

15

› Les marais littoraux :
des espaces en évolution
au cœur des territoires

31

› La mise en œuvre
de la restauration des
marais littoraux : enjeux
globaux, contextes locaux

43

› Marais littoraux, biodiversité
et changements climatiques

N° 41 - 2022

Sciences Eaux & Territoires



© A.-L. Pailloux.

**RESTAURATION ET RECONNEXION
DES MARAIS LITTORAUX**

**Regards croisés sur une solution d'adaptation
aux changements globaux**

INRAE



Introduction

- 01 Restauration et reconexion des marais littoraux, une solution d'adaptation aux changements climatiques ? Synthèse d'un colloque**
Célia DÈBRE, Anthony STURBOIS, Manuel SALGUEIRO-SIMON, Guillaume GÉLINAUD, Anne LOMBARDI, Julien PÉTILLON, Sébastien GALLET
- 07 Analyser la restauration des petits marais littoraux : origine, montage et principaux apports du programme PEPPS**
Sébastien GALLET, Manuel SALGUEIRO-SIMON, Anthony STURBOIS, Guillaume GÉLINAUD, Marion BOURRHIS, Xavier DAUVERGNE, Alexandre CARPENTIER, Julien PÉTILLON, Célia DÈBRE

Les marais littoraux : des espaces en évolution au cœur des territoires

- 15 La perception sociale de l'adaptation des espaces littoraux aux effets du changement climatique : le projet Adapto par le Conservatoire du littoral,**
Myriam HILBERT
- 21 Reconexion durable à la mer : que deviendra la réserve naturelle de Moëze-Oléron et les marais alentours en 2050 ?**
Ségolène TRAVICHON, Paloma MOUILLON
- 25 Représentations des digues de protection des marais côtiers atlantiques : regards mêlés arts et sciences**
Sylvie FERRARI, Anne GASSIAT, Olivier CROUZEL, Jean-Christophe LEMESLE



La mise en œuvre de la restauration des marais littoraux : enjeux globaux, contextes locaux

- 31 Approche méthodologique pour une ouverture à la mer du bassin versant de la Saudraye et des étangs du Loch à Guidel plages (Morbihan)**
Olivier PRIOLET
- 37 Gestion des lagunes de la Réserve naturelle de la Baie de Somme**
Cédric FAGOT, Philippe KRAEMER, Aliénor VAUTIER, Patrick TRIPLET



Marais littoraux, biodiversité et changements climatiques

- 43 Synthèse des principaux impacts de la dépollérisation sur la biodiversité : une approche par revue systématique,**
Marianne DEBUE, Dakis-Yaoba OUEDRAOGO, Romain SORDELLO, Yorick REYJOL
- 49 Des petites différences pour de grands bénéfices : réponses sites-spécifiques des communautés d'amphibiens à la submersion marine sur la côte Atlantique française**
Léa LORRAIN-SOLIGON, Frédéric ROBIN, Pierre ROUSSEAU, Marko JANKOVIC, François BRISCHOUX



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY 4.0). La citation comme l'utilisation de tout ou partie du contenu de cet article doit obligatoirement mentionner les auteurs, l'année de publication, le titre, le nom de la revue, le volume, les pages et le DOI.

Restauration et reconnexion des marais littoraux, une solution d'adaptation aux changements climatiques ? Synthèse d'un colloque

Célia DÈBRE¹, Anthony STURBOIS², Manuel SALGUEIRO-SIMON³, Guillaume GÉLINAUD⁴, Anne LOMBARDI⁵, Julien PÉTILLON⁶, Sébastien GALLET³

¹ Laboratoire Géoarchitecture, Université Bretagne Sud, 4 rue Jean Zay, 56100 Lorient, France.

² VivArmor Nature, Réserve naturelle nationale de la baie de Saint-Brieuc, 18 C rue du Sabot, 22440 Ploufraga, France.

³ Laboratoire Géoarchitecture, Université de Bretagne Occidentale, 6 avenue Victor le Gorgeu, 29200 Brest, France.

⁴ Réserve naturelle nationale des marais de Séné, route de Brouel, 56860 Séné, France.

⁵ Société herpétologique de France, Muséum national d'Histoire naturelle, CP 41, 57 rue Cuvier, 75005 Paris, France.

⁶ UMR EcoBIO – Université de Rennes 1, Campus de Beaulieu, 263 avenue Général Leclerc CS 74205 35042 Rennes Cedex, France.

Correspondance : Célia DÈBRE, celia.debre@univ-ubs.fr

En 2021, à Brest, la restitution des résultats du programme de recherche « Pertinence environnementale de la restauration de petits prés et marais salés – (PEPPS) a été l'occasion d'un colloque sur l'avenir des marais littoraux à l'aune des changements globaux. Enseignants-chercheurs, étudiants, représentants des collectivités et des administrations territoriales, techniciens, bureaux d'études, experts, gestionnaires d'espaces naturels... se sont retrouvés pour partager leurs expériences et connaissances acquises sur les marais et leur restauration. Cet article de synthèse retrace les idées fortes qui ont structuré les échanges, abordant notamment les questions sur l'avenir incertain de ces espaces littoraux, et la définition de ce qu'ils recouvrent de milieux, de concepts et de perceptions.

Les marais littoraux sont des zones humides situées à l'interface entre les milieux terrestres et marins. Ce sont des milieux vulnérables qui ont vu disparaître plus de 35 % de leurs surfaces entre 1970 et aujourd'hui (Convention de Ramsar, www.ramsar.org), et plus 50 % des marais côtiers restant sont considérés comme dégradés. Or, les marais salés représentent l'un des habitats les plus rares, couvrant moins de 0,01 % de la surface de la Terre. Pendant des siècles, l'aménagement des espaces littoraux a été dominé par la construction d'ouvrages séparant la terre de la mer pour protéger les populations des submersions marines ou gagner des espaces agricoles. Or, pour des raisons économiques et environnementales, le maintien de ces terres gagnées sur la mer est aujourd'hui remis en question sur certains territoires. On observe à la fois un glissement du principe de défense vers celui d'adaptation pour lutter contre les submersions et la reconnaissance de l'importance de la biodiversité et de la fonctionnalité écologique de ces marais. Abritant une biodiversité végétale et animale spécifique dont la valeur patrimoniale est reconnue, notamment par la directive « Habitats-Faune-Flore »,

ces marais sont des sites majeurs pour les oiseaux. Ils remplissent différentes fonctions et services écosystémiques dont les enjeux dépassent souvent leurs limites physiques : ils participent à la protection du littoral, ils assurent un rôle de nurserie pour les poissons et contribuent à la qualité des eaux. Ils sont donc au cœur des enjeux qui concernent aujourd'hui les littoraux, et, en raison de leurs spécificités, ces écosystèmes représentent des défis majeurs dans un contexte d'adaptation aux changements globaux et notamment d'élévation du niveau de la mer.

Un colloque sur les enjeux de la restauration des marais littoraux

Du 27 au 29 octobre 2021, à Brest, la restitution des résultats du programme de recherche « Pertinence environnementale de la restauration de petits prés et marais salés – (PEPPS) a été l'occasion d'un colloque sur l'avenir des marais littoraux à l'aune des changements globaux. À quelques jours de l'ouverture de la COP 26 à Glasgow, quelque cent-quarante participants – enseignants-

chercheurs, étudiants, représentants des collectivités et des administrations territoriales, techniciens, bureaux d'études, experts, gestionnaires d'espaces naturels... – se sont retrouvés pour partager leurs expériences et connaissances acquises sur les marais et leur restauration. Outre deux jours et demi de présentations et d'échanges dans les locaux de l'Université de Bretagne Occidentale, deux visites de terrain ont permis de découvrir et d'échanger autour des sites de l'Aber-en-Crozon et du Marais du Curnic à Guisseny.

Ces trois journées ont été l'occasion de faire le point sur l'état des connaissances à travers différents programmes de recherche récents (encadré ❶), développés à l'échelle nationale, et les données issues de l'expérience des gestionnaires d'espaces protégés. Elles auront surtout été l'occasion de s'interroger collectivement sur l'avenir incertain de ces espaces littoraux, en commençant par définir ce qu'ils recouvrent de milieux, de concepts et de perceptions.

Dans cet article, nous tenterons de retracer les idées fortes qui ont structuré les échanges dont la richesse ne peut bien évidemment pas être entièrement retranscrite. Différentes communications font l'objet d'articles à suivre dans ce numéro de *Sciences Eaux & Territoires*, auxquels des renvois sont faits dans cette synthèse.

Encadré ❶ – PAMPAS, PEDALO, DIGUES, ADAPTO : des programmes français de recherche et d'action sur la restauration des marais littoraux.

Des programmes à visée scientifique et/ou gestionnaire s'intéressent en France à la restauration des marais et leur rôle dans un processus d'adaptation aux changements climatiques des territoires littoraux. Celles et ceux qui les portent étaient présents au colloque et leurs expériences ont fortement nourri les échanges. Voici quelques éléments de présentation générale de ces programmes.

- Le Life ADAPTO, porté par Conservatoire du littoral, a pour objectif d'explorer sur des territoires littoraux naturels des solutions face à l'érosion et à la submersion marine dans le contexte d'accentuation du changement climatique. Celui-ci se manifeste par l'élévation du niveau de la mer et l'augmentation de la fréquence des événements climatiques extrêmes (<https://www.lifeadaptto.eu/>).
- Le Life intégré ARTISAN (Office français de la biodiversité) vise à favoriser le développement de solutions fondées sur la nature, notamment par le déploiement d'un programme démonstrateur sur dix sites pilotes (<https://www.ofb.gouv.fr/le-projet-life-integre-artisan>).
- Le programme de recherche DIGUES (Interactions, gestion, usages, environnement, scénarios – CNRS) vise à interroger les envisager les transitions possibles pour les systèmes d'endiguement maritimes et fluviaux au XXI^e siècle face aux multiples enjeux qui les concernent (<https://www.lgp.cnrs.fr/digues/>).
- Le programme PAMPAS (Évolution de l'identité patrimoniale des marais des Pertuis charentais en réponse à l'aléa de submersion marine) est un projet de recherche collaborative (CNRS 2019-2022). Il vise à comprendre le fonctionnement des zones humides côtières face à l'aléa submersion et à questionner l'évolution de leur identité patrimoniale en fonction de leur mode de gestion (<https://pampas.recherche.univ-lr.fr/>).
- Le programme de recherche PEDALO (GIS HomMER – Fondation de France) vise à repenser, dans un contexte d'élévation du niveau marin, le devenir des espaces naturels protégés situés sur la côte ou en position rétro-littorale (<https://www.gis-hommer.org/fr/>).

Marais littoraux et changements globaux : s'entendre dans la tourmente

« N'est-ce pas la première question à se poser, de savoir de quoi on parle et quelles sont les perceptions et les représentations des acteurs, qui seront ensuite prises en compte dans les expérimentations ? »

(Florence GOURLAY,
Laboratoire Géoarchitecture, Université Bretagne Sud)

« Bien définir le champ lexical de ce que l'on souhaite développer me semble intéressant pour aller plus loin ensuite sur le devenir du site. »

(Olivier LE BIHAN,
Conseil départemental des Côtes d'Armor)

Dans la déferlante de mots, adopter un langage commun

Inhérentes à toute démarche pluridisciplinaire, les questions de sémantique ont largement ponctué les échanges. Les chercheurs des différents programmes de recherche cités précédemment (encadré ❶) rendent compte de la diversité des toponymes employés suivant les disciplines, l'échelle d'analyse ou d'action et les liens aux sites et leur ancienneté. Se pose ainsi la question de s'entendre sur les termes employés, ou tout du moins de comprendre les sens des différents termes mobilisés pour pouvoir se comprendre.

Ainsi dans le programme PAMPAS, la construction d'un glossaire en groupe de travail a permis de poser les bases d'un dialogue partagé pour caractériser les objets ou fonctions à vocation patrimoniale sur chacun des sites. Au sein du programme ADAPTO, partenaires scientifiques et techniques ont également dû s'entendre sur ce que recouvrait le terme de « gestion souple du trait de côte », enjeu auquel la restauration des marais littoraux peut répondre.

Un vocabulaire partagé peut émerger inscrivant les partenaires de ces programmes de recherche ou d'actions dans une culture commune, qui n'efface pas pour autant toutes les différences, les flous et parfois les malentendus notamment sur l'usage des termes « marais » et « prés salés » (encadré ❷). Ces derniers révèlent la diversité des représentations sociales de ces milieux et de leur restauration. Ainsi, quand il s'agit d'aborder cette dernière avec les acteurs du territoire (élus, acteurs économiques, riverains, usagers, etc.), se confrontent des analyses des termes à mobiliser. En effet, des porteurs de projet de restauration et des chercheurs considèrent que certains termes sont anxio-gènes, et peuvent ainsi nuire à l'acceptation sociale de ces projets. Aux termes de dépoldérisation, de recul stratégique, de repli, de lutte contre la mer sont dans ces cas-là préférés ceux de reconnexion marine, restauration de marais maritimes, accompagnement des territoires dans l'adaptation, recomposition spatiale ou composition avec la mer.

De la difficulté de s'accorder sur les échelles

Si adopter un langage commun nécessite un vocabulaire partagé, cela implique aussi de définir les objets dont on parle dans le temps et l'espace, autre sujet de discussion de ce colloque.

Encadré 2 – Marais ou prés salés ?

Conscients de l'importance d'une sémantique fédératrice, les partenaires du programme PEPPS ont préféré conserver les termes « prés » et « marais » salés dans le titre du programme faute d'avoir pu trancher entre les deux. Pourtant dans l'enquête réalisée dans ce programme de recherche, en dehors des questionnaires et des chercheurs écologues, le pré salé brille par son absence du langage mobilisé par les personnes enquêtées qui lui préfèrent le terme de marais, le plus souvent en référence à un espace géographique plus large que le seul pré salé désigné par les écologues (Gallet *et al.*, 2023). Pour elles, le terme « pré salé » ne peut souvent désigner que les appellations d'origine contrôlée liées au pâturage ovin qu'il soit normand ou picard. À ces termes, s'ajoute parfois une sémantique vernaculaire telle que « mizotte » en Vendée, « bôle » en Loire-Atlantique, ou encore « herbus » en Manche. Si l'objectif est de sensibiliser au fonctionnement des milieux et à leur préservation, l'enjeu sémantique consiste donc à intégrer la diversité des langages mobilisés en s'appuyant sur la synonymie ou la complémentarité d'un champ lexical diversifié qui désigne ces marais littoraux à différentes échelles spatiales et temporelles.

Lors d'une opération de restauration d'un marais littoral, la diversité des échelles spatiales considérées relève de la même diversité que celle des personnes concernées par le marais. Elles peuvent être gestionnaires d'espaces naturels, chercheurs de différentes disciplines, techniciens de collectivités et d'organismes fonciers, élus communaux ou intercommunaux, acteurs économiques (activités primaires, tourisme, etc.), riverains, usagers... Chez les chercheurs par exemple, la définition de l'enveloppe géographique d'un site peut varier pour s'adapter aux questions de chaque discipline (écologie, sociologie, géographie, économie...). Si en écologie les études sont souvent centrées sur des écosystèmes spécifiques (Schorre, par exemple), les approches sociologiques et géographiques considèrent le territoire plus largement. Les questions relatives à la qualité de l'eau impliquent par ailleurs d'intégrer l'ensemble d'un bassin versant. Les partenaires des programmes ADAPTO, PAMPAS et DIGUES (encadré 1) ont mis du temps à accepter cet état de fait qui ne répondait pas à leur volonté initiale d'une définition géographique unique, mais qui intègre au contraire la variation de l'échelle pertinente selon chaque discipline.

La question temporelle s'exprime à la fois dans la définition des états de références, dans la dynamique de restauration mais aussi dans celles liées aux évolutions globales subies par les marais. Ainsi différents états de référence peuvent être définis pour les opérations de restauration, allant d'états antérieurs préhistoriques, à la définition de nouveaux états de référence adaptés et ajustés à l'Anthropocène, sachant que la majorité de ces états de référence sont toutefois contemporains. L'échelle de temps concerne aussi les facteurs de changement qui affectent les milieux et les espèces qu'ils abritent. Les changements liés à l'élévation du niveau de la mer sont graduels, ce qui laisse aux espèces le temps de s'adapter, tandis que la soudaineté et l'imprévisibilité des submersions marines malmèneraient la capacité d'adaptation des espèces, notamment des amphibiens (Lorrain-Soligon *et al.*, 2022).

De plus, dans la mesure du possible, les programmes de recherche doivent également considérer la temporalité

politique des élus, pour définir une échelle de temps adaptée aux problématiques des collectivités et des territoires et la nécessaire appropriation des nouvelles connaissances par l'ensemble des acteurs locaux.

« En tant que géographe, je pars du principe qu'il faut systématiquement emboîter les échelles spatiales mais aussi temporelles pour mieux appréhender la compréhension des processus et apporter les solutions les plus adaptées aux territoires. »

(Yves PETIT-BERGHEN,

École nationale supérieure du paysage de Versailles).

Prendre en compte la diversité des représentations sociales des marais et de leur reconexion

L'enquête sur les pratiques et représentations sociales de marais restaurés menée dans le cadre de PEPPS permet de distinguer quatre grands types de représentations sociales de ces espaces : comme des milieux à préserver ; comme une ressource à valoriser ; comme un paysage ; et enfin comme des espaces vécus, à partir des pratiques et des liens d'attachement au lieu.

Sur ce dernier aspect, sur près de quatre mille mots recueillis dans le cadre du programme ADAPTO et décrivant ce que les usagers apprécient le plus sur les marais concernés, les termes « nature » et « calme » prédominent. Cela représente un vrai enjeu pour les gestionnaires au regard de la hausse de fréquentation (Hilbert, 2022). Cette notion du calme et du paisible est également très présente dans les représentations mises en évidence par le programme PEPPS. Cette référence commune renvoie à deux aspects : le caractère « sauvage » des sites non bâtis pour les uns, leur caractère reculé pour les autres (Gallet *et al.*, 2023).

Globalement, il apparaît que les touristes ont une représentation sociale différente de celle des usagers locaux. Les personnes n'ayant pas d'attachement spécifique au site ont tendance à avoir un discours assez positif sur la préservation des espaces naturels et la dépollution, alors que des usagers habitués du site assortissent la préservation des marais de conditions et apparaissent moins enclins au changement (Gallet *et al.*, 2023).

Naviguer entre connaissances et incertitudes

Les écosystèmes côtiers : des objets de valeur

Situés à l'interface terre-mer, les marais littoraux sont des espaces stratégiques : support de biodiversité¹, nourricière, protection du littoral, rôle tampon permettant une certaine adaptation au changement climatique, fonction épuratoire...

Dans le contexte de changement climatique, les marais littoraux offrent un système d'adaptation, jouant à la fois les rôles de barrière naturelle contre l'aléa submersion marine et de zone de piégeage pour la séquestration de carbone. Ce mécanisme de stockage de carbone par les écosystèmes océaniques est appelé carbone bleu. Les prés salés comptent en effet parmi les écosystèmes qui ont la capacité à piéger le plus de carbone par unité de surface. Dans les Pertuis charentais, l'étude montre que cet écosystème s'éleve plus rapidement que le niveau

1. Et les exemples développés ont montré sa grande variété : du phyto et zooplancton aux oiseaux, en passant par les plantes, les araignées, coléoptères et autres arthropodes terrestres et marins, les amphibiens... et bien sûr les poissons.

marin, du fait d'un fort taux de sédimentation, assurant à ce rôle de barrière un caractère durable.

La fonction de nourricerie des marais littoraux pour les juvéniles de poissons, notamment du bar, se situe à l'interface des valeurs patrimoniale et économique. Il s'agit d'un exemple concret permettant aux décideurs et à la société de prendre conscience de l'importance de ces habitats (Gallet *et al.*, 2023). Pour évaluer ces différents services, le programme PEPPS comportait un volet économique ciblé sur les services écosystémiques. Il s'agissait, dans une perspective d'aide à la décision, d'essayer de caractériser les services recensés en fonction de l'état des milieux (naturels, poldérisés, dépoldérisés) pour éventuellement légitimer la restauration de ces derniers et permettre des arbitrages. Pour des raisons à la fois opérationnelles et de légitimité, le parti a été pris d'une évaluation biophysique plutôt que monétaire.

Prévoir les effets des changements climatiques : modélisation, anticipation et représentation

Un des sujets abordés lors du colloque concernait la prévision et l'appréciation des effets des changements climatiques sur les marais littoraux. Plusieurs expériences sont relatées et discutées.

Ainsi, afin d'analyser l'impact de la salinité et de la fréquence d'inondation sur les communautés végétales de l'estuaire de la Seine, des expérimentations sont menées sur les marais littoraux, en déplaçant des blocs de végétation à des niveaux topographiques différents et selon des niveaux de salinité différents (thèse de Markus Neupert, Université de Rouen). Parallèlement un dispositif expérimental en conditions contrôlées est mis en place afin de préciser les réponses des espèces végétales.

Les outils de simulations et de modélisations numériques sont également mobilisés sur certains sites pour essayer d'anticiper les évolutions des milieux et des paysages et aider à la décision, tant dans le cadre des changements globaux que des conséquences des opérations de reconnexion :

- modélisation par le BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières) de différents scénarii de gestion du trait de côte sur les marais de Brouage (Travichon et Mouillon, 2022) ;
- modélisation de la submersion de la Réserve naturelle régionale des Étangs du petit et du grand Loc'h (Priolet, 2023) ;
- modélisation hydraulique pour recréer le lit mineur du cours d'eau traversant le marais de Tasdon, en l'absence de photographies historiques ;
- simulations numériques pour apprécier l'impact des vagues et la submersion marine en fonction des marées et de l'état des digues en baie de Lancieux.

Ces modélisations sont en revanche inadaptées à la prise en compte des dynamiques rapides de sédimentation qui interviennent lorsqu'une brèche s'ouvre. L'une des difficultés pour la prévision est liée au fait que les modèles sont souvent calibrés à topo-bathymétrie constante. L'intégration de nouvelles topo-bathymétries ou de nouveaux taux de sédimentation adaptés aux dynamiques rapides reste à développer afin notamment de mieux accompagner les représentations sociales des changements à venir.

La décision de restaurer des marais poldérisés et donc de les reconnecter à la mer mobilise différentes échelles de temps (celle de l'espace vécu, celle des mandats politiques et des financements des institutions porteuses de ces projets, celle du changement climatique et de ses effets, etc.). Le changement climatique est présent, explicitement ou non, dans la plupart de ces projets mais ses représentations et celles de ses conséquences, ne sont pas les mêmes pour tous les acteurs. Ceci peut entraîner des retards dans les prises de décision notamment à cause de la diversité des intérêts en jeu mais aussi de la difficulté à appréhender des échelles de temps qui ne relèvent pas du temps vécu (Hilbert, 2022).

Quelles que soient les temporalités du changement, leurs représentations sont ainsi parfois des freins au montage de ces projets de restauration de marais littoraux.

L'avenir incertain des espaces protégés littoraux

Depuis une quarantaine d'années, la patrimonialisation du littoral s'est accélérée avec un développement du nombre d'espaces naturels protégés et des mesures de protection. Les projets de conservation privilégient le maintien en bon état ou la restauration vers un meilleur état de conservation. Or les espaces protégés n'échappent pas aux changements globaux, ce qui pose aujourd'hui la question de leur devenir et du maintien ou de l'évolution de leur périmètre. À ce titre, l'exemple de la réserve de l'Amara en Guyane est parlant. Créée à l'origine pour protéger des sites de ponte de tortues marines, l'évolution du trait de côte fait qu'aujourd'hui ces sites ne se trouvent plus dans le périmètre de la réserve qu'il conviendrait donc de modifier.

En métropole, les tempêtes qui ont balayé la côte Atlantique ces dernières années, en particulier la tempête Martin de décembre 1999 et la tempête Xynthia de février 2010, ont profondément impacté les populations et les espaces naturels protégés présents sur les territoires touchés, notamment par la salinité issue de la submersion. Les réflexions se sont surtout concentrées sur les espaces habités et peu sur les sites protégés. Les travaux réalisés suite à ce type d'événement climatique impliquent le plus souvent des travaux d'urgence visant un objectif de retour à l'état initial, sans se poser la question de la manière de recomposer ces espaces à moyens et longs termes. C'est ce constat qui a amené au développement du projet de recherche PEDALO pour appréhender les scénarii envisagés pour ces espaces naturels protégés dans le contexte de l'élévation du niveau marin. Il s'agit notamment de comprendre dans quelle mesure il peut être envisageable, pour les acteurs de ces sites, de déplacer l'emprise d'espaces naturels protégés, de recomposer les périmètres de protection pour tenir compte des dynamiques de modification des milieux liés à l'élévation du niveau marin.

Cette question est particulièrement concrète pour la Réserve naturelle de Moëze-Oléron, aujourd'hui prise en étau entre une élévation du niveau de la mer et les terres agricoles situées en arrière. Le programme ADAPTO permet un accompagnement de la gouvernance pour réfléchir aux différentes stratégies possibles de gestion du trait de côte.

« Les espaces naturels protégés littoraux sont des sortes de scènes d'observation sur les manières dont la conservation de la nature est rediscutée dans le contexte de l'Anthropocène et de l'élévation du niveau marin. »

(Vincent ANDREU-BOUSSUT,
Université du Mans)

Se fixer un cap et le garder

Résister, subir ou s'adapter : entre choix et compromis

Les marais littoraux portent parfois des enjeux scientifiques qui s'expriment entre et au sein des différentes disciplines, mais aussi politiques : que doit-on protéger ? Quelles activités, quelles habitations, quelles structures, quels milieux, quelles espèces... prioriser ? Et plus globalement comment décider dans le contexte incertain du changement global ?

Le programme ADAPTO a pour objectif d'accompagner les acteurs locaux dans le choix d'une stratégie de gestion du trait de côte présentant le meilleur équilibre au regard de ces différentes dimensions. Pour la Réserve naturelle nationale de Moëze-Oléron, des ateliers de concertation ont été organisés avec les agriculteurs, les conchyliculteurs et les chasseurs pour essayer de voir comment ils envisageaient des reports possibles de leurs activités, en lien avec la nécessaire recomposition spatiale imposée par la maritimisation des territoires (Traviçhon et Mouillon, 2022).

Les analyses coûts-bénéfices permettent d'éclairer les décisions, à travers l'analyse des impacts économiques et non marchands du projet. Au-delà des chiffres, cette analyse coûts-bénéfices est aussi un élément de connaissance du territoire, un outil d'aide à la décision et éventuellement un outil transactionnel. C'est un argument qui a notamment valu en Baie de Lancieux où un des premiers points travaillés avec les acteurs du territoire a été de choisir entre subir, résister ou s'adapter, en sachant à chaque fois ce que cela implique et à quel coût. Finalement, le choix de l'adaptation a été fait et les différents acteurs se sont entendus pour dessiner la carte du territoire à l'horizon 2050, comme avenir désirable.

Cette notion de compromis est au centre des relations entre acteurs. L'économie du patrimoine permet d'appréhender la diversité des logiques des acteurs, entre des logiques économiques et patrimoniales et entre des logiques individuelles et collectives, qui conduisent les acteurs à élaborer des compromis patrimoniaux. Leur construction permet de passer de la formulation des souhaits à l'identification des possibles face à la submersion marine.

Du plan de gestion à un véritable projet de territoire

Les réserves naturelles vivent au rythme de leurs plans de gestion, écrits pour une période de dix ans, dans lesquels figurent les objectifs de gestion de ces milieux et les actions à mettre en œuvre pour les atteindre. La Réserve naturelle de la Baie de Somme évalue actuellement son cinquième plan de gestion et prévoit son évolution au regard des changements à venir (Fagot *et al.*, 2022). Par ailleurs, il peut être difficile pour les usagers et les rive-

rains de comprendre pourquoi un espace aujourd'hui classé en réserve naturelle va disparaître au profit d'un autre, ce qui nécessite un accompagnement important pour légitimer l'action comme cela est expérimenté sur les Étangs du Petit et du Grand Loc'h à Guidel dans le Morbihan (Prioret, 2023).

Aujourd'hui, la rapidité du changement climatique pose la question de l'adaptation en continu des plans de gestion. Comment adapter les manières de penser et de gérer ces espaces naturels protégés et les objectifs de leurs plans de gestion à ces changements selon un processus de gestion adaptative ?

Le programme *Life Natur'Adapt* (<https://naturadapt.com/>) constitue le chemin vers l'intégration du changement climatique dans les plans de gestion. Ce programme vise un objectif de 80 % des réserves naturelles intégrant le changement climatique dans leur gestion et un engagement des autres aires protégées dans cette démarche à l'horizon 2028. Une phase d'expérimentation sur six réserves naturelles représentant une diversité de milieux (humide, côtier, forestier, rocheux, agropastoral) a eu lieu. Parmi les six, la Réserve de Lilleau des Niges sur l'île de Ré était concernée par les problématiques des marais salés. Ces outils sont actuellement en phase de test sur quinze nouveaux espaces naturels, avant une diffusion des résultats à l'échelle nationale.

