.

Une combinaison de plusieurs indices de qualité des milieux pourrait aussi être envisagée.

2.5. COMBINAISON POTENTIELLE CARTOGRAPHIE VEGELITES ET INDICE DE RICHESSE PHYTOCÉNOTIQUE DE J.-M. GÉHU

Le Professeur Jean-Marie GÉHU a expertisé toutes les végétations littorales des côtes entre l'Espagne et la Belgique (GÉHU, 1976 et 1979). Il a ensuite développé des Indices phytocénétiques de patrimonialité qui permettent de replacer chaque site, par exemple estuarien, dans la guilde des sites littoraux Manche-atlantique.

Cela permet :

- de situer la richesse phytocénétique d'un estuaire par rapport à l'ensemble des végétations littorales de cette façade ;
- de suivre cette richesse en fonction notamment des évolutions morpho-sédimentaires, des aménagements et activités anthropiques, du changement climatique...

Une combinaison de l'IQPE et de ces Indices de Patrimonialité permettrait de suivre l'évolution de la qualité phytocénétique générale de chaque estuaire du PNM EPMO dans le temps. Il pourrait également être intéressant à développer sur l'ensemble des estuaires de la façade atlantique, dans une logique de suivi global des prés-salés, en site préservé ou non.

Cette orientation méthodologique pourrait peut-être s'avérer intéressante à explorer. Une adaptation de l'Indice de Patrimonialité mériterait alors d'être recherchée (E. CATTEAU, comm. pers.). Une harmonisation des nomenclatures des types de végétation retenues dans chaque région serait indispensable.

PARTIE 3

CONCLUSION

L'IQPE est une proposition méthodologique qui a été appliquée sur plusieurs zones-tests en 2021 sur les quatre estuaires du programme VEGELITES. L'IQPE doit permettre d'effectuer des descriptions des états des végétations et de suivre leur évolution à court, moyen ou long terme.

Le guide méthodologique d'évaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins d'intérêt communautaire à l'échelle des sites (LEPAREUR, 2011) précise qu'un habitat naturel est considéré comme étant en bon état de conservation, à l'échelle d'un site, lorsque :

- ses structures caractéristiques sont présentes et les fonctions spécifiques et nécessaires à son maintien sont assurées ;
- il ne subit aucune atteinte susceptible de nuire à sa pérennité ;
- les espèces qui lui sont typiques peuvent s'exprimer et assurer leur cycle biologique.

En complément, l'état de conservation d'un habitat naturel à l'échelle biogéographique est considéré comme favorable si son aire de répartition naturelle ainsi que les superficies qu'il couvre au sein de cette aire sont stables ou en extension (notion de surfaces et de représentativité).

La méthode IQPE peut ainsi être considérée comme une étape, une contribution à la réflexion pour une méthode nationale d'évaluation de l'état de conservation des végétations estuariennes et des habitats d'intérêt communautaire correspondants. En effet, ce travail permet d'aborder plusieurs paramètres identifiées dans la démarche de LEPAREUR (2011) ainsi que d'autres travaux de l'UMS PatriNat, à savoir : la surface couverte (critère : taux de recouvrement), les fonctionnalités qu'elles assurent (par la définition d'une valeur indicatrice de la patrimonialité de chaque végétation à dire d'expert, intégrant les exigences trophiques et hydrologiques, le rôle fonctionnel et le statut de rareté), la structure de la végétation (plusieurs critères), et les altérations physiques éventuelles.

En perspective, pour de futurs travaux, il sera nécessaire de prendre en compte la représentativité de chaque végétation du PNM par rapport à d'autres échelles (façade Manche-Mer du Nord, domaine biogéographique Manche-Atlantique), les pressions et menaces (chimiques, physiques, autres), ainsi que les perspectives d'évolutions (naturelles ou sous facteurs anthropiques) de ces végétations.

À l'échelle de chacun de ces estuaires, d'autres indices phytocénotiques pourraient être calculés. C'est le cas des indices proposés par J.-M. GÉHU qui comparent la richesse phytocénotique d'un site par rapport au total des phytocénoses recensées sur le littoral Manche-Atlantique (GÉHU, 1992 ; BIRET *et al.*, 2011 et 2012). Ces indices, très intéressants, mériteraient d'être adaptés.

La combinaison des méthodes de cartographie des végétations par télédétection, de suivi-évaluation IQPE sur des sites-phares, et de la richesse phytocénotique pourrait permettre d'avoir des indicateurs pertinents et assez efficaces pour évaluer les enjeux patrimoniaux des estuaires, et d'en suivre les évolutions. Ces indicateurs devraient notamment permettre d'apporter des réponses aux questions des impacts majeurs des changements climatiques et des changements du trait de côte, des invasions biologiques et des activités anthropiques sur les espaces estuariens.

Cette approche peut être envisagée à toutes les échelles : un estuaire ou une portion d'estuaire, un réseau de sites au sein du PNM EPMO, voire, pourquoi pas, à l'échelle de tous les estuaires de la façade Manche-Atlantique. Auquel cas une combinaison avec l'Indice de richesse phytocénotique de J.-M. GÉHU, après harmonisation des nomenclatures phytosociologiques, pourrait s'avérer très didactique.

Ces indices nécessiteraient évidemment d'être couplés avec d'autres indicateurs, en particulier faunistiques, et spécifiques au milieu marin intertidal non végétalisé, dans une approche multithématique et multi-acteurs incontournable en estuaires.

PARTIE 4

BIBLIOGRAPHIE

Documents

- ABLE, K.W., HAGAN, S.M., 2000. - Effects of common reed (*Phragmites australis*) invasion on marsh surface macrofauna: response of fishes and decapod crustaceans. *Estuaries*, 23 : 633-646.
- AGENCE DE L'EAU SEINE-NORMANDIE (AESN), 2013. - Etat des lieux du bassin de la seine et des cours d'eau côtiers normands. Doc PDF. 329 p. Nanterre.
- AGENCE DE L'EAU ARTOIS-PICARDIE (AEAP), 2014. - Projet de délimitation des zones vulnérables pour le bassin Artois-Picardie. Doc PDF. 26 p. Douai.
- AGENCE DE L'EAU ARTOIS-PICARDIE (AEAP), 2021a. - Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux 2022-2027 du bassin Artois-Picardie. Livret 1 Contexte élaboration et mise en œuvre. Doc PDF. 94 p. Douai.
- AGENCE DE L'EAU ARTOIS-PICARDIE (AEAP), 2021b. - Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux 2022-2027 du bassin Artois-Picardie. Livret 4 Annexes. Doc PDF. 94 p. Douai.
- AGENCE DE L'EAU ARTOIS-PICARDIE (AEAP), 2021c. - Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux 2022-2027 du bassin Artois-Picardie. Documents d'accompagnement du SDAGE. Présentation synthétique de la gestion de l'eau. Doc PDF. 162 p. Douai.
- AGRESTE, 2008. - Statistique agricole annuelle Picardie. DRAF Picardie. 28 p.
- AGRESTE, 2018. - Memento, Statistique agricole annuelle, Hauts-de-France. Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt, Service régional de l'information statistique et économique. 32 p.
- ALLEN, J.R.L., PYE, K., 1992. - Coastal saltmarshes: their nature and importance. In ALLEN J.R.L., PYE K. (Eds.) Saltmarshes. Morphodynamics, Conservation and Engineering Significance. Cambridge University Press, Cambridge UK. 18 p.
- A.M.E.V.A., 2016. - Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux Somme aval et Cours d'eau côtiers. Etat des lieux et diagnostic du territoire. Rapport. 427 p.
- A.M.E.V.A., 2018. - Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux Somme aval et Cours d'eau côtiers. Plan d'Aménagement et de Gestion Durable de la ressource en eau. Rapport. 372 p.
- AMIAUD, B., BONIS, A. & BOUZILLE, J.-B., 2000. - Conditions de germination et rôle des herbivores dans la dispersion et le recrutement d'une espèce clonale : *Juncus gerardi* lois. *Can. J. Bot.*, 78 : 1430-1439.
- ARTIGAS, L. F. & LAMY, D., 2005. - Etude sur l'eutrophisation de la Manche Orientale et sur les blooms à *Phaeocystis* en particulier. Rapport final de synthèse. ULCO, AEAP. 41 p.
- BAKKER, J.P. & RUYTER, J.C., 1981. - Effects of five years of grazing on a salt-marsh vegetation. *Vegetatio*, 44 : 81-100.
- BAKKER, J.P., ESSELINK, P., VAN DER WAL, R., & DIJKEMA, K.S., 1997 - Options for restoration and management of coastal salt marshes in Europe. In Webb & Edwards (Eds.), *Restoration Ecology and Sustainable Development* (pp. 286-322). Cambridge University Press.
- BAKKER, J.P., BOS, D. & DE VRIES, Y., 2003. - To graze or not to graze: that is the question. Challenges to the Wadden sea area. *Proceedings of the 10th int. Scientif. Wadden sea symposium* Groningen 31 oct.- 3 nov. 2003 : 67-88.
- BALIGA, M.-F., TOUSSAINT, B., 2004. - Les estuaires de la Slack et de l'Aa. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, 57(3-4) : 5-14.
- BARBIER, E.B., HACKER, S.D., KENNEDY, C., KOCH, E.W., STIER, A.C., SILLIMAN, B.R., 2011. - The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs*, 81(2) : 169-193.
- BASTIDE, J., 2011a. - Morphodynamique et enjeux d'aménagement des franges littorales d'un estuaire macrotidal tempéré : la Baie de Somme, Picardie, France. Thèse Doc. Géog. Physique Labo Océanologie et Géosciences Dunkerque. 332 p.
- BASTIDE, J., 2011b. - Ensablement et traitement des franges littorales d'un estuaire macrotidal tempéré : la Baie de Somme. Colloque « Baie de Somme » 22-23 sept. 2011 : 72-85.

