

Année universitaire : 2024 - 2025
Spécialité : Paysage
Spécialisation (et option éventuelle) :
Préservation, aménagement des milieux et
écologie quantitative

Mémoire de fin d'études

- d'ingénieur de l'Institut Agro Rennes-Angers (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement)
- de master de l'Institut Agro Rennes-Angers (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement)
- de l'Institut Agro Montpellier (étudiant arrivé en M2)
- d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

Adaptation aux changements climatiques des aires protégées : cas de la démarche Natur'Adapt sur la réserve naturelle nationale de la baie de Saint-Brieuc

Par : Pauline OLLIVIER



Estuaire du Gouessant (22), Ponsero

Soutenu à Rennes le 17 septembre 2025

Devant le jury composé de :

Président : Elven Lanoé

Autres membres du jury : Fabien Verniest

Maître de stage : Nolwenn Solsona

Enseignant référent : Loïs Morel

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle de l'Institut Agro Rennes-Angers

Remerciements

Ce mémoire marque la fin de ma formation d'ingénierie du paysage en génie de l'environnement au sein de l'Institut Agro Rennes-Angers. Je souhaiterais donc exprimer ma reconnaissance à toutes les personnes qui ont participé à ma formation, riche en découvertes, apprentissages et rencontres.

Je tiens tout d'abord à remercier l'association VivArmor Nature pour m'avoir accueillie et fait confiance pour cette mission très intéressante. Plus particulièrement, je souhaite adresser un grand merci à ma maître de stage Nolwenn Solsona, ainsi qu'à Anthony Sturbois en tant que co-encadrant. Vous avez su m'accompagner avec bienveillance, tout en me faisant confiance sur la mise en œuvre de ce projet.

Merci également à l'ensemble de l'équipe de la RNN : Alain, Enora, Yuna, Nora et Cédric, de m'avoir intégrée chaleureusement et de m'avoir emmenée avec vous sur le terrain pour me faire découvrir la réserve et vos missions.

Merci à Anne-Cerise Tissot pour la coordination parfaite du programme Breizh Natur'Adapt, ainsi qu'aux stagiaires et gestionnaires des réserves bretonnes prenant part à ce projet. Nos échanges ont été riches et la dynamique d'entraide et de collaboration m'a particulièrement touchée.

Je remercie mon tuteur Loïs Morel, pour le suivi de l'avancée de mon travail tout au long de ce stage et pour les échanges toujours bienveillants.

Je tiens également à remercier l'ensemble de l'équipe enseignante de la spécialité PAMEQ de nous avoir transmis leurs connaissances et toujours poussés plus loin dans nos réflexions.

Enfin, j'adresse mes remerciements à toutes les personnes avec qui j'ai eu l'occasion d'interagir, pour leur partage d'expérience et de connaissances, leurs réflexions, ainsi que tout ce qui a pu contribuer à l'élaboration du diagnostic.