Pour réaliser cette intégration, le changement d'échelle est nécessaire : passer d'une réflexion centrée sur les espaces protégés à une réflexion concernant le territoire qui les entoure. Il s'agit alors en premier lieu d'engager des démarches de concertation avec l'ensemble des acteurs locaux concernés pour construire une connaissance et une reconnaissance partagées des enjeux. Cela permet de lever certains freins, liés notamment aux contraintes et opportunités foncières, aux modifications d'usages, aux risques perçus de la submersion marine. D'une part, en France, la représentation de la digue comme un élément protecteur indispensable est encore forte et les solutions fondées sur la nature peinent à rivaliser avec ces représentations de la protection. D'autre part, cette même digue est finalement, en dehors des milieux naturalistes, peu pensée comme une entrave aux dynamiques des milieux.

Ce changement d'échelle est déjà à l'œuvre sur certains territoires, comme sur les marais de Brouage, inclus dans une large réflexion pour devenir « Grand Site de France », dans laquelle sont intégrés les enjeux du changement climatique, avec une vraie dynamique de territoire.

Écrire ensemble la suite de l'histoire

Faire projet nécessite de réfléchir et construire ensemble une vision pour garantir une meilleure adhésion à celle-ci. Des efforts en faveur de cette co-construction sont aujourd'hui à l'œuvre dans les projets de recherche appliquée. Le programme PEPPS s'est construit en interdisciplinarité à l'interface sciences/gestion. Les productions qui en sont issues apportent aujourd'hui une plus-value aux gestionnaires comme sur l'Aber-en-Crozon, où les enquêtes sociologiques et l'étude de la fréquentation ont complété le volet « usages » du plan de gestion. Le programme ADAPTO a également été co-construit pour que les disciplines s'alimentent les unes les autres,

garantissant l'interdisciplinarité ; ce qui n'a pas pu se mettre en œuvre de manière optimale dans le cadre du programme DIGUES. Initialement basé sur un consortium de scientifiques, le programme PAMPAS a très vite intégré différents partenaires (Conservatoire du littoral, gestionnaires de réserves, Ligue pour la protection des oiseaux...). Aujourd'hui, il leur est rendu compte des réflexions de ce consortium à l'occasion de réunions de territoire organisées en petit comité pour chaque site, ce qui permet d'échanger concrètement non seulement sur les données scientifiques, mais aussi sur la démarche, leurs attentes, l'avancement des autres projets.

Les gestionnaires doivent être intégrés au cœur des programmes de recherche, incluant les valorisations scientifiques. Aboutir à une publication partagée impose de dialoguer et donc de faire un pas vers l'autre pour s'acculturer et essayer de parler un langage commun. C'est une manière d'optimiser l'interface sciences-gestion. C'est un levier en faveur de la transversalité, puisque les gestionnaires sont, au quotidien, confrontés à la pluridisciplinarité.

Les programmes de recherche doivent rendre opérationnels leurs résultats en les traduisant dans les différents niveaux de réflexion du territoire. Ainsi sur les marais de Séné, ceux-ci ont été intégrés dans le rapport d'activité de la réserve naturelle. Ils ont également été évoqués en conseil d'agglomération par la maire de Séné pour appuyer la prise en compte du patrimoine naturel et des fonctions assurées par les marais et prés salés dans la GEMAPI (Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations).

*« Les thèmes, les objets naturels ou artificiels
dont vous allez traiter se mélangent
et ce qui est important c'est que les disciplines
se fondent. Et ce colloque est tout à fait à l'image
de ce que nous voulons faire de nos universités :
un lieu où on reviendrait peut-être sur le vieux rêve
du XIX^e siècle qui était celui d'Humboldt,
qu'il n'y a pas des disciplines mais un savoir
à construire ensemble. C'est peut-être un peu ce rêve
que nous poursuivons ici ensemble. »*

(Yves-Marie PAULET,
vice-président Mer de l'Université
de Bretagne Occidentale).

Conclusion

Ce colloque a permis de croiser les réflexions et les expériences de différents programmes sur la restauration et la reconnexion des marais littoraux comme solution d'adaptation aux changements globaux. À l'issue de ces échanges, il apparaît que la question n'est pas seulement scientifique et technique et qu'elle est aussi d'ordre culturel et politique. L'intégration de ces changements dépasse la seule analyse des milieux naturels littoraux et leur gestion. Elle engage un bouleversement général des représentations de l'aménagement des territoires, celles des habitants et usagers, celles des élus, celles des différents acteurs de ces politiques de gestion des espaces. Et donc de fait, elle oblige également chercheurs et gestionnaires d'espaces naturels littoraux à reconsidérer leur manière de penser les marais et d'envisager leur gestion, et de dépasser le seul objectif et la seule échelle de la protection des milieux.

Les différents programmes, en cours ou achevés, présentés durant ce colloque ont permis d'avancer dans ce sens, à travers notamment les connaissances acquises, les croisements interdisciplinaires engagés, l'initiation d'un dialogue entre sciences humaines et sociales et sciences de l'environnement. Ils ont également montré la dynamique en cours autour des marais et de leur avenir l'existence d'un large champ d'investigation pluridisciplinaire à explorer.

RÉFÉRENCES

- Fagot C., Kraemer P., Vautier A., Triplet P., 2022. Gestion des lagunes de la Réserve naturelle de la Baie de Somme. Sciences Eaux & Territoires, (41), <https://doi.org/10.20870/Revue-SET.2022.41.7222>.
- Gallet S., Salgueiro-Simon M., Sturbois A., Gélinaud G., Bourrhis M., Dauvergne X., Carpentier A., Pétilion J., Dèbre C., 2023. Analyser la restauration des petits marais littoraux : origine, montage et principaux apports du programme PEPPS. Sciences Eaux & Territoires, (41), <https://doi.org/10.20870/Revue-SET.2022.41.7433>.
- Hilbert M., 2022. La perception sociale de l'adaptation des espaces littoraux aux effets du changement climatique : le projet Adapto par le Conservatoire du littoral. Sciences Eaux & Territoires, (41), <https://doi.org/10.20870/Revue-SET.2022.41.7247>.
- Lorrain-Soligon L., Robin F., Rousseau P., Jankovic M., Brischoux F., 2022. Des petites différences pour de grands bénéfices : réponses sites-spécifiques des communautés d'amphibiens à la submersion marine sur la côte Atlantique française. Sciences Eaux & Territoires, (41), <https://doi.org/10.20870/Revue-SET.2022.41.7124>.
- Priolet O., 2023. Approche méthodologique pour une ouverture à la mer du bassin versant de la Saudraye et des étangs du Loch à Guidel plages (Morbihan). Sciences Eaux & Territoires, (41), <https://doi.org/10.20870/Revue-SET.2022.41.7286>.
- Travichon S., Mouillon P., 2022. Reconnexion durable à la mer : que deviendra la réserve naturelle de Moëze-Oléron et les marais alentours en 2050 ? Sciences Eaux & Territoires, (41), <https://doi.org/10.20870/Revue-SET.2022.41.7140>.



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY 4.0). La citation de tout ou partie du contenu de cet article doit obligatoirement mentionner les auteurs, l'année de publication, le titre, le nom de la revue, le volume, les pages et le DOI.

Analyser la restauration des petits marais littoraux : origine, montage et principaux apports du programme PEPPS

Sébastien GALLET¹, Manuel SALGUEIRO-SIMON¹, Anthony STURBOIS², Guillaume GÉLINAUD³, Marion BOURRHIS⁴, Xavier DAUVERGNE¹, Alexandre CARPENTIER⁵, Julien PÉTILLON⁶, Célia DÈBRE⁴

¹ Laboratoire Géoarchitecture, Université de Bretagne occidentale, 6 avenue Victor le Gorgeu, 29200 Brest, France.

² VivArmor Nature, Réserve naturelle nationale de la baie de Saint-Brieuc, 18 C rue du Sabot, 22440 Ploufragan, France.

³ Réserve naturelle des marais de Séné, route de Brouel, 56860 Séné, France.

⁴ Laboratoire Géoarchitecture, Université Bretagne Sud, 4 rue Jean Zay, 56100 Lorient, France.

⁵ UMR BOREA – Université de Rennes 1, Campus de Beaulieu, 263 avenue Général Leclerc, CS 74205, 35042 Rennes Cedex, France.

⁶ UMR EcoBIO – Université de Rennes 1, Campus de Beaulieu, 263 avenue Général Leclerc CS 74205 35042 Rennes Cedex, France.

Correspondance : Sébastien GALLET, sebastien.gallet@univ-brest.fr

Pour faire face aux impacts du changement climatique et relever le défi du déclin de la biodiversité, la question de la dépoldérisation des petits marais littoraux est de plus en plus interrogée. C'est dans ce contexte qu'a été mené le programme de recherche « Pertinence environnementale de la restauration des petits marais et prés salés » (PEPPS, 2018-2021). Dans cet article, les auteurs présentent les objectifs et l'approche de ce programme. Ils font également le point des principaux apports en termes de connaissances sur les dynamiques et les processus de la restauration des petits marais salés tant des points de vue écologiques que sociaux.

Une diversité de « petits marais » le long du littoral armoricain

Le programme de recherche sur la pertinence environnementale de la restauration des petits marais et prés salés (PEPPS) s'est intéressé à des espaces anciennement poldérisés ayant été restaurés de façon volontaire ou accidentelle, comparés dans la mesure du possible à des marais de référence « naturels », n'ayant pas été poldérisés. Partant du constat que les petits marais qui parsèment le littoral armoricain sont moins étudiés alors qu'ils constituent potentiellement un élément majeur de la trame littorale, il s'est focalisé sur des « petits systèmes » en comparaison à de grands marais comme la Baie du Mont Saint-Michel. PEPPS s'est ainsi intéressé à quatre sites majeurs : l'Aber-en-Crozon (Finistère), le marais de L'Islet (Côtes d'Armor), les anciens marais salants de Séné (Morbihan) et Rostu dans le bassin du Mès (Loire-Atlantique) – figure 1.

Une approche pluridisciplinaire et partenariale indispensable

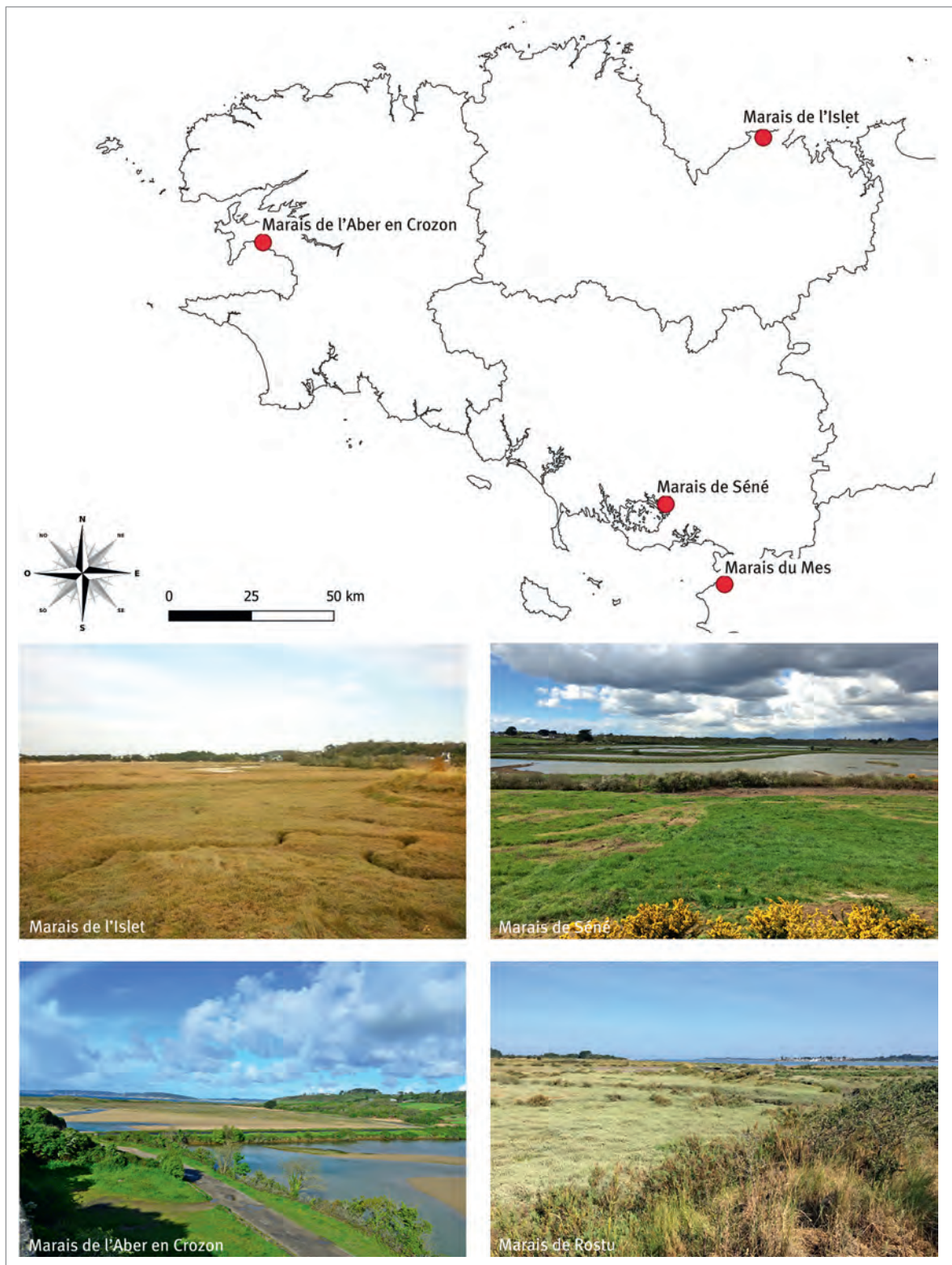
L'ambition du programme PEPPS était d'évaluer la pertinence environnementale de la restauration de petits marais et prés salés du littoral armoricain en croisant

des approches complémentaires au sein d'un pôle de compétences pluridisciplinaires associant écologie (animale, végétale, fonctionnelle) et sciences humaines et sociales (sociologie, économie, géographie) ainsi que différents partenaires praticiens (voir encadré 1 « Pour en savoir plus »). Par leur ancrage à certains espaces naturels et par leur expertise scientifique et technique sur les marais maritimes, ces partenaires possèdent un savoir théorique et appliqué indispensable pour comprendre les enjeux et les dynamiques en cours sur les sites ateliers.

Le programme PEPPS visait à l'amélioration de la connaissance des milieux pour répondre aux enjeux de conservation et aux attentes des élus et de gestionnaires de sites.

Sur le volet écologique, il s'agissait notamment de caractériser l'organisation et la structure des écosystèmes restaurés ainsi que le rétablissement des fonctions écologiques et notamment du rôle de nourricerie des marais littoraux pour les poissons. Pour répondre à ces objectifs, différentes méthodes ont été déclinées en fonction des enjeux de chaque site (cartographies fines de la végétation, mesures topographiques, prélèvements de poissons et analyses trophiques, prélèvement d'arthropodes par aspiration...).

Figure 1 – Les quatre sites « ateliers » du programme PEPPS (« Pertinence environnementale de la restauration des petits marais et prés salés »). Photos : A.-L. Pailloux.



Les approches sociologiques et économiques participaient quant à elles à la caractérisation de l'histoire, des pratiques et des représentations des sites sous trois angles : l'histoire sociale des lieux donne à voir l'évolution des usages qui y ont cours ; l'histoire politique – ou institutionnelle – montre l'intégration des prés salés dans

les politiques publiques à différentes échelles ; l'histoire socioculturelle aborde l'évolution des représentations locales des sites et des prés salés. Elles sont complétées par la quantification des services écosystémiques rendus par les prés salés dans le cadre de la restauration écologique.

Principaux apports du programme

Entre méconnaissance des marais et attachement aux lieux, leur dépoldérisation est perçue à partir de leur impact sur l'espace vécu

Les nombreux entretiens et observations réalisés dans le cadre du programme PEPPS ont permis de tirer des enseignements sur trois axes fondamentaux à prendre en compte lors de la mise en œuvre d'opérations de restauration de marais : la (mé)connaissance écologique des marais, leurs représentations et celles des opérations de dépoldérisation.

Premier résultat, à l'exception des gestionnaires ou des personnes initiées, l'écologie et la gestion des espèces et des milieux, et les marais eux-mêmes sont peu connus des personnes enquêtées. En effet, si les acteurs et usagers des sites emploient une diversité de termes pour les désigner en fonction des sites, les « prés salés » ne sont quasiment jamais ni identifiés en tant que tels, ni nommés. Quand ils sont abordés, ils sont situés par rapport à des objets partagés de description de l'espace (la dune, la rivière, la plage). Ils peuvent être décrits comme « mouvants ». Ces descriptions renvoient à ce que Emmanuelle Lambrey (2004) décrit sur la peur de l'organique, des milieux en mouvement dont certaines composantes semblent invisibles ou difficilement appréhendables et pour lesquelles on ne peut pas facilement stabiliser des pratiques et qui de fait sont l'objet de fantasmes et de légendes.

L'enquête révèle néanmoins quatre grands types de représentation des marais étudiés :

- celles de lieux accueillant une biodiversité spécifique sont principalement présentes dans les discours des gestionnaires et des personnes sensibilisées ;
- ces marais sont des lieux vécus, inscrits dans les discours sur le territoire et l'histoire locale ;
- pour certains enquêtés, ils sont une ressource à valoriser, principalement pour l'activité touristique ;
- le dernier type de représentations, particulièrement dominantes caractérise les marais à partir de leurs dimensions esthétiques et paysagères.

Comme Lydie Goeldner-Gianella et Christophe Imbert l'avaient déjà analysé en 2005 à propos du marais de l'Islet, le registre esthétique est surreprésenté dans tous les discours étant donné qu'il concerne le visible, sens immédiatement mobilisé (Goeldner-Gianella et Imbert, 2005). C'est souvent d'ailleurs à partir de cette dimension paysagère que les évolutions des sites sont exprimées. Ces représentations du paysage s'appuient également sur des approches sensibles, des descriptions d'ambiances perçues, de ressentis et d'émotions. La référence commune au calme et à la paix du lieu renvoie au caractère « sauvage » des sites non bâtis pour les uns, ou au caractère reculé, isolé et intime pour les autres. Cette caractéristique exprimée par les enquêtés révèle leur besoin et leur recherche de lieux où ils peuvent se mettre à distance des autres et des nuisances liées à leur présence et leurs activités. Se mettre à l'écart du monde, un instant, soit pour s'y ressourcer, soit pour échapper au contrôle social et y développer des pratiques festives, de sociabilité, ou encore d'expérimentation et de transgression, notamment pour des adolescents et des jeunes adultes.

Encadré 1 – Pour en savoir plus.

Le colloque dont sont issus les articles de ce numéro et dont les échanges sont synthétisés dans l'article de Dèbre *et al.* (dans ce même numéro) a été l'aboutissement du programme de recherche sur la pertinence environnementale de la restauration des petits marais et prés salés (PEPPS, 2018-2021) mené par une équipe pluridisciplinaire associant chercheurs et praticiens. Ce programme de recherche a mobilisé des chercheurs des universités de Rennes 1, de Bretagne Occidentale et de Bretagne Sud spécialisés dans l'étude de ces milieux et de leur fonctionnement, de la restauration écologique et de l'analyse des représentations sociales des espaces. Des gestionnaires d'espaces naturels et différentes structures expertes y ont été également intégrés : gestionnaires d'espaces naturels (Réserves naturelles nationales de Séné et de la Baie de Saint-Brieuc, Parc naturel régional d'Armorique, Syndicat mixte de la Ria d'Étel, Conservatoire du littoral), structures thématiques (Forum des marais atlantiques, Agence de l'eau Loire-Bretagne) et collectivités territoriales (communes, communautés de communes, conseils départementaux). Il a été financé par l'Agence de l'eau Loire-Bretagne, la région Bretagne, les départements des Côtes d'Armor et du Finistère ainsi que la Maison des sciences de l'Homme de Bretagne.

Les résultats détaillés ont fait l'objet d'un rapport de synthèse (Salgueiro-Simon *et al.*, 2022) disponible en ligne (<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03929368>) et de publications scientifiques.

Ces représentations des marais comme espaces vécus sont également nourries par les pratiques, l'appropriation et l'attachement au lieu : la répétition de la venue sur un site le rend familier. Ainsi l'inscription des sites dans leur histoire locale permet des récits individualisés de l'évolution des pratiques. C'est justement seulement par la connaissance de cette histoire des usages et des pratiques, et de leurs transformations par la dépoldérisation, que cette dernière est évoquée. Elle est abordée à partir de son impact sur l'espace vécu (bouleversement des pratiques, du paysage, de ce qui est vu) et inversement : ce que l'on ne voit pas, ce dont on ne fait pas l'expérience, n'est pas raconté. Les récits de ces transformations dépendent ainsi des caractéristiques des sites (surface, accès, visibilité...) et de leur reconexion. Quand cette dernière est perçue et racontée, il est néanmoins illusoire de tenter de repérer des représentations de la dépoldérisation communes aux sites étudiés, même si la fréquence d'un discours qui rend compte de la perte (perte d'accès, de paysage familier, de végétation « brûlée » par le sel, etc.) est indéniable. Cette recherche a cependant permis de constater que dans certains cas, d'autres discours, venant contrebalancer le précédent, relatent une dépoldérisation qui se serait inscrite dans une histoire locale et aurait contribué à construire une dynamique de territoire (lutte contre la privatisation et l'urbanisation du littoral, par exemple).

Cette enquête met en avant la dualité entre d'un côté savoir savant et représentations de la nécessité de la restauration du marais et de l'autre savoir empirique et représentations sensibles. Certains savoirs empiriques et pratiques du marais peuvent construire des représentations de la nécessité de sa restauration sans que celles-ci se superposent complètement à celles des gestionnaires. Par ailleurs, la nécessité de la préservation des espaces naturels, et notamment des marais, semble, dans les discours, être largement partagée par l'ensemble des enquêtés soit par conviction, soit en réponse à une injonction sociale dominante. Pourtant, les locaux mettent cette préservation sous condition du respect de la vie locale tel que le respect de l'histoire et de l'économie du territoire, ou le respect de certaines pratiques. Ainsi, l'appropriation forte du marais rend les usagers habituels et les

riverains sensibles au changement qu'implique sa restauration. Cela est d'autant plus vrai quand la dépoldérisation a un fort impact sur les pratiques. L'appropriation forte peut ainsi induire une résistance au changement et ne constitue un gage d'acceptation et de respect de la restauration et de la préservation des marais, que lorsque les usagers en question intègrent à leur vie quotidienne les enjeux environnementaux. C'est à cette condition seulement qu'ils prennent soin des espaces dont ils comprennent les caractéristiques et les enjeux.

Cette analyse des représentations sociales des marais a été confortée par une analyse de la sémantique mobilisée pour nommer les marais, réalisée en collaboration avec le bureau d'études Inférences. Elle rend compte des multiples réalités des marais que le langage révèle, la diversité des univers de sens mobilisés pour les raconter et confirme l'invisibilité du pré salé : en dehors du langage des gestionnaires, il brille par son absence dans les descriptions des marais. La sémantique de l'espace vécu n'est pas celle des milieux : la référence à des éléments forts et communs du paysage étant parfois également supports de pratiques (la plage, la dune, la rivière, la digue, un chemin...) permet de distinguer et de situer des espaces qui ne correspondent pas forcément aux différents milieux naturels (l'arrière dune, de l'autre côté de la digue, etc.). Nous analysons dans un premier temps, comme nous l'avons exprimé précédemment, la forte distinction des discours entre savoirs savants et savoirs empiriques, avec pour ces derniers des représentations dominantes de l'esthétique du paysage et celles de l'espace vécu. L'analyse sémantique nous permet néanmoins de repérer cinq univers de sens communs aux différents collègues de locuteurs (gestionnaires, élus, associations, acteurs économiques et usagers/riverains) : ce qui concerne la « terre » et le « foncier » ; la gestion et la valorisation des « sites » et leur intégration au territoire ; les « gens » en relation directe avec les pratiques et leur histoire et enfin l'« eau » mobilisée dans des discours sur sa qualité mais aussi sur les pratiques qu'elle permet ou empêche.

Un dernier enseignement relève plutôt d'une interrogation : comment développer des stratégies et des actions de préservation d'un milieu qui n'est pas identifié en tant que tel avec ses singularités et ses fragilités ?

Des marais écologiquement résilients, mais qui retrouvent lentement certaines de leurs fonctions

Dans le cadre de la démarche d'évaluation écologique, la diversité et l'agencement spatial de la végétation ainsi que les communautés d'arthropodes terrestres ont été utilisés comme indicateurs structuraux de restauration des sites. L'un des résultats majeurs des différentes études menées est la bonne résilience des petits marais salés, du moins en termes de retour des végétations et espèces halophiles (figure 2). En revanche, le rétablissement des fonctions de l'écosystème, et notamment de la fonction de nourricerie pour les poissons, apparaît plus lent et dépend des caractéristiques de chacun des sites étudiés. Les différentes approches ont pu être synthétisées par la construction de « roues du rétablissement » tel que proposé par la SER¹ (Gann *et al.*, 2019) – figure 2.

Ainsi sur l'ensemble des sites, la végétation apparaît typique des marais salés et les arthropodes observés

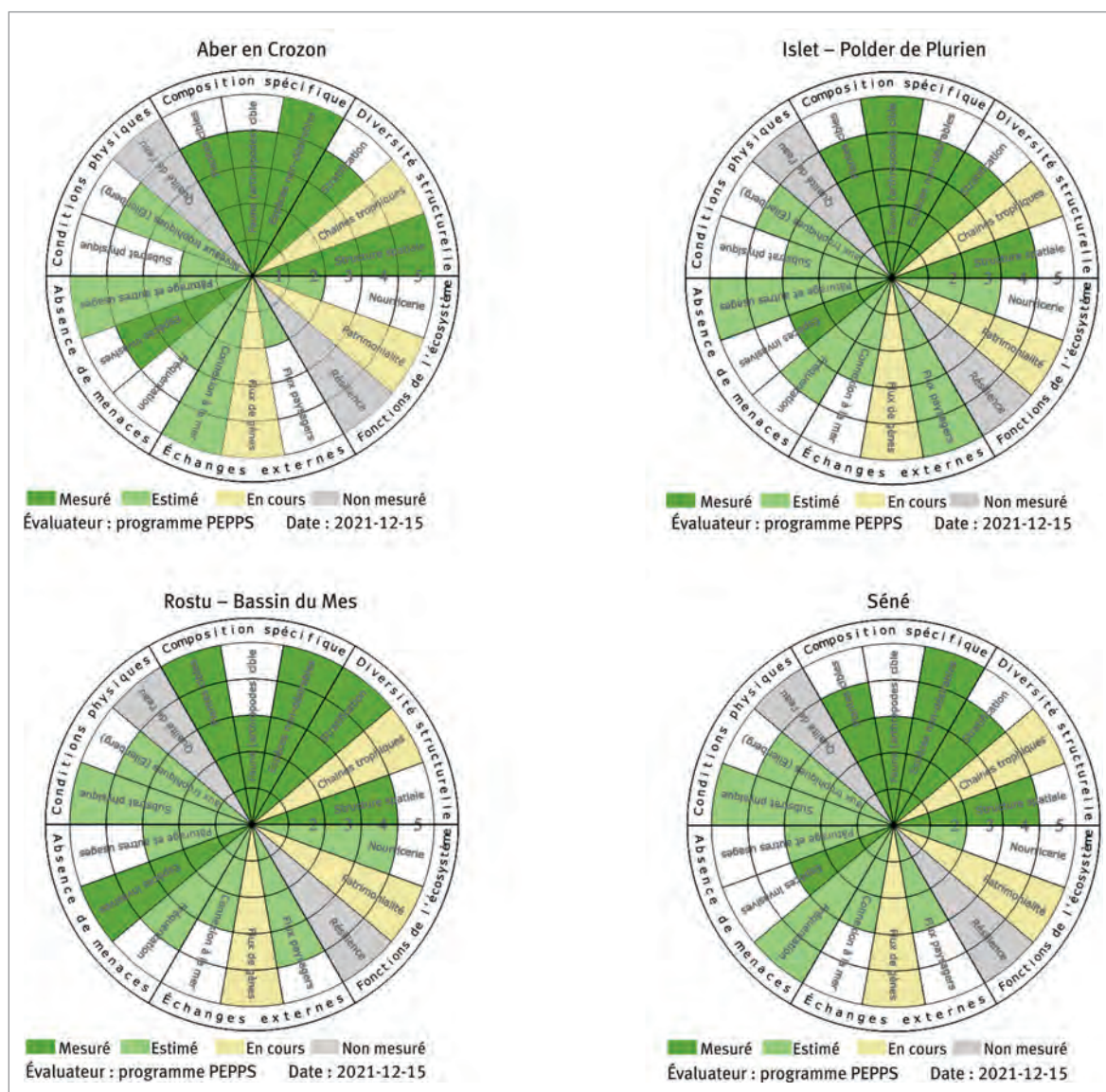
sont pour la plupart halophiles ou tolérants à la salinité. Concernant la diversité, si aucune différence entre sites naturels et restaurés n'apparaît pour les coléoptères carabiques, les richesses en plantes et araignées sont plus élevées dans les sites dépoldérisés. Ce résultat peut être mis en relation avec la plus forte complexité spatiale des marais restaurés dans lesquels une plus grande diversité de groupements de végétations a notamment été observée. Cette hétérogénéité s'observe également au niveau de l'arrangement spatial, les sites dépoldérisés présentant des patches de tailles inférieures aux sites naturels. Pourtant, un plus fort gradient topographique est observé sur les sites naturels, ce qui engendre des gradients de végétation plus marqués que sur les sites renaturés. L'hétérogénéité observée ne peut donc pas être expliquée par le seul facteur topographique pourtant fondamental dans l'écologie des marais littoraux, mais est sans doute un marqueur d'un milieu dynamique au sein duquel les équilibres compétitifs sont toujours en cours d'évolution. Au sein des écosystèmes étudiés, des dynamiques spécifiques semblent accompagner les processus de restauration. Ainsi, une évolution des équilibres entre deux espèces, la puccinellie (*Puccinellia maritima*) et l'obione (*Halimione portulacoides*) est constatée. La première domine les sites dépoldérisés plutôt récemment et la seconde les sites naturels ou dont la dépoldérisation est ancienne. Ceci peut s'expliquer (1) par l'ancien usage des sites dépoldérisés, par exemple le pâturage ou le piétinement qui favorisent le développement de *P. maritima* en affaiblissant l'obione ou (2) lorsque la dépoldérisation occasionne une mise à nue du substrat ou le remplacement d'une végétation plus terrestre, par l'aptitude de la puccinellie à coloniser de nouveaux substrats comme observé en baie de Saint-Brieuc, où le processus de colonisation primaire des groupements du bas schorre sur la slikke débute par la fixation des propagules de puccinellie (Sturbois et Bioret, 2018). De façon similaire, la proportion d'araignées halophiles est plus faible sur les sites dépoldérisés que sur les sites naturels avec une convergence progressive au cours du processus de restauration après la dépoldérisation (Salgueiro-Simon *et al.*, 2021, p. 70 du rapport).