- BASTIDE, J., 2011c. - La gestion durable du trait de côté face à la montée de la mer : aléas, enjeux, risques et vulnérabilité du littoral de la Baie de Somme, Picardie, France. *Géo. Eco. Trop.*, 38(1), N.S. : 11-22.
- BAYLIS, K., HONEY-ROSES, J., BÖRNER, J., CORBERA, E., EZZINE-DE-BLASB, D., FERRARO, P.J., LAPEYRE, R., PERSSON, U.M., PFAFF, A. & WUNDER, S., 2016. - Mainstreaming Impact Evaluation. *Nature Conservation Conservation letters*, 9 : 58-64.
- BECK *et al.*, 2001. - The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. *BioScience*, 51(8) : 633-641.
- BECUWE, E., PREVOST, L., TALLEUX, J.-D., VEILLET, G. (20219). - Suivi du pâturage ovin en Baie de Somme sur le lot C en 2019. Rapport du GEMEL n°19-023. Doc. PDF 63 p.
- BECUWE, E., PREVOST, L., TALLEUX, J.-D., VEILLET, G., 2020a. - Suivi du pâturage ovin en Baie de Somme sur le lot D en 2020. Rapport du GEMEL n°20-025. Doc. PDF 90 p.
- BECUWE, E., PREVOST, L., TALLEUX, J.-D., VEILLET, G., 2020b. - Suivi de la Spartine anglaise en baies de Canche, Authie et Somme en 2020. Rapport du GEMEL n°20-026. Doc. PDF. 24 p.
- BECUWE, E., PREVOST, L., TALLEUX, J.-D., VEILLET, G., 2020c. - Suivi du Chiendent maritime en baies de Canche, Authie et Somme en 2020. Rapport du GEMEL n°20-027. Doc. PDF. 32 p.
- BEEFTINK, W.G., 1966. - Vegetation and habitat of the salt marshes and beach plains in the south-western part of the Netherlands. *Wentia*, 15 : 83-108.
- BEEFTINK, W.G., DAANE, M.C., MUNCK, W. DE & NIEUWENHUIZE, J., 1978. - Aspects of population dynamics in *Halimione portulacoides* communities. *Vegetatio*, 36 : 31-43.
- BESNARD, A., 2014. - Distribution et sélection d'habitat des passereaux prairiaux en plaine d'inondation. Thèse Sciences de la Terre Univ. Angers. 185 p.
- BILLEN, G. (dir.), GARNIER, J., 2009. - PIREN Seine. L'eutrophisation des cours d'eau. Doc PDF. 44 p.
- BERTNESS, M.D., 1991. - Interspecific interactions among high marsh perennials in a New England salt marsh. *Ecology*, 72 : 125-133.
- BERTNESS, M.D., EWANCHUK, P.J. & SILLIMAN, B.R., 2002. - Anthropogenic modification of New England salt marsh landscapes. *Proceedings of the National Academy of Science*, 99 : 1395-1398.
- BIORET, F., LAZARE, J.-J. & GÉHU, J.-M., 2011. - Évaluation patrimoniale et vulnérabilité des associations végétales du littoral atlantique français. *Journ. Bot. Soc. Bot. France*, 56 : 39-67.
- BIORET, F. & GLEMAREC, E., 2014. - Évaluation des changements phytocénologiques des vases salées du Finistère. *Doc. Phytosoc.*, Série 3, 1 : 67-83.
- BIORET, F., DEMARTINI, C. & GÉHU, J.-M., 2016. - Diachronie phytocénologique des végétations de prés salés de la réserve naturelle nationale de la baie de Saint-Brieuc. *An Aod*, V(1) : 1-12.
- BIORET, F. *et al.*, 2020. - Landscape phytosociology concepts and definitions applied to serial and catenal vegetation mapping. *Contrib. Bot.*, 54 : 47-53.
- BLONDEL, B., DELATTE, M., DUPUIS, L., KRAEMER, P., HERRMANN, N., MONNET, S., STADTFELD, C., BERARD, K. & TRIPLET, P., 2016. - Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Somme. Plan de gestion 2017-2021. SMBS 215 p. + annexes.
- BOCKELMANN, A.-C. and NEUHAUS, R., 1999. - Competitive exclusion of *Elymus athericus* from a high stress habitat in a European salt marsh. *Journal of Ecology*, 87 : 503-513.
- BOESCH, D.F., TURNER, R.E., 1984 - Dependence of fishery species on salt marshes : the role of food and refuge. *Estuaries*, 7 : 460-468.
- BOORMAN, L., 2003. - Saltmarsh Review. An overview of coastal saltmarshes, their dynamic and sensitivity characteristics for conservation and management. JNCC Report n° 334.
- BOUCHARD, V., DIGAIRE, F., LEFEUVRE, J.-C., GUILLON, L.M., 1995. - Progression des marais salés à l'ouest du Mont-Saint-Michel entre 1984 et 1994. *Mappemonde*, 4 : 28-34.
- BOUCHARD, V., TESSIER, M., DIGAIRE, F., VIVIER, J.P., VALERY, L., GLOAGUEN, J.C., LEFEUVRE, J.C., 2003. - Sheep grazing as management tool in Western European saltmarshes. *Comptes Rendus Biologies*, 326 : 148-157.
- BRIQUET, A., 1930. - Le littoral du nord de la France et son évolution morphologique. 438 p. Paris.
- BRYLINSKI, J.-M., LAGADEUC, Y., GENTILHOMME, V., DUPONT, J.-P., LAFITE, R., DUPEUBLE, P.-A., HUAULT, M.-F., AUGER, Y., PUSKARIC, E., WARTEL, M. & CABIOCH, L. 1991. - Le "fleuve Côtier": un phénomène hydrologique important en Manche Orientale. Exemple du Pas de Calais. *O. Acta.*, 11 : 197-203.

- BRYLINSKI, J.M., BRUNET, C., BENTLEY, D., THOUMELIN, G., HILDE, D., 1992. - Hydrography and phytoplankton biomass in the Eastern English Channel in spring, *Est. Coast. Shelf Sci.*, 43(1996)(1992) : 507-519.
- BURD, F., 1989. - The saltmarsh survey of Great Britain. An inventory of British saltmarshes. Nature Conservancy Council. Doc. PDF. 179 p.
- CAIRNS, J., MCCORMICK, P.V., NIEDERLEHNER, B.R., 1993. - A proposed framework for developing indicators of ecosystem health. *Hydrobiologia*, 236 : 1-44.
- CANARD, A., YSNEL, F., PRIGENT, L., CARPENTIER, A. 2019. - Le Mont-Saint-Michel et sa baie peuvent-ils se réconcilier ? *Docs. Phytos.*, Série 3, vol. 12, Actes Colloque Zones humides Bailleul oct. 2017 : 103-110.
- CATTEAU, E., ARGAGNON, O., CAUSSE, G., CHOISNET, G., COLLAUD, R., CORRIOL, G., DELASSUS, L., FERNEZ, T., GIGORD, GUITTON, H., HENDOUX, F., LAFON, P., MILLET, J., PANAIOTIS, C., SANZ, T., SIMLER, N., 2016. - Évaluation patrimoniale des végétations et des séries de végétations : état des réflexions et proposition méthodologique nationale du réseau des CBN. *J. Bot. Soc. Bot. France* : 1-19.
- CATTEAU, E. et al., 2021. - Végétation du nord de la France - Guide de détermination. CBN de Bailleul. Ed. Biotope. 400 p.
- CATTRIJSSE, A., HAMPEL, H., 2006. - European intertidal marshes : a review of their habitat functioning and value for aquatic organisms. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 324 : 293-307. <https://doi.org/10.3354/meps324293>.
- CAZE, G., 2011. - Référentiel typologique provisoire des habitats naturels et semi-naturels des prés salés d'Aquitaine. CBNSud-Atlantique. Doc PDF. 36 p.
- CHATER, E.H., 1962. - The role of *Halimione portulacoides* (Sea Purslane) in the development of salt marsh near Rye Harbour. *The Hastings and East Sussex Naturalist*, 9 : 147.
- CHANGE, R., 2006. - The role of dispersal constraints in the assembly of salt marsh communities. PhD thesis, University of Groningen.
- COMITE DE BASSIN ARTOIS-PICARDIE, 2019. - L'état des lieux des districts hydrographiques Escaut, Somme & cours d'eau côtiers Manche, Mer du nord, Meuse (partie Sambre) parties françaises AEAP, AFB. 140 p.
- COSTA, S., 1997. - Dynamique littorale et risques naturels : l'impact des aménagements, des variations du niveau marin et des modifications climatiques entre la Baie de Seine et la Baie de Somme. Thèse Doct. Univ. Paris I Sorbonne. 376 p.
- CZERNIAK, L., FRANQUIN, A. (SMBSGLP), COULOMBEL, R., FRANÇOIS, R. (CBNBL), 2020. - Programme de maintien de l'agriculture dans les zones humides de la plaine maritime picarde 2018-2020. Évaluation écologique des milieux prairiaux par la méthode de l'Indice de Qualité Phytocénétique des Prairies (IQPP). Rapport 2018-2020. Doc. PDF. 68 p.
- DAUVIN, J.-C., 2011. - La Manche, une mer d'interface aux usages multiples. Colloque « Baie de Somme » 22-23 sept. 2011 : 39-63.
- DALE, V.H., BEYELER, S.C., 2001 - Challenges in the development and use of ecological indicators, *Ecological Indicators*, 1 : 3-10.
- DEBUE, M., OUEDRAOGO, D.-Y., SORDELLO, R., REYJOL, Y., 2022. - Synthèse des principaux impacts de la dépollérisation sur la biodiversité : une approche par revue systématique. *Sciences Eaux & Territoires*, 41 : 1-6.
- DEL VECCHIO, S. et al., 2017. - Biogeographic variability of coastal perennial grasslands at the European scale. *Applied Vegetation Science*, 21(2) DOI: 10.1111/avsc.12356.
- DEMARTINI, C., 2016. - Les végétations des côtes Manche-Atlantique françaises : essai de typologie et de cartographie dynamico-caténales. Thèse doct. Univ. Bretagne Occ. 671 p. + atlas.
- DEMARTINI, C., 2016. - Le synrelevé des complexes caténaux littoraux. Doc PDF. 5 p.
- DEMARTINI, C., BIORET, F. & LAZARE, J.-J., 2012. - Typologie et cartographie des géopermaséries et des géocurtaséries des végétations littorales des côtes Manche-Atlantique françaises. *Doc. phytosoc.*, série 3.
- DEMARTINI, C., BIORET, F., 2014. - Zonation des végétations du littoral Manche-Atlantique : typologie et bioévaluation des géopermaséries des vases salées. *Docs. Phytos.* Actes Colloque Zones humides Bailleul oct. 2017 : 157-175.
- DENIS, L., GONTHARET, S., VOLTZ, B., CESBRON, F., DUONG, G., MERESSE, M., GOULARD, F. et al., 2017. - Diversité des faciès sédimentaires et diversité fonctionnelle (production /dégradation de la matière organique) dans les zones intertidales des baies de Canche et d'Authie. Rapport ULCO. PNMEPMO. 53 p.
- DENIS, L., GONTHARET, S., VOLTZ, B., CESBRON, F., DUONG, G., MERESSE, M., GOULARD, F. et al., 2019. - diversité des faciès sédimentaires et diversité fonctionnelle (production /dégradation de la matière organique) dans les zones intertidales des baies de Canche et d'Authie. Rapport. Doc. PDF 53 p.