Table des matières

| | |
|--|----|
| Introduction | 1 |
| I. Matériel et méthode | 4 |
| I.1. La démarche Natur'Adapt : une synthèse multicritère des enjeux d'une aire protégée face aux changements climatiques | 4 |
| I.2. Première étape de l'analyse prospective : Choix méthodologiques de l'analyse climatique (composante 1) pour la RNN baie de Saint-Brieuc..... | 6 |
| I.2.1. Période climatique de référence | 6 |
| I.2.2. Horizons climatiques et projections futures..... | 6 |
| I.2.3. Sources des données climatiques | 7 |
| I.2.4. Le récit climatique : communiquer efficacement sur les changements climatiques locaux..... | 7 |
| I.3. Deuxième étape de l'analyse prospective : Méthode et choix pour l'analyse des effets des changements climatiques sur les composantes 2, 3 et 4 de la RNN baie de Saint-Brieuc | 8 |
| I.3.1. Calcul du niveau de vulnérabilité : estimer la vulnérabilité d'un objet à partir de sa réponse aux changements climatiques..... | 8 |
| I.3.2. Mobilisation des acteurs et experts du territoire : une étape essentielle pour appréhender les changements climatiques et ses implications locales..... | 8 |
| I.3.3. Le diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité : un document synthétique à destination des gestionnaires mais accessible à tous..... | 9 |
| II. Résultats | 9 |
| II.1. Analyse climatique : caractérisation des changements climatiques sur la RNN baie de Saint-Brieuc | 9 |
| II.1.1. Exemple détaillé d'un paramètre : la température annuelle moyenne des eaux marines de surface (SST)..... | 9 |
| II.1.2. Synthèse climatique de la baie de Saint-Brieuc : communiquer efficacement sur les changements à venir | 11 |
| II.2. La mobilisation des acteurs locaux comme catalyseur de la démarche..... | 11 |
| II.2.1. Un système d'acteurs complexe en lien avec la démarche Natur'Adapt en baie de Saint-Brieuc..... | 11 |
| II.2.2. Une mobilisation contrastée en fonction des acteurs | 12 |
| II.3. Evaluation de la vulnérabilité..... | 13 |
| II.3.1. Exemple synthétisé de l'analyse de la vulnérabilité de l'estran (fiche complète en annexe VII) | 13 |
| II.3.2. Synthèse de la vulnérabilité des objets de la composante patrimoine naturel..... | 16 |
| II.3.3. Le récit prospectif : un outil de communication et de mise en perspective des résultats | 18 |
| III. Discussion | 19 |
| III.1. Vulnérabilité de la RNN baie de Saint-Brieuc à partir de l'analyse prospective..... | 19 |
| III.2. Pistes d'adaptation et continuité du projet après le stage | 19 |
| III.3. Les incertitudes : partie intégrante d'une analyse prospective..... | 21 |
| III.4. La méthode Natur'Adapt : un outil de réflexion nécessaire pour la prise en compte des changements climatiques dans la gestion des aires protégées..... | 22 |
| III.5. La mobilisation des acteurs locaux : étape cruciale pour la pérennité de la démarche sur le territoire..... | 23 |
| III.6. Changement de paradigme pour les gestionnaires | 23 |
| III.7. Rôles des aires protégées dans la lutte contre les changements climatiques | 24 |
| IV. Conclusion | 26 |
| Bibliographie | 27 |
| Annexes | 1 |

Table des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1. Contexte géographique de la réserve naturelle de la baie de Saint-Brieuc : un espace d'importance internationale intégré dans un contexte urbain et de forte activité économique | 2 |
| Figure 2. Intégration du stage dans la démarche d'adaptation Natur'Adapt | 4 |
| Figure 3. Schématisation de la méthode : Concepts, échelle spatiale et déclinaison des quatre composantes de l'aire protégée et des 28 objets d'analyse sur la zone d'interdépendance en baie de Saint-Brieuc | 5 |
| Figure 4. Périodes climatiques et degrés de réchauffement associés pour l'analyse climatique de la RNN baie de Saint-Brieuc | 7 |
| Figure 5. Calcul de la vulnérabilité des objets d'analyse selon leur sensibilité et leur capacité d'adaptation aux changements climatiques | 8 |
| Figure 6. Augmentation à long terme (1964 – 2011) de la température dans la Manche occidentale | 9 |
| Figure 7. Augmentation à long terme (2007 - 2024) de la température dans la baie de Saint-Brieuc..... | 10 |
| Figure 8. Projections de l'augmentation de la SST moyenne annuelle dans la Manche selon les différents scénarios du GIEC | 10 |
| Figure 9. Synthèse climatique sur le territoire de la baie de Saint-Brieuc à destination des gestionnaires et autres acteurs du territoire..... | 11 |
| Figure 10. Schéma des acteurs à mobiliser dans la démarche d'adaptation de la RNN baie de Saint-Brieuc..... | 12 |
| Figure 11. Carte bio-morphosédimentaire selon la typologie Eunis et localisation des stations de prélèvement des bivalves (Ponsero et al., 2023) | 13 |
| Figure 12. Bloc diagramme - Baie de Saint-Brieuc : Quel futur face aux changements climatiques ? | 18 |
| Figure 13. Mise en place du suivi de température dans le sédiment | 20 |
| Figure 14. Installation de la sonde multiparamètre en zone proche subtidale avec l'aide des mytiliculteurs | 20 |