Les différents indicateurs montrent donc une bonne résilience structurelle des sites dépoldérisés, même si certains marqueurs de l'histoire de la poldérisation restent visibles. En revanche, la résilience fonctionnelle semble moins évidente, notamment par rapport au rôle de nourricerie des différents sites pour les poissons. En effet, les différentes approches menées, qu'il s'agisse des échantillonnages de l'ichtyofaune, de l'étude des contenus stomacaux ou des approches par traceur naturel biochimique, suggèrent que les processus de restauration n'ont pour le moment pas permis de retrouver un fonctionnement trophique similaire à celui observé sur les sites naturels, illustré notamment par une faible utilisation des proies terrestres des prés salés par les poissons. Pour autant, les marais restaurés sont globalement fréquentés par les espèces de poissons habituelles des marais salés, montrant le rétablissement de l'accessibilité aux sites et une certaine attractivité.

Si les différents indicateurs montrent que la fonction de nourricerie existe sur les sites restaurés, elle n'est que partiellement rétablie à l'exception du site du Rostu

1. Society
for Ecological
Restoration,
<https://www.ser.org>

Figure 2 – Roues du rétablissement appliqué aux quatre sites d'étude du programme PEPPS (« Pertinence environnementale de la restauration des petits marais et prés salés »). Source : Salgueiro Simon *et al.* (2021).



où elle apparaît efficiente (e.g. présence de proies terrestres dans le régime alimentaire des jeunes poissons). Pourtant les communautés d'arthropodes semblent globalement bien rétablies, ce qui suggère que la présence de proies n'est pas limitante. Les raisons de leur faible représentation dans le régime alimentaire des jeunes poissons posent la question de l'accessibilité à ces proies (potentiellement différente de l'accessibilité aux sites) déjà observée ailleurs, en lien hypothétique avec l'hydrodynamisme ou d'autres facteurs encore inexplorés.

Pertinence et potentialité de la restauration des petits marais littoraux

L'intérêt pour les opérations de dépoldérisation s'est développé au cours des dernières années et le déploiement des solutions d'adaptation fondées sur la nature (SaFN) devrait encore amplifier ce phénomène. Néanmoins ces opérations ne se sont pas sans impact et il paraît intéressant de repenser la question de leur

pertinence, ce qui est le principe même du programme de recherche PEPPS.

Ainsi le croisement des approches et surtout des résultats apportés permettent de répondre à cette notion sous les angles, de la potentialité autrement dit de l'existence de sites à « restaurer », de l'intérêt, c'est-à-dire du gain potentiel, de la faisabilité, et de l'acceptabilité.

Quelle potentialité ?

Le potentiel de site de petit marais pouvant faire l'objet d'opération de restauration a été largement confirmé. Dans le cadre du programme PEPPS, une étude par photo-interprétation a permis d'identifier la présence de près de dix mille entités de marais sur le littoral armoricain dont 11 % sont des parcelles poldérisées et environ 3 % des parcelles endiguées (Monassier, 2021 *in* : Salgueiro-Simon *et al.*, 2022). S'ils restent exploratoires, ces résultats confirment ainsi l'existence d'un maillage de petits marais le long du littoral avec de nombreuses entités de très petite taille, notamment dans le Morbihan et le Finistère. Le potentiel de sites à restaurer est donc

important (figure 3). À l'exception de certains secteurs comme la pointe du Finistère, la proximité des sites permet en outre d'envisager des échanges intersites et donc une trame écologique potentielle.

Intérêts – Gains potentiels

L'intérêt écologique des marais littoraux n'est plus à démontrer. Ces marais présentent en effet des écosystèmes et une biodiversité rares, adaptés notamment à des conditions de salinité et de submersion particulières. Ces spécificités, qui s'expriment tant au niveau de la flore que de la faune sont reconnues, et leurs fortes valeurs patrimoniales sont intégrées à différents dispositifs de gestion, de protection et de conservation (réserves naturelles, Natura 2000, sites Ramsar...).

De plus, leur localisation à l'interface terre-mer offre un certain nombre de services écosystémiques, dont les plus cités dans la littérature sont les services de régulation (nutriments, climat, protection des côtes), ainsi que le service culturel de support aux activités récréatives. Les services d'approvisionnement liés notamment au pâturage qui est développé dans certaines régions, à la pêche récréative ou aux apports indirects pour l'économie marine, sont présents mais font l'objet de peu d'évaluations. L'aspect le plus documenté, mais encore sous-estimé, est celui des services de régulation avec notamment la protection côtière et la régulation du climat par le stockage du carbone. Enfin, concernant les services culturels, le support aux activités récréatives apparaît incontournable. Bien que la valeur récréative des marais salés ne fasse guère l'objet d'un débat, le service esthétique est moins reconnu dans la littérature.

Ces différents services peuvent paradoxalement se retrouver en opposition. Ainsi, activités de production ou récréatives peuvent présenter des impacts négatifs notamment sur la biodiversité, ce qui nécessite de prendre en compte les équilibres et les priorités au sein de chaque marais.

L'ensemble de ces services est bien sûr altéré par la poldérisation, même s'ils sont remplacés par d'autres, principalement des services d'approvisionnement (production agricole) qui ont souvent disparu par la suite, particulièrement dans les petits polders.

Faisabilité

Les travaux de PEPPS ont montré que même si le rétablissement de certaines fonctions écologiques est parfois partiel ou lent, la dépoldérisation permet la restauration effective des petits marais littoraux. Néanmoins, cette faisabilité écologique n'est qu'un des aspects à prendre en compte. En effet, outre les difficultés techniques, la faisabilité d'un tel projet dépend d'une multitude d'autres dimensions telles que le contexte politique et social local, les opportunités de financement et l'ensemble des contraintes juridiques ou réglementaires.

Autre aspect à prendre en compte, la dépoldérisation est également un processus foncier qui, tout en rendant possible la reconnexion à la mer, alimente fortement les représentations sociales des sites et de leur reconnexion. Son analyse permet de repérer la multiplicité des acteurs qu'il mobilise et le jeu d'échelles spatiales et temporelles qu'il engage. En effet, ce processus ne concerne pas seulement le marais, mais aussi les parcelles voisines. En déplaçant le tracé du domaine public maritime, la dépoldérisation implique du même coup, un déplacement des zones d'application des règles d'urbanisme et notamment de la loi « Littoral ».

L'histoire et les caractéristiques de la poldérisation puis de la dépoldérisation des sites insèrent par ailleurs ce processus dans un temps long qui a des conséquences parfois des décennies après sur les modalités de gestion de ces marais. Ce processus révèle également la vivacité des représentations sociales d'une « sanctuarisation » des espaces naturels reposant sur la soustraction de parcelles foncières aux jeux des évolutions territoriales et à leur modelage par les activités anthropiques alors même que les représentations d'une nature anthropisée demeurent culturellement dominantes.

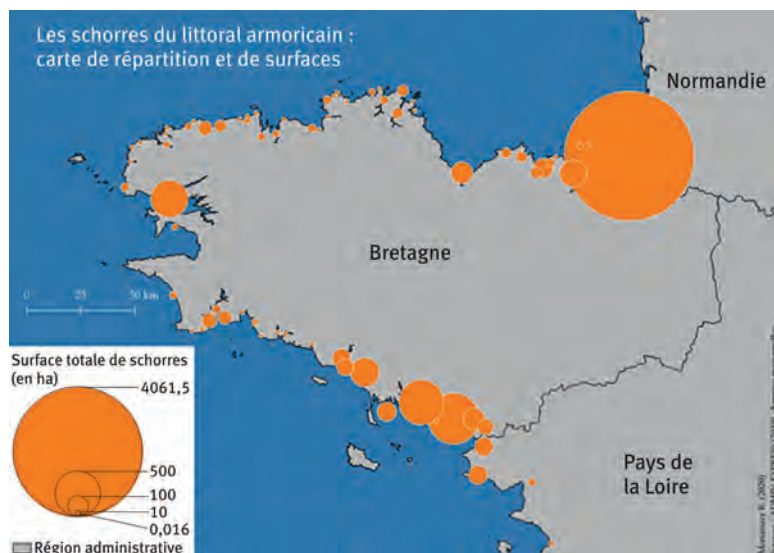
Acceptabilité

Comme cela l'a été présenté précédemment, les marais littoraux, mais aussi les pratiques qui leur sont liées, font souvent l'objet d'un fort attachement local, et ce malgré une méconnaissance de leurs caractéristiques, gestion et intérêts écologiques. L'acceptation des transformations liées à la restauration – et donc le respect des mesures prises – implique que les enjeux environnementaux soient pleinement intégrés aux préoccupations et à la vie quotidienne des usagers et acteurs locaux.

Si cela n'a pas été spécifiquement vu dans le cadre de ce programme, il peut exister des enjeux contradictoires y compris d'un point de vue écologique qui peuvent conduire, si ce n'est à des conflits, du moins à des débats et donc venir entraver le déroulement d'un projet de reconnexion ou de dépoldérisation. En effet, sur les espaces poldérisés peuvent s'être développés ou implantés des éléments patrimoniaux forts (naturels ou anthropiques) voués à disparaître lors de la dépoldérisation. Il est donc important de considérer le bilan gains/pertes en amont du projet de dépoldérisation.

Au regard de ces différents aspects, le développement d'opérations de dépoldérisation ou de reconnexion de

Figure 3 – Répartition des marais sur le littoral Manche-Armorique.
Source : Monassier (2021) in : Salgueiro Simon *et al.* (2022).



petits marais littoraux apparaît donc pertinent. Il répond en effet à des enjeux importants en termes de biodiversité et d'adaptation aux changements globaux et notamment climatiques (élévation du niveau de mer et régime accru d'événements exceptionnels, dont les tempêtes). Néanmoins, les attentes par rapport à ces restaurations doivent tenir compte du rétablissement parfois partiel des fonctions altérées. Ainsi, si elle ne constitue une solution ni ultime ni unique au problème de qualité de l'eau, la fonction épuratrice des marais salés serait également à prendre en compte. Par ailleurs, la mise en œuvre de ces opérations doit intégrer en amont l'ensemble du contexte territorial (politique, économique, social, etc.) et une connaissance des pratiques et représentations sociales des acteurs. Elle doit en outre prendre en compte la relative méconnaissance de ce milieu parfois observée en dehors du cadre scientifique ou de gestion.

Apports et limites de la transdisciplinarité

L'ensemble des approches développées dans le cadre du programme PEPPS, si elles ne permettent pas de répondre à toutes les questions posées par la restauration des marais littoraux, a permis d'améliorer la connaissance des dynamiques impliquées en intégrant une vision large et relativement complète des processus en jeu dans les domaines de la sociologie, de l'écologie, de la géographie et de l'économie. Les deux premiers axes sont ceux sur lesquels les acquis sont les plus conséquents.

L'approche pluridisciplinaire, si elle reste à renforcer, a permis de croiser un certain nombre de données, notamment au sein du volet écologique, mais aussi d'initier une évaluation transversale de la restauration de ces petits marais.

Ainsi, le programme PEPPS a montré à la fois la nécessité, mais aussi les contraintes et difficultés du dialogue interdisciplinaire. Celui-ci demande du temps, car il nécessite une acculturation réciproque des vocabulaires, méthodologies d'acquisition de données ou d'analyse propres à chacune des disciplines. Ceci implique des échanges réguliers, des rencontres permettant des échanges sur les méthodes et les résultats. Les questions relatives au croisement des données et des résultats montrent également la nécessité d'intégrer cet objectif le plus amont possible et de ne pas cantonner la transversalité aux seules composantes d'une thématique (i.e. écologie). Il s'agit notamment de bien expliciter les attentes et résultats attendus de chacune des approches développées afin d'optimiser la compatibilité des observations réalisées pour une analyse croisée.

Au-delà de l'interdisciplinarité, avec le programme de recherche PEPPS a été lancée une forte ambition d'interaction avec les acteurs de terrain intégrés au programme dans sa conception, sa réalisation et son analyse. Cette approche est en effet apparue indispensable à la réalisation d'une évaluation globale des opérations de restauration, analysées au plus proche du terrain et des attentes des gestionnaires. Sur ce point, si les relations entre les chercheurs et les gestionnaires sont clairement renforcées par le programme, il apparaît que le niveau d'intégration souhaité n'a pas été pleinement atteint. L'intensité des échanges et des interactions avec les gestionnaires est en outre variable. La question du

temps disponible pour ces échanges (particulièrement en temps de restriction sanitaire) a sans doute été un élément limitant.

Si le programme PEPPS, avec d'autres, a contribué à mieux les connaître, les marais salés littoraux et leur restauration restent un champ d'investigation largement ouvert et propice aux approches transdisciplinaires. Les enjeux qu'ils présentent, du fait de leur position d'interface terre/mer, les placent au cœur des problématiques d'aménagement, de préservation des espaces littoraux et d'adaptation aux changements globaux. Pourtant, ces marais, largement présents sur le littoral, restent aussi largement méconnus de ceux qui les côtoient et mériteraient sûrement une plus grande considération et mise en lumière.

Les travaux du programme PEPPS, trouvent leur prolongement dans un nouveau programme intitulé « Dépoldérisation programmée de petits marais littoraux » (DPM 2021-2024), qui analyse les dynamiques écologique et sociale, non plus *a posteriori* mais au cours du processus de restauration.

RÉFÉRENCES

Goeldner-Gianella L., Imbert C., 2005. Représentations sociales des marais et dépoldérisation : le cas d'un marais breton. *L'Espace géographique*, 34, 251-265, <https://doi.org/10.3917/eg.343.0251>.

Lambrey E., 2004. Perceptions et représentations des marais : du vu au vécu, les liens sensibles entre les hommes et les marais. Thèse de doctorat, EHES, Paris, <https://www.theses.fr/2004EHES0130>.

Salgueiro-Simon M., Bourhis M., Carpentier A., Dauvergne X., Godet L., Gourlay F., Hay J., Lafage D., Monassier R., Pailloux A. L., Redouté T., Pétilion J., Gallet S., Dèbre C., 2021. Pertinence environnementale de la restauration des petits marais et prés salés. Rapport final. Universités de Bretagne Occidentale, Bretagne Sud et Rennes 1, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03929368>.

Sturbois A., Bioret F., 2018. Historique et évolutions récentes des végétations du marais maritime de l'anse d'Yffiniac – Baie de Saint-Brieuc – 1979-2012. Cartographie – Analyse diachronique – Inventaire phytocénologique, Conservation. Réserve naturelle nationale de la baie de Saint-Brieuc, 52 p., <https://www.researchgate.net/profile/Sturbois-Anthony/publication/325895786>.





Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY 4.0). La citation comme l'utilisation de tout ou partie du contenu de cet article doit obligatoirement mentionner les auteurs, l'année de publication, le titre, le nom de la revue, le volume, les pages et le DOI.

La perception sociale de l'adaptation des espaces littoraux aux effets du changement climatique : le projet Adapto par le Conservatoire du littoral

Myriam HILBERT¹

¹ Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Laboratoires LADYSS et LGP, 5 rue Thomas Mann 75025 Paris Cedex 13, France.

Correspondance : Myriam HILBERT, Myriam.Hilbert@etu.univ-paris1.fr

Le projet Life Adapto explore des modes de gestion souple du trait de côte dans un contexte de changement climatique et de montée du niveau des mers. Dans le cadre de ce projet, le Conservatoire du littoral a mené entre 2020 et 2021, des enquêtes sur dix sites pilotes. L'objectif était d'interroger les avis et les perceptions des usagers des sites dans le contexte d'un passage d'une « gestion dure » à une politique incitative de « gestion souple ». L'enquête a permis de révéler que la résistance à tout prix face à la mer ne ressort pas comme la réponse systématique, et que les usagers interrogés sont globalement sensibilisés aux enjeux climatiques sur les littoraux, tout en ayant conscience de leur manque de connaissance sur l'ensemble de la complexité des enjeux en présence.

Contexte de l'enquête de perception

Le Conservatoire du littoral est confronté à l'élévation du niveau de la mer et aux complications liées à la gestion des ouvrages de défense du littoral (digues, enrochements). L'établissement a mis en place le projet Adapto en 2017 (<https://www.lifeadaptto.eu/>) : des expérimentations locales sur dix sites littoraux (figure 1), en lien avec la politique publique incitative de gestion souple du trait de côte datant de 2012. Une des actions du projet consistait à interroger les usagers, plus ou moins réguliers, des sites. Ces enquêtes portaient notamment sur la confiance qu'ils avaient dans la gestion souple, envisagée ou déjà mise en œuvre, et dans sa capacité à répondre aux enjeux climatiques. L'enquête sur la perception ajoute des dimensions à la fois sensible, affective et émotionnelle aux réflexions sur les transformations des littoraux, et permet de faire le lien entre sciences dures et société (Brunet, 2016).

La doctrine du Conservatoire se transforme, engageant un positionnement politique particulier (Chartier et Rodary, 2007 ; Chartier et Rodary, 2016 ; Doze, 2015 ; McFadgen et Huitema, 2018). Confiance, attentes, craintes, quels rapports entre le Conservatoire et ses usagers ? Ces éléments sont des objets d'étude nécessaires à la bonne compréhension des dynamiques territoriales à l'œuvre, comme celle du renforcement de « l'intendance socio-économique des territoires » (Mathevet *et al.*, 2018).

Nous présentons ici certains résultats, et testons l'hypothèse suivante en comparant les avis des résidents à celle des non-résidents : le lieu de la résidence principale influence le regard porté sur les modes de gestion de l'environnement proche (Marcadet et Goeldner-Gianella, 2005 ; Hellequin *et al.*, 2013 ; Rulleau *et al.*, 2015).

Méthodologie de l'enquête

Deux critères discriminants (tableau 1) permettent l'identification de « l'utilisateur » ayant un minimum de connaissance du site : qu'il soit venu sur le site a minima une fois avant le jour de l'enquête, ou qu'il ait sa résidence principale dans, ou en périphérie du site de l'enquête.

Tableau 1 – Critères de sélection des « usagers » à interroger sur les sites pilotes du projet Adapto.

		Résidence principale	
		Hors périmètre	Dans le périmètre
Fréquence de venue	Première fois	Non	Oui
	Deuxième fois et plus	Oui	Oui

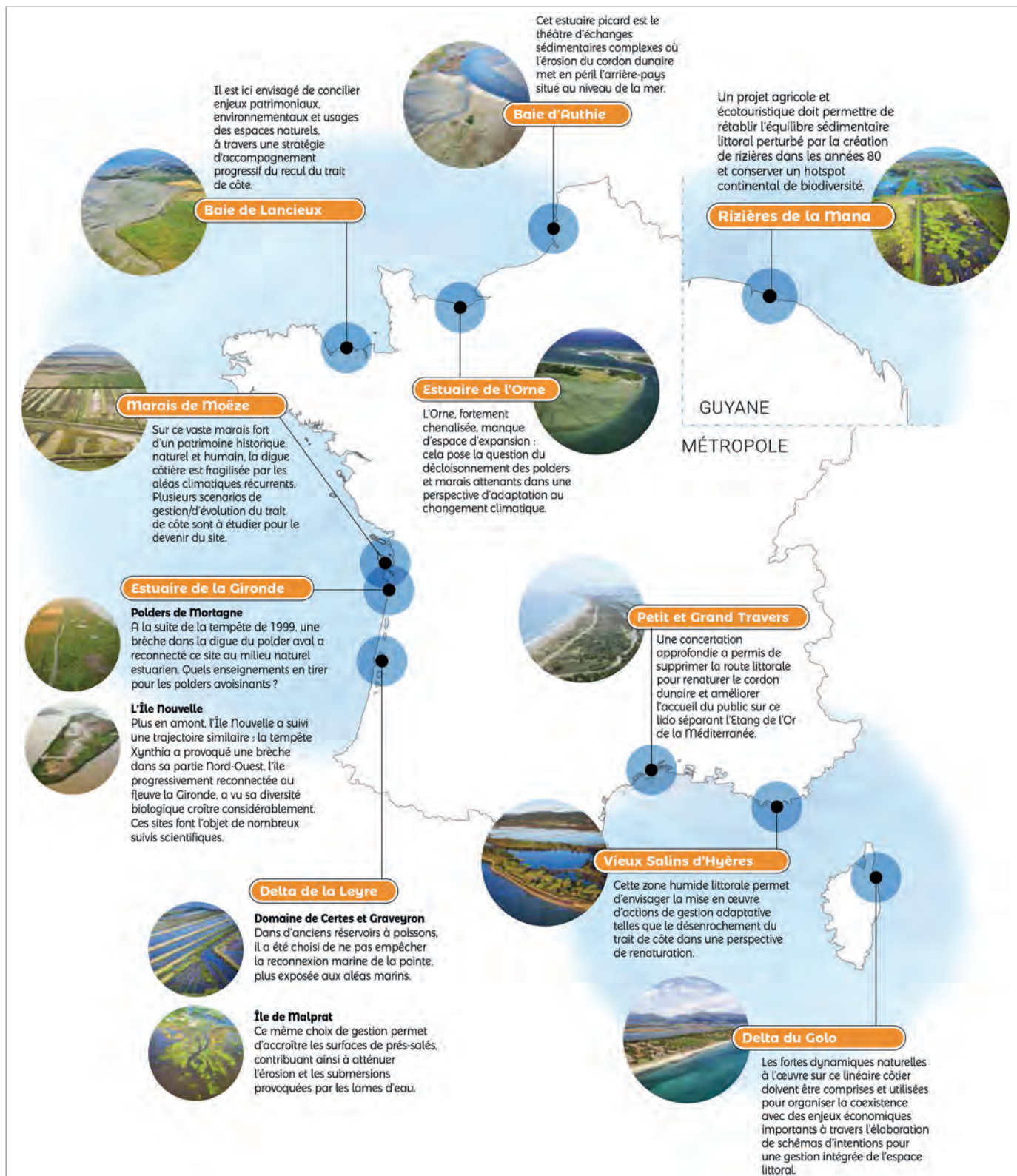
1. Pour des raisons de protocole d'enquête différent, les résultats du site Adapto de Mana n'apparaissent pas dans cet article.

In fine, nous distinguons deux grands groupes dans notre échantillon : les résidents des intercommunalités, dans lesquelles s'insèrent les sites Adapto, représentent 65 % des 1 517 usagers interrogés, et les non-résidents 35 %.

Résultats de l'enquête de perception Adapto 2020/2021

Nous traitons ici les résultats de l'enquête réalisée sur dix sites métropolitains¹ (tableau 2).

Figure 1 – Le projet Adapto : des expérimentations locales sur dix sites pilotes, représentatifs des enjeux à l'œuvre sur le littoral français.



De l'observation d'une tendance générale au consensus à une échelle globale...

Les usages de loisir pratiqués par les personnes interrogées sur les sites sont : la promenade (58 %), le sport (22 %), l'observation des paysages et des oiseaux (13 %), et enfin la pêche (5 %) et la chasse (2 %).

Les usagers associent aux sites les idées de « nature », de « calme » et de « beauté », et 72 % d'entre eux se disent attachés à un élément en particulier et aimeraient le voir protégé à tout prix. Ils considèrent à 93 % le littoral comme un espace mobile, et à 99 % comme un espace fragile et nécessitant une protection. Sur l'ensemble des sites, 85 % ont reconnu un lien entre changement climatique et impacts sur les littoraux, et les trois principaux effets cités sont l'élévation du niveau de la mer, l'érosion et les impacts sur la biodiversité. Ils pouvaient choisir entre quatre postures, allant de « résister à tout prix contre la mer » à « composer avec la mer et accompagner les évolutions nécessaires du territoire », posture pour laquelle ils se sont majoritairement exprimés, avec 80 % des réponses. Un test de Khi-deux met en évidence une corrélation entre la résidence principale et le choix de posture à adopter, donnée qui vient soutenir l'hypothèse selon laquelle la proximité du lieu de vie influence le regard porté sur les modes de gestion de l'environnement situé à proximité de sa résidence.

... À une recherche de compromis, d'équilibre à l'échelle locale

Les usagers devaient se positionner sur l'enjeu local de gestion du trait de côte envisagé, ou réalisé, par le

Figure 2 – Réponses des usagers de l'estuaire de l'Orne sur l'avenir de la digue protégeant le marais de Cagny et ayant breché en 2011. Données de l'enquête Adapto 2020.

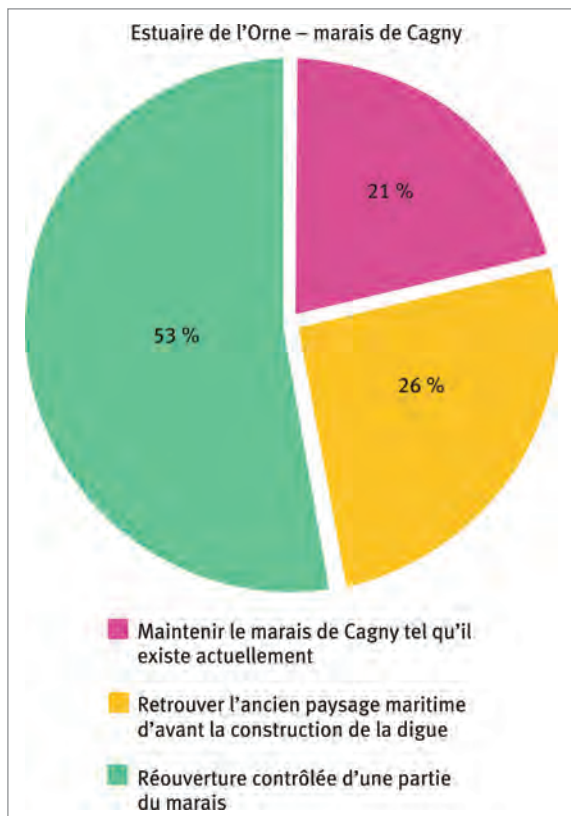
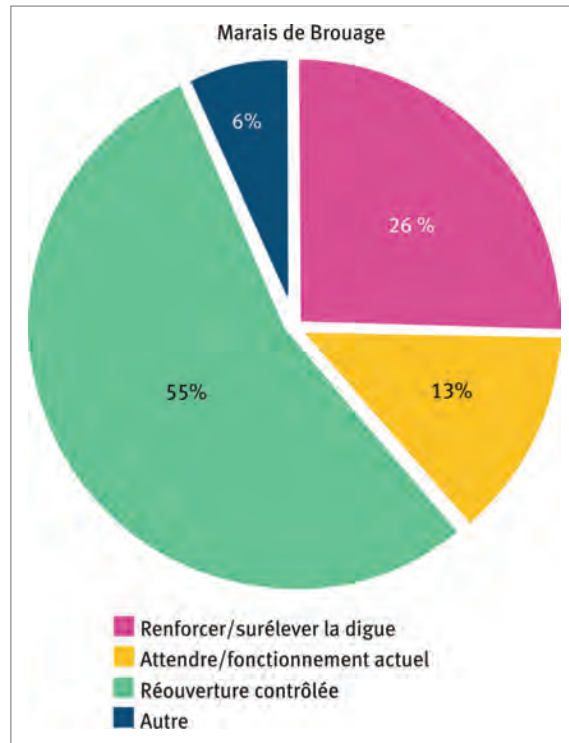


Figure 3 – Réponses des usagers du marais de Brouage concernant l'avenir de l'actuelle digue de premier rang, d'ores et déjà bréchée. Données de l'enquête Adapto 2020.



Conservatoire et ses gestionnaires : un désenrochement, une brèche non refermée, des scénarios de recul, des renaturations de polders ou de dunes, ou encore de nouveaux tracés de cheminements littoraux. Pour les scénarios envisagés, les usagers choisissent le plus souvent la posture modérée, à savoir une reconnexion à la mer partielle, suivie, observée et contrôlée (exemples des figure 2, figure 3 et figure 4).

Ce positionnement s'explique par plusieurs facteurs : certains usagers reconnaissent que leur manque de connaissance et d'expertise sur la gestion souple les freine à adopter une position tranchée, certains soulignent l'existence d'un risque, d'autres veulent voir se maintenir un certain

Tableau 2 – L'enquête de perception Adapto a été réalisée sur dix sites métropolitains.