- DIJKEMA, K.S., 1983. - Use and management of mainland salt marshes and halligen. *In* DIJKEMA, K.S., WOL, W.J. (Eds.), *Flora and vegetation of the Wadden Sea Islands and Coastal Areas*. Balkema, Rotterdam : 302-312.
- DIJKEMA, K.S., 1987. - Changes in salt-marsh area in the Netherlands Wadden Sea after 1600. *In* HUISKES A.H.L., BLOM C.W.P.M., ROZEMA J. (Eds.) *Vegetation Between Land and Sea*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht : 42-49.
- DIJKEMA, K.S., 1990. - Salt and brackish marshes around the Baltic Sea and adjacent parts of the North Sea : their vegetation and management. *Biological Conservation*, 51 : 191-209.
- DIJKEMA, K.S., 1994. - Auswirkung des Meeresspiegelanstieges auf die Salzwiesen. *In*: LOZA-N, J.L., RACHOR, E., REISE, K., VON WESTERNHAGEN, H., LENZ, W. (Eds.), *Warnsignale aus dem Wattenmeer*. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin : 196-20.
- DOLIQUE, F., 1999. - The Bas-Champs de Cayeux coast (Picardy): conflicts and controversies over a sea defence strategy. *Rev. géogr. Lyon*, 74(1) : 59-64.
- DUHAMEL, F., FARVACQUES, C., BLONDEL, C., DELPLANQUE, S., CATTEAU, E., GELEZ, W., FRANÇOIS, R., CHOLET, J., BUCHET, J., MASSARD, O., 2017. - Guide des végétations littorales du Nord-Ouest de la France. CRP/CBNBailleul. 704 p. Bailleul.
- DUPONCHELLE, G., MEIRLAND, A., 2012. - Projet : opérations de lutte contre le chiendent en Baie de Somme. Rapport GEMEL. 9 p.
- DUPONCHELLE, G., MEIRLAND, A., 2013. - Bilan des opérations de lutte contre le chiendent en Baie de Somme. Rapport GEMEL. 10 p.
- DURANT, D., 2001. - Différences dans l'utilisation des hauteurs d'herbe par les Anatidés herbivores et mécanismes sous-jacents. Thèse doct. Univ. La Rochelle. 183 p. + annexes.
- ESSELINK, P., 2000. - Nature management of coastal salt marshes, interactions between anthropogenic influences and natural dynamics. PhD. Thesis Univ. of Groningen (NL).
- ESSELINK, P., ZIJLSTRA, W., DIJKEMA, K., DIGGELEN, R., 2000. - The effects of decreased management on plant-species distribution patterns in a salt marsh nature reserve in the Wadden Sea. *Biol. Conserv.*, 93 : 61-76.
- EYBERT, M.-C., 2012. - Passereaux des marais maritimes et quelques principes de gestion. *In* TRIPLET (dir.) *Manuel d'étude et de gestion des oiseaux et de leurs habitats en zones côtières* : 377-404.
- EWANCHUK, P.J. & BERTNESS, M.D., 2004. - Structure and organization of a northern New England salt marsh plant community. *Journal of Ecology*, 92 : 72-85.
- FARVACQUES, C., DUHAMEL, F., 2015. - Contribution à la connaissance des végétations littorales du Nord de la France. *Bull. Soc. Linn. Nord-Pic.*, N.S., 33 : 63-90.
- FERAUD-LECOINTRE, B., 2017. - Les AOP « prés-salés du Mont-Saint-Michel » et « prés-salés de la baie de Somme » thèse pour le doctorat vétérinaire. Fac. médecine Créteil. 140 p.
- FISSON, C. (dir.), 2014. - Qualité des eaux de l'estuaire de la Seine. GIP Seine aval. Doc PDF. 54 p.
- FERRARO, P.J. & HANAUER, M.M., 2014. - Advances in measuring the environmental and social impacts of environmental programs. *Ann. Rev. Environ. Resour.*, 39 : 495-517.
- 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. CRP/CBNBailleul. 656 p.
- FRANÇOIS, R., COULOMBEL, R., LAUGROS, H., HAUGUEL, J.-C., 2017. - Proposition méthodologique de suivi des zones humides : l'Indice de Qualité Phytocénotique Zones Humides : IQPZ. CRP/CBNBailleul. Rapport PDF. 94 p.
- FRANÇOIS, R., LAUGROS, H., COULOMBEL, R., HAUGUEL, J.-C., 2019. - Programme d'expertise, de porter à connaissance et d'assistance technique sur les cours d'eau et les zones humides des bassins de l'Oise, de l'Aisne, de la Marne et de la Bresle en Picardie. Bilan 2018. Conservatoire botanique national de Bailleul, Agence de l'Eau Seine-Normandie, Conseil régional Hauts-de-France, 1 vol., 24 p. Bailleul.
- FRANÇOIS, R. (coord.), FONTENELLE, A., CONTANT, S., 2021. - Programme de suivi d'indicateurs flore-végétations pour les cours d'eau et les zones humides du bassin versant Artois-Picardie. Bilan 2019-2020. Conservatoire botanique national de Bailleul, pour l'AMEVA, l'Agence de l'Eau Artois-Picardie, la Région Hauts-de-France et le Conseil départemental de la Somme. 1 vol., 25 p. + annexes. Bailleul.
- FRANÇOIS, R., COULOMBEL, R. 2021. - Le pâturage des prés-salés en Baie de Somme : analyse des enjeux flore et végétations. Rapport CRP/CBNBailleul pour le PNMEPMO. Doc PDF. 65 p. Bailleul.

- FRIESS, D.A., SPENCER, T., SMITH, G.M., MÖLLER, I., BROOKS, S.M., THOMSON, A.G., 2012. - Remote sensing of geomorphological and ecological change in response to saltmarsh managed realignment, The Wash, UK. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 18 : 57-68.
- GARCIA HERNANDEZ, D.E., BARAZA, E. & CHRISTIAN, S., BERG, M. & SALLES, J., 2020. - Salt Marsh elevation drives root microbial composition of the native invasive grass *Elytrigia atherica*. *Microorganisms*. 8. 1619. 10.3390/microorganisms8101619.
- GÉHU, J.-M., 1976. - Approche phytosociologique synthétique de la végétation des vases salées du littoral atlantique français. *Coll. phytosoc.*, 4 (Lille 1975) : 395-462.
- GÉHU, J.-M., 1979. - Etude phytocénétique analytique et globale de l'ensemble des vases et prés salés et saumâtres de la façade atlantique française. Ministère environnement et cadre de vie. 514 p. Bailleul.
- GÉHU, J.-M., 1982. - La végétation du littoral Nord - Pas-de-Calais. 361 p. Bailleul.
- GÉHU, J.-M., 1982. - Les groupements à *Carex distans* du littoral atlantique français. *Doc. phytosoc.*, N.S., 6 : 303-310.
- GÉHU, J.-M., 1984. - Schéma synsystématique et synchorologique des végétations phanérogamiques halophiles françaises. *Doc. phytosoc.*, N.S., 8 : 51-70.
- GÉHU, J.-M., 1992. - Sur la fragilité structurale de la frange terrestre des bords de mer et son analyse par les méthodes de la phytocénétique moderne dans un souci conservatoire. *Coll. Phyto.*, XIX, Végétation et qualité de l'environnement côtier en Méditerranée, Cagliari 1989 : 37-44.
- GÉHU, J.-M., 2004. - La symphytosociologie trente ans plus tard (1973-2003). Concepts, systématisation, applications. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, N.S., 35 : 63-80.
- GÉHU, J.-M., 2006. - Excursion du 17 septembre 2006 : Le littoral de Cayeux-sur-Mer (80). *Bull. Soc. Linn. Nord-Pic.*, N.S., 24 : 176-186.
- GÉHU, J.-M., 2007. - Les Salicornes du littoral picard. Biodiversité et coenodiversité actuelles. *Bull. Soc. Linn. Nord-Pic.*, N.S., 25 : 7-10.
- GÉHU, J.-M., 2008. - La végétation héliophytique de la réserve naturelle de la Baie de Somme. *Bull. Soc. Linn. Nord-Pic.*
- GÉHU, J.-M., CARON, B. et BON, M., 1976. - Données sur la végétation des prés salés de la baie de Somme. *Coll. phytosoc.*, IV « Les vases salées », Lille 1975 : 197-225.
- GÉHU, J.-M. & GÉHU-FRANCK, J., 1982. - Étude phytocénétique analytique et globale de l'ensemble des vases et prés-salés et saumâtres de la façade atlantique française. *Bull. d'Écologie*, 13(4) : 375-386.
- GÉHU, J.-M., BIONDI, E., COSTA, M. & GÉHU-FRANCK, J., 1987. - Les systèmes végétaux des contacts terre/mer (dunes et vases salées de l'Europe méditerranéenne). *Bull. d'Écologie*, 18(2) : 189-199.
- GÉHU, J.-M., BOUZILLÉ, J.-B., BIRET, F., GODEAU, M., BOTINEAU, M., CLÉMENT, B., TOUFFET, J. & LAHONDÈRE, C., 1988. - Approche paysagère symphytosociologique des marais littoraux du Centre-Ouest de la France. *Coll. Phytosoc.*, XVII Phytosociologie et paysages : 109-127.
- GEMEL, 2005. - La qualité des eaux littorales de la Somme. Bilan 1992-2004. Rapport. 30 p.
- GLEMAREC, E. & LAURENT, E., 2016. - Contribution à l'étude des prairies humides mésotrophiles et eutrophiles de Bretagne. Typologie phytosociologique. CBN Brest. 63 p + annexes.
- GLEMAREC, E. & WATTEZ, J.-R., 2019. - Contribution à l'étude des écotones prés salés/landes des rias du sud Morbihan : approche phytosociologique et conservatoire Actes Coll. Bailleul oct. 2017 « Valeurs et usages des zones humides ». *Doc. Phytosoc.* : 407-418.
- GOELDNER-GIANEL, L., 2011. - La dépoldérisation en France : état des lieux et perception sociale en Baie de Somme et dans le bassin d'Arcachon. Colloque « Baie de Somme » 22-23 sept. 2011 : 20-34.
- GOSSELIN, F., CORDONNIER, T., BILGER, I., JAPPIOT, M., CHAUVIN, C., GOSSELIN, M., 2018. - Ecological research and environmental management: we need different interfaces based on different knowledge types. *Journal of Environmental Management*, 218 : 388-401.
- HAUGUEL, J.-C. & DE FERAUDY, E., 2004. - Le Lilas de mer (*Limonium vulgare* Mill.) sur la côte picarde. Etat des lieux en 2004 et perspectives de conservation. *Bull. Soc. Linnéenne Nord-Picardie*, N.S., 22 : 45-57.
- HAUGUEL, J.-C. & TOUSSAINT, B., 2010. - Les cordons de galets de Cayeux-sur-Mer (Somme, France): évolution récente de la flore et de la végétation. *Acta Botanica Gallica*, 157(1) : 151-169.