Nom du site	Nom abrégé	Taille de l'échantillon	Parts des résidents dans l'échantillon
Baie d'Authie Sud	Authie	155	23 %
Estuaire de l'Orne	Orne	188	63 %
Baie de Lancieux	Lancieux	150	54 %
Marais de Brouage*	Brouage	152	100 %
Mortagne sur Gironde	Gironde	84	77 %
Ile Nouvelle	Ile	113	37 %
Delta de la Leyre	Leyre	160	70 %
Petit et Grand Travers	Travers	181	67 %
Vieux Salins d'Hyères	Hyères	184	78 %
Delta du Golo	Golo	150	81 %

* NB : nous n'avons pas rencontré de non-résidents lors de l'enquête au Marais de Brouage.

contrôle sur ces espaces qu'ils apprécient, et cela afin de pouvoir continuer à s'y rendre, tout en déclarant néanmoins qu'il faut « *laisser la nature reprendre ses droits* » (propos tenus par plusieurs usagers enquêtés).

Figure 4 – Réponses des usagers de la baie de Lancieux concernant l'avenir du polder actuel de la commune de Lancieux. Données de l'enquête Adapto 2020.

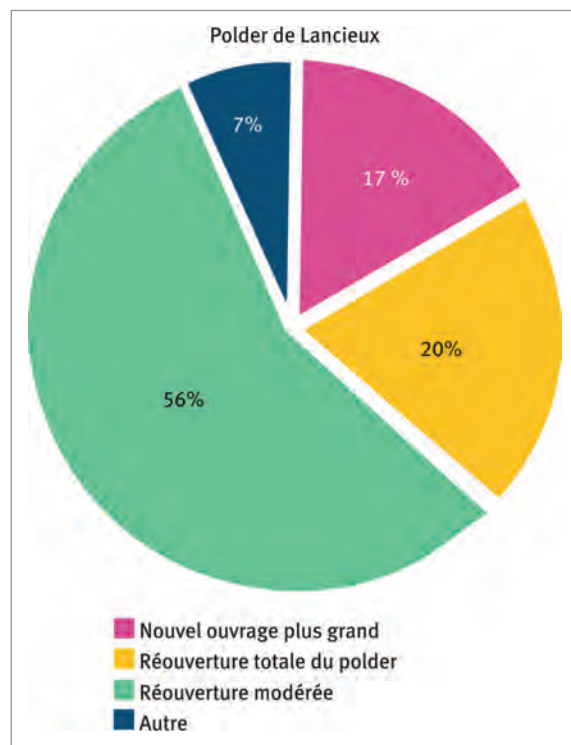
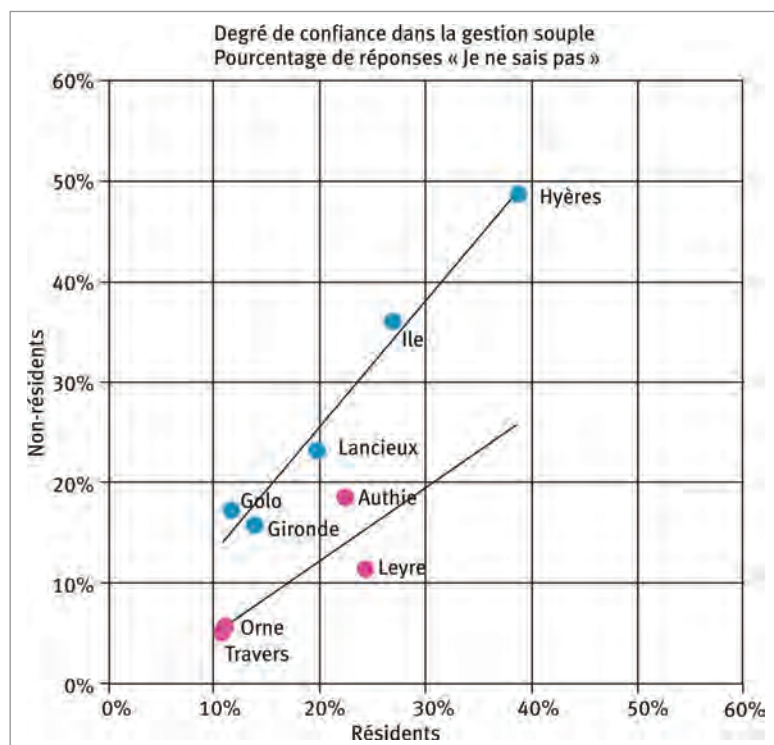


Figure 5 – Réponses « Ne sait pas » en fonction de la résidence principale des répondants à l'enquête.



La confiance accordée à des méthodes de gestion souple du trait de côte en réponse aux enjeux côtiers

Nous testons de nouveau l'hypothèse concernant le degré de confiance accordé par les usagers à la gestion souple selon leur résidence principale.

Un certain nombre d'usagers n'ont pas répondu à la question « Faites-vous confiance à des méthodes de gestion souple, en réponse aux enjeux côtiers ? ». Leur pourcentage varie selon les sites, mais il existe en revanche une forte corrélation entre le taux de réponses des résidents et des non-résidents ($R^2 = 0,76$, $p\text{-value} = 0,002$), comme représenté sur la figure 5.

Le pourcentage de « Ne sait pas » est plus bas chez les résidents des sites de Hyères, Ile, Lancieux, Mortagne et Golo, et plus élevé chez les résidents des sites de Leyre, Authie, Travers et Orne.

Ainsi, la proximité entre l'enjeu de gestion et la résidence principale pousse les résidents à ne pas se prononcer de manière aussi nette que les non-résidents.

Ce qui est observable sur la figure 5 est confirmé par l'analyse des réponses « Oui » ci-après : bien que le pourcentage de réponses positives à la question « Faites-vous confiance à des méthodes de gestion souple, en réponse aux enjeux côtiers ? » varie selon les sites, il existe une forte corrélation entre les réponses des résidents et des non-résidents, comme mis en évidence dans la figure 6.

Le pourcentage de « Oui » est plus élevé chez les résidents des sites Mortagne, Nouvelle, Hyères et Golo ($R^2 = 0,93$, $p\text{-value} = 0,036$). Il est en revanche plus élevé chez les non-résidents des sites Authie, Orne, Lancieux, Leyre, Travers ($R^2 = 0,94$, $p\text{-value} = 0,006$).

Notre hypothèse est validée, les opinions des usagers sur la gestion souple sont fortement corrélées à leur statut de résidents ou non-résidents. Notons néanmoins des variations importantes selon les sites, que nous avons mises en évidence par les couleurs bleue et rose.

Discussion et recommandations

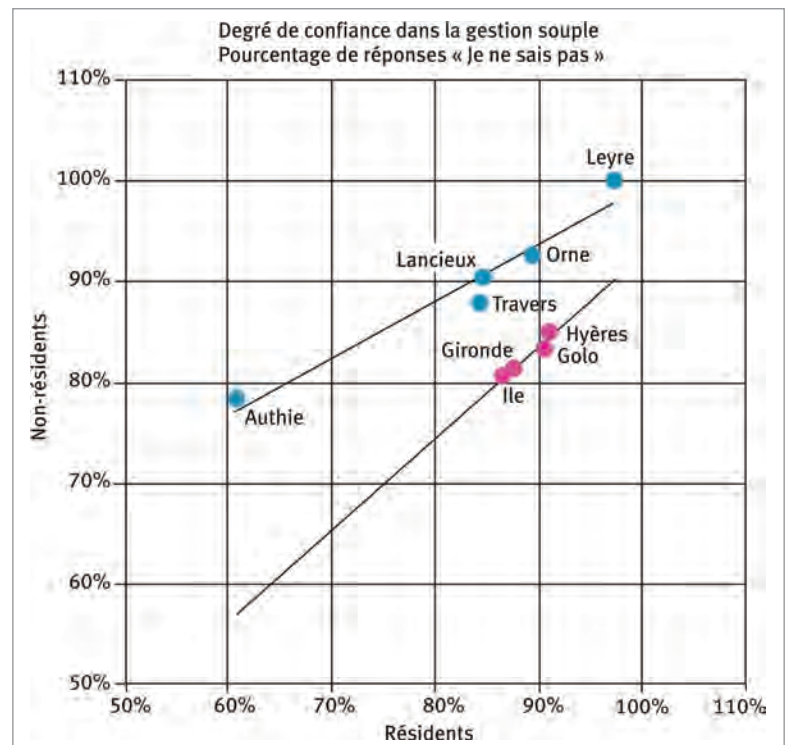
L'expérimentation Adapto recherchait explicitement une diversité de profils de sites pour la mise en place de diverses méthodes de gestion souple. Dès lors, il n'est pas étonnant que les réponses soient fortement différentes selon les sites et les profils des usagers interrogés. Sur l'ensemble des données, l'hypothèse concernant la divergence d'opinion entre les résidents et les non-résidents, vis-à-vis de la gestion souple, est validée. Mais lorsque nous étudions les données site par site, cette hypothèse n'est plus valide sur chacun d'entre eux. La principale raison se trouve dans le contexte local : les spécificités des sites (usages pratiqués, accessibilité, culture et histoire locales de la gestion du littoral par les acteurs locaux) sont autant d'éléments participant à la variation du degré de confiance accordé par les résidents et leur positionnement souvent plus incertain (Flanquart, 2020). Le manque profond de connaissance des usagers interrogés sur la gestion souple est également ressorti de cette enquête, dénotant la nécessité d'une meilleure communication à ce sujet. Sur Hyères, les réponses « Ne sait pas » concernent autant les résidents que les non-résidents, l'explication s'étant trouvée dans le

carnet de terrain des enquêteurs : à cette question, les usagers interrogés ont reconnu ne pas disposer d'assez de connaissance et d'information pour se prononcer, et ce quel que soit leur lieu de résidence. L'absence d'exemples concrets et de visibilité concernant ce que la gestion souple représente en pratique peut également avoir influencé leur réponse à une question de portée générale et sur un sujet peu maîtrisé.

Le format de la question ne permettait pas non plus aux usagers de savoir à quels acteurs ils accordaient cette confiance : pour les résidents, la proximité de l'enjeu de gestion recouvre une réalité plus concrète que pour les non-résidents, réalité entraînant des conséquences économiques, politiques, esthétiques et d'usage. Dès lors, la confiance qu'ils seraient prêts à accorder à une pratique de gestion proche de leur environnement est tributaire de leur expérience passée dans leur rapport aux acteurs locaux.

De ce constat, le format de l'enquête Adapto n'a pas permis d'approfondir la thématique de la confiance des usagers. Dans la mise en place d'une enquête portant sur un sujet peu maîtrisé par le grand public, certaines étapes préalables à la question sur la confiance permettraient de contextualiser les réponses des usagers, tout en les rendant plus pertinentes et plus ancrées dans la réalité locale : questionner leur connaissance vis-à-vis du sujet et des enjeux (risques sur les court et long termes) et leurs rapports au travail mené par les acteurs locaux (élus, collectivités et services de l'État). Dans une approche gagnant-gagnant de l'aménagement du territoire, et dans une recherche d'objectivité vis-à-vis de l'inclusion des citoyens dans ces processus, l'enquête est efficace si elle

Figure 6 – Réponses « Oui » en fonction de la résidence principale des répondants à l'enquête.



respecte ces étapes. Les réponses des usagers recouvrent alors une plus grande pertinence et sont plus à même d'être prises en compte par les acteurs locaux.

RÉFÉRENCES

- Brunet L., 2016. Faire l'expérience des « services écosystémiques ». Carnets de géographes [En ligne], 9 | 2016, <https://doi.org/10.4000/cdg.608>.
- Chartier D., Rodary E., 2007. Géographie de l'environnement, écologie politique et cosmopolitiques. L'Espace Politique [En ligne], 1 | 2007-1, <https://doi.org/10.4000/espacepolitique.284>.
- Chartier D., Rodary E., 2016. Manifeste pour une géographie environnementale : Géographie, écologie, politique. Presses de Sciences Po, 440 p., <https://doi.org/10.3917/scpo.chart.2016.01>.
- Doze E., 2015. Le changement climatique et les propriétés du Conservatoire du littoral. Vertigo – la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Hors-série 21 | avril 2015, <https://doi.org/10.4000/vertigo.15778>.
- Flanquart H., 2020. Nous sommes tous des nimbystes : plaidoyer pour l'utilisation de la notion d'acceptabilité sociale. Développement durable et territoires [En ligne], vol. 11, n° 3 | Décembre 2020. <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.17718>.
- Hellequin A., Flanquart H., Meur-Férec C., Rulleau B., 2013. Perceptions du risque de submersion marine par la population du littoral languedocien : contribution à l'analyse de la vulnérabilité côtière. Natures Sciences Sociétés, vol. 21(4), p. 385-399, <https://doi.org/10.1051/nss/2014002>.
- Marcadet C., Goeldner-Gianella L., 2005. Dépoldériser dans le bassin d'Arcachon ? Réactions sociales et propositions de gestion. Norois [En ligne], 197 | 2005/4, <https://doi.org/10.4000/norois.288>.
- Mathevet R., Bousquet F., Larrère C., Larrère R., 2018. Environmental Stewardship and Ecological Solidarity: Rethinking Social-Ecological Interdependency and Responsibility. Journal of Agricultural and Environmental Ethics, vol. 31, p. 605-623, <https://doi.org/10.1007/s10806-018-9749-0>.
- McFadgen B., Huitema D., 2018. Experimentation at the interface of science and policy: a multi-case analysis of how policy experiments influence political decision-makers. Policy Sci, 51, p. 161-187, <https://doi.org/10.1007/s11077-017-9276-2>.
- Rulleau B., Rey-Valette H., Flanquart H., Hellequin A-P., Meur-Férec C., 2015. Perception des risques de submersion marine et capacité d'adaptation des populations littorales. « On a eu la guerre, ils auront les inondations ! ». Vertigo – la revue électronique en sciences de l'environnement, n° Hors-série 21 (avril), <https://doi.org/10.4000/vertigo.15811>.





Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY 4.0). La citation comme l'utilisation de tout ou partie du contenu de cet article doit obligatoirement mentionner les auteurs, l'année de publication, le titre, le nom de la revue, le volume, les pages et le DOI.

Reconnexion durable à la mer : que deviendra la réserve naturelle de Moëze-Oléron et les marais alentours en 2050 ?

Ségolène TRAVICHON¹, Paloma MOUILLON²

¹ LPO France, Fonderies Royales, 8 rue du Dr Pujos, CS 90263, 17305 Rochefort Cedex, France.

² Conservatoire du littoral, Conservatoire du littoral, délégation Centre-Atlantique, 1 quai de l'Hermione, 17302 Rochefort Cedex 00, France.

Correspondance : Ségolène TRAVICHON, segolene.travichon@lpo.fr – centre-atlantique@conservatoire-du-littoral.fr

En France, les territoires naturels littoraux sont de plus en plus impactés par les phénomènes d'érosion et de submersion marine, accentués par les effets du changement climatique. Dans le cadre du projet LIFE ADAPTO, des solutions de gestion sont explorées sur plusieurs sites pilotes pour améliorer la résilience de ces espaces. Dans cet article, le Conservatoire du littoral et la Ligue pour la protection des oiseaux présentent les résultats de leur démarche initiée sur le site de la Réserve nationale de Moëze-Oléron pour imaginer les futurs possibles du marais de Brouage, où plusieurs scénarios de gestion et d'évolution du trait de côte ont été étudiés pour le devenir de cet espace à vocation environnemental.

Le projet LIFE ADAPTO

Alors que le changement climatique ne fait plus de doute et qu'il se mesure au plan local par l'élévation du niveau marin (+ 21 cm depuis la fin du dix-neuvième siècle, avec une accélération depuis les années 1970), le Conservatoire du littoral (CEL) a mis en place le projet LIFE ADAPTO, visant à démontrer l'intérêt des espaces naturels dans l'adaptation des littoraux face à l'élévation du niveau marin et l'augmentation de la fréquence des événements climatiques extrêmes.

À travers dix sites pilotes, ce projet contribue à démontrer l'intérêt écologique et économique d'améliorer la résilience des espaces littoraux pour protéger les activités humaines en redonnant de la mobilité au trait de côte et en accompagnant les territoires face aux effets du changement climatique. À ce titre, différents scénarios sont étudiés sur chacun des sites, afin de connaître leurs effets tant en termes de risque, d'économie, de biodiversité, de paysage que de perception sociale.

Parmi les dix sites expérimentaux, celui des marais de Moëze en Charente-Maritime a la particularité d'avoir la présence de la Réserve naturelle nationale de Moëze-Oléron, gérée par la Ligue pour la protection des oiseaux (LPO), située sur la frange littorale et menacée de maritimisation (figure 1). Ainsi les deux organismes ont travaillé ensemble et de manière innovante pour dessiner le futur de la réserve naturelle et des territoires alentours du marais de Brouage. LPO et CEL se sont intéressés au devenir de la biodiversité exceptionnelle de ce site dans des conditions d'élévations du niveau marin et de différents scénarios de gestion du trait de côte en se projetant jusqu'en 2050.

Le contexte local

Le marais de Brouage a subi deux tempêtes majeures, en 1999 (Martin) et en 2010 (Xynthia), qui ont eu pour conséquence une submersion généralisée en arrière des digues sur plusieurs kilomètres à l'intérieur des terres.

Figure 1 – Cartographie du marais de Brouage. Source : Conservatoire du littoral, École nationale supérieure du paysage de Versailles.

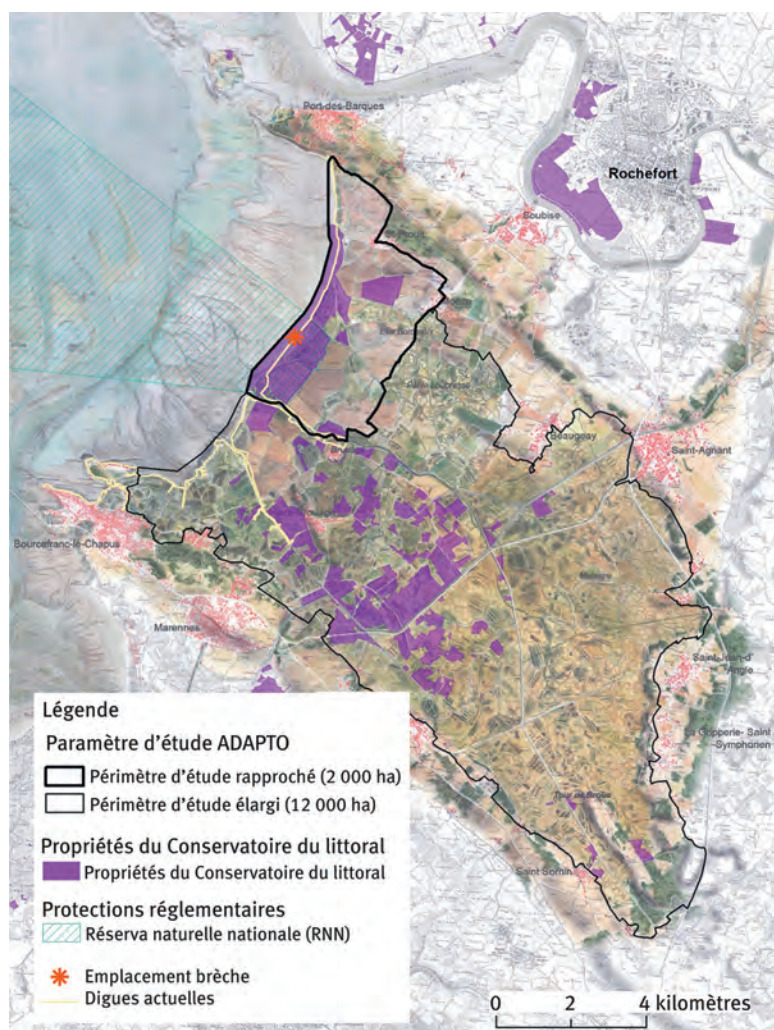
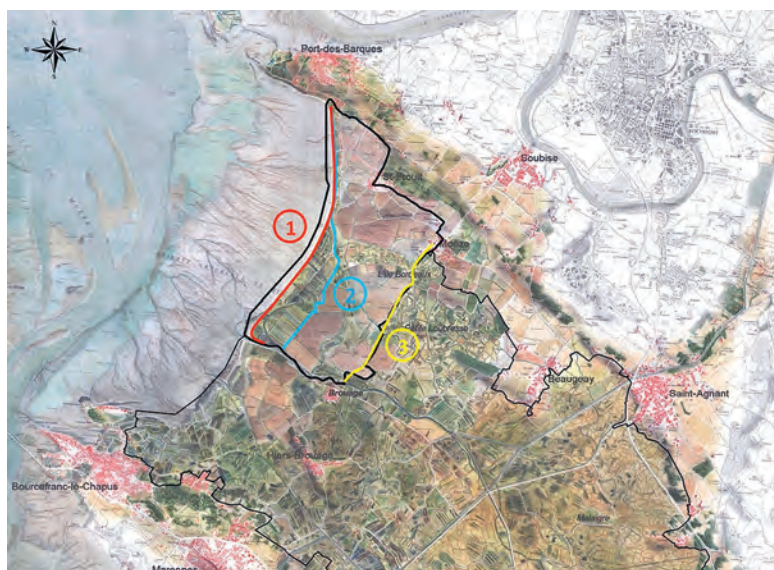


Figure 2 – Présentation des trois scénarios de gestion du trait de côte étudiés. Source : Conservatoire du littoral, École nationale supérieure du paysage de Versailles.



À chaque fois, ces tempêtes ont fortement dégradé les digues à la mer et ces dernières ont été restaurées à la suite.

En 2014, une brèche se forme de nouveau suite à un coup de vent, des travaux de reprise auront lieu en 2016. Mais de nouveau, en 2018, la digue ne tient pas et une brèche se forme. Ainsi, la question de la stratégie de gestion du trait de côte est devenue de plus en plus prégnante.

La présence de la réserve naturelle sur ce site, un jeu de données de quarante ans, l'existence d'un plan de gestion et d'une équipe de six salariés permanents, ont permis d'étudier de façon spécifique les effets sur le patrimoine naturel de différents scénarios de gestion du trait de côte. Haut lieu de biodiversité, ce site était ainsi idéal pour tester cette analyse prospective d'évolution de la biodiversité. Cette étude a été menée sur l'ensemble du périmètre ADAPTO rapproché (figure 1), incluant au-delà de la réserve naturelle, des prairies, cultures intensives et tonnes de chasse.

La méthode employée

La méthode employée utilise des modélisations des hauteurs d'eau faites par le BRGM, en conditions atmosphériques normales pour un coefficient de marée 95 et supérieur à 115, avec plusieurs scénarios d'aménagement (figure 2) :

- digue à la mer intacte (figure 3),
- digue de premier rang reculée « route des tannes » (figure 4),
- effacement de la défense de côte avec protection rapprochée des habitations ou retrait sur la route de Brouage (figure 5).

Une analyse est menée sur l'évolution probable des habitats ainsi que des espèces et communautés d'espèces à partir des données disponibles à la LPO (cartographie des habitats 2019, par exemple).

Concernant les habitats :

- ils sont regroupés en sept grands habitats simplifiés, en fonction de leur tolérance à la salinité ;
- puis ils sont passés au crible de plusieurs filtres : fréquence de submersions à l'année n , hauteur d'eau atteinte à un coefficient de marée donné à l'année n , sédimentation entre l'année n et $n + 10$. Un nouvel habitat est ainsi attribué à l'année $n + 10$ et une nouvelle cartographie est ainsi élaborée.

Résultats

Ainsi, avec un effacement de la défense de côte et une reconnexion durable à la mer, la zone étudiée deviendrait largement sous influence marine, avec des fonctionnalités nouvelles (grande surface de prés-salés et de lagune en mer à marée) mais des incertitudes sur le maintien de certains habitats patrimoniaux. Il pose aussi la question de l'effacement des cultures intensives et donc de proposer une solution de repli aux agriculteurs concernés.

À l'inverse, avec un maintien d'une défense de côte proche de l'actuel, et sans modification à l'arrière, notamment en terme agricole, d'importants dysfonctionnements se mettraient en place et seraient dommageables pour la biodiversité (homogénéisation de

l'ensemble de la réserve en deux habitats de vasière et prés-salés et probable perte de potentiel d'accueil pour les oiseaux d'eau, principales cibles de la réserve naturelle).

En complément de ces modélisations théoriques, les équipes des deux organismes ont imaginé les nouveaux modes de gestion à mettre en place pour anticiper et accompagner au mieux l'ensemble du territoire à ces profondes modifications inéluctables.

Ces résultats ont servi de support pour lancer par la suite une étude de prospective paysagère sur ce site, afin de mieux ressentir les changements possibles.

Conclusion – discussion

Même si l'exercice comporte beaucoup d'incertitudes, les tendances restent relativement précises en termes de biodiversité, ce qui permet d'alimenter les débats locaux.

La question du périmètre de la réserve naturelle se pose puisqu'il ne s'agit plus de protéger uniquement le seul périmètre actuel mais d'élargir la protection dans ce contexte d'évolution rapide des habitats. Ainsi, il apparaît important de pouvoir faire inclure ces résultats dans les projets de territoires, ce qui est actuellement le cas avec le projet de Brouage et les réflexions autour du programme d'actions de prévention des inondations (PAPI) en cours d'élaboration.

Figure 3 – Scénario 1 : digue à la mer intacte. Source : LPO.

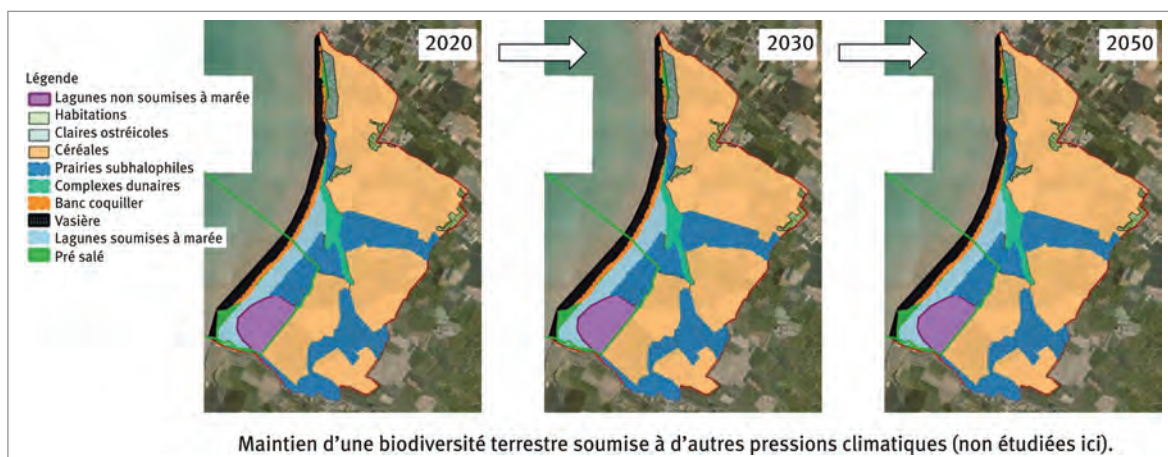


Figure 4 – Scénario 2 : recul de la digue « route des tannes ». Source : LPO.

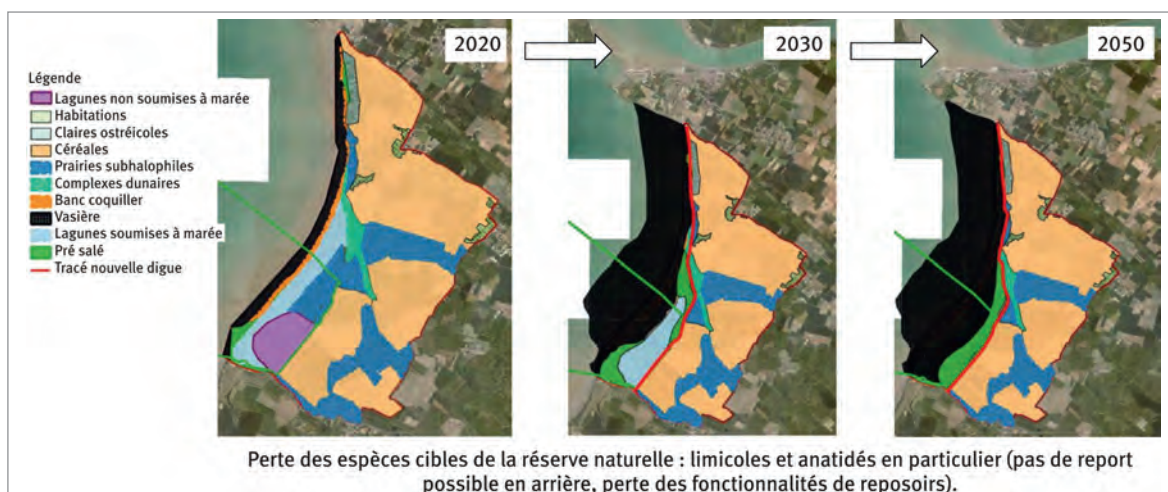
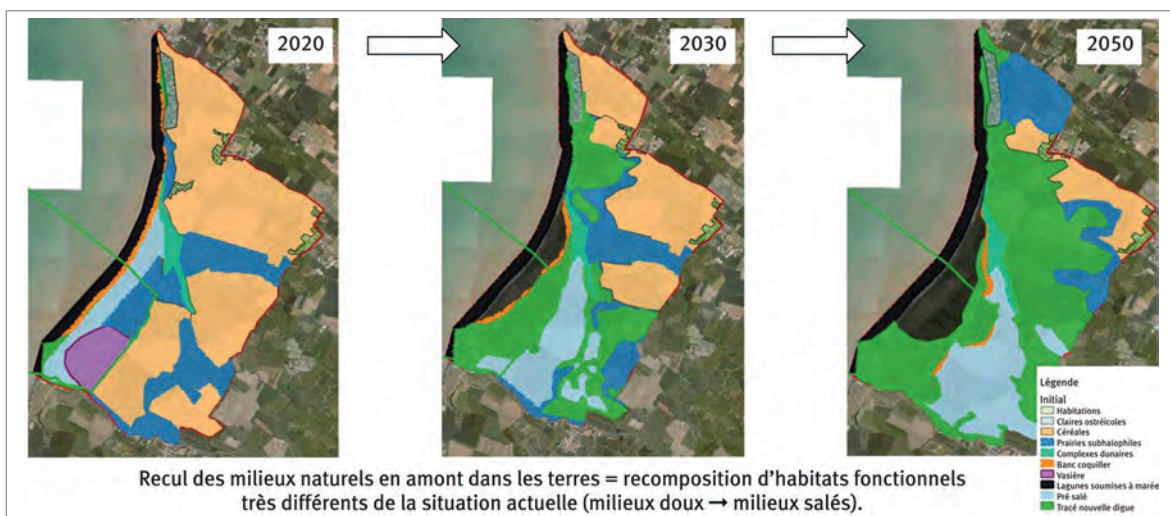


Figure 6 – Scénario 3 : effacement de la digue actuelle de premier rang. Source : LPO, Conservatoire du littoral, École nationale supérieure du paysage de Versailles.