- HEBERT, A., FRANQUIN, A. (SMBSGLP), COULOMBEL, R., FRANÇOIS, R. (CBNBL), 2018. - Programme de maintien de l'élevage et valorisation des prairies de la plaine maritime picarde 2018-2020. Évaluation écologique des prairies sur lesquelles un changement de pratiques est engagé. Rapport 2018. Doc. PDF. 68 p.
- HOCQUETTE, M., GÉHU, J.-M. & FAUQUET, M., 1965. - Contribution à l'étude phytosociologique de l'estuaire de l'Authie. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, N.S., XVIII : 114-133.
- INAO (Institut national de l'origine et de la qualité), 2012. - Cahier des charges de l'appellation d'origine « Prés-salés de la Baie de Somme » homologué par le décret n°2012-278 du 27 février 2012, JORF du 29 février 2012. *Bull. offic. Minist. agric, alim., pêche, ruralité et amén. Territoire*, n°9-2012 Doc PDF. 15 p.
- JENSEN, A., 1985a. - The effect of cattle and sheep grazing on salt-marsh vegetation at Skallingen, Denmark. *Vegetatio*, 60 : 37-48.
- JENSEN, A., 1985b. - On the ecophysiology of *Halimione portulacoides* (L.) Aellen. *Vegetatio*, 60.
- KIEHL, K., EISCHEID, I., GETTNER, S., WALTER, J., 1996. - Impact of different sheep grazing intensities on saltmarshes in northern Germany. *Journal of Vegetation Sciences*, 7 : 99-106.
- KOSTECKI, C., 2010. - Dynamique trophique, habitat benthique et fonction de nourricerie des habitats côtiers et estuariens. Thèse Agrocampus Rennes. 174 p.
- LAFFAILLE, P., FEUNTEUN, E., LEFEUVRE, J.-C. 2000a. - Composition of fish communities in a European macrotidal salt marsh (the Mont-Saint-Michel Bay, France). *Estuarine, Coastal and Shelf Sciences* 51 : 429-438.
- LAFFAILLE, P., LEFEUVRE, J.-C., FEUNTEUN, E. 2000b. - Impact of sheep grazing on juvenile sea bass, *Dicentrarchus labrax* L., in tidal salt marshes. *Biological Conservation* 96 : 271-277.
- LAFFAILLE, P., LEFEUVRE, J.-C., SCHRICKE, M.T., FEUNTEUN, E. 2001. - Feeding ecology of 0-group sea bass *Dicentrarchus labrax* in salt marshes of Mont Saint-Michel bay (France). *Estuaries*, 24 : 116-125.
- LAFFAILLE, P., FEUNTEUN, E., LEFEUVRE, C., RADUREAU, A., SAGAN, G., LEFEUVRE, J.-C., 2002. - Can thin-lipped mullet directly exploit the primary and detritic production of European macrotidal salt marshes? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 54 : 729-736.
- LAFFAILLE, P., BAISEZ, A., RIGAUD, C., FEUNTEUN, E., 2004. - Habitat preferences of different European eel size classes in a reclaimed marsh : a contribution to species and ecosystem conservation. *Wetlands*, 24 : 642-651.
- LAFFAILLE, P., PETILLON, J., PARLIER, E., VALERY, L., YSNEL, F. et al., 2005. - Does the invasive plant *Elymus athericus* modify fish diet in tidal salt marshes ? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 65 : 739-746.
- LAMBINON, J., VAN DERPOORTEN, A., 2007. - Les Salicornes (*Salicornia* sp.), groupe taxonomique emblème de la flore des sols salés et de sa complexité. *Bull. Soc. Linn. Nord-Pic.*, N.S., 25 : 11-17.
- LANGIN, S., BERTHO, G., MEIRLAND, A., 2007. - Comparaison de deux taxons des milieux pionniers, la Spartine anglaise (*Spartina anglica*) et les Salicornes (*Salicornia* sp.) en Baie de Somme. *Bull. Soc. Linn. Nord-Pic.*, N.S., 25 : 26-32.
- LAFAGE, D. et al., 2020. - Changes in salt-marsh vegetation weakly affect top consumers of aquatic food webs. doi: <https://doi.org/10.1101/2020.07.27.222406>.
- LAFON, P., AIRD, A., BEUDIN, T., LE FOULER, A., LEVY, W., ROMEYER, K., BELAUD, A. & CAZE, G., 2018. - Catalogue des végétations de la Gironde. Synsystème, répartition, écologie et cortège typique. Conservatoire botanique national Sud-Atlantique. Doc. PDF. 209 p.
- LAZARE, J.-J., 2014. - La phytosociologie paysagère : vers une gestion intégrée de la biodiversité. (Conférence). « Colloque international, 1973 - 2014 : La phytosociologie paysagère : des concepts aux applications », 23 au 25 sept. 2014, Brest. *Doc. Phytosoc.*, série 3, vol. 7.
- LEFEUVRE, J.-C., BOUCHARD, V., FEUNTEUN, E., GRARE, S., LAFFAILLE, P., RADUREAU, A., 2000. - European salt marshes diversity and functioning : the case study of the Mont-Saint-Michel bay, France. *Wetland Ecology and Management*, 8 : 147-161.
- LEFEUVRE, J.-C., LAFFAILLE, P., FEUNTEUN, E., BOUCHARD, V., RADUREAU, A., 2003. - Biodiversity in salt marshes: from patrimonial value to ecosystem functioning. The case study of the Mont-Saint-Michel bay. *Comptes Rendus Biologie*, 326 : 125-131.
- LEFEUVRE, J.-C., BOUCHARD, V. & FEUNTEUN, E., 2006. - Invasion des marais salés intertidaux par un complexe d'espèces et d'hybrides de chiendent (appartenant au genre *Elytrigia*) et fonctionnement écologique des marais salés de la Baie du Mont Saint-Michel. Pages 121-128 in Collectif (Ed), Programme de recherche Invasions biologiques. Colloque de restitution 17-19 oct. Moliets (Landes).
- LEFEUVRE, J.-C., 2010. - Histoire et écologie de la baie du Mont-Saint-Michel. Ouest France éd. 270 p.
- LEFEUVRE, J.-C., RAUSS, I., 2014. - *Spartina anglica* in the Mont Saint-Michel's Bay: a green peril revisited : 89-92.

- LEPAREUR, F., 2011. - Evaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins à l'échelle d'un site Natura 2000 - Guide méthodologique - Version 1. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 55 p.
- LEPORT, L., BAUDRY, J., RADUREAU, A. & BOUCHEREAU, A., 2006. - Sodium, potassium and nitrogenous osmolyte accumulation in relation to the adaptation to salinity of *Elytrigia pycnantha*, an invasive plant of the Mont Saint-Michel bay. *Cahiers biol. Marine*, 47(1) : 31-37.
- LOQUET, N., RYBARCZYK, H., ELKAIM, B., 2000. - Échanges de sels nutritifs entre la zone côtière et un système estuarien intertidal : la baie de Somme (Manche, France). *Oceanologica Acta*, 23 : 47-64.
- LUSH, M., HAYNES, T., LUSH, C., 2014. - *Spartina anglica* and its management in estuarine Natura 2000 sites: an update of its status and monitoring future change in England. Doc PDF 105 p.
- MACIEJEWSKI, L., 2012. - État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Rapport d'étude. Version 1 - Février 2012. SPN, MNHN Paris. Doc. PDF. 119 p.
- MARION, C., 2007. - Processus de sédimentation fine en domaine estuarien macrotidal : approche trans-disciplinaire et multi-échelles ; application à l'estuaire de l'Authie, nord de la France. Thèse doct. Univ. Littoral Côte d'Opale Dunkerque. 316 p.
- MASSELINK, G., HANLEY, M.E., HALWYN, A.C., BLAKE, W., KINGSTON, K., NEWTON, T., WILLIAMS, M., 2017. - Evaluation of salt marsh restoration by means of self-regulating tidal gate - Avon estuary, South Devon, UK. *Ecological Engineering*, 106 : 174-190.
- MEIRLAND, A., 2011. - Évolution de la végétation de la Baie de Somme au cours des cent dernières années. Colloque « Baie de Somme » 22-23 sept. 2011 : 86-103.
- MEIRLAND, A., 2015. - Déterminismes et rôles des communautés végétales dans le fonctionnement de l'écosystème estuarien de la Baie de Somme. Thèse Doct. Univ. Pic. Jules Verne Amiens. 419 p.
- MEIRLAND, A., GÉHU, J.-M., LANGIN, S., 2007. - Sortie de terrain dans le cadre du colloque « Les Salicornes » 22 et 23 septembre 2007. *Bull. Soc. Linn. Nord-Pic.*, N.S., 25 : 18-21.
- MEIRLAND, A., TALLEUX, J.-D., 2007. - Etude de la croissance des Salicornes de bas niveaux (groupe *dolychostachya/fragilis*) en Baie de Somme : résultats préliminaires. *Bull. Soc. Linn. Nord-Pic.*, N.S., 25 : 22-25.
- MEIRLAND, A., BERTHO, G., LANGIN, S., 2008. - Comparaison de deux taxons de milieux pionniers, la Spartine anglaise (*Spartina anglica*) et les Salicornes (*Salicornia* sp.) en baie de Somme. *Aestuaria*, 13.
- MEIRLAND, M., BOUVET, A., RYBARCZYK, H., DUBOIS, F. & CHABRERIE, O., 2013. - Effects of sheep grazing on salt-marsh plant communities in the bay of Somme (France). *Revue d'écologie*, 68 : 319-333.
- MEIRLAND, A., CARPENTIER, L., BERTHO, G., 2009. - Synthèse des données sur la baie de Somme : les sédiments, la végétation, les invertébrés et les aménagements. Rapport GEMEL. Doc PDF. 276 p.
- MEIRLAND, A., GALLET-MORON, E., RYBARCZYK, H., DUBOIS, F. & CHABRERIE, O., 2015. - Predicting the effects of sea level rise on salt marsh plant communities: does vegetation age matter more than sea level ? *Plant Ecology and Evolution*, 148(1): online: <http://dx.doi.org/10.5091/plecevo.2015.968>.
- MEIRLAND, A., RIGAU, T. & BLONDEL, B., 2016. - Oiseaux nicheurs des schorres des estuaires de la Somme et de l'Authie. *Alauda*, 84(1) : 45-54.
- MESTELAN, P., AGREIL, C., MAGDA, D., PLANTUREUX, S., AMIAUD, B., DE SAINTE MARIE, C., 2011. - Concours agricole national des prairies fleuries, Fiche de notation. Ed°2011 - Fédération des parcs naturels régionaux. Téléchargeable sur le site www.prairiesfleuries.fr.
- MICHEL, C., 2016. - Morphodynamique et transferts sédimentaires au sein d'une baie mégatidale en comblement (Baie de Somme, Manche Est). Stratégie multi-échelles spatio-temporelles. Thèse Géomorphologie. Normandie Université.
- OLLIVIER, E., 2018. - Suivi du Chiendent maritime en baies de Somme, Authie et Canche, en 2018. Rapport GEMEL. Doc PDF. 12 p.
- OLLIVIER, E., DORTHE, S., TALLEUX, J.D., ROLET, C., 2019. - Influence des moyens de lutte mis en place contre une espèce invasive, *Spartina anglica*, sur deux espèces locales de la baie de Somme - Projet LiPGIOSS Rapport GEMEL. Doc. PDF. 197 p.
- PARC NATIONAL MARIN ESTUAIRES PICARDS MER D'OPALE (PNMEPMO), 2011. - Estuaire. Volume 1. Richesses de la mer. Agence des aires marines protégées. Doc PDF. 110 p.

- PARLIER, E., 2006. – Approche quantitative de la fonction de nurricerie des systèmes estuariens-vasières. Cas du Bar européen (*Dicentrarchus labrax*, L. 1758 ; a.k.a. *Morone labrax*) dans cinq nurriceries du Ponant : estuaire de la Seine, estuaire de la Loire, baie du Mont-Saint-Michel, baie de Saint-Brieuc et baie de l'Aiguillon. Thèse doct. Univ. La Rochelle. 282 p.
- PARLIER, E.P., ALBERT, F., CUZANGE, P.-A., DON, J., FEUNTEUN, E., 2006. – Impact of vegetation structure dynamics and usage on the nursery function of West European tidal salt-marshes. *Cahiers de Biologie Marine*, 47 : 47-62.
- PEDERSEN, O, MALIK, A.I., COLMER, T.D., 2010. – Submergence tolerance in *Hordeum marinum*: CO₂ determines underwater photosynthesis and growth. *Functional plant biology*, 37(6) : 524-531.
- RANWELL, D.S., 1961. – *Spartina* salt marshes in southern England: The effects of sheep grazing at the upper limits of *Spartina* marsh in bridgwater bay. *The journal of ecology*, 49 : 325-340.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., 2005. – Notions on dynamic-catenal phytosociology as a basis of landscape science. *Plant Biosystems*, 139(2) : 135-144.
- ROCROY, M., BUWE, E., TALLEUX, J.-D., 2020. – Evaluation des labours de 2020 et évolution des travaux depuis 2017. Rapport GEMEL. Doc. PDF. 9 p.
- ROCHETTE, S. et al., 2014. – Effect of nursery habitat degradation on flatfish population : application to *Solea solea* in the Eastern Channel (Western Europe). *J. of Sea Research*, 64(1-2) : 34-44.
- RUELLET, T., DUPONCELLE, G., FOVEAU, A., MEIRLAND, A., 20130. – GEMEL : Rapport d'activité de l'année 2012. Doc. PDF. 38 p.
- SCHRIKE, V., 2009a. – La gestion des herbues de la baie du Mont Saint-Michel. Présentation Powerpoint, Doc PDF. 15 p.
- SCHRIKE, V., 2009b. – La gestion des herbues de la baie du Mont Saint-Michel. Actes colloque « Zones humides, chasse et conservation de la nature Baie de Somme juin 2009. *Aestuarina*, coll. Paroles des marais atlantiques : 97-109.
- SCHRIKE, V. & VALERY, L., 2016. – Aménagements en faveur des oiseaux d'eau. Une expérience réussie sur les marais salés de la RCFS en baie du Mont-Saint-Michel. *Faune sauvage*, 311 : 30-36.
- SMOKOROWSKI, K.E. & RANDALL, R.G., 2017. – Cautions on using the Before-After-Control-Impact design in environmental effects monitoring programs. *FACETS*, 2 : 212-232.
- SORDELLO, R., BERTHEAU, Y., COULON, A., JEUSSET, A., OUEDRAOGO, D.Y., VANPEENE, S., VARGAC, M., VILLEMEY, A., WITTE, I., REYJOL, Y., TOUROULT, J., 2019. – Les protocoles expérimentaux en écologie. Principaux points clefs. UMS PatriNat, CESCO, Irstea. Rapport. 32 p.
- TESSIER, M., VIVIER, J.-P., OUIN, A., GLOAGUEN, J.-C. & LEFEUVRE, J.-C., 2003. – Vegetation dynamics and plant species interactions under grazed and ungrazed conditions in a western European salt marsh. *Acta Oecologica*, 24 : 103-111.
- TILMAN, D., WEDIN, D., KNOPS, J., 1996. – Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature*, 379 : 718-720.
- TOUSSAINT, B., 1997. – L'étude phytocénologique appliquée au diagnostic, à l'évaluation et au suivi phytocénologique d'un site littoral protégé : la Réserve naturelle de la baie de Somme (département de la Somme, France). *Coll. Phytosoc.*, 27 : 1043-1069.
- TRIPLET, P. (dir.), 2012. – Manuel d'étude et de gestion des oiseaux et de leurs habitats en zones côtières. Forum des marais atlantiques. *Aestuarina*. Paroles des marais atlantiques. 775 p.
- TRIPLET, P. & MEIRLAND, A., 2008. – Une expérience de contrôle de Spartine anglaise *Spartina anglica* en baie de Somme. In Les plantes envahissantes du littoral atlantique : le cas de la Spartine anglaise (*Spartina anglica*). *Aestuarina*, 13 : 125-134.
- TRIPLET, P., MEIRLAND, A., DUCROTOY, J.P., BASTIDE, J., 2008. – La Spartine anglaise dans le monde : une synthèse des connaissances. In Les plantes envahissantes du littoral atlantique : le cas de la Spartine anglaise (*Spartina anglica*). *Aestuarina*, 13.
- TRIPLET, P., SIMON, F., ROLLION, G., 2008. – Plan de gestion 2011-2015 de la Réserve Naturelle de la Baie de Somme. SMBSGLP. 224 p.
- TROCCAZ, O., 1996. – Evolution de la dynamique d'un marais salé : processus fonctionnels internes et relations avec le milieu côtier, la Baie du Mont Saint Michel. Thèse Univ. Rennes I. 122 p.
- VALÉRY, L., BOUCHARD, V. & LEFEUVRE, J.-C., 2004. – Impact of the invasive native species *Elymus athericus* on carbon pools in a salt marsh. *Wetlands*, 24 : 268-276.

- VALÉRY, L., RADUREAU, A., LEFEUVRE, J.-C., 2017. - Spread of the native grass *Elymus athericus* in salt marshes of Mont Saint-Michel bay as an unusual case of coastal eutrophication. *Journal of Coastal Conservation*, 21 : 421-433.
- VALÉRY, L., 2010. - Évolution naturelle et anthropique des marais salés : conséquences fonctionnelles. In Rôle des marais salés dans le fonctionnement des baies, Académie d'agriculture de France, séance du 10 novembre 2010.
- VAN WIJNEN, H.J., BAKKER, J.P., 1997. - Nitrogen accumulation and plant species replacement in three salt marsh systems in the Wadden Sea. *Journal of Coastal Conservation*, 3 : 19-26.
- VEENEKLAAS, R., DIJKEMA, K.S., HECKER, N. & BAKKER, J.P., 2013. - Spatio-temporal dynamics of the invasive plant species *Elytrigia atherica* on natural salt marshes. *Applied Vegetation Science*, 16 : 205-216.
- VERGER, F., 2005. - Marais et estuaires du littoral français. Belin ed. 335 p.
- VERGER, F., 2009. - Zones humides du littoral français. Belin ed. 448 p.
- VERGER, F., 2011. - L'embouchure de la Somme et la perte progressive de son caractère maritime, du Moyen-âge à aujourd'hui. Colloque « Baie de Somme » 22-23 sept. 2011 : 8-19.
- VELDHUIS, ER, SCHRAMA, M, STAAL MAND ELZENGA, JTM, 2019. - Plant stress-tolerance traits predict salt marsh vegetation patterning. *Front. Mar. Sci.*, 5 : 501.
- VELDKORNET, D.A., POTTS, A.J., ADAM, J.B., 2016. - The distribution of salt marsh macrophyte species in relation to physicochemical variables. *South African Journal of Botany*, 107 : 84-90.
- VICKERY, J.-A., TALLOWIN, J.R.B., FEBER, R.E., ASTERAKI, E.J., ATKINSON, P.W., FULLER, R.J., BROWN, V.K., 2001. - The management of lowland neutral grasslands in Britain: effects of agricultural practices on birds and their food resources. *J. of appl. ecol.* 38(3) : 647-664.
- VIENNOT, P., LEDOUX, E., MONGET, J.-M., SCHOTT, C., GARNIER, C., BEAUDOIN, N., 2009. - PIREN Seine. La pollution par les nitrates. Doc PDF. 44 p.
- VILLEJOURBERT, G., CATTEAU, E., BLONDEL, C., FRANÇOIS, R., COULOMBEL, R., 2020. - *Junco maritimi* – *Caricetum extensae* (Corill. 1953) Parriaux et Géhu 1976. Prairie naturelle à Jonc maritime et Laiche étirée. Fiche CBNBailleul. 6 p.
- WAINRIGHT, S.C., WEINSTEIN, M.P., ABLE, K.W., CURRIN, C.A., 2000. - Relative importance of benthic microalgae, phytoplankton, and the detritus of smooth cordgrass (*Spartina*) and the common reed (*Phragmites*) to brackish marsh food webs. *Marine Ecol. Progress Series*, 2000 : 77-91.
- WARREN, R.S., FELL, P.E., GRIMSBY, J.L., BUCK, E.L., RILLING, G.C., FERTIK, R.A., 2001. - Rates, patterns, and impacts of *Phragmites australis* expansion and effects of experimental *Phragmites* control on vegetation, macroinvertebrates, and fish within tidelands of the lower Connecticut River. *Estuaries*, 24 : 90-107.
- WATTEZ, J.-R., 1964. - Observations floristiques dans le nord du Marquenterre et ses abords en 1964. *Bull. Soc. Bot. N. Fr.*, 17(4) : 229-237.
- WATTEZ, J.-R., 1965. - Nouvelles observations floristiques dans le Marquenterre et ses abords en 1965. *Bull. Soc. Bot. N. Fr.* 18(4) : 198-204.
- WATTEZ, J.-R. & GÉHU, J.-M., 1988. - Compte-rendu détaillé de l'excursion des 19 et 20 septembre 1987 sur le littoral picard. *Bull. Soc. Linnéenne Nord-Picardie*, N.S., 6 : 50-68.
- WIGGERSHAUS, A., 1994. - Zur populationsbiologie von *Aster tripolium*. Thèse doct. Univ. Kiel (Allemagne). 123 p.
- WILSON, J.G., RYBARCZYCK, H. & ELKAIM, B., 2007. - A comparison of energy flow through the Dublin Bay and Baie de Somme intertidal ecosystems and their network analysis. *Hydrobiologia*, 588 : 231-243.