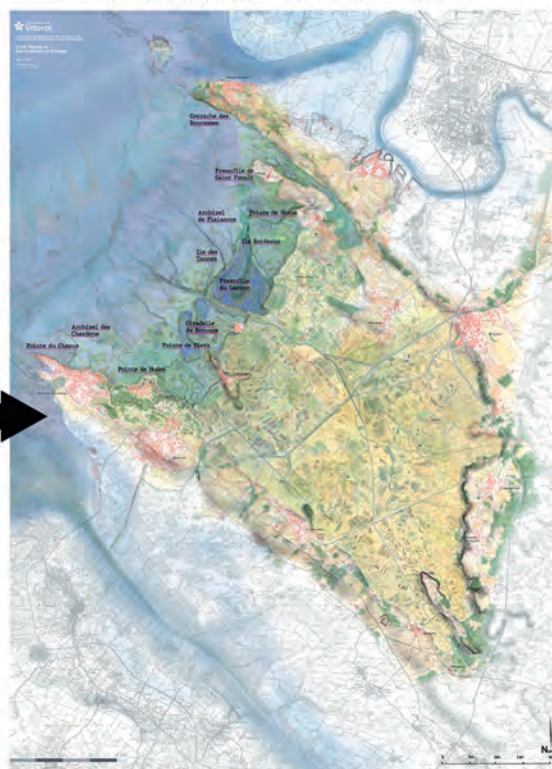
Question : relocalisation des activités agricoles sur d'autres secteurs.

Approche paysagère

Carte des paysages actuels



Carte des paysages 2050 – Sans digue





Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY 4.0). La citation comme l'utilisation de tout ou partie du contenu de cet article doit obligatoirement mentionner les auteurs, l'année de publication, le titre, le nom de la revue, le volume, les pages et le DOI.

Représentations des digues de protection des marais côtiers atlantiques : regards mêlés arts et sciences

Sylvie FERRARI¹, Anne GASSIAT², Olivier CROUZEL³, Jean-Christophe LEMESLE⁴

¹ Bordeaux Sciences économiques, UMR CNRS 6060, Université de Bordeaux, Avenue Leon Duguit, Bâtiment H, 33608 Pessac Cedex, France.

² INRAE, UR ETTIS, Site de Cestas-Gazinet, 50 Avenue de Verdun, 33612 Cestas Cedex, France.

³ Fabrique POLA, 10 quai de Brazza, 33000 Bordeaux, France.

⁴ Réserve naturelle nationale de Lilleau des Niges et de la Maison du Fier, 17880 Les Portes en Ré, France.

Correspondance : Sylvie FERRARI, sylvie.ferrari@u-bordeaux.fr

Dans cet article, les auteurs questionnent les rapports entre les humains et les littoraux dans un contexte d'élévation du niveau des mers en se focalisant sur les digues. Ils mobilisent une approche sensible et cognitive qui s'appuie sur une collaboration originale entre des scientifiques (géographie environnementale et économie écologique), des artistes (vidéo et texte poétique) et des gestionnaires d'espaces naturels. L'objectif est de proposer une analyse qui interroge les modes d'adaptation à la montée du niveau de la mer en confrontant les différentes représentations de la nature et des liens qui rattachent les digues aux humains. L'ouverture sur l'éthique environnementale permet alors d'éclairer la manière dont ces représentations et ces liens peuvent orienter les choix de maintenir ou d'effacer les digues, véritables interfaces entre la terre et la mer.

Une approche sensible et cognitive des digues

Les digues servent à protéger les terres gagnées sur la mer des submersions marines, communément appelées polders ou marais côtiers (Bertrand et Goeldner, 1999). De nombreux espaces littoraux ont été aménagés en marais côtiers, à l'abri d'imposantes digues. Si les digues sont considérées aujourd'hui comme prioritaires pour protéger les zones habitées ou exploitées¹ par les humains, elles le sont beaucoup moins pour protéger les zones naturelles (Carassou et Gassiat, 2020). Les réserves naturelles des marais côtiers ont vocation à être submergées même si leurs habitats sont très intéressants. Ces dernières années, les digues détruites lors d'événements extrêmes ont ainsi été rehaussées ou reconstruites pour protéger les humains, alors qu'elles ont souvent été laissées en l'état quand il s'agissait d'espaces naturels. Les assauts de la mer de plus en plus violents et fréquents, de même que l'élévation du niveau de la mer fragilisent les digues datant de plusieurs siècles et amènent à penser les interfaces terre-mer autrement.

C'est dans ce contexte qu'a émergé l'idée d'une collaboration arts et sciences qui s'est concrétisée avec le Projet DIGUES soutenu financièrement par l'Agence nationale de la recherche (ANR), dans le cadre du programme investissements d'avenir, au sein du LabEx COTE². Elle s'est construite avec la volonté de rendre visible auprès des scientifiques et du grand public des pratiques de recherche (communications scientifiques) où la connaissance s'exprime de manière sensible d'une part, et d'autre part, de créer une œuvre esthétique à l'aide d'une installation vidéo et sonore. Une forme de réflexivité s'est mise en place, mobilisant des matériaux des uns et des autres avec comme fil conducteur le souci d'investiguer et de restituer ensemble.

Concrètement, la collaboration a été initiée avec la collecte de matériaux artistiques et scientifiques par la géographe et l'artiste de 2019 à 2020 sur trois marais côtiers de Charente-Maritime : le marais du Fier d'Ars (Île de Ré), le marais de Tasdon (Ville de La Rochelle) et le marais de Moëze-Brouage (sud de Rochefort). Le matériau scientifique repose sur une vingtaine d'entretiens

1. Il s'agit principalement des productions suivantes : sel, huitres, gambas, algues dans les bassins des marais salants, élevage ovin sur les terres immergées.
2. COTE : COntinental To coastal Ecosystems : evolution, adaptability and governance, ANR-10-LABX-0045.

semi-directifs³ menés auprès d'acteurs locaux (associatifs, institutionnels, privé et public), puis retranscrits intégralement et analysés thématiquement en se focalisant sur l'objet digues. En parallèle, le matériau artistique est constitué de plusieurs dizaines de vidéos⁴ de trente secondes chacune prises sur chaque terrain, analysées et compilées également à travers le prisme des digues pour créer une vidéo finale d'environ vingt minutes. S'inspirant de l'analyse thématique des discours et de la compilation des vidéos, une autrice (Sophie Poirier) a composé un texte poétique qui accompagne les images de l'installation finale.

Cette installation vidéo et sonore intitulée « Des digues et des hommes »⁵ met en lumière des éléments à la fois cognitifs et sensibles. Elle a été exposée à la Maison du Fier (musée dédié au patrimoine naturel local) sur l'Île de Ré en septembre et octobre 2020 puis en juin 2021 (figure 1). Elle avait pour vocation de rendre visible la diversité des digues présentes sur le Fier d'Ars et à travers elles, sensibiliser le grand public à notre relation à la nature. N'étant ni un documentaire, ni une œuvre d'art, l'installation a pu dérouter le visiteur, peu habitué à ce genre de production hybride.

En effet, la représentation des digues est au cœur de l'œuvre artistico-scientifique, qui propose à la fois des éléments de compréhension et de contemplation, permettant d'observer autrement la place que l'homme laisse à la nature dans ses aménagements. Les digues illustrent ainsi notre relation au monde, saisie avec ses forces et ses faiblesses selon deux modèles : élever des murs pour se protéger des submersions marines ou laisser revenir la nature en laissant s'effondrer les murs.

Le premier modèle (élever des murs) s'impose dans la plupart des marais où le retour à la mer est difficilement concevable, d'autant plus que le choix politique actuel est au renforcement des digues ce qui repousse l'échéance de leur disparition de quelques décennies.

« Si demain la digue n'est plus entretenue, elle va s'abaisser, s'abîmer, tout va revenir en eau et disparaître, et bien moi je ne suis pas d'accord, mon marais c'est mon petit coin de paradis ! » (association 2019).

« Je ne suis pas d'accord, si les digues ne protègent plus la réserve, beaucoup de fonctionnalités et d'habitats vont se

perdre, [...] il faudrait avoir la garantie qu'ailleurs derrière les digues on puisse les retrouver » (association 2019).

Pourtant, « lutter contre la mer, c'est bien beau mais ça donne aussi des aberrations, les habitants n'ont plus vue sur la mer, tellement la digue est haute ! Au Japon, c'est le choix qu'ils ont fait... » (institutionnel 2019).

Le second modèle (laisser revenir la nature) s'est, par contre, imposé dans deux des marais côtiers (Fier d'Ars et Moëze-Brouage) suite à des brèches dans les digues et questionne sur le devenir de la nature quand la mer monte. Parce que « les marais côtiers ont vocation à être submergés. Ce sont des anciens marais salants certes avec des habitats [naturels] intéressants mais on ne va pas mettre une digue pour protéger deux espèces de plantes » (institutionnel, 2019).

« Dix hectares ont été dépolés et paradoxalement le marais n'a pas pris une goutte d'océan malgré les tempêtes, parce que devant le polder il y a un pré salé de vingt hectares qui fait office de frein du train de houle. [...] A contrario, là où il y a une digue et pas de pré salé, la mer a percé plusieurs fois » (association 2019).

Maintenir les digues ou les effacer est une question cruciale, ces ouvrages étant inscrits dans le paysage côtier depuis des siècles. Tant que le sel a été rentable, cette question ne se posait pas, puisque ceux qui avaient gagné des terres sur la mer en devenaient propriétaires et étaient responsables de l'entretien de leurs digues. Sur l'Île de Ré, à partir des années 1960, les digues n'ont plus été entretenues. En 2004, tous les ouvrages ont été recensés et beaucoup étaient en très mauvais état : « Tout rouille de peur ici » (privé, 2019). La gestion des digues est complexe, elle relève de la compétence publique comme de celle du privé. Toutes les digues ne seront donc pas réhabilitées, le choix ira en priorité à la protection humaine dans le cadre de la GEMAPI (gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations) dont est responsable la communauté de communes. Aujourd'hui certaines paraissent solides et bien visibles ; à l'inverse, d'autres sont oubliées et qualifiées d'orphelines. En fonction de leur état, l'interface terre-mer est ainsi plus ou moins marquée.

Ces différences de traitement des digues permettent de saisir les enjeux d'adaptation au changement climatique à partir d'une réflexion orientée par l'éthique environnementale.

3. En 2019 : 12 entretiens avec les acteurs institutionnels et associatifs (projet Renature – FACTS) ; en 2020 : 7 entretiens avec des acteurs professionnels (ANR Pampas, C. Dedingier, ETTIS, INRAE).
4. Prise de vidéo : 2019, projet Renature – FACTS, 2020 projet DIGUES – LabEx COTE.
5. Voir en ligne : <https://www.oliviercrouzel.fr/des-digues-et-des-hommes/>

Figure 1 – Extrait de l'installation « Des digues et des hommes » : salle de la Maison du Fier (à gauche) et extrait du texte poétique accompagnant la vidéo (à droite).



Marais du Fier d'Ars, de l'autre côté

La mer monte.
Les plates, les annexes.
Les digues, depuis toujours.
On construit des empièvements
Le temps qui passe, l'évolution des digues.
La vulnérabilité, les enjeux, les risques.
Si on laisse entrer des racines...
La vie continue
Les cailloux gris
Un chemin de promenade
Est-ce que vous savez que vous êtes sur une digue ?
Comment choisir ce qui doit être protégé...

Tableau 1 – Exemple des digues du marais côtier du Fier d’Ars (île de Ré) relues par l’éthique environnementale.

Approches	Anthropocentrée	Anthropocentrée/écocentrée	Écocentrée +	Écocentrée +++
Types de digues	Digues en béton, pavement, enrochement	Digues en pierre bétonnées et enrochement côté mer, en terre côté terre	Digues en pierre bétonnées côté mer, en terre côté terre	Digues en pierre bétonnées, en terre et en géotextile
Entretien	Construction récente (2018)	Entretien régulier		Consolidation et végétalisation (de 2010 à aujourd’hui), aujourd’hui brèches laissées en l’état
Lieux étudiés	Digue du Boutillon (façade Atlantique)	Digues des Portes en Ré (Fier d’Ars nord)	Digues de Loix (Fier d’Ars sud)	Digues de la réserve naturelle de Lilleau de Niges (cœur du Fier d’Ars)
Fonction des digues	Préserver la continuité territoriale	Protéger les villages, le golf...	Protéger les marais salants et la zone d’expansion submersion	Accompagner le retour à une certaine naturalité
Illustrations	Photo 1a et 1b		Photo 2a	Photo 2b et 2c

Les digues relues par l’éthique environnementale

Les relations à la nature et les représentations qui leur sont associées orientent les discours comme les actions, les décisions de protection ou de conservation des éléments naturels jugés sensibles, voire irremplaçables. Cette perspective conduit également à s’interroger sur les dimensions spatiale et temporelle qui façonnent les

marais, qui les délimitent et qui les bordent en élevant des frontières physiques avec des digues.

Afin d’explorer ces relations particulières, les apports de l’éthique environnementale contemporaine peuvent être mobilisés avec trois approches distinctes (Hess, 2013). Tout d’abord, dans le cadre d’une vision anthropocentrée, la digue représente une frontière fixe, immuable, séparant définitivement la mer de la terre. C’est un élément de protection face au risque de sub-

Photo 1a et 1b – Exemple de digues « anthropocentrée » et « écocentrée ». Crédit photo : Olivier Cruzel.



Photo 2 – Exemple de digues « écocentrées ». Crédit photo : 2a en haut : Olivier Couzél ;
2b et 2c en bas : Jean-Christophe Lemesle.



mersion ou à l'élévation du niveau de la mer. Sa seule finalité est d'assurer la protection des activités et des intérêts humains – qui sont les seuls à être dotés d'une valeur intrinsèque. La digue est ici un élément construit et inanimé, un objet non naturel qui s'apparente à une frontière sans fondement écologique.

Une autre conception de l'éthique environnementale appelée biocentrisme s'appuie sur le fait de considérer que tout élément vivant soit doté d'une dignité morale, et pas seulement les humains. Tout être naturel peut être considéré moralement à condition qu'il soit vivant. La digue ici peut être comprise comme une frontière fixe, composée d'éléments vivants – minéral, végétal, animal. Dès lors, il est possible de lui attribuer une valeur intrinsèque, et en cas de dégradation, une politique de réparation/restauration aura pour fonction de restaurer les fonctions écologiques nécessaires au maintien des éléments vivants qui la constitue. Les digues présentes sur les terrains investigués ne s'inscrivent pas dans cette perspective qui accorde au vivant une place centrale⁶.

Enfin, la troisième vision de l'éthique environnementale appelée écocentrisme, se situe quant à elle au niveau des relations, des liens qui existent entre des éléments séparés. La digue est appréhendée comme une frontière dynamique, une zone d'échange entre la terre et la mer où tous les éléments vivants sont reliés. Elle accueille et facilite le développement de nouveaux habitats pour la faune et la flore qui s'adaptent à de nouvelles matérialités (digues, pelles de mer, bosses, marais...). La digue contribue également à l'interconnexion, au maintien des interdépendances entre humains et non-humains grâce à la gestion des entrées d'eau maîtrisées par les pelles de mer ou subies au moment des tempêtes (Xynthia, par exemple).

Quelle que soit la connexion, volontaire ou non, les humains et la nature ne sont pas séparés mais forment ensemble une communauté biotique où seul le tout, la totalité, présente une valeur et non les éléments pris séparément les uns des autres⁷.

6. À notre connaissance, il n'existe pas en France d'exemple de digues « biocentrées ».

7. Cette approche écocentrée, en mettant l'accent sur les interdépendances entre les différents éléments vivants et inanimés, implique de considérer la nature comme une entité vivante qu'il convient de préserver. Une telle perspective a conduit à reconnaître des fleuves comme sujets de droit. Ainsi, en 2017, des fleuves en Nouvelle-Zélande (Whanganui) et en Inde (Gange et Yamuna) ont accédé au statut de personnalité juridique. En France, de récentes initiatives locales ont eu lieu comme en Corse pour le fleuve Tavignanu, ou encore avec le Parlement de Loire (en 2019) et l'Appel de Rhône (en 2020). Pour une connaissance approfondie sur ces questions, le lecteur pourra se reporter à Bourgeois-Gironde (2020).

Les digues, des organismes hybrides

Cette exploration dans l'éthique écocentrée s'inscrit dans le champ fécond des humanités environnementales où nature et culture ne sont plus dissociées mais imbriquées. Suite aux investigations réalisées, l'effacement de cette dualité prend place et implique de considérer les marais et les objets reliés comme des organismes hybrides. Cette perspective est très féconde car elle permet d'intégrer l'aspect dynamique dans une analyse holiste des digues, en dépassant la vision anthropocentrée qui les identifie à de simples objets de protection (image d'une protection techniciste de la nature) contre l'élévation du niveau de la mer. Les digues étudiées sont à la fois objet et sujet et ces deux formes de matérialité cohabitent.

Par ailleurs, cette approche permet de mieux comprendre la résilience des digues : elle conduit à envisager parfois une dépoldérisation suite à une rupture accidentelle de digues due aux submersions marines. Enfin, elle autorise une restitution de la dimension sensible de la nature. En effet, les émotions en lien avec les expériences sensorielles vécues ou la reconnaissance d'une esthétique particulière des digues permettent de renouer avec une représentation de la nature qui nous relie à elle parce que nous en avons conscience.

Ainsi, en accordant une place essentielle aux relations, aux interdépendances qui s'installent entre les humains et les digues, c'est finalement un ensemble de dualités qui tend à s'effacer : nature et culture, visible et invisible, savoirs scientifiques et savoir profanes, paysage macro et paysage micro, matériel et idéal.

RÉFÉRENCES

- Bertrand F., Goeldner L., 1999. Les côtes à polders. Les fondements humains de la poldérisation. *L'information géographique*, vol. 63, n° 2, p.78-86, <https://doi.org/10.3406/ingeo.1999.2633>.
- Bourgeois-Gironde S., 2020. *Être la rivière. Comment le fleuve Whanganui est devenu une personne vivante selon la loi*, Presses Universitaires de France, 254 p.
- Carassou L., Gassiat A., 2020. Sur les littoraux, le dilemme entre maintien et abandon des digues. *The Conversation*, <https://theconversation.com/sur-les-littoraux-le-dilemme-entre-maintien-et-abandon-des-digues-147106>.
- Hess G., 2013. *Éthiques de la nature*, Presses Universitaires de France, 424 p.





Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY 4.0). La citation comme l'utilisation de tout ou partie du contenu de cet article doit obligatoirement mentionner les auteurs, l'année de publication, le titre, le nom de la revue, le volume, les pages et le DOI.

Approche méthodologique pour une ouverture à la mer du bassin versant de la Saudraye et des étangs du Loch à Guidel plages (Morbihan)

Olivier PRIOLET¹

¹ Lorient Agglomération, Pôle aménagement environnement et transports, Direction environnement développement durable, CS 20001, 56314 Lorient Cedex, France.

Correspondance : Olivier PRIOLET, opriolet@agglo-lorient.fr

Situé à l'exutoire du bassin versant de la Saudraye à Guidel (Morbihan) et à l'aval de la Réserve naturelle régionale du Loch, l'ouvrage de sortie en mer du Loch ne respecte pas la réglementation en matière de continuité écologique. Sa mise en conformité implique une reconnexion du marais du Loch à la mer et des impacts multiples en termes de responsabilités juridiques, urbanistiques, écologiques, ou encore financières. Missionnée pour coordonner le projet, la communauté d'agglomération de Lorient développe une approche méthodologique préalable pour faciliter la réussite du projet en lien avec un réseau d'acteurs institutionnels multiples et pour pérenniser la gestion de l'ouvrage en fine.

Introduction

Acté dans le plan de gestion de la Réserve naturelle régionale des étangs du Loch, la reconnexion à la mer de ce marais rétro-littoral génère de multiples conséquences *ex nihilo* en termes de responsabilités juridiques, urbanistiques, écologiques, ou encore financières...

Missionnée pour mettre en œuvre le projet, la communauté d'agglomération de Lorient doit développer une méthode de projet et de programmation pour faciliter la coordination avec le réseau d'acteurs institutionnels concernés, lancer les travaux et pérenniser la gestion de l'ouvrage *in fine*.

Dans le cadre du programme de travaux sur les milieux aquatiques de la Saudraye-Fort Bloqué 2013-2016 porté par Lorient Agglomération, une étude était préconisée sur l'ouvrage de sortie en mer de la Saudraye à Guidel (Morbihan) afin de restaurer la continuité écologique du bassin versant de la Saudraye. Cet ouvrage, classé liste 2 (encadré 1) par l'arrêté du Préfet coordonnateur de bassin, est en effet soumis à une obligation de continuité au titre de la directive cadre sur l'eau à échéance du 10 juillet 2017.

Compte tenu des impacts de cette ouverture réglementaire sur les espaces en amont de l'ouvrage, classé en Réserve naturelle régionale (RNR), le comité consultatif de la RNR a proposé que la Fédération départementale

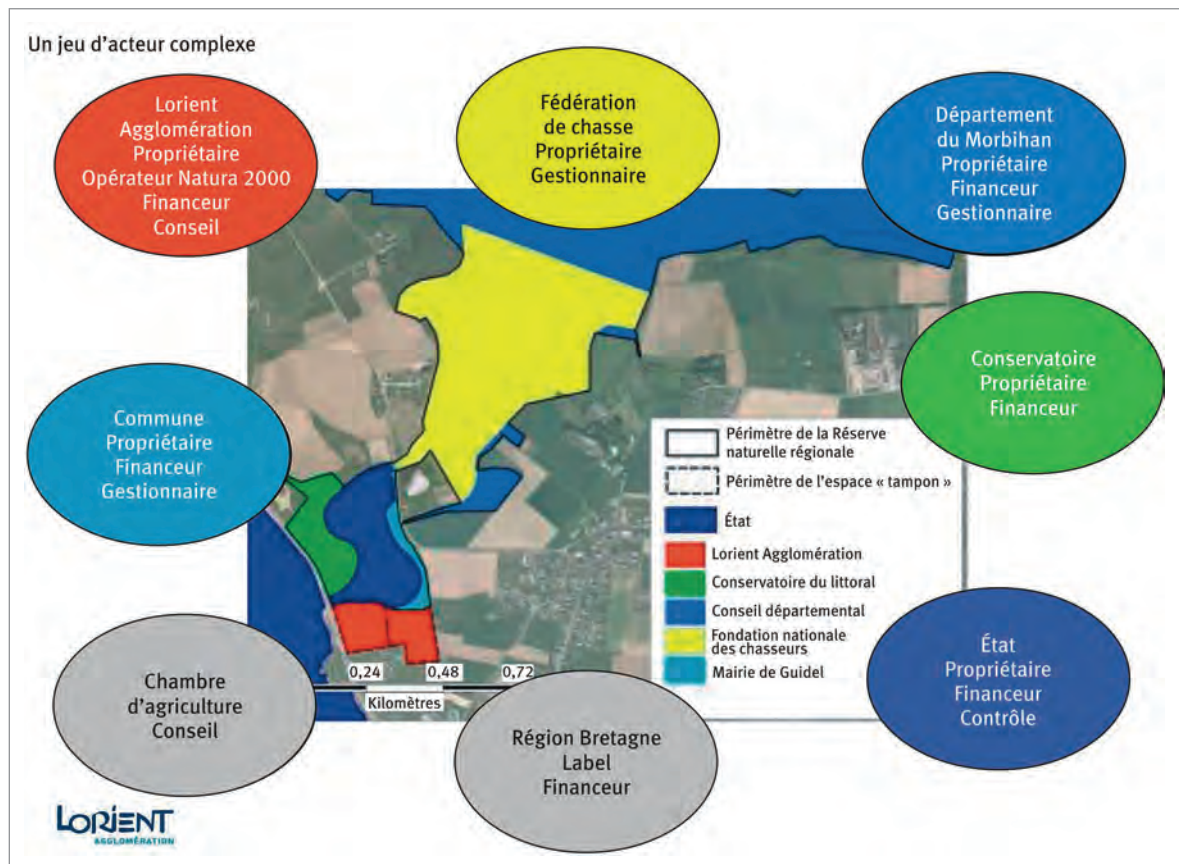
des chasseurs du Morbihan, gestionnaire de la RNR, porte cette étude en 2013-2014.

Celle-ci a abouti, après une longue concertation avec l'ensemble des membres du comité consultatif de la RNR, par ailleurs intégré au réseau des espaces naturels départementaux du Morbihan, au choix de l'enlèvement des clapets de l'ouvrage de sortie en mer de la Saudraye. Ce principe de restauration de la continuité écologique et sédimentaire et cette modalité d'ouverture ont recueilli un avis favorable du conseil scientifique régional du patrimoine naturel de Bretagne. Ce projet a donc été inscrit dans le plan de gestion de la RNR 2015-2019, validé par le comité consultatif de la RNR et par la région Bretagne (en tant qu'autorité de classement).

Dans ce contexte, de nombreuses problématiques se posent pour la mise en œuvre de cette ouverture, au-delà du périmètre, des compétences et des modalités de fonctionnement de la réserve :

- évolution de la biodiversité de la RNR, des habitats et espèces d'intérêt communautaire du site Natura 2000, des paysages ;
- impact potentiel sur la sécurité des biens et des personnes sur une habitation ;
- Impact sur l'activité économique d'une exploitation maraîchère proche ;

Figure 1 – Cartographie des acteurs du Loch. Source : Lorient Agglomération, Direction « Environnement et développement durable ».



- évolution de la maîtrise du foncier et du domaine public maritime ;
- définition des coûts financiers d'investissement et de fonctionnement ;
- définition des maîtrises d'ouvrage ;
- définition d'un gestionnaire de l'ouvrage de sortie de mer.

Face à une situation complexe dépassant largement le périmètre, les prérogatives et les moyens de la Réserve, le gestionnaire de la RNR a sollicité le syndicat mixte du Scorff en 2016 pour un portage de l'ensemble des problématiques de ce dossier. Cette sollicitation a été validée par le comité syndical du Scorff le 14 décembre 2016 puis par le comité consultatif de la RNR le 17 décembre 2016.

Encadré 1 – Continuité écologique et liste 2.

La directive cadre sur l'eau du 23 octobre 2000 fixe aux États membres un double objectif général d'atteinte du « bon état » des cours d'eau et de non-dégradation de ceux-ci. Le défaut de continuité écologique sur les cours d'eau a été identifié comme une des causes de non-atteinte ou de dégradation du bon état. La continuité écologique se définit par la circulation des espèces et le transport suffisant des sédiments.

Cette continuité peut être interrompue par des ouvrages transversaux. L'impact de ces derniers sur les espèces peut être significatif, notamment pour les poissons migrateurs amphihalins (saumon atlantique, anguille, lamproie marine, truite de mer) et peut être aggravé par la multiplication d'obstacles successifs. Afin de répondre à ces enjeux, en application de l'article L 214-17 du Code de l'environnement, le Préfet de bassin a arrêté le 10 juillet 2012, la liste 2 des cours d'eau, tronçons de cours d'eau ou canaux classés dans lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs. Tout ouvrage doit y être géré, entretenu et équipé selon les règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec la propriétaire ou, à défaut, l'exploitant.

Ces classements visent la protection de certaines espèces piscicoles et le transfert des sédiments. Ils reposent sur la notion de continuité écologique : il s'agit de permettre d'une part à de nombreuses espèces piscicoles de pouvoir se déplacer vers l'amont et l'aval de la rivière pour pouvoir accomplir leur cycle biologique vital et d'autre part, de permettre un bon écoulement des eaux et un transport régulier des sédiments présents dans le lit de la rivière.

L'État, a par ailleurs lancé début 2017 une étude diagnostique de l'ouvrage afin d'en connaître l'état général. Les résultats de l'étude ont montré un état général préoccupant nécessitant des travaux de confortement à court terme et de réhabilitation à moyen terme.