Ressources internet

- BEAUCHAMPS, J., non daté. - La Baie de Somme. <https://www.u-picardie.fr/beauchamp/bds/inter-5.htm>.
- CBN de BAILLEUL (CBNBL), 2021. - <https://www.cbnbl.org/>.
- CELRL, 2022. - Projet LIFE ADAPTO. La Baie d'Authie : <https://www.lifeadaptto.eu/baie-d-authie.html>.
- GEMEL - GROUPE D'ETUDE DES MILIEUX ESTUARIENS, 2021. - <http://www.gemel.org/> (consultations janv.-mars 2021).
- KOPPENAAL, E.C., ESSELINK, P., VAN DUIN, W.E., BAKKER, J.P., 2021. -Temporal and Spatial Accretion Patterns and the Impact of Livestock Grazing in a Restored Coastal Salt Marsh. *Estuaries and Coast* online : <https://doi.org/10.1007/s12237-021-00963-w>.
- MEIRLAND, A., GALLET-MORON, E., RYBARCZYK, H., DUBOIS, F. & CHABRERIE, O., 2015. - Predicting the effects of sea level rise on salt marsh plant communities: does vegetation age matter more than sea level ? *Plant Ecology and Evolution*, vol. 148(1) : online: <http://dx.doi.org/10.5091/plecevo.2015.968>.
- MILIEU MARIN France, 2021. - Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) : <https://www.milieumarinfrance.fr/Nos-rubriques/Cadre-reglementaire/Directive-Cadre-strategie-pour-le-milieu-marin>.
- OFB, 2021. - Portail technique. Le site pour les professionnels de la biodiversité. La Baie de Somme. <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/532>.
- PIREN Seine, 2021. - https://www.piren-seine.fr/publications/fascicules/agriculture_du_bassin_de_la_seine.
- PNMEPMO - PARC NATUREL MARIN ESTUAIRES PICARDS MER D'OPALE, 2021. - <https://parc-marin-epmo.fr> (consultations janv.-fév. 2021).
- PNM EPMO, 2021. - Projet VEGELITES : Connaître les végétations des estuaires. Parc naturel marin Estuaires picards et de la mer d'Opale (parc-marin-epmo.fr).
- Prés salés de la baie de Somme
https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Pr%C3%A9s_sal%C3%A9s_de_la_baie_de_Somme&oldid=181269827 (consulté le 01/09/2021).

Bases de données flore

- Digitale, 2020 : <https://digitale.cbnbl.org> : Système d'information sur la flore et les végétations du Nord-Ouest de la France. : digitale.cbnbl.org. Conservatoire botanique national de Bailleul, 1994-2020 (consultations nov-déc. 2020).
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF), 2019. - <https://www.gbif.org> (consultations nov-déc. 2020).
- Siflore, 2020. - Siflore.fcbn.fr : Système d'Information sur la Flore de France (FCBN), (consultations nov-déc. 2020).

PARTIE 5

ANNEXES

ANNEXE 1 - PROPOSITION DE VALEURS INDICATRICES DES PRINCIPAUX SYNTAXONS TERRESTRES DES ESTUAIRES DU PARC NATUREL MARIN DES ESTUAIRES PICARDS ET DE LA MER D'OPALE (PROPOSITION DU CBN DE BAILLEUL)

IQPE - Proposition de valeurs indicatrices des principaux syntaxons terrestres des estuaires du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale (proposition du CBN de Bailleul)

Végétations	Vi
AGROSTIETEA STOLONIFERAEE Oberd. 1983	
<i>Potentillo anserinae - Polygonetalia avicularis</i> Tüxen 1947	
<i>Loto tenuis - Festucenalia arundinaceae</i> Julve ex B. Foucault et al. in B. Foucault & Catteau 2012	
<i>Loto tenuis - Trifolion fragiferi</i> V. Westh. et al. ex B. Foucault 2008	12
<i>Agrostio stoloniferae - Caricetum vikingensis</i> Géhu 1982	16
<i>Agrostio stoloniferae - Caricetum vikingensis</i> Géhu 1982 <i>lotetosum tenuis</i>	
ASTERETEA TRIPOLII V. Westh. & Beeftink in Beeftink 1962	
<i>Glauco maritimae - Puccinellietalia maritimae</i> Beeftink & V. Westh. in Beeftink 1962	10
<i>Puccinellion maritimae</i> W.F. Christ. 1927 nom. corr.	
<i>Puccinellion maritimae</i> Géhu in Géhu & Géhu-Franck 1984	
<i>Puccinellietum maritimae</i> W.F. Christ. 1927 nom. corr.	10
<i>Puccinellietum maritimae</i> W.F. Christ. 1927 nom. corr. <i>typicum</i> Géhu & Géhu-Franck 1982 nom. ined.	14
<i>Puccinellietum maritimae</i> W.F. Christ. 1927 nom. corr. secondaire	10
<i>Puccinellietum maritimae</i> W.F. Christ. 1927 nom. corr. sous-association pâturée Géhu & Géhu-Franck 1982 nom. ined.	
<i>Puccinellio maritimae - Spergularienion salinae</i> (Beeftink 1965) Géhu & Géhu-Franck 1984	
<i>Puccinellio distantis - Spergularietum salinae</i> Feekes ex Vlieger 1938	14
<i>Armerion maritimae</i> Braun-Blanq. & de Leeuw 1936	
<i>Festucenion littoralis</i> (Corill. 1953) Géhu 1976	
<i>Festucetum litoralis</i> Corill. 1953 corr. Géhu 1976	12
<i>Juncetum gerardi</i> W.F. Christ. 1927 nom. mut. propos.	12
<i>Limonio vulgaris - Plantagenion maritimae</i> Géhu & Géhu-Franck nom. nud.	
<i>Plantagini maritimae - Limonietum vulgaris</i> (W.F. Christ. 1927) V. Westh. & Segal 1961	18
<i>Glauco maritimae - Juncion maritimi</i> Géhu & Géhu-Franck ex Géhu in Bardat et al. 2004	16
<i>Oenanthe lachenalii - Juncetum maritimi</i> Tüxen 1937	18
<i>Junco maritimi - Caricetum extensae</i> (Corill. 1953) Parriaux in Géhu 1976	18
Agropyretalia pungentis Géhu 1968	
<i>Agropyron pungentis</i> Géhu 1968	4
Communauté basale à Chiendent du littoral (<i>Elytrigia acuta</i>)	4
<i>Beto maritimae - Agropyretum pungentis</i> Géhu & Géhu-Franck 1976	10
<i>Althaeo officinalis - Elymetum pycnanthi</i> Géhu & Géhu-Franck 1976 nom. invers. propos. & nom. mut. propos.	10
CAKILETEA MARITIMAE Tüxen & Preising ex Braun-Blanq. & Tüxen 1952	
<i>Cakiletalia integrifoliae</i> Tüxen ex Oberd. 1950 corr. Rivas Mart. et al. 1992	
<i>Atriplicion littoralis</i> Nordh. 1940	6
<i>Beto maritimae - Atriplicetum littoralis</i> Géhu 1976	12
PHRAGMITO AUSTRALIS - MAGNOCARICETEA ELATAE Klika in Klika & V. Novák 1941	
<i>Scirpetalia compacti</i> Hejny in Holub et al. 1967 corr. Rivas Mart. et al. 1980	
<i>Scirpion compacti</i> E. Dahl & Hadac 1941 corr. Rivas Mart et al. 1980	10
<i>Scirpetum compacti</i> Van Lagendonck 1931 corr. Bueno & Fern. Prieto in Bueno 1997	12
<i>Astero tripolii - Phragmitetum australis</i> (Jeschke 1968) Succow 1974	14

Végétations	Vi
RUPPIETEA MARITIMAE J. Tx. ex Den Hartog et Segal 1964	
<i>Ruppialia</i> J. Tx. ex Den Hartog et Segal 1964 nom. conserv. propos.	
<i>Ruppion maritimae</i> Braun.-Blanq. ex Westhoff in Bennema et al. 1943	14
<i>Chaetomorpha lini</i> - <i>Ruppium cirrhosae</i> Braun-Blanq. in Braun-Blanq. et al. 1952 corr. Berg in Dengler et al. 2004	16
<i>Ruppium maritimae</i> Gillner 1960	16
SAGINETEA MARITIMAE V. Westh. et al. 1962	14
<i>Saginetalia maritimae</i> V. Westh. et al. 1962	
<i>Saginion maritimae</i> V. Westh. et al. 1962	
<i>Parapholido strigosae</i> - <i>Saginetum maritimae</i> Géhu et al. 1976	16
<i>Frankenietalia pulverulentae</i> Rivas Mart. ex Castrov. & J. Porta 1976	
<i>Frankenion pulverulentae</i> Rivas Mart. ex Castrov. & J. Porta 1976	
<i>Junco bufonii</i> - <i>Chenopodietum chenopodioidis</i> Géhu & Géhu-Franck 1984	16
<i>Parapholido strigosae</i> - <i>Hordeetum marini</i> Géhu et al. ex Géhu & B. Foucault 1978	16
SALICORNIETEA FRUTICOSAE Braun-Blanq. & Tüxen ex A. Bolòs & O. Bolòs in A. Bolòs 1950	
<i>Salicornietalia fruticosa</i> Braun-Blanq. 1933	
<i>Halimionion portulacoidis</i> Géhu 1976	
<i>Bostrychio scorpioidis</i> - <i>Halimionetum portulacoidis</i> (Corill. 1953) Tüxen 1963	18
SPARTINETEA GLABRAE Tüxen in Beeftink 1962	
<i>Spartinetalia glabrae</i> Conard 1935	
<i>Spartinion anglicae</i> Géhu in Bardat et al. 2004	
<i>Spartinetum anglicae</i> Corill. 1953 corr. Géhu & Géhu-Franck 1984	4
<i>Spartinetum anglicae</i> typicum	4
<i>Spartinetum anglicae</i> sous-association à <i>Puccinellia maritima</i> et <i>Aster tripolium</i> Géhu & Géhu-Franck 1982 nom. ined.	8
THERO - SUAEDETEA SPLENDENTIS Rivas Mart. 1972	
<i>Thero - Salicornietalia dolichostachyae</i> Tüxen ex Boulet & Géhu in Bardat et al. 2004	
<i>Salicornion dolichostachyo - fragilis</i> Géhu & Rivas Mart. ex Géhu in Bardat et al. 2004	14
<i>Salicornietum procumbentis</i> Christiansen 1955 nom. mut. propos.	16
<i>Astero tripolii</i> - <i>Suaedetum maritimae maritimae</i> Géhu & Géhu-Franck 1984	16
<i>Salicornion europaeo - ramosissimae</i> Géhu & Géhu-Franck ex Rivas Mart. 1990	16
<i>Spergulario mediae</i> - <i>Salicornietum brachystachyae</i> Géhu 1974 corr. Géhu 1992	18
<i>Salicornietum pusillo-ramosissimae</i> Géhu & Géhu-Franck 1976	18

ANNEXE 2 - LISTE DES ESPÈCES DÉTERMINANTES PERMETTANT DE RECONNAITRE LES VÉGÉTATIONS (ASSOCIATIONS PHYTOSOCIOLOGIQUES) DES ESTUAIRES DU PNMEPMO (LISTE DÉFINIE PAR LE CBN DE BAILLEUL)

Nom de la végétation	Espèces caractéristiques et compagnes
<i>Althaeo officinalis</i> – <i>Elymetum pycnanthis</i>	Espèces caractéristiques : <i>Elytrigia acuta</i> , <i>Althaea officinalis</i> . Espèces compagnes : <i>Atriplex prostrata</i> , <i>Bolboschoenus maritimus</i> , <i>Cirsium arvense</i> , <i>Rumex crispus</i> .
<i>Astero tripoli</i> – <i>Phragmitetum australis</i>	Espèces caractéristiques : <i>Phragmites australis</i> , <i>Tripolium pannonicum</i> subsp. <i>pannonicum</i> , <i>Oenanthe lachenalii</i> , <i>Lysimacha maritima</i> . Espèces compagnes : <i>Atriplex prostrata</i> , <i>Samolus valerandi</i> , <i>Galium gr. palustre</i> , <i>Bolboschoenus maritimus</i>
<i>Astero tripoli</i> – <i>Suaedetum maritimae maritimae</i>	Espèces caractéristiques : <i>Tripolium pannonicum</i> subsp. <i>pannonicum</i> , <i>Suaeda maritima</i> subsp. <i>maritima</i> . Espèces compagnes : <i>Salicornia procumbens</i> subsp. <i>procumbens</i> , <i>Spartina anglica</i> , <i>Puccinellia maritima</i> , <i>Salicornia europaea</i> subsp. <i>europaea</i> , <i>Halimione portulacoides</i> .
<i>Beto maritimae</i> – <i>Agropyretum pungentis</i>	Espèces caractéristiques : <i>Elytrigia acuta</i> , <i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>maritima</i> , <i>Atriplex prostrata</i> , <i>Triplospeurum maritimum</i> . Espèces compagnes : <i>Festuca rubra</i> sp. <i>litoralis</i> , <i>Sonchus arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i> , <i>Tripolium pannonicum</i> subsp. <i>pannonicum</i> .
<i>Bostrychio scorpioidis</i> – <i>Halimionietum portulacoidis</i>	Espèces caractéristiques : <i>Halimione portulacoides</i> , <i>Bostrychium scorpioides</i> . Espèces compagnes : <i>Tripolium pannonicum</i> subsp. <i>pannonicum</i> , <i>Elytrigia acuta</i> , <i>Puccinellia maritima</i> , <i>Suaeda maritima</i> subsp. <i>maritima</i> .
Communauté basale à <i>Elymus athericus</i>	Espèces caractéristiques : <i>Elytrigia acuta</i> .
<i>Festucetum litoralis</i>	Espèces caractéristiques : <i>Festuca rubra</i> subsp. <i>litoralis</i> , <i>Artemisia maritima</i> subsp. <i>maritima</i> . Espèces compagnes : <i>Lysimacha maritima</i> , <i>Plantago maritima</i> subsp. <i>maritima</i> , <i>Tripolium pannonicum</i> subsp. <i>pannonicum</i> , <i>Limonium vulgare</i> , <i>Atriplex prostrata</i> .
<i>Juncetum gerardii</i>	Espèces caractéristiques : <i>Juncus gerardi</i> , <i>Agrostis stolonifera</i> var. <i>arenaria</i> . Espèces compagnes : <i>Tripolium pannonicum</i> subsp. <i>pannonicum</i> , <i>Atriplex prostrata</i> , <i>Festuca rubra</i> subsp. <i>litoralis</i> , <i>Lysimachia maritima</i> , <i>Limonium vulgare</i> , <i>Plantago maritima</i> subsp. <i>maritima</i> .
<i>Junco maritimae</i> – <i>Caricetum extensae</i>	Espèces caractéristiques : <i>Carex extensa</i> , <i>Juncus maritimus</i> , <i>Limonium vulgare</i> , <i>Triglochin maritima</i> . Espèces compagnes : <i>Lysimachia maritima</i> , <i>Plantago maritima</i> subsp. <i>maritima</i> , <i>Tripolium pannonicum</i> subsp. <i>pannonicum</i> , <i>Juncus gerardii</i> .

Nom de la végétation	Espèces caractéristiques et compagnes
<i>Plantagini maritimae</i> - <i>Limonietum vulgaris</i>	<u>Espèces caractéristiques</u> : <i>Limonium vulgare</i> , <i>Plantago maritima</i> subsp. <i>maritima</i> , <i>Triglochin maritima</i> . Espèces compagnes : <i>Puccinellia maritima</i> , <i>Halimione portulacoides</i> , <i>Suaeda maritima</i> subsp. <i>maritima</i> , <i>Tripolium pannonicum</i> subsp. <i>pannonicum</i> , <i>Lysimacha maritima</i> .
<i>Puccinellietum maritimae</i>	<u>Espèces caractéristiques</u> : <i>Puccinellia maritima</i> , <i>Halimione portulacoides</i> . Espèces compagnes : <i>Tripolium pannonicum</i> subsp. <i>pannonicum</i> , <i>Spartina anglica</i> , <i>Salicornia procumbens</i> subsp. <i>procumbens</i> , <i>Salicornia europaea</i> subsp. <i>europaea</i> , <i>Triglochin maritima</i> , <i>Plantago maritima</i> subsp. <i>maritima</i> .
<i>Salicornietum procumbentis</i>	<u>Espèces caractéristiques</u> : <i>Salicornia procumbens</i> subsp. <i>procumbens</i> . Espèces compagnes : <i>Spartina anglica</i> , <i>Puccinellia maritima</i> , <i>Suaeda maritima</i> subsp. <i>maritima</i> .
<i>Salicornietum ramosissimae</i> pusillo-	<u>Espèces caractéristiques</u> : <i>Salicornia europaea</i> subsp. <i>europaea</i> , <i>Salicornia europaea</i> subsp. <i>disarticulata</i> . Espèces compagnes : <i>Puccinellia maritima</i> , <i>Suaeda maritima</i> subsp. <i>maritima</i> , <i>Tripolium pannonicum</i> subsp. <i>pannonicum</i> .
<i>Scirpetum compacti</i>	<u>Espèces caractéristiques</u> : <i>Bolboschoenus maritimus</i> . Espèces compagnes : <i>Puccinellia maritima</i> , <i>Spartina anglica</i> , <i>Tripolium pannonicum</i> subsp. <i>pannonicum</i> , <i>Triglochin maritima</i> , <i>Lysimacha maritima</i> .
<i>Spartinetum anglicae</i>	<u>Espèces caractéristiques</u> : <i>Spartina anglica</i> . Espèces compagnes : <i>Puccinellia maritima</i> , <i>Tripolium pannonicum</i> subsp. <i>pannonicum</i> , <i>Suaeda maritima</i> subsp. <i>maritima</i> , <i>Salicornia procumbens</i> subsp. <i>procumbens</i> .
<i>Spartinetum anglicae</i> sous- ass <i>puccinellietosum</i> <i>maritimae</i>	<u>Espèces caractéristiques</u> : <i>Spartina anglica</i> , <i>Puccinellia maritima</i> . Espèces compagnes : <i>Tripolium pannonicum</i> subsp. <i>pannonicum</i> , <i>Salicornia procumbens</i> subsp. <i>procumbens</i> , <i>Suaeda maritima</i> subsp. <i>maritima</i> .
<i>Spergulario marinae</i> - <i>Salicornietum dolystachiae</i>	<u>Espèces caractéristiques</u> : <i>Salicornia europaea</i> subsp. <i>europaea</i> , <i>Spergularia media</i> , <i>Suaeda maritima</i> subsp. <i>maritima</i> , <i>Halimione pedunculata</i> . Espèces compagnes : <i>Puccinellia maritima</i> , <i>Limonium vulgare</i> , <i>Lysimachia maritima</i> .

Sources bibliographiques utilisées :

- DUHAMEL, F., FARVACQUES, C. et al., 2017. - Guide des végétations littorales du Nord-Ouest de la France. CBN de Bailleul. (Indication des espèces caractéristiques de chaque végétation, et des espèces compagnes).
- CATTEAU, E. et al., 2021. - Végétation du nord de la France - Guide de détermination. CBN de Bailleul.