Le syndicat du Scorff, après avis préalable de la commission locale de l'eau, avec l'appui du comité consultatif de la RNR, a déposé en juillet 2017 une demande de report de la date d'obligation de continuité (10/07/2017) auprès des services de l'État, afin de disposer d'un délai supplémentaire pour mener à bien l'étude opérationnelle et ses travaux.

Avec le transfert de la compétence opérationnelle GEMAPI (Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations) au 1er janvier 2018, la préparation technique, administrative et financière de ce dossier nécessitait des discussions pour permettre son transfert à Lorient Agglomération. De nombreux échanges entre les parties prenantes ont eu lieu en 2018 et 2019 pour déterminer qui pouvait être coordonnateur du projet et maître d'ouvrage des différents volets qui le composent.

Il était en effet nécessaire de déterminer, parmi les acteurs locaux, qui serait en mesure :

- d’assurer le pilotage et la coordination du projet ;
- d’assurer la maîtrise d’ouvrage déléguée des travaux concernant l’ouvrage de sortie en mer ;
- de porter les actions de maîtrise foncière nécessaires au projet, notamment en vue de mettre en sécurité les biens et les personnes ;
- d’accompagner l’exploitation agricole ;
- de suivre l’évolution de la biodiversité de la RNR, et celle du site Natura 2000 ;
- de gérer à terme l’ouvrage de sortie en mer et ses clapets.

Lorient Agglomération est concernée à double titre par ce projet car :

- les étangs du Loch constituent l’exutoire du bassin versant de la Saudraye sur lequel l’établissement porte un programme d’actions de restauration des milieux aquatiques ;
- l’intégralité des espaces impactés par l’ouverture à la mer ne se situe pas sur le périmètre de la Réserve. En revanche, l’ensemble du périmètre de la RNR est intégré dans le site Natura 2000 dont Lorient Agglomération est opérateur local.

L’intercommunalité dispose par ailleurs de l’expertise technique nécessaire pour le portage de ce type de dossier.

Les échanges entre les acteurs se sont finalement concrétisés début 2021 par un protocole entre Lorient Agglomération, la région Bretagne, le département du Morbihan, la commune de Guidel, le Conservatoire du littoral, la Fédération départementale des chasseurs du Morbihan (gestionnaire) et l’État, qui déterminent conjointement les conditions de mises en œuvre du projet.

Une mission de pilotage et de coordination du projet

Lorient Agglomération assure depuis 2021 une mission de coordination sur les volets techniques, administratifs et financiers et définit par ailleurs pour l’ensemble du programme les besoins nécessaires en termes :

- de ressources : humaines, financières, matérielles ou logicielles ;
- de coûts : financiers, mais aussi en temps passé agent ;
- de délais.

Lorient Agglomération est également chargée :

- d’établir un planning général du projet et de s’assurer du bon déroulement des différents volets du projet ;
- de fluidifier la communication entre les différentes parties prenantes ;
- de s’assurer de la bonne préparation en amont des réunions (proposition de dates, envoi des invitations, échanges avec les partenaires financiers) ;
- de piloter la réalisation des supports de présentation et la rédaction des comptes rendus (y compris avec les autres maîtres d’ouvrage) de manière à s’assurer de la production et la diffusion de documents en temps et en heure.

Un comité de pilotage a été mis en place pour permettre aux différentes parties prenantes :

- de valider la stratégie d’actions, de concertation et de communication ;

- de valider le contenu du projet ;
- d’identifier les procédures réglementaires et juridiques nécessaires ;
- de proposer les maîtrises d’ouvrages qui devront être validées dans les instances de chacun des acteurs ;
- d’identifier les responsabilités juridiques de chaque acteur dans le cadre du projet qui devront être validées dans les instances de chacun des acteurs ;
- de valider les étapes d’élaboration du projet ;
- de valider le plan de financement du projet et ses amendements éventuels.

Ce comité de pilotage, co-présidé par le maire de Guidel et la vice-présidente de Lorient Agglomération en charge de la GEMAPI, rassemble l’ensemble des acteurs concernés :

- Lorient Agglomération, pilote du projet ;
- la région Bretagne ;
- le département du Morbihan ;
- la commune de Guidel ;
- le Conservatoire du littoral ;
- la Fédération départementale des chasseurs du Morbihan ;
- l’agence de l’eau Loire Bretagne ;
- la chambre d’agriculture du Morbihan ;
- l’État (sous-préfecture, direction départementale des territoires et de la mer du Morbihan, Office français de la biodiversité...).

Une nécessaire maîtrise du foncier et mise en sécurité des biens et des personnes

Le périmètre du site concerné par l’ouverture à la mer et notamment celui de la RNR couvre aujourd’hui un ensemble parcellaire relevant de propriétaires privés (Fondation pour la protection des habitats et de la faune sauvage et propriété de la ferme du Loch) et de plusieurs propriétaires publics (commune, département au titre des espaces naturels sensibles, Conservatoire du littoral, Lorient Agglomération).

Pour faciliter le portage du projet, et notamment sur la remise en eau partielle de la vallée de la Saudraye, une meilleure maîtrise foncière est nécessaire. Le Conservatoire du littoral a délimité un périmètre d’intervention sur le site dénommé Le Loc’h-vallée de la Saudraye, adapté aux évolutions du site après remise en eau, validé par le conseil municipal de Guidel par délibération en date du 12 octobre 2020, par les instances du Conservatoire du littoral, par délibération du conseil de rivages du 12 novembre 2020 et délibération de son conseil d’administration du 24 novembre 2020. Il devient donc à ce titre le principal interlocuteur en charge des acquisitions foncières.

Diverses acquisitions sont ainsi prévues dans un avenir proche, notamment auprès de la Fondation pour la protection des habitats de la faune sauvage, du département du Morbihan, de la commune de Guidel... des discussions sont également en cours avec les propriétaires de l’ancienne ferme du Loc’h, concernée par l’enlèvement des clapets.

Les coûts d’acquisition sur l’ensemble du périmètre d’intervention du Conservatoire du littoral sont évalués par France Domaine à environ 1,5 M€. Une recherche de financements complémentaires doit être réalisée auprès

de l'agence de l'eau et de l'État (dont la caisse des dépôts et consignation) et des divers organismes et partenaires susceptibles de financer l'achat du foncier.

À plus court terme, et dans le cas d'un enlèvement des clapets existants, la propriété de la ferme du Loc'h serait inondée lors de marées présentant un fort coefficient. Les bâtiments, quant à eux, ne seraient atteints que lors de phénomènes climatiques combinant grandes marées et forte pluviométrie. Une modélisation hydraulique complémentaire, menée par Lorient Agglomération, doit déterminer la nature de l'aléa et la réalité du périmètre impacté. Dans l'attente d'un achat à l'amiable de la propriété bâtie présente sur le site, des solutions transitoires seront recherchées comme le maintien des clapets en position ouverte avec fermeture en cas de conjonction de fortes marées et de forte pluviométrie. L'ouverture à la mer doit donc intégrer une solution transitoire sur cette problématique.

Ouvrage de sortie en mer et clapets : autorisation d'occupation temporaire et gestion future

L'ouvrage de sortie en mer est situé sur le domaine public maritime naturel. Aucun gestionnaire opérationnel n'est actuellement identifié.

Afin de permettre la mise en œuvre du projet d'ouverture, l'État, au titre de la gestion du domaine public maritime naturel, autorise Lorient Agglomération par le biais d'une autorisation d'occupation temporaire (AOT), à mener cette opération sur une durée déterminée correspondant aux travaux de confortement et d'ouverture à la mer.

En parallèle de l'opération, Lorient Agglomération engage une réflexion avec l'ensemble des partenaires pour déterminer quel sera le gestionnaire à terme pour :

- l'ouvrage de sortie en mer ;
- la gestion des clapets, si ceux-ci devaient être maintenus à courte échéance, le temps des acquisitions nécessaires.

Photo 1 – Étang du petit Loch et ouvrage de sortie en mer.
Crédit photographique : Marc Rapillard.



Potentiels impacts agricoles

La restauration des continuités écologiques de la Saudraye (par l'enlèvement des clapets) pourrait également impacter des terres agricoles situées à quelques centaines de mètres des étangs du Loc'h, par une remontée saline dans la nappe utilisée par l'exploitation pour son arrosage.

En lien avec les acteurs du monde agricole et notamment la chambre d'agriculture, propriétaire et exploitant seront associés après modélisation du projet pour déterminer les éventuels impacts juridiques, techniques et financiers sur leur activité agricole.

Un observatoire des changements en parallèle du projet

Dans un contexte programmé de reconnexion à la mer de la RNR, la Fédération de chasseurs du Morbihan a mis en place un « observatoire des changements ».

Cet observatoire a pour but :

- de décrire l'état initial et l'évolution des habitats et peuplements (faune, flore), de la morphologie du site, et de la sédimentologie du site, de la nappe, des paysages ;
- d'analyser les facteurs déterminants le changement : salinité, niveaux d'eau...
- d'analyser les perceptions sociales des riverains, des promeneurs et des acteurs locaux face à ces changements.

Pour sa mise en œuvre, le gestionnaire de la RNR développe avec l'aide de scientifiques et experts bretons des protocoles de suivis simples, reproductibles et standardisés. En lien notamment avec l'université de Bretagne occidentale, l'université Bretagne-Sud et Agrocampus Ouest, des problématiques de recherche visant au suivi de la restauration sont développées.

Au-delà de l'opération de reconnexion terre-mer, cet observatoire a vocation à s'inscrire dans la durée, pour devenir le cœur des suivis scientifiques de la RNR et enregistrer l'évolution des milieux naturels.

Cet observatoire contribuera notamment au volet environnemental des études préalables et tout particulièrement la détermination des éventuelles mesures compensatoires et dossiers réglementaires à y associer.

Concertation, communication

Un programme de concertation et de communication est en cours de définition pour apporter l'information, la pédagogie nécessaire et l'appropriation du projet par les riverains, associations et acteurs locaux concernés par le projet.

Avancement du projet et suites à donner

Sous couvert du comité de pilotage, plusieurs volets du projet ont été engagés.

Une mission juridique lancée fin 2021

Une mission juridique a été lancée fin 2021 pour déterminer les obligations et les responsabilités des acteurs présents dans la réalisation des travaux de mise en conformité de l'ouvrage en sortie de mer et dans sa gestion future.

Photo 2 – Réserve naturelle régionale du Loch. Crédit photographique : Nicolas Saint Maur.



L'analyse de la nature de l'ouvrage et de la situation juridique des acteurs a démontré l'absence de responsabilité juridique des parties prenantes sur l'ouvrage. Par défaut, l'État reste responsable de l'ouvrage et doit en assumer l'entretien.

Compte tenu de la volonté partagée de mettre en œuvre le projet d'ouverture à la mer, le montage juridique approprié pour la délégation par l'État de la réalisation des travaux est bien l'autorisation d'occupation temporaire. Ce titre d'occupation sera délivré par l'État en 2022 pour une durée adaptée aux travaux à réaliser sur l'ouvrage et à la recherche d'un gestionnaire.

Une mission de maîtrise d'œuvre engagée début 2022

Le bureau d'étude Fish Pass mandaté pour la maîtrise d'œuvre de l'opération (Lorient Agglomération) a engagé un suivi topo-bathymétrique en mars 2022 pour affiner précisément les niveaux d'eau lors de l'ouverture à la mer et établir une modélisation précise. À l'issue de cette modélisation, les éventuels impacts environnementaux, économiques seront déterminés avec les acteurs du projet afin de déposer les autorisations administratives nécessaires (études d'impacts, enquête publique, étude d'incidence...).

Une communication entamée en mars 2022

Un plan de communication phasé en plusieurs temps a démarré en mars 2022.

L'objectif de ce plan de communication est de s'appuyer progressivement sur plusieurs outils pour faire connaître et adhérer sur le projet :

- communication presse,
- communication institutionnelle,
- réseaux sociaux,
- journal de projet,
- exposition *in situ*.

L'objectif global de l'opération vise à une ouverture à la mer progressive à partir de l'été 2023.

Note de l'auteur

Cet article reprend *in extenso* le contenu du protocole d'accord rédigé par les parties prenantes du projet et voté dans leur exécutif respectifs 2020, agrémenté de visuels, de mises en situation et d'un état d'avancement du projet à la fin du premier semestre 2022.

Encadré – Pour aller plus loin.

- Réserve régionale des étangs du Loch : <https://www.bretagne.bzh/app/uploads/Plaquette-reserve-naturelle-des-etangs-du-Petit-et-Grand-Loch.pdf>
- Domaine public maritime naturel : <https://www.ecologie.gouv.fr/domaine-public-maritime-naturel>
- Ouest France (2022). *Guidel. Au Loc'h, les travaux programmés à l'été 2023*, 16 mars 2022, <https://www.ouest-france.fr/bretagne/guidel-56520/guidel-au-loc-h-debut-des-travaux-programmes-a-l-ete-2023-cf6e60be-a523-11ec-abf3-2f515a208cc4>
- Confluence Ingénieur Conseil (2008). Diagnostic relatif au fonctionnement hydraulique de l'émissaire en mer du Loch.
- DCI Environnement (2013). Restauration de la continuité écologique du marais du Loch.
- CEREMA Ouest (2017). Analyse des sollicitations hydrauliques de l'ouvrage de décharge du Loc'h. SCE (2021). Continuité écologique à Guidel, ouvrage de sortie en mer, note juridique.





Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY 4.0). La citation comme l'utilisation de tout ou partie du contenu de cet article doit obligatoirement mentionner les auteurs, l'année de publication, le titre, le nom de la revue, le volume, les pages et le DOI.

Gestion des lagunes de la Réserve naturelle de la Baie de Somme

Cédric FAGOT¹, Philippe KRAEMER², Aliénor VAUTIER², Patrick TRIPLET²

¹ AZELLUS – L'Atelier des rivières, 1 rue du Docteur Schweitzer, 24200 Sarlat la Canéda, France.

² Syndicat mixte Baie de Somme – Grand Littoral Picard, 1 rue de l'Hôtel Dieu, 80100 Abbeville, France.

Correspondance : Cédric FAGOT, cfagot@azellus.fr

En Baie de Somme, les fortes évolutions du paysage altèrent les écosystèmes et perturbent les conditions de vie d'espèces à fort enjeu de conservation. Tel est le cas des lagunes de la partie terrestre de la Réserve naturelle nationale, qui se retrouvent désormais isolées de la mer, et ne remplissent plus leurs fonctions écologiques envers des espèces végétales comme la Ruppie maritime ou diverses espèces de limicoles comme l'Avocette. Afin de restaurer un fonctionnement approprié pour ces lagunes, des études sont menées, sur la bathymétrie, la qualité de l'eau, la faune benthique ainsi que sur les ouvrages hydrauliques et leurs modalités de gestion. Cet article présente les principaux résultats de ces travaux, mais également les premiers axes de réflexion sur la mise en place d'aménagements adéquats aux objectifs de conservation des espèces.

Présentation du site

La Réserve naturelle nationale de la Baie de Somme a été créée en 1994 par décret ministériel et est gérée par le Syndicat mixte Baie de Somme-Grand Littoral picard. Elle couvre environ trois mille hectares (figure 1).

La partie terrestre, le Parc ornithologique du Marquenterre, propriété du Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres (CELRL) couvre deux cents hectares (figure 2). Cet espace à vocation première touristique et pédagogique accueille environ cent soixante mille visiteurs par an (hors années de covid).

Elle a été isolée de la mer par la construction d'une digue en 1962. Il existe un ouvrage unique d'entrée d'eau de mer dans l'estuaire de la Maye qui alimente le plan d'eau du poste 1.

Méthodologie

La Réserve naturelle de la Baie de Somme a bénéficié de cinq plans de gestion depuis 1995 et, dans le cadre de l'évaluation du plan de gestion actuel, des réflexions complémentaires conduisent à la mesure de variables supplémentaires (en complément des actuels suivis) pour les trois grands plans d'eau potentiellement saumâtres. Il s'agit notamment :

- de la bathymétrie et de la détermination des volumes d'eau,

- de la cartographie des salinités,
- de la qualité de l'eau,
- du benthos,
- de l'emplacement des nids de Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*) et d'Avocette (*Recurvirostra avocetta*),
- de la gestion des ouvrages hydrauliques.

Figure 1 – Cartographie de la Réserve naturelle nationale de la Baie de Somme. Sources : Inventaire national du patrimoine naturel, OpenStreetmap.



Figure 2 – Cartographie du Parc ornithologique du Marquenterre, partie terrestre de la Réserve naturelle nationale de la Baie de Somme.



.Les protocoles mis en œuvre sont présentés sommairement dans le tableau de la figure 3.

Principaux résultats

Bathymétrie

Le traitement des données a permis d'obtenir la cartographie des profondeurs pour chaque plan d'eau (figure 4). Le modèle numérique de terrain permet de calculer le volume total de chaque bassin au moment des relevés (tableau 1). Il est d'environ 44 000 m³ pour le bassin du poste 1, d'environ 53 000 m³ pour le bassin du poste 3 extérieur et d'environ 152 000 m³ pour le bassin des postes 4, 5 et 6.

Ce modèle permet également de calculer le volume d'eau de chaque bassin en fonction des différentes hauteurs (figure 5). La connaissance de ces volumes permet de tester des hypothèses d'augmentation de la salinité des bassins et d'évaluer la durée du pompage nécessaire pour atteindre des valeurs cibles de salinité (figure 6).

Cartographie de la salinité

Bien que le site soit à proximité immédiate de la mer, seul le plan d'eau du poste 1 présente une salinité supérieure à 15 g/l. Les deux autres plans d'eau sont adoucis depuis plusieurs décennies.

Certains autres plans d'eau présentent une salinité de 0 g/l, ce qui indique un faible impact des embruns sur la salinité (figure 7).

Figure 3 – Tableau de synthèse des méthodologies déployées dans le cadre de cette étude. Crédit photo : P. Kraemer et C. Fagot.






Paramètres	Méthodologie	Caractéristiques	Limites	Illustration
Bathymétrie	Drone aquatique avec relevé haute fréquence de la profondeur par ultra-son	160 000 points (X, Y et Z)	Pas de mesure dans profondeur inférieure à 30 cm	
Salinité	Conductivimètre portable	Mesure instantanée avec conversion automatique de la conductivité en salinité.		
Qualité de l'eau	Prélèvement et expédition au laboratoire agréé	10 points Protocole interne au laboratoire pour les eaux salées	Bien prendre en compte la présence de sel dans le choix des protocoles d'analyse	
Benthos	Prélèvement, puis tri, détermination, dénombrement et mesure de biomasse	9 prélèvements par plan d'eau avec un carottier de 1/50 m ² à une profondeur d'environ 25 cm Biomasse déterminée après séchage 48 h à 60° par calcination à 550 °C pendant 2 heures (Esselink <i>et al.</i> , 1989).	Prélèvement uniquement dans substrats meubles peu ou pas végétalisés Pesée +/- 1 mg Détermination selon (Barnes, 1994).	
Nidification avifaune	Observation sur site pendant la période de nidification	Report cartographique des nids avec Google map		

Tableau 1 – Principales caractéristiques des bassins.

Bassin	Nom	Surface (en ha)	Volume (en m ³)	Profondeur maximale mesurée (en m)
1	Poste 1	4,46	43816	2,8
2	Poste 3 extérieur	6,52	53334	3,5
3	Poste 4, 5 et 6	13,34	152024	5,4

Qualité de l'eau

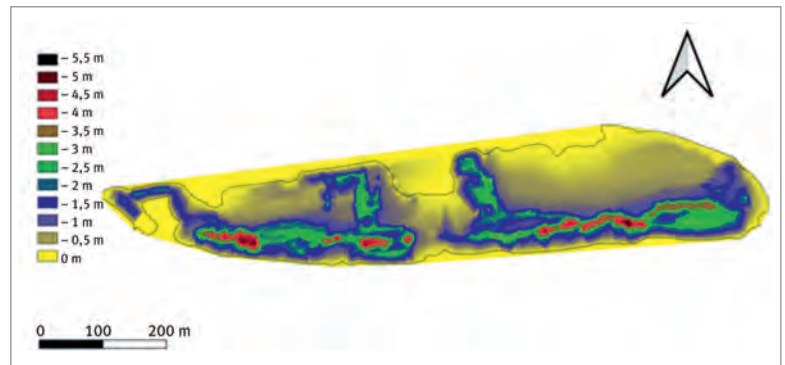
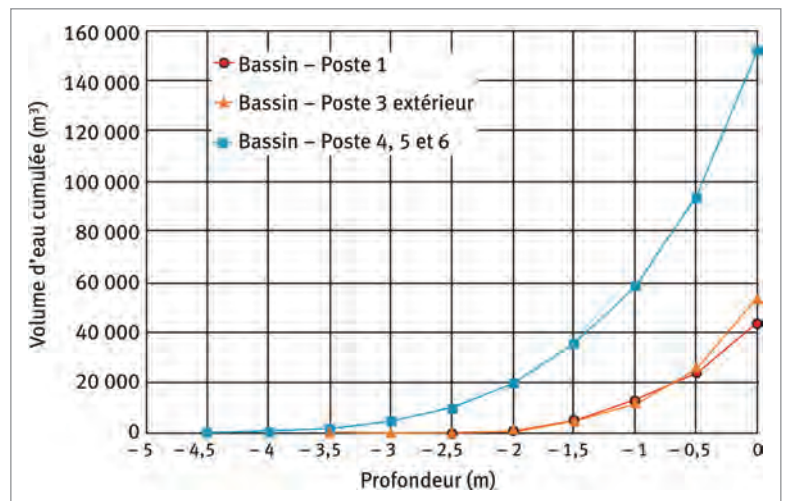
Les concentrations en azote et notamment en nitrates, sont faibles à très faibles. En revanche, des concentrations importantes de phosphates ont été mesurées dans plusieurs plans d'eau. Ceci indique que le facteur limitant pour l'eutrophisation est l'azote et pas le phosphore, contrairement aux situations fréquemment rencontrées dans les masses d'eaux superficielles (tableau 2).

L'origine de ces concentrations en phosphore (et phosphates) n'est pas déterminée. Il pourrait s'agir d'un enrichissement lié aux stationnements importants d'oiseaux (Evans, 1999).

Pour intervenir efficacement contre la pollution par le phosphore, il faut agir tôt, avant que la situation ne se dégrade de façon difficilement réversible (Barroin, 2007). Cette situation peut être notamment favorable au développement de cyanobactéries, qui produisent des cyanotoxines à l'origine de dysfonctionnement des écosystèmes et de mortalités massives des espèces (photo 1).

Tableau 2 – Résultats des analyses d'eau (campagne d'avril 2021).

Campagne avril 2021	Numéro	2	3	4
Paramètres	Unités	Poste 1 Enclos	Plan d'eau postes 2 et 3, derrière poste 4	Plan d'eau postes 4, 5 et 6
Salinité	g/l	16,5	4,6	1,4
Ammonium (NH ₄)	mg NH ₄ /l	0,1645	0,0756	< 0,05
Nitrites	mg NO ₂ /l	0,0042	< 0,0023	< 0,01
Nitrate	mg NO ₃ /l	< 0,0062	< 0,0062	< 0,50
Azote-Kjeldahl	mg N/l	2,3	6,2	2,28
Phosphates	mg PO ₄ /l	0,2864	0,2559	< 0,15
Phosphore total	mg P/l	0,1174	0,7715	0,13
Demande chimique en oxygène (DCO)	mg O ₂ /l	70	104	66
Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	mg O ₂ /l	3	14	3

Figure 4 – Bathymétrie du bassin 3 – Poste 4, 5 et 6 (carte réalisée avec QGIS).

Figure 5 – Estimation des volumes d'eau en fonction de la hauteur dans les bassins.

Figure 6 – Exemples d'estimation de l'évolution de la salinité en fonction du nombre de jours de pompage.

Hypothèses : précipitation de 700 mm/an ; volume total 150 000 m³ ; pompage de 800 m³ par jour ; salinité initiale de 1,4 g/l.

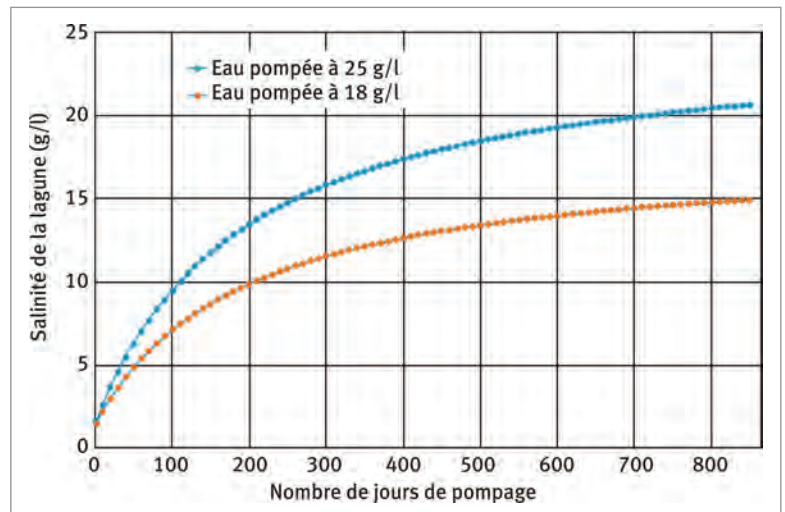


Figure 7 – Cartographie de la salinité dans la Réserve naturelle nationale de la Baie de Somme.

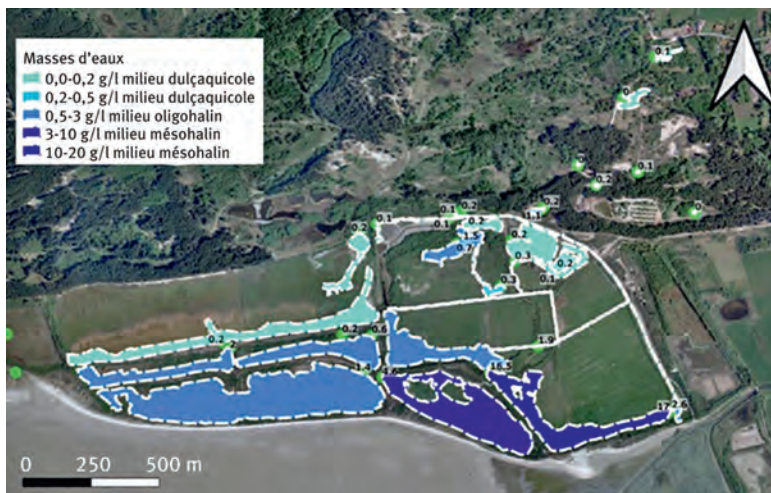


Tableau 3 – Liste des taxons présents et utilisés pour les calculs de densités et de biomasses.

Ordre	Sous-ordre	Classe/Famille	Genre	Espèce
Annélides	Polychètes	Nereidae	<i>Hediste</i>	<i>diversicolor</i>
		Spionidae	<i>Polydora</i>	<i>sp.</i>
	Oligochètes			
Mollusques	Gastéropode	Hydrobiidae	<i>Hydrobia</i>	<i>ulvae</i>
Crustacés	Ostracodes			
		Mysids	Mysidae	
	Isopodes	Sphaeromatidae	<i>Sphaeroma</i>	<i>sp.</i>
	Amphipodes	Gammaridae	<i>Gammarus</i>	<i>sp.</i>
Corophidae		<i>Corophium</i>	<i>arenarium</i>	
Insectes	Collembolés			
	Diptères	Chironomidae		
	Hétéroptères	Pleidae	<i>Plea</i>	<i>leachi</i>
	Coléoptères			<i>larve sp.</i>

Figure 8 – Densité de macrozoobenthos dans les trois plans d'eau (en individus/m²).

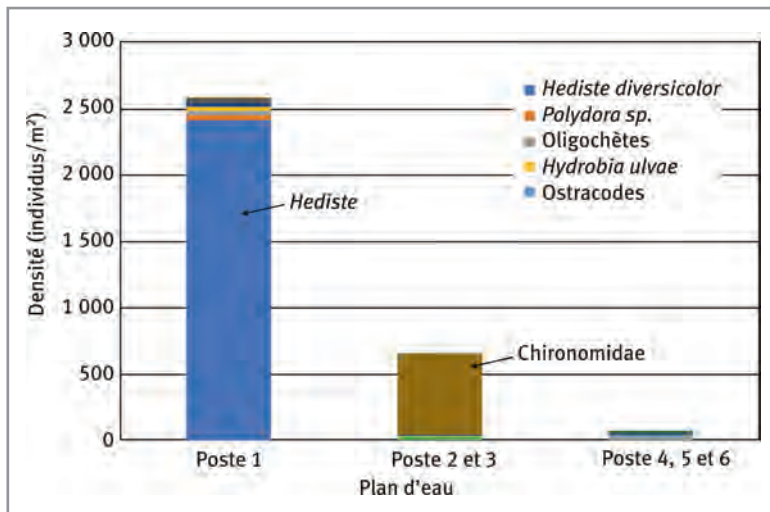


Photo 1 – Développement de cyanobactéries. Plan d'eau de la Plaine Ouest, le 13/08/21 ; crédit photo : Cédric Jolibois.



Pour les substrats meubles, peu/pas végétalisés, la salinité a un effet très positif tant sur la densité (figure 8) que sur la biomasse (figure 9) de macroinvertébrés benthiques.