ANNEXE 3 - TABLEAU D'AIDE À LA DÉTERMINATION DES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES ET DE LEUR VALEUR STRUCTURELLE

Aide à la détermination des communautés végétales et de leur Valeur structurelle

Niveau dans l'estuaire								Communauté végétale (niveau supérieur si <50% espèces diagnostiques)	Espèces diagnostiques de la communauté végétale [si <50% = niveau supérieur]	Espèces compagnes neutres	Espèces compagnes positives	Espèces envahissantes possibles	VI	Vs+ : Facteurs positifs	Vs- : Facteurs négatifs				
Silike supérieure	Schorre inférieur	Berges des chenaux de diff. Niveaux	Schorre moyen	Schorre supérieur	Fond d'estuaire	Fond d'estuaire hygrophile	Contact estuaire dune						Laisses d'estuaire	Valeur indicatrice de la végétation (VI)	>50% des sp. compagnes posit.	Extension spatiale remarquable	Végét. sous différents états, stades, phases	Végétation morcelée/fragmentée	Espèces envahissantes > 10%
								Salicornietum procumbentis [Salicornion dolichostachyo - fragilis]	Salicornia procumbens	Suaeda maritima		Spartina anglica	16 14						
								Spartinetum anglicae typicum	Spartina anglica	Tripolium pannonicum Suaeda maritima		Salicornia procumbens	4						
								Puccinellietum maritimae typicum [Puccinellietum maritimae]	Puccinella maritima Halimione portulacoides	Tripolium pannonicum Suaeda maritima		Salicornia procumbens	14 10						
								Spartinetum anglicae sous-association à Puccinella maritima et Aster tripolium [Spartinetum anglicae]	Spartina anglica Puccinella maritima Tripolium pannonicum	Suaeda maritima		Salicornia procumbens	8 4						
								Astero tripoli - Suaedetum maritimae maritimae [Salicornion dolichostachyo - fragilis]	Tripolium pannonicum Suaeda maritima	Halimione portulacoides Puccinella maritima		Salicornia procumbens	16 14						
								Bostrychio scorpioidis - Halimionetum portulacoidis	Halimione portulacoides	Suaeda maritima Puccinella maritima Tripolium pannonicum		Spartina anglica Elytrigia acuta	18						
								Plantagini maritimae - Limonietum vulgare [Glauco maritimae - Puccinellietalia maritimae]	Limonium vulgare Plantago maritima Triglochin maritima	Puccinella maritima Suaeda maritima Tripolium pannonicum		Halimione portulacoides Lysimachia maritima	18 10						
								Puccinellietum maritimae secondaire	Puccinella maritima	Tripolium pannonicum Suaeda maritima		Salicornia europaea Plantago maritima Triglochin maritima Halimione portulacoides	10						
								Salicornietum pusillo-ramosissimae [Salicornion europaeo - ramosissimae]	Salic. europ. subsp. europaea Salic. europ. subsp. disarticulata	Suaeda maritima Puccinella maritima Tripolium pannonicum			18 16						
								Spergulario marinae - Salicornietum dolystachiae [Salicornion europaeo - ramosissimae]	Salic. europ. subsp. europaea Spergula media Suaeda maritima	Puccinella maritima		Limonium vulgare Lysimachia maritima Halimione pedunculata	18 16						
								Festucetum litoralis [Glauco maritimae - Puccinellietalia maritimae]	Festuca rubra subsp. litoralis Artemisia maritima	Tripolium pannonicum Atriplex prostrata		Lysimachia maritima Plantago maritima Limonium vulgare	12 10						
								Juncetum gerardii [Glauco maritimae - Puccinellietalia maritimae]	Juncus gerardi Agrostis stolonifera var. arenaria	Tripolium pannonicum Atriplex prostrata		Lysimachia maritima Festuca rubra subsp. litoralis Plantago maritima Limonium vulgare	12 10						

Aide à la détermination des communautés végétales et de leur Valeur structurale

Niveau dans l'estuaire							Communauté végétale [niveau supérieur si >50% espèces diagnostiques]	Espèces diagnostiques de la communauté végétale [si <50% = niveau supérieur]	Espèces compagnes neutres	Espèces compagnes positives	Espèces envahissantes possibles	VI	Vs+ : Facteurs positifs	Vs- : Facteurs négatifs					
Silke supérieure	Schorre inférieur	Berges des chenaux de diff. Niveaux	Schorre moyen	Schorre supérieur	Fond d'estuaire	Fond d'estuaire hygrophile						Contact estuaire dune	Laisses d'estuaire	Valeur indicatrice de la végétation (VI)	>50% des sp. compagnes posit.	Extension spatiale remarquable	Végét. sous différents états, stades, phases	Végétation morcelée fragmentée	Espèces envahissantes > 10%
							Beto maritimae - Agropyretum pungentis	Elytrigia acuta Beta vulgaris subsp. maritima Atriplex prostrata Tripolseurum maritimum	Sonchus arvensis Tripolium pannonicum	Halimione portulacoides Festuca rubra subsp. litoralis		14							
							[Agropyron pungentis]					4							
							Althaeo officinalis - Elymetum pycnanthis	Elytrigia acuta Althaea officinalis	Atriplex prostrata Cirsium arvense Rumex crispus Sonchus arvensis			10							
							[Agropyron pungentis]					4							
							Beto maritimae - Atriplicetum littoralis	Beta vulgaris subsp. maritima Atriplex littoralis Atriplex prostrata	Suaeda maritima	Cakile maritima Kali soda	Elytrigia acuta	12							
							[Atriplicion littoralis]					6							
							Junco maritimi - Caricetum extensae	Carex extensa Juncus maritimus Limonium vulgare	Tripolium pannonicum	Lysimachia maritima Plantago maritima Juncus gerardi Triglochin maritima	Elytrigia acuta	18							
							[Glauco maritimae - Juncion maritimi]					16							
							Oenanthe lachenalii - Juncetum maritimi	Oenanthe lachenalii Juncus maritimus Carex distans	Agrostis stolonifera	Hydrocotyle vulgaris Carex extensa Juncus gerardi Lysimachia maritima	Elytrigia acuta	18							
							[Glauco maritimae - Juncion maritimi]					16							
							Parapholido strigosae - Saginetum maritimae	Sagina maritima Parapholis strigosa Spergula marina Plantago coronopus	Suaeda maritima			16							
							[Saginetum maritimae]					14							
							Parapholido strigosae - Hordeetum maritimi	Hordeum marinum Parapholis strigosa Spergula marina Atriplex prostrata	Suaeda maritima			16							
							[Saginetum maritimae]					14							
							Junco bufonii - Chenopodietum chenopodioidis	Oxybasis chenopodioides Juncus bufonius Juncus ranarius	Suaeda maritima Oxybasis rubra	Lysimachia maritima		16							
							[Saginetum maritimae]					14							

ANNEXE 4 - BORDEREAU DE RELEVÉ ET DE CALCUL DE L'IQPE

Bordereau de relevé et de calcul de l'IQPE

(Ne pas remplir les cellules grisées)

Suivi-évaluation de l'état des végétation – Bordereau de relevé de terrain et calcul de l'Indice de qualité Phytocénotique Estuaires (IQPE)													
Site d'étude (+ cartographie à réaliser) :													
Date de réalisation du suivi :													
Réalisation du suivi par (nom(s) et structure(s)) :													
N° de Polygone	Nombre de Végétations dans le polygone (si >5 : copier et insérer des lignes entre Végét 2 et Végét 4 pour garder les formules)	PARAMETRES		SURFACE COUVERTE		FONCTIONS		STRUCTURE		ALTERATIONS			
		Communautés végétales (niveau supérieur si <50% espèces diagnostiques) Voir onglet déter Végét + Vs		Tr	Vi	Vs+ : Facteurs positifs	Vs- : Facteurs négatifs	Vs	Vi+Vs	(Vi+Vs)*Tr	IQPE		
		% Végétation dans le polygone (Tr)	Somme des % de végétations	Valeur indicatrice de la végétation (Vi)	>50% des sp. compagnes posit. Extension spatiale remarquable Végét sous différents états, stadés, phases	Végétation morcelée fragmentée Espèces envahissantes > 10% Surpâturage Fauches / tonces intensives Sol nu (lié aux activités) ou ornières Retournement du sol	Valeur structurelle de la végétation = Somme des Vs+ et des Vs- [-2 à +2]	Valeur indicatrice + Valeur structurelle	Valeur indicatrice + Valeur structurelle x Taux de recouvrement de la végétation				
	Végét 1									0	0	0	#DIV/0!
	Végét 2									0	0	0	
	Végét 3									0	0	0	
	Végét 4									0	0	0	
	Végét 5									0	0	0	
	Végét 1									0	0	0	#DIV/0!
	Végét 2									0	0	0	
	Végét 3									0	0	0	
	Végét 4									0	0	0	
	Végét 5									0	0	0	
	Végét 1									0	0	0	#DIV/0!
	Végét 2									0	0	0	
	Végét 3									0	0	0	
	Végét 4									0	0	0	
	Végét 5									0	0	0	
	Végét 1									0	0	0	#DIV/0!
	Végét 2									0	0	0	
	Végét 3									0	0	0	
	Végét 4									0	0	0	
	Végét 5									0	0	0	
	Végét 1									0	0	0	#DIV/0!
	Végét 2									0	0	0	
	Végét 3									0	0	0	
	Végét 4									0	0	0	
	Végét 5									0	0	0	

Mots-clés

Estuaires ; Prés salés ; Parc naturel marin ; Végétations ; Méthode d'évaluation.

Responsable de projet

Christophe Blondel – Chargé de projets scientifiques

Rédaction

Rémi François – Chargé de projets scientifiques

Raphaël Coulombel – Chargé de mission référent

Christophe Blondel – Chargé de projets scientifiques

Carole Perron – Office français de la biodiversité / PNM EPMO

Relecture

Jean-Christophe Hauguel – Directeur adjoint

Secrétariat, composition

Marjorie Verhille – Assistante scientifique

Direction et coordination scientifiques

Thierry Cornier – Directeur général ; Jean-Christophe Hauguel – Directeur adjoint

Référence bibliographique

FRANCOIS, R., COULOMBEL, R., BLONDEL, C & PERRON, C., 2023. – Proposition de Suivi-Evaluation écologique des végétations estuariennes par la méthode de l'Indice de Qualité Phytocénotique des Estuaires (IQPE). VEGELITES - Phase 2 - Livrable L4. Conservatoire botanique national de Bailleul, pour l'Office français de la biodiversité et le Parc naturel marin des estuaires picards mer d'Opale. 52 p. + annexes. Bailleul.

Date de réalisation : Mai 2023

© Photographie de couverture : Rémi François – application de l'IQPE en baie d'Authie sud

Mai 2023



Contacts

Siège

Hameau de Haendries
59270 BAILLEUL
03 28 49 00 83
infos@cbnbl.org

Antenne Picardie

1 place des pins
Village Oasis
80480 DURY
07 85 85 15 96

Antenne Normandie

Jardin des plantes de Rouen
114 ter, avenue des Martyrs
de la Résistance
76100 ROUEN
07 83 30 38 10

SUIVEZ-NOUS :



POUR EN SAVOIR PLUS

www.cbnbl.org