La biomasse totale de benthos est de l'ordre de 0,05 g/m² pour le plan d'eau des postes 4,5 et 6, de l'ordre de 1,8 g/m² pour le plan d'eau des postes 2 et 3 et de l'ordre de 13,6 g/m² pour le plan d'eau du poste 1, soit un rapport supérieur à 200 entre le plan d'eau des postes 4,5 et 6 et le plan d'eau 1. Le Nereis (*Hediste diversicolor*) fournit une très forte contribution à cette biomasse.

Avifaune

Le seul plan d'eau saumâtre, du poste 1, a des ressources alimentaires disponibles pour les espèces benthophages. Pourtant les couvées de Tadornes de Belon n'y sont pas et l'Avocette n'y niche pratiquement plus (figure 10 et 11).

La raison, tout au moins pour l'Avocette, est la présence d'une colonie de Mouettes rieuses (*Chroicocephalus ridibundus*) qui capturent les poussins à leur naissance (photo 2).

Discussion

La salinité des lagunes est indispensable pour la biomasse de la faune benthique composant les ressources alimentaires des oiseaux.

Une augmentation, combinée à un maintien des niveaux hauts, peut par ailleurs permettre de limiter les problèmes de botulisme (combinée avec la hauteur d'eau qui limite le réchauffement).

Le risque, ou plutôt le problème lié aux cyanobactéries est émergent et reste à évaluer pour proposer des mesures de gestion propres à limiter leur développement.

Enfin, un des principaux objectifs de gestion de ce site est de favoriser les espèces d'oiseaux d'intérêt patrimonial.

Cette opération nécessite une analyse des préférences de chaque espèce et une réduction de la compétition et/ou de la prédation

Bien que classé en réserve naturelle, les orientations de gestion de ce site, les aménagements et les actions de gestion intègrent également d'autres éléments, telles que la gestion du trait de côte et les fonctions éducatives et récréatives du site.

Remerciements

Remerciements à INSTADRONE et EUROFINs et à Charline CADIX, Mickael TOULLET, Adèle et Sandrine FAGOT et Philippe DHOTEL pour leur aide précieuse pour les relevés et prélèvements.

RÉFÉRENCES

Barnes R. S. K., 1994. The brackish-water fauna of northwestern Europe. Cambridge University Press, 287 p., <https://doi.org/10.1002/aqc.3270050208>.

Barroin G., 2007. Du facteur limitant au facteur de maîtrise. Face à l'eutrophisation, seul le phosphore compte. Perspectives agricoles, n° 336, p. 6-7, <http://www.institut-environnement.fr/download/Barroin.pdf>.

Evans P., 1999. Les effets des Goélands nicheurs sur la végétation des cordons de galets d'Orford Ness, Suffolk (Royaume-Uni). In : Le Galet, du Chou marin à l'industrie, Recueil des communications présentées au cours de la conférence tenue les 20 et 21 septembre 1999 à l'initiative du Syndicat Mixte pour l'Aménagement de la Côte Picarde et de l'East Sussex County Council, par Patrick TRIPLET et Barry YATES, p. 18-21.

Esselink P., Zwartz L., 1989. Seasonal trend in burrow depth and tidal variation in feeding activity of *Nereis diversicolor*. Marine Ecology Progress Series, vol. 56(3), p. 243-254, <https://doi.org/10.3354/meps056243>.

Photo 2 – Prédation de la Mouette rieuse sur les poussins d'Avocette.

Crédit photo : Parc du Marquenterre.



Figure 9 – Biomasse de macrozoobenthos dans les trois plans d'eau (en grammes de matière sèche libre de cendres/m²).

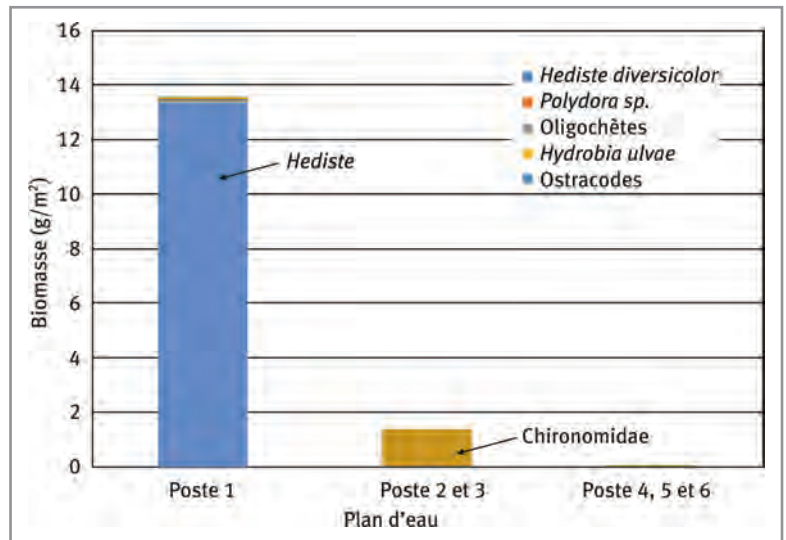


Figure 10 – Localisation des couvées et du nombre de canetons de Tadorne de Belon en 2020 et 2021.

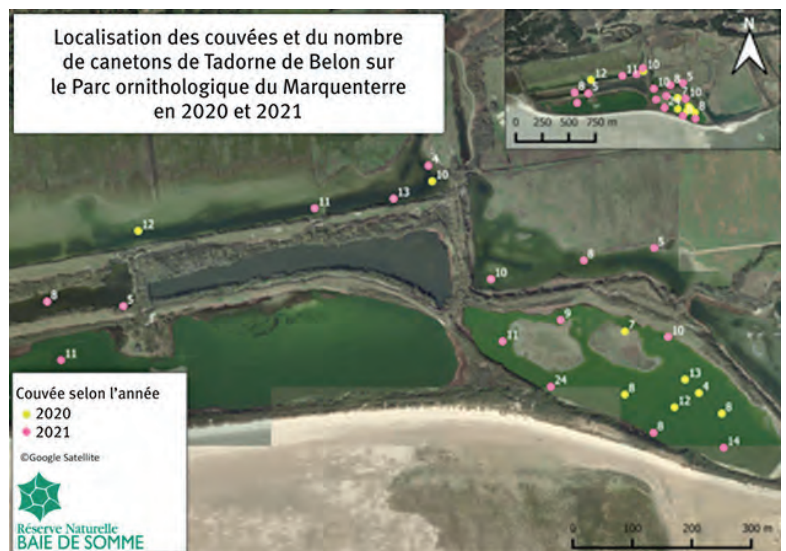


Figure 11 – Localisation des couvées d'Avocette en 2021.







Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY 4.0). La citation comme l'utilisation de tout ou partie du contenu de cet article doit obligatoirement mentionner les auteurs, l'année de publication, le titre, le nom de la revue, le volume, les pages et le DOI.

Synthèse des principaux impacts de la dépoldérisation sur la biodiversité : une approche par revue systématique

Marianne DEBUE¹, Dakis-Yaoba OUEDRAOGO¹, Romain SORDELLO¹, Yorick REYJOL¹

¹ PatriNat, UAR 2006, OFB-MNHN-CNRS, 36 rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris, France.

Correspondance : Marianne DEBUE, marianne.debue@mnhn.fr

Le projet Life Adapto explore des modes de gestion souple du trait de côte dans un contexte de changement climatique et de montée du niveau des mers. Dans le cadre de ce projet, une revue systématique a été réalisée afin d'étudier les conséquences de la dépoldérisation sur la biodiversité. Cette revue de littérature a notamment permis de mettre en évidence que la dépoldérisation s'accompagne en général d'une diminution de la richesse spécifique végétale, et d'une augmentation de la richesse en invertébrés (macrocrustacés exceptés) et de l'abondance en poissons et en oiseaux limicoles. De nombreux facteurs interviennent dans la mise en place des communautés d'espèces et expliquent la variabilité des résultats d'une telle intervention selon les sites.

Introduction

Le programme Life Adapto est un projet sur cinq ans, de 2017 à 2022, initié par le Conservatoire du littoral. Au travers de dix sites pilotes répartis sur les façades Manche, Atlantique et Méditerranée de la métropole ainsi qu'en Outre-mer, il explore des modes de gestion souple du trait de côte dans un contexte de changement climatique et de montée du niveau des mers (Conservatoire du littoral, 2022). Différentes démarches expérimentales sont conduites et analysées de plusieurs points de vue (économique, paysager, social, environnemental...), dont la dépoldérisation qui consiste à réouvrir les polders aux intrusions marines. Envisagée sur plusieurs sites, une synthèse bibliographique de type revue systématique a été réalisée afin de mieux appréhender les conséquences d'une telle action sur la biodiversité. L'article qui suit est une synthèse de cette revue, dont les détails sont disponibles dans la publication Debue *et al.* (2022).

Les prés-salés : des habitats patrimoniaux aux multiples fonctions mais menacés

À l'interface terre-mer, les prés-salés sont des habitats complexes et dynamiques. Ils sont soumis à différents gradients, notamment de submersion et de salinité, qui

conditionnent l'installation des espèces et font d'eux des habitats originaux, aux espèces caractéristiques, tant végétales qu'animales (salicorne, obione, criquet

Encadré 1 – Méthode.

Une revue systématique est une méthode standardisée, visant à produire des synthèses bibliographiques les plus fiables possibles pour informer la décision, par la mise en œuvre d'un protocole précis et répliquable, par la recherche la plus exhaustive possible de la littérature scientifique et grise existante, et par l'évaluation critique des connaissances rassemblées avant de les synthétiser. Cette méthode est encadrée, pour les sciences de l'environnement, par une association appelée CEE (*Collaboration for Environmental Evidence*, 2018). Les principales étapes sont :

- la formulation d'une question et d'une équation de recherche pour récupérer la littérature,
- le tri des publications selon des critères prédéfinis afin de ne garder que celles répondant à la question,
- l'extraction des données descriptives pour obtenir une image des connaissances existantes sur le sujet,
- l'évaluation critique des publications pour évaluer la fiabilité de leurs résultats et ne s'appuyer que sur celles scientifiquement robustes,
- l'extraction des résultats numériques et leur analyse statistique afin de répondre de manière quantitative à la question (« méta-analyse »).

des salines...). Bien que globalement peu diversifiés, ils constituent des zones de reproduction, d'alimentation et de repos importantes pour les poissons, les macrocrustacés et les oiseaux, y compris migrateurs (Boorman, 2003). Les prés-salés sont également des milieux à forte productivité primaire et dont le taux de séquestration du carbone est parmi les plus élevés, tout habitat confondu, en raison de la salinité du milieu et de la forte sédimentation qui y a lieu. Ils jouent enfin un rôle notable dans la filtration de l'eau et le stockage des polluants, ainsi que dans la rétention des sédiments et la dissipation de l'énergie des vagues, limitant de ce fait l'érosion (Barbier *et al.*, 2011 ; Chmura *et al.*, 2012). Toutes ces caractéristiques justifient l'importance écologique de cet habitat, qui est actuellement menacé. Les prés-salés ont en effet été l'objet d'endigüements et d'assèchements depuis plusieurs siècles, pour être utilisés à des fins agricoles ou défensives (action de « poldérisation »). Ils sont actuellement contraints par la montée du niveau des mers, leur recul pour s'adapter à cette hausse étant bloqué par la présence de digues. La dépollérisation est une solution pour redonner aux prés-salés des espaces de développement, par le retour d'eau salée ou saumâtre dans des zones endiguées dépourvues partiellement ou totalement d'influence maritime.

Caractéristiques des sites concernés par la dépollérisation

Au sein du corpus bibliographique rassemblé pour la revue systématique, 233 sites différents ont fait l'objet d'une dépollérisation qui s'est accompagnée par des suivis de biodiversité. Du point de vue historique, les premières poldérisations mentionnées dans ce corpus datent du ^{xvii} siècle puis se multiplient au ^{xix} siècle et dans la première moitié du ^{xx} siècle, tandis que les dépollérisations commencent à la fin du ^{xix} siècle et s'intensifient à la fin du ^{xx} siècle, induisant des périodes

d'endigüement plus ou moins longues selon les sites, en moyenne de 80 ans. Ce basculement des pratiques peut s'expliquer par une évolution du contexte sociologique, passant d'une situation de croissance démographique et de rentabilité de l'endigüement vers une situation de déprise agricole, de diminution de la rentabilité des petits polders isolés et de prise de conscience environnementale (Goeldner-Gianella, 2007). Les causes de poldérisation mentionnées dans les articles sont en effet principalement agricoles, mais peuvent également être liées à d'autres projets (création de routes, production de sel, protection contre les inondations, lutte contre les moustiques, création d'habitats pour les oiseaux d'eau ou réalisation d'activités de dragage ou de forage). Les dépollérisations résultent de tempêtes dans un tiers des cas. Quand elles sont volontaires, elles sont justifiées par des opérations de restauration ou de compensation écologique, et pour quelques sites, par la protection contre les inondations.

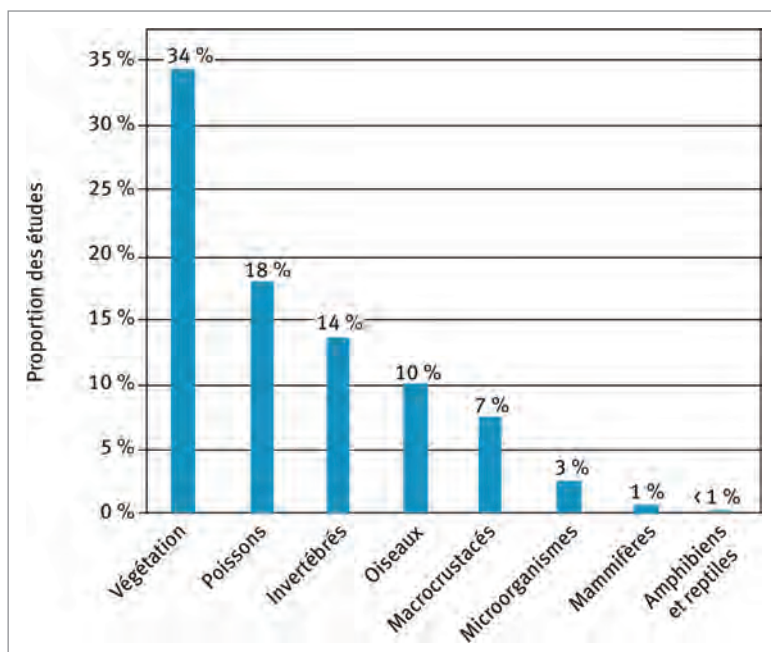
Les sites identifiés dans le corpus sont principalement situés aux États-Unis (50 %) et au Royaume-Uni (28 %), les autres étant principalement dans d'autres pays européens ainsi qu'au Canada. Une telle répartition peut s'expliquer par l'important linéaire côtier favorable au développement de prés-salés de ces deux pays (IUCN, 2022). Ces sites sont aux deux-tiers localisés en estuaire, les autres étant principalement en front de mer, et dans quelques rares cas dans des lagons. Ils sont occupés par différents habitats, généralement des terres agricoles, mais également des plans d'eau douce ou saumâtre, plus ou moins colonisés par des roselières, des prés-salés dégradés, des friches, des prairies ou des mangroves. Leurs tailles sont variables, de moins de dix hectares à plus de mille hectares.

Différentes techniques sont mises en œuvre pour reconnecter les sites à l'influence maritime. L'opération la plus courante dans le corpus consiste à ouvrir une ou plusieurs brèches dans la digue ; d'autres méthodes sont employées : suppression complète de la digue, pose de conduits ou de clapets à marée, suppression de clapets déficients ou abaissement de la hauteur de la digue. Des opérations complémentaires sont parfois menées et concernent la topographie du site (excavation de canaux, dragage, nivellement, importation de matériaux, comblement de fossés) ou sa végétation (plantation, exportation de la végétation en place, fauchage, pâturage).

Suivis de biodiversité mis en place sur les sites concernés par la dépollérisation

Différents taxons font l'objet de suivis lors de la dépollérisation des sites du corpus (figure 1). La végétation est le taxon le plus étudié, suivie par les poissons, les invertébrés (hors macrocrustacés), les oiseaux et les macrocrustacés. À l'inverse, peu d'études portent sur les microorganismes, les mammifères, les amphibiens et les reptiles. Ces disparités peuvent être liées aux difficultés d'échantillonner certains taxons dans des milieux soumis aux marées, mais également à des intérêts sociaux ou économiques différents (les poissons ont, par exemple, une valeur commerciale) (Troudet *et al.*, 2017). Elles mettent cependant en évidence un manque de connaissances de l'impact de la dépollérisation sur certains groupes taxonomiques.

Figure 1 – Taxons étudiés parmi les articles du corpus.
Source : Debue *et al.* (2022).



De même, les paramètres de composition des communautés (richesse spécifique, abondance) sont quasiment systématiquement évalués, tandis que les paramètres de structure (sex-ratio, âge et taille des individus...) ou de fonction (comportement, croissance, mortalité...) le sont plus rarement (figure 2). Lorsque des études de structure ou de fonction existent, elles concernent majoritairement les oiseaux ou les poissons. Ces paramètres sont en effet plus difficiles à évaluer et peuvent nécessiter des temps de mise en œuvre des suivis et d'analyse des données plus importants. Ils sont cependant porteurs de plus d'informations sur la productivité et la vulnérabilité des écosystèmes (Schleuter *et al.*, 2010) et ne peuvent qu'être encouragés.

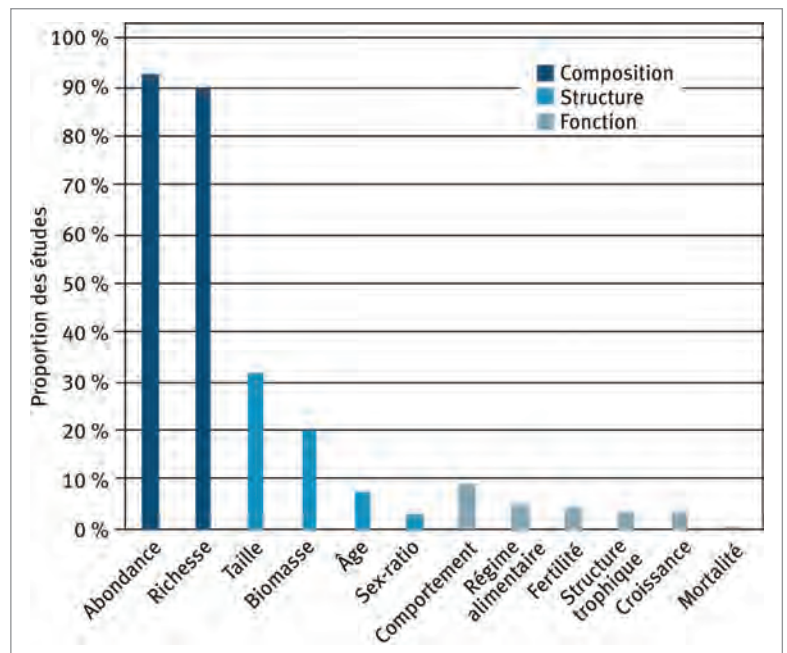
Dans le corpus étudié, différents dispositifs expérimentaux sont mis en œuvre. Les trois quarts des études utilisent un comparateur spatial, c'est-à-dire un site témoin pouvant être soit un site « contrôle » (site pollérisé et qui le reste), soit, pour la majorité, un site « référence » (site qui n'a jamais été pollérisé). Un peu moins d'un tiers des dispositifs recourent à un « comparateur temporel », correspondant à la réalisation de suivis avant/après dépollérisation. Il est à noter que près d'un sixième des études n'ont aucun des deux. Dans ce cas, le suivi est mis en place uniquement sur le site dépollérisé, après dépollérisation. Ce type de suivi ne permet pas d'attribuer de manière claire un changement observé à l'action de dépollérisation. Seulement un quart ont le dispositif expérimental le plus robuste, avec comparateur spatial et temporel (Sordello *et al.*, 2019). Les sites contrôles ou références sont généralement adjacents aux sites d'études, mais parfois éloignés de plus de cent kilomètres, ce qui peut poser question, les sites ne devant pas être trop éloignés pour partager un contexte géographique similaire, mais ne pas être trop proches non plus car la dépollérisation pourrait avoir un impact sur les terres adjacentes (Friess *et al.*, 2012). Les suivis temporels sont plutôt courts, la majorité durant moins de trois ans avant et cinq ans après la dépollérisation. Dans la mesure du possible, il est pourtant préférable d'avoir des suivis sur le long terme, aussi bien avant intervention afin de garantir une stabilité de la situation initiale (Underwood, 1991), qu'après intervention afin de mettre en évidence des changements sur le long terme (Onaindia *et al.*, 2001).

Impacts de la dépollérisation sur la biodiversité

Du fait des déséquilibres mentionnés précédemment concernant les taxons et les paramètres mesurés, la méta-analyse de la revue systématique n'a porté que sur les données de richesse et d'abondance associées à la végétation, aux poissons, aux macrocrustacés, aux oiseaux et aux invertébrés (hors macrocrustacés), et sur les études ayant un dispositif expérimental avec un site référence et un suivi avant/après.

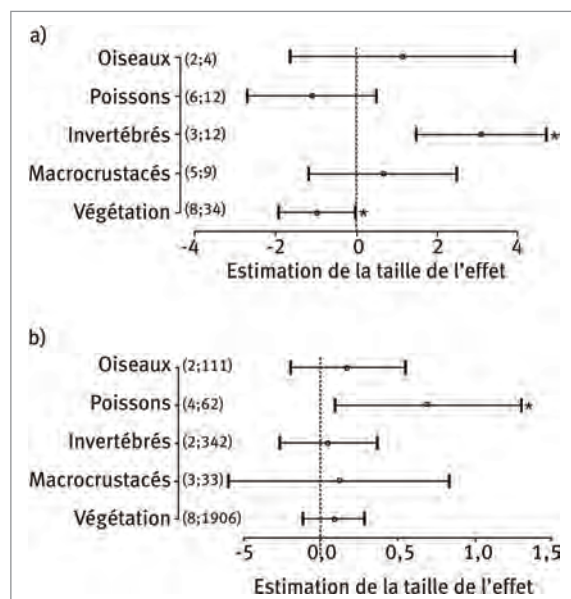
Le retour d'une eau salée ou saumâtre dans des milieux dépourvus totalement ou partiellement d'une influence maritime entraîne une diminution de la richesse spécifique végétale (figure 3 a), qui s'explique par le remplacement d'espèces ne tolérant ni le sel ni la submersion par des espèces halophiles. Ce résultat est cependant fonction de l'occupation des terres avant

Figure 2 – Paramètres étudiés parmi les articles du corpus. Source : Debue *et al.* (2022).



dépollérisation (un pré-salé étant de manière générale plus pauvre qu'une prairie mais plus riche qu'une monoculture) et de la définition du site d'étude (un site dont seulement une partie redevient soumise au rythme des marées étant généralement plus riche car des espèces glycophiles – qui ne tolèrent pas le sel – et halophiles – qui sont adaptées à la présence de sel –

Figure 3 – Effet de la dépollérisation sur (a) la richesse spécifique, (b) l'abondance par groupe taxonomique. Une valeur positive indique une augmentation, une valeur négative une diminution. Une étoile indique un résultat significatif. Les chiffres entre parenthèses représentent les nombres d'études (= étude d'un taxon sur un site dépollérisé, un article pouvant contenir plusieurs études) et de cas (= étude d'un taxon sur un site dépollérisé à une année donnée). Pour plus de détails, se référer à l'article Debue *et al.* (2022).



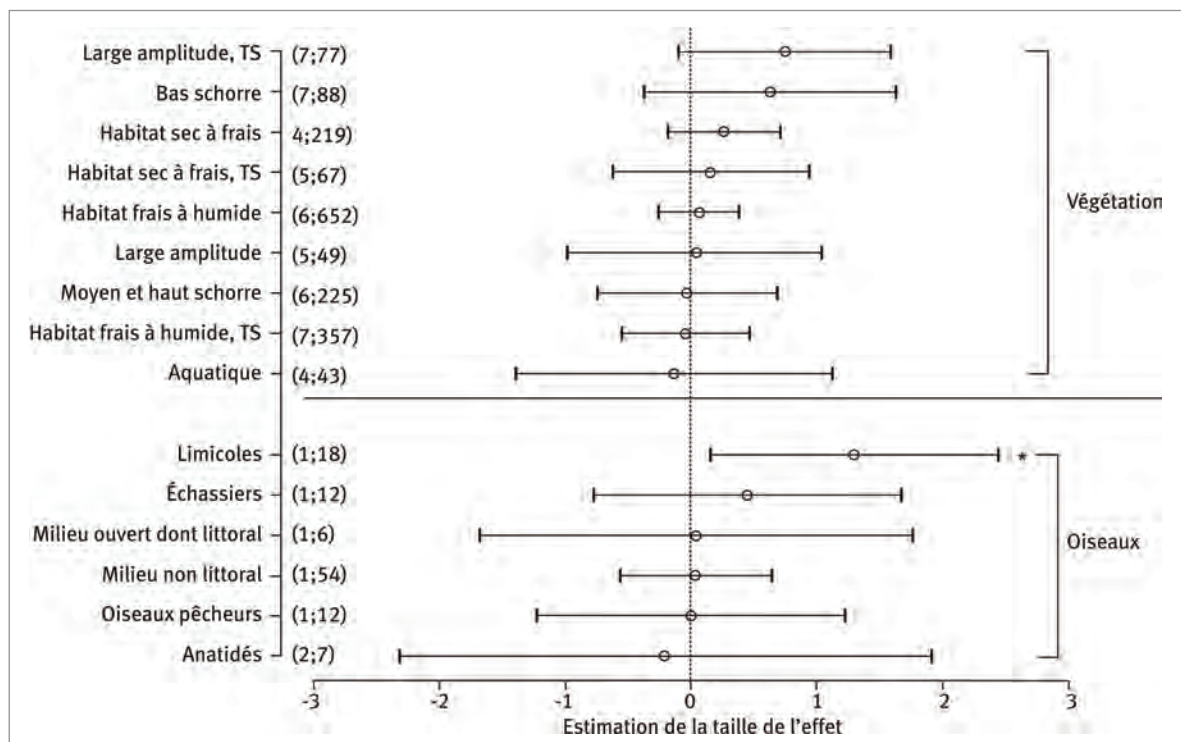
peuvent coexister). En ce qui concerne le type de végétation, le retour de l'eau salée entraîne un développement des espèces des bas niveaux de pré-salé (figure 4) (e.g. Masselink *et al.*, 2017). La revue systématique n'a pas mis en évidence la colonisation du milieu par des espèces du moyen et du haut schorre, ce qui peut s'expliquer par le fait que les études sont essentiellement de court terme. En effet, pendant la durée d'endiguement, les apports sédimentaires sont limités et le sol peut être tassé par des activités agricoles. Le site est alors plus bas que les zones en aval de la digue et présente des temps de submersion plus importants au moment de la dépollérisation. La colonisation du site par la végétation de moyen et de haut schorre peut alors être plus tardive car dépendant de la sédimentation, processus lent qui permet l'élévation du site et la diminution des temps de submersion (e.g. Boone *et al.*, 2017). Des espèces aquatiques peuvent également s'installer. D'autres ont une réponse plus variable, notamment le roseau commun, qui, selon les sites, la salinité et les niveaux d'eau, peut plus ou moins régresser.

Le changement de végétation influe directement sur le cortège faunistique qui se développe. La présence d'eau sur le site, au moins par intermittence, crée de nouveaux habitats accessibles aux poissons. Ces derniers voient leur abondance augmenter (figure 3b) et utilisent ces habitats comme zone de reproduction, de nourricerie et de refuge. La revue systématique n'a pas mis en évidence de changement significatif de richesse spécifique pour ce groupe taxonomique (figure 3a). Certaines espèces vont en effet coloniser les nouveaux espaces, tandis que d'autres peuvent disparaître, du fait de la modification

de leur habitat (augmentation de la salinité, disparition des algues qui leur servent d'abri) ou de l'arrivée de nouveaux prédateurs sur le site (poissons de plus grande taille, échassiers) (e.g. Raposa, 2002 ; Roman *et al.*, 2002). Ces résultats sont bien entendus valables pour des sites ayant des zones en eau avant dépollérisation, les sites qui en sont dépourvus présentant quant à eux une augmentation de la richesse et de l'abondance en poissons.

Côté avifaune, aucune tendance générale n'a été mise en évidence pour la richesse et l'abondance (figure 3a et 3b). En revanche, l'étude par groupe écologique indique une augmentation en nombre des limicoles (échassiers se nourrissant dans la vase) (figure 4). Ceux-ci bénéficient en effet du développement des vasières, qui apparaissent suite à la disparition des espèces végétales glycophiles et leur servent de zones de nourrissage. Leurs effectifs peuvent cependant diminuer sur le plus long terme, en cas de végétalisation de ces vasières (e.g. Raposa, 2008). Les résultats pour les échassiers ne sont pas significatifs mais soulignent plutôt une tendance à l'augmentation de leur nombre, en lien avec la création de chenaux et de mares dans lesquels ils se nourrissent. La réponse des anatidés est variable, une étude mettant en évidence un développement des canards colvert tandis qu'une autre souligne une diminution du nombre de bernaches les premières années post-restauration, en lien avec la disparition de la végétation dont elles se nourrissent, mais qui est suivie par une augmentation plus tardive des effectifs (e.g. Bos *et al.*, 2014). Comme pour la végétation, les changements de richesse et d'abondance sont fonction de l'état initial du site et de la définition de

Figure 4 – Effet de la dépollérisation sur l'abondance par groupe écologique pour la végétation et les oiseaux. Une valeur positive indique une augmentation, une valeur négative une diminution. Une étoile indique un résultat significatif. Les chiffres entre parenthèses représentent les nombres d'études (= étude d'un taxon sur un site dépollérisé, un article pouvant contenir plusieurs études) et de cas (= étude d'un taxon sur un site dépollérisé à une année donnée). Pour plus de détails, se référer à l'article Debue *et al.* (2022).



ses frontières, un site seulement partiellement submergé permettant le maintien d'une mosaïque d'habitats, comprenant vasières et prés-salés dans les zones basses et prairies et fourrés dans les zones hautes, et ainsi la présence d'une diversité d'espèces d'oiseaux aux écologies différentes.

Enfin, la revue systématique a mis en évidence une augmentation de la richesse spécifique en invertébrés (hors macrocrustacés), qui peut s'expliquer par la création de nouveaux habitats (figure 3a) (e.g. Bowron *et al.*, 2013 ; Matsuda et Kokubu, 2016).

Il est important de garder à l'esprit que de nombreux paramètres influent sur la constitution du cortège d'espèces présentes sur un site. Ces paramètres peuvent aussi bien être de nature biotique (interactions intra et inter-spécifiques), qu'édaphique (propriétés physico-chimiques des sols), hydrique (temps de submersion, vitesse des flux d'eau), géographique (climat, élévation, topographie, localisation, taille et forme du site) ou anthropique (historique du site, nature et date de la dépollérisation). De plus, ils interagissent entre eux : interactions des paramètres biotiques et abiotiques ; impact du temps de submersion sur les communautés végétales et animales qui se développent, l'oxygénation du sol, la sédimentation ; influence de la localisation du site sur la salinité du milieu, la durée de submersion ; effet du mode de dépollérisation sur l'accessibilité des espèces, la sédimentation, la durée de submersion ; etc.

(pour plus de détails, voir l'article Debue *et al.*, 2022 ou la note de synthèse Debue *et al.*, 2021). La multiplicité de ces facteurs et leurs interactions rendent difficile la prédiction des résultats d'une dépollérisation, bien que les tendances mentionnées précédemment ressortent des études menées.

Conclusion

La dépollérisation entraîne une modification du cortège des espèces présentes sur un site. Une direction commune est suivie par la plupart des sites dépollérisés, caractérisée par un développement des espèces végétales halophiles, une augmentation du nombre d'oiseaux limicoles et de poissons et une augmentation de la richesse spécifique en invertébrés. Cependant, de nombreux facteurs interviennent dans la mise en place des communautés d'espèces et expliquent la variabilité des résultats d'une telle intervention selon les sites. Malgré l'importante littérature qui existe sur le sujet, des lacunes dans les connaissances persistent, en particulier sur certains groupes taxonomiques et sur la fonctionnalité des milieux. Les suivis réalisés pour étudier les conséquences de la dépollérisation sur la biodiversité seraient ainsi à compléter, par la mise en œuvre de dispositifs expérimentaux rigoureux et sur le long terme, avec un accent particulier sur les taxons peu étudiés et sur les questions de structuration des communautés et de fonctionnalité du milieu.

RÉFÉRENCES

- 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*, vol. 81, n° 2, p. 169-193. <https://doi.org/10.1890/10-1510.1>.
- Boone L. K., Ollerhead J., Barbeau M. A., Beck A. D., Sanderson B. G., McLellan N. R., 2017. Returning the Tide to Dikelands in a Macrotidal and Ice-Influenced Environment: Challenges and Lessons Learned. In: C. W. Finkl & C. Makowski (Éds.), *Coastal Wetlands: Alteration and Remediation*, vol. 21, p. 705-749, Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56179-0_21.
- Boorman L., 2003. Saltmarsh Review. An overview of coastal saltmarshes, their dynamic and sensitivity characteristics for conservation and management. JNCC Report, n° 334.
- Bos D., Boersma S., Engelmoer M., Veeneklaas R. M., Bakker J. P., Esselink P., 2014. Utilisation of a coastal grassland by geese after managed re-alignment. *Journal of Coastal Conservation*, vol. 18, p. 471-479, <https://doi.org/10.1007/s11852-014-0333-0>.
- Bowron L. B., Neat N. C., Graham J. M., Van Proosdij D., Lundholm J., 2013. Post-Restoration Monitoring (Year 7) of the Cheverie Creek Salt Marsh Restoration Project. CB Wetlands & Environmental Specialists.
- Chmura G. L., Burdick D. M., Moore G. E., 2012. Recovering Salt Marsh Ecosystem Services through Tidal Restoration. In: C. T. Roman & D. M. Burdick (Éds.), *Tidal Marsh Restoration*, p. 233-251, Island Press/Center for Resource Economics, https://doi.org/10.5822/978-1-61091-229-7_15.
- Collaboration for Environmental Evidence, 2018. Guidelines and Standards for Evidence Synthesis in Environmental Management. Version 5.0 (A. S. Pullin, G. K. Frampton, B. Livoreil, & G. Petrokofsky, Éds.), <https://environmentalevidence.org/information-for-authors/>.
- Conservatoire du littoral, 2022. Adapto, Vers une gestion souple du trait de côte, <https://www.lifeadapto.eu/>.
- Debue M., Ouédraogo D.-Y., Sordello R., Reyjol Y., 2021. Quelles sont les principales conséquences de la dépollérisation sur la biodiversité ? Une approche par revue systématique. Note de synthèse. PatriNat OFB-CNRS-MNHN.
- Debue M., Ouédraogo D.-Y., Sordello R., Reyjol Y., 2022. Impacts of coastal realignment on biodiversity. A systematic review and meta-analysis. *Basic and Applied Ecology*, vol. 60, p. 48-62. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2022.01.009>.
- 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*, vol. 18, p. 57-68. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2012.01.016>.
- Goeldner-Gianella L., 2007. Dépollériser en Europe occidentale De-polderizing in Western Europe. *Annales de géographie*, n° 656, p. 339-360. <https://doi.org/10.3917/ag.656.0339>.
- IUCN, 2022. A Global Typology for Earth's Ecosystems, <https://global-ecosystems.org/>.
- 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*, vol. 106, p. 174-190, <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.05.038>.

- Onaindia M., Albizu I., Amezaga I., 2001. Effect of time on the natural regeneration of salt marsh. *Applied Vegetation Science*, vol. 4, n° 2, p. 247-256. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2001.tb00493.x>.
- Raposa K., 2002. Early Responses of Fishes and Crustaceans to Restoration of a Tidally Restricted New England Salt Marsh. *Restoration Ecology*, vol. 10, n° 4, p. 665-676. <https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.2002.01047.x>.
- Raposa K. B., 2008. Early Ecological Responses to Hydrologic Restoration of a Tidal Pond and Salt Marsh Complex in Narragansett Bay, Rhode Island. *Journal of Coastal Research*, n° 10055, p. 180-192. <https://doi.org/10.2112/SI55-015>.
- Roman C., Raposa K., Adamowicz S., James-Pirri M., Catena J., 2002. Quantifying vegetation and nekton response to tidal restoration of a New England salt marsh. *Restoration Ecology*, vol. 10, n° 3, p. 450-460, <https://doi.org/10/fmzmf8>.
- Schleuter D., Daufresne M., Massol F., Argillier C., 2010. A user's guide to functional diversity indices. *Ecological Monographs*, vol. 80, n° 3, p. 469-484. <https://doi.org/10.1890/08-2225.1>.
- Sordello R., Bertheau Y., Coulon A., Jéusset A., Ouédraogo D. Y., Vanpeene S., Vargac M., Villemey A., Witté I., Reyjol Y., Touroult J., 2019. Les protocoles expérimentaux en écologie. Principaux points clefs. *PatriNat*, CESCO, Irstea.
- Troudet J., Grandcolas P., Blin A., Vignes-Lebbe R., Legendre F., 2017. Taxonomic bias in biodiversity data and societal preferences. *Scientific Reports*, 7(1), 9132. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-09084-6>.
- Underwood A. J., 1991. Beyond BACI: Experimental designs for detecting human environmental impacts on temporal variations in natural populations. *Marine and Freshwater Research*, 42(5), p. 569-587. <https://doi.org/10.1071/MF9910569>.



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY 4.0). La citation comme l'utilisation de tout ou partie du contenu de cet article doit obligatoirement mentionner les auteurs, l'année de publication, le titre, le nom de la revue, le volume, les pages et le DOI.

Des petites différences pour de grands bénéfices : réponses sites-spécifiques des communautés d'amphibiens à la submersion marine sur la côte Atlantique française

Léa LORRAIN-SOLIGON¹, Frédéric ROBIN^{2,3,4}, Pierre ROUSSEAU³, Marko JANKOVIC⁴, François BRISCHOUX¹

¹ Centre d'études biologiques de Chizé, CEBC UMR 7372 CNRS – La Rochelle Université, 79360 Villiers en Bois, France.

² LPO France, Fonderies Royales, 17300 Rochefort, France.

³ Réserve naturelle de Moëze-Oléron, LPO France, Plaisance, 17780 Saint-Froult, France.

⁴ Réserve naturelle du marais d'Yves, LPO France, Ferme de la belle espérance, 17340 Yves, France.

Correspondance : lea.lorrain-soligon@cebc.cnrs.fr

Le littoral Atlantique français, qui a connu plusieurs événements climatiques extrêmes successifs, est fortement impacté par des phénomènes de submersion et de salinisation qui viennent bouleverser l'écosystème côtier et les espèces qui y vivent. En Charente-Maritime, après le passage de la tempête Xynthia, des chercheurs ont étudié sur plusieurs sites les effets de la submersion et de l'augmentation de la salinité sur les communautés d'amphibiens côtiers afin de mettre en évidence les caractéristiques topographiques des sites pouvant limiter l'impact des submersions marines sur la faune côtière.

Contexte

Les milieux côtiers, à l'interface entre le milieu océanique et le milieu terrestre, sont affectés par une large variété de changements globaux (Hobohm *et al.*, 2021). En particulier, les milieux côtiers sont fortement impactés par l'élévation du niveau de la mer, et par l'augmentation en fréquence et en intensité des événements climatiques extrêmes, tels que les tempêtes marines et les submersions qui y sont associées. Ces deux phénomènes vont induire une forte augmentation de la salinité, aussi appelée salinisation (Herbert *et al.*, 2015). Ces événements sont et seront de plus en plus fréquents dans le futur (IPCC, 2007), et nécessitent d'en étudier leurs impacts.

L'élévation du niveau de la mer et les tempêtes marines vont pourtant induire des réponses à des échelles temporelles différentes (Delaune *et al.*, 2021). En effet, les changements liés à l'élévation du niveau de la mer sont progressifs. En réponse, les espèces pourraient avoir le temps de s'adapter à ces changements. En revanche, la nature soudaine et imprévisible des submersions marines peut induire des changements qui surpassent les réponses adaptatives des espèces (Wang *et al.*, 2016).

Face à une augmentation brutale de la salinité, et donc à une augmentation brutale des contraintes osmotiques, les individus devront faire face à des demandes énergétiques plus élevées, qui vont fortement limiter leurs fonctions vitales (Herbert *et al.*, 2015). Ainsi la maintenance, la croissance ou encore la reproduction pourraient être impactées, ce qui peut conduire, à terme, à la mortalité des individus (Herbert *et al.*, 2015).

Face à ces contraintes, certaines espèces sont plus sensibles que d'autres, et c'est le cas des amphibiens, malgré certaines espèces tolérantes à la salinité (telles que la grenouille mangeuse de crabes, *Fejervarya cancrivora*, en Asie du Sud ; Hopkins et Brodie, 2015). Cette sensibilité accrue s'explique par des larves dépendantes du milieu dulçaquicole, une peau hautement perméable, et de faibles capacités de dispersion (Shoemaker *et al.*, 1992 ; Wells, 2007), qui ne leur permettent pas d'échapper aux conditions négatives de leur milieu et de se reporter vers des habitats plus favorables. Il est donc nécessaire de protéger les populations d'amphibiens côtières face aux submersions marines, qui pourraient leur être dévastatrices.

Une piste de gestion repose sur les caractéristiques topographiques, qui pourraient atténuer les effets des submersions marines. En effet, les zones humides côtières de faible altitude et qui ne présentent pas de relief sont particulièrement exposées (Chouari, 2020 ; Huang *et al.*, 2017 ; Suanez *et al.*, 2007). L'identification de telles caractéristiques topographiques peut s'avérer utile afin de proposer des solutions pour aider à la persévérance des écosystèmes côtiers.

En vue d'identifier ces caractéristiques, Lorrain-Soligon *et al.* (2021) ont réalisé une étude visant à examiner les conséquences de la tempête Xynthia, et de la submersion marine qui en a résulté. Les auteurs ont étudié les variations de salinité et l'effet sur les communautés d'amphibiens côtiers, en relation avec les caractéristiques topographiques des sites, afin de comprendre comment celles-ci peuvent limiter l'effet de la submersion.

Figure 1 – Localisation des deux zones d'études sur les périmètres terrestres des deux réserves naturelles : la Réserve naturelle nationale de Moëze-Oléron (MO) et la Réserve naturelle nationale du marais d'Yves (MY) en Charente-Maritime.

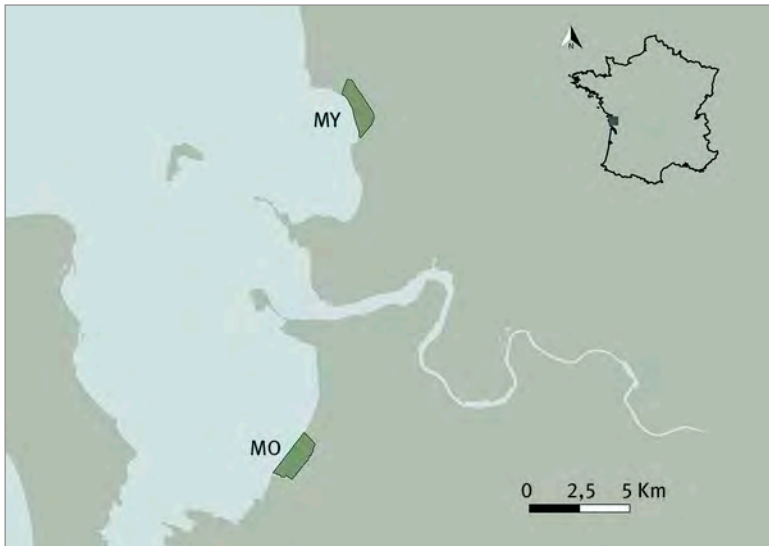
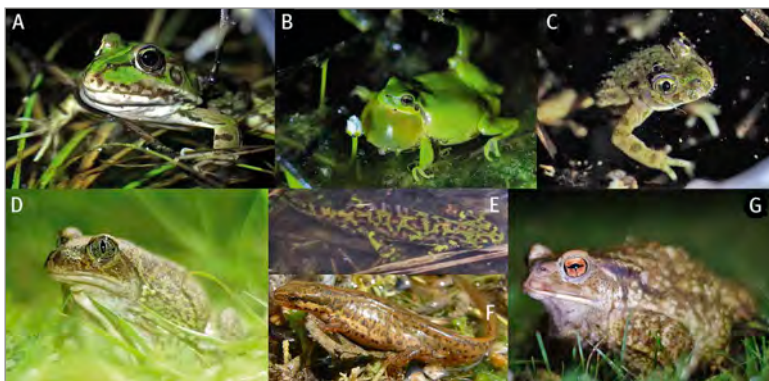


Figure 2 – Espèces communes retrouvées sur les deux réserves : la grenouille verte (A), la rainette méridionale (B), le pélodyte ponctué (C), le pélobate cultripède (D) et le triton marbré (E). Espèce supplémentaire retrouvée sur la réserve de Moëze-Oléron uniquement : le triton palmé (F). Espèce supplémentaire retrouvée sur la réserve du marais d'Yves uniquement : le crapaud épineux (G). Crédit photo : Marko Jankovic (A, B, C, D, E, G) et Philippe Delaporte (F).



Caractéristiques des sites et méthodologie

Cette étude a été réalisée sur deux réserves naturelles en Charente-Maritime : la Réserve naturelle nationale de Moëze-Oléron (MO) et la Réserve naturelle nationale du marais d'Yves (MY) (figure 1). Les deux réserves ont été frappées par Xynthia le 27 février 2010. Ces deux sites sont des zones humides côtières relativement basses présentant une première dune de sable située proche de la mer. Toutefois, ces deux sites présentent des topographies légèrement différentes, MO ayant une dune supplémentaire située à environ 500 m de la côte (deux dunes), derrière laquelle se situent les mares de la zone d'étude, ce qui n'est pas le cas à MY (une seule dune).

Les deux sites abritent six espèces d'amphibien. Sur la réserve de MO, il s'agit de la grenouille verte (*Pelophylax* sp.), de la rainette méridionale (*Hyla meridionalis*), du pélodyte ponctué (*Pelodytes punctatus*), du pélobate cultripède (*Pelobates cultripedes*), et des tritons palmés (*Lissotriton helveticus*) et marbrés (*Triturus marmoratus*). Sur la réserve de MY, cinq espèces communes avec la réserve de MO sont retrouvées : la grenouille verte, la rainette méridionale, le pélodyte ponctué, le pélobate cultripède et le triton marbré. Par ailleurs, une espèce supplémentaire est retrouvée à MY : le crapaud épineux (*Bufo spinosus*) (figure 2).

Xynthia a eu lieu en 2010. Pour chaque site, un suivi a été effectué par la Ligue pour la protection des oiseaux (LPO) durant quatre années : un an avant la tempête (2009), l'année après Xynthia (2011), quatre ans après Xynthia (2014) et à nouveau sept ans après Xynthia (2017), ce qui offre l'opportunité unique de caractériser les effets de la submersion. Pour chaque année, trois sessions ont eu lieu, en mars, avril et mai, au cours desquelles la salinité des mares de reproduction a été relevée, ainsi que la présence des différentes espèces d'amphibien. Une espèce d'amphibien a été considérée présente sur une mare pour une année donnée s'il a été détecté la présence d'adultes, d'œufs, ou de larves au cours d'au moins une des trois sessions de suivi. La richesse spécifique a alors été caractérisée comme étant le nombre d'espèces présentes par mare. L'étude s'intéresse aux variations de salinité et de richesse spécifique au cours des différentes années.

Résultats et discussion

Sur la réserve de Moëze-Oléron (MO), présentant deux dunes, la salinité observée est demeurée constante sur l'ensemble de la période d'étude. À l'inverse, sur la réserve du marais d'Yves (MY), la salinité relevée a largement augmenté après Xynthia (atteignant 11 g.l⁻¹ en moyenne). Si la salinité observée commence à diminuer quatre ans après la tempête, on observe que, même sept ans après celle-ci, elle demeure bien supérieure à la salinité pré-submersion. Ces changements ont entraîné des répercussions fortes sur la diversité en amphibiens.

La richesse spécifique en amphibiens est demeurée constante à MO, mais elle a très largement diminué sur MY de manière concomitante à l'augmentation de la salinité. Elle a cependant progressivement ré-augmenté après la tempête, pour revenir, plus de quatre ans après, aux valeurs pré-submersion, mais avec un assemblage

d'espèce différent (sur les sites d'étude à MY, disparition du pélobate cultripède, et apparition du crapaud épineux). Les deux sites voisins expriment donc des réponses différentes à la submersion marine, qui s'expliquent par de légères différences topographiques. À MO, les deux dunes présentent un effet protecteur, qui s'illustre par le fait que les niveaux de salinité mesurés demeurent identiques sur toute la durée de l'étude, ce qui suggère qu'il n'y a pas eu de submersion ni d'infiltration sur les mares. La richesse en amphibiens demeure ainsi constante. En revanche, à MY (le site le moins protégé, avec une seule dune), la salinité mesurée a radicalement augmenté suite à la tempête, avec une influence durable dans le temps, qui s'observe non seulement sur les niveaux de salinité relevés, mais également sur la richesse en amphibiens, qui a fortement été impactée par l'augmentation des niveaux de sel.

Trois hypothèses non exclusives peuvent expliquer la diminution du nombre d'amphibiens après la tempête sur MY. Les fortes salinités relevées ont pu affecter les amphibiens premièrement par la mortalité directe des adultes (Albecker et McCoy, 2017), mais aussi en empêchant la reproduction et la ponte (qui est fortement contrainte pour les amphibiens dans les environnements trop salés ; Haramura, 2008). Enfin, si la reproduction a eu lieu, la salinité élevée peut avoir empêché le développement des œufs et des larves (Chinathamy *et al.*, 2006), ou avoir provoqué leur mortalité (ces stades étant reconnus comme beaucoup plus sensibles que les stades adultes, (Albecker et McCoy, 2017). Cependant, malgré la forte influence de la tempête Xynthia sur les

amphibiens de MY, la richesse spécifique d'amphibiens est revenue aux conditions d'avant la tempête sept ans après la submersion.

Partant du constat que les individus et populations peuvent se rétablir face à une augmentation de la salinité, les résultats apportés par Lorrain-Soligon *et al.* (2021) permettent d'apporter des pistes pour la gestion des espaces côtiers vulnérables. En effet, la résilience face à l'augmentation de la salinité pourrait se faire par la création de barrières supplémentaires, en l'occurrence des dunes de sable (Debaine et Robin, 2012 ; Juigner et Robin, 2018), qui pourraient non seulement servir de barrières à la submersion, mais aussi de zones refuges, sur lesquelles pourrait être favorisée la présence de mares d'eau douce ou légèrement saumâtres. Ces mares pourraient permettre aux individus de se réfugier quand la salinité augmente, puis de recoloniser les zones adjacentes lorsque la salinité rediminue.

Conclusions

Cette étude souligne que la présence d'amphibiens dans les zones humides côtières après une submersion résulte d'une interaction entre des traits spécifiques à l'espèce (tolérance à une salinité élevée, écologie) et des caractéristiques spécifiques au site (topographie et caractéristique des mares ; Lorrain-Soligon *et al.*, 2021). Cette étude met ainsi en évidence le fait qu'une gestion paysagère relativement modeste peut être essentielle pour permettre aux amphibiens, mais aussi potentiellement à d'autres espèces, de se rétablir avec succès après une submersion marine.

RÉFÉRENCES

- Albecker M. A., McCoy M. W., 2017. Adaptive responses to salinity stress across multiple life stages in anuran amphibians. *Frontiers in Zoology*, n° 14, p. 1-16, <https://doi.org/10.1186/s12983-017-0222-0>.
- Chinathamy K., Reina R. D., Bailey P. C. E., Lees B. K., 2006. Effects of salinity on the survival, growth and development of tadpoles of the brown tree frog, *Litoria ewingii*. *Australian Journal of Zoology*, n° 54, p. 97-105, <https://doi.org/10.1071/ZO06006>.
- Chouari W., 2020. A methodological approach for mapping Tunisia's lower coast's risk of submersion: The case of the coastal sabkhas of Sidi Khlifa and Halq El Minjel (Central-East Tunisia). *Journal of African Earth Sciences*, n° 162, p. 103726, <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2019.103726>.
- Debaine F., Robin M., 2012. A new GIS modelling of coastal dune protection services against physical coastal hazards. *Ocean & Coastal Management*, n° 63, p. 43-54, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.03.012>.
- Delaune K. D., Nesich D., Goos J. M., Relyea R. A., 2021. Impacts of salinization on aquatic communities: Abrupt vs. gradual exposures. *Environmental Pollution*, n° 285, p. 117636, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117636>.
- Haramura T., 2008. Experimental Test of Spawning Site Selection by *Buergeria Japonica* (Anura: Rhacophoridae) in Response to Salinity Level. *Copeia*, p. 64-67, <http://www.jstor.org/stable/25140745>.
- Herbert E. R., Boon P., Burgin A. J., Neubauer S. C., Franklin R. B., Ardon M., Hopfensperger K. N., Lamers L. P. M., Gell P., 2015. A global perspective on wetland salinization: Ecological consequences of a growing threat to freshwater wetlands. *Ecosphere*, n° 6, p. 1-43, <https://doi.org/10.1890/ES14-00534.1>.
- Hobohm C., Schaminée J., Van Rooijen N., 2021. Coastal habitats, shallow seas and inland saline steppes: Ecology, distribution, threats and challenges. In: Hobohm, C. (Éd.), *Perspectives for Biodiversity and Ecosystems* (p. 279-310). Springer International Publishing.
- Hopkins G. R., Brodie E. D., 2015. Occurrence of Amphibians in Saline Habitats: A Review and Evolutionary Perspective. *Herpetological Monographs*, n° 29, p. 1-27, <https://doi.org/10.1655/HERPMONOGRAPHS-D-14-00006>.
- Huang Y., Zhang T., Wu W., Zhou Y., Tian B., 2017. Rapid risk assessment of wetland degradation and loss in low-lying coastal zone of Shanghai, China. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, n° 23, p. 82-97, <https://doi.org/10.1080/10807039.2016.1223536>.
- IPCC, 2007. Intergovernmental panel on climate change. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller [eds.], *Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Cambridge Univ. Press.), <https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg1/>.

RÉFÉRENCES (SUITE)

Juigner M., Robin M., 2018. Caractérisation de la morphologie des massifs dunaires de la région Pays de la Loire (France) face au risque de submersion marine. *Vertigo*, la revue électronique en sciences de l'environnement, vol. 18, n° 2, <https://id.erudit.org/iderudit/1059919ar>.

Lorrain-Soligon L., Robin F., Rousseau P., Jankovic M., Brischoux F., 2021. Slight variations in coastal topography mitigate the consequence of storm-induced marine submersion on amphibian communities. *Science of The Total Environment*, n° 770, p. 145382, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145382>.

Shoemaker V. H., Hillman S. S., Hillyard S. D., Jackson D. C., Mc Clanahan L. L., Withers P., Wygoda M., 1992. Exchange of water, ions and respiratory gases in terrestrial amphibians. In *Environmental physiology of the amphibians* (p. 125-150). The University of Chicago Press.

Suanez S., Fichaut B., Sparfel L., 2007. Méthode d'évaluation du risque de submersion des côtes basses appliquée à la plage du Vougot, Guissény (Bretagne). *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, n° 13, p. 319-334, <https://doi.org/10.4000/geomorphologie.4582>.

Wang X., Wang W., Tong C., 2016. A review on impact of typhoons and hurricanes on coastal wetland ecosystems. *Acta Ecologica Sinica*, n° 36, p. 23-29, <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2015.12.006>.

Wells K. D., 2007. *The Ecology and Behavior of Amphibians* (University of Chicago Press). 1400 p.

Sciences Eaux & Territoires

est une revue de transfert éditée par INRAE

Son objectif est de proposer une information claire et lisible de haute qualité scientifique et technique

qui permette de nourrir le processus de l'action et/ou de la décision des différents intervenants publics et privés dans le domaine du développement rural et de l'environnement.

La revue développe un lien entre la recherche et l'action.

Elle est envisagée comme un outil d'aide à la décision et à l'accompagnement de l'action sur le terrain, en diffusant une information structurée sur des méthodologies d'action, des synthèses sur les innovations techniques ou technologiques et les dernières avancées de la recherche finalisée dans une optique interdisciplinaire, dans les domaines couverts par INRAE et ses partenaires.

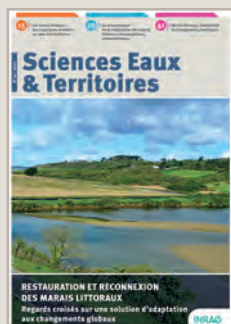
Le lectorat de la revue

Le lectorat visé est un public d'ingénieurs, de gestionnaires et de cadres des services techniques des collectivités territoriales, des services déconcentrés de l'État, des instituts techniques, des établissements d'enseignement technique et supérieur, et des entreprises intervenant à leurs côtés.

De manière plus générale, cette revue s'adresse à tous les acteurs et praticiens intervenant sur la gestion des espaces ruraux et périurbains, qu'ils soient publics ou privés.

revue-set.fr

Télécharger librement les articles
sur le site de la revue Sciences Eaux & Territoires



Numéro 41,
Année 2022
N°ISSN : 2109-3016

Directeur de la publication : Philippe Mauguin

Coordination scientifique du numéro : Sébastien Gallet

Comité éditorial : Jacques Baudry, Nathalie Bertrand, Stéphanie Gaucherand, Véronique Gouy, Alain Hénaut, Ghislain Huyghe, Emmanuelle Jannès-Ober, Nicolas de Menthère, Delphine Mézière, Sébastien Michel, Thierry Mougey, Gaëlle Tallec et Michel Vallance.

Coordination éditoriale : Sabine Arbeille

Secrétariat de rédaction et édition web : Valérie Pagneux

Infographie : Françoise Peyriguer

Contact édition et administration :

INRAE-DipSO – 1 rue Pierre-Gilles de Gennes – CS 10030 – 92761 Antony Cedex

Tél. : 01 40 96 61 21 – E-mail : set-revue@inrae.fr

Numéro paritaire : 0511 B 07860 – Dépôt légal : à parution

Impression : Dupli-Print - Imprimé en France - 2023

Illustration de couverture : Anne-Laure Pailloux

Tous les articles édités par la revue Sciences Eaux & Territoires sont publiés sous l'entière responsabilité de leurs auteurs.

Sciences Eaux & Territoires
www.revue-set.fr

N° 41, 2022
N°ISSN : 2109-3016

INRAE