Table des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1. Paramètres climatiques étudiés dans le cadre de l'analyse climatique de la RNN de la baie de Saint-Brieuc | 6 |
| Tableau 2. Synthèse de la vulnérabilité des 9 objets du patrimoine naturel étudiés sur la RNN de la baie de Saint-Brieuc | 17 |

Liste des annexes

- Annexe I – Description et justification du choix des objets d'analyse
- Annexe II – Extraits du récit climatique
- Annexe III – Grille d'évaluation de la vulnérabilité ou de l'opportunité globale pour un objet d'étude
- Annexe IV – Trame des entretiens semi-directifs
- Annexe V – Synthèse climatique sur le territoire de la baie de Saint-Brieuc en pleine page
- Annexe VI - Fiche d'analyse de la vulnérabilité de l'objet « Mytiliculture »
- Annexe VII - Fiche d'analyse de la vulnérabilité de l'objet « Estran »
- Annexe VIII - Bloc diagramme - Baie de Saint-Brieuc : Quel futur face aux changements climatiques ? en pleine page

Liste des abréviations

CBN : Conservatoire botanique national

CD22 : Conseil départemental des Côtes d'Armor

CEREMA : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

CMIP5 : Phase 5 du projet d'intercomparaison des modèles couplés (*Coupled model intercomparison project*)

COAST – HF : Coastal OceAn observing SysTem – High Frequency

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

GEOCA : Groupe d'Études Ornithologiques des Côtes-d'Armor

GIEC (IPCC) : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du Climat (Intergovernmental Panel on Climate Change)

GMB : Groupe mammalogique breton

GRETIA : Groupe d'étude des invertébrés armoricains

HCBC : Haut conseil breton pour le climat

HMUC : Hydrologie, milieux, usages, climat (étude)

Ifremer : Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer

MNHN : Muséum national d'histoire naturelle

N2000 : Natura 2000

OEB : Observatoire de l'Environnement en Bretagne

OFB : Office français de la biodiversité

PCAET : Plan climat air énergie territorial

REEB : Réseau d'Éducation à l'Environnement en Bretagne

RNF : Réserves naturelles de France

RNN : Réserve naturelle nationale

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SBAA : Saint-Brieuc Armor agglomération

SHOM : Service hydrographique et océanographique de la Marine

SOMLIT : Service d'Observation en Milieu Littoral

SST : Température des eaux marines de surface (Sea surface temperature)

TRACC : Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique

UBO : Université de Bretagne occidentale

Glossaire

Capacité d'adaptation : Qualité(s) qui permet(tent) à un socio-système ou écosystème de réduire les effets négatifs et/ou de tirer parti des effets positifs du changement climatique (Coudurier *et al.*, 2023).

Effets potentiels : Potentielles répercussions positives ou négatives du changement climatique (Coudurier *et al.*, 2023).

Exposition : Nature, degré et fréquence des variations climatiques (et leurs conséquences physiques) susceptibles d'être subies par les systèmes humains ou naturels (Coudurier *et al.*, 2023).

Opportunité : Elément au travers duquel un socio-système ou écosystème va répondre positivement au changement climatique (Coudurier *et al.*, 2023).

Sensibilité : Propension d'un socio-système ou d'un écosystème être affecté (favorablement ou défavorablement) par des variations climatiques (et leurs conséquences physiques). Exemples de variations climatiques : augmentation des températures moyennes annuelles, baisse du nombre de jours de gel, etc.

Exemples de conséquences physiques : augmentation des sécheresses, baisse des débits de cours d'eau, hausse du niveau marin, etc. (Coudurier *et al.*, 2023).

Vulnérabilité : Propension d'un socio-système ou écosystème à subir des dommages, en fonction de son exposition, de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation globale aux variations climatiques (et leurs conséquences physiques) (Coudurier *et al.*, 2023).

Introduction

La crise de la biodiversité, un des plus grands défis de notre siècle, est principalement causée par le changement d'utilisation des terres et des mers, la surexploitation des ressources, et la pollution. Les changements climatiques, bien que moins cités pour le moment, pourraient devenir la principale menace d'ici 2070, affectant déjà fortement les écosystèmes marins (Jaureguiberry *et al.*, 2022). Ces changements climatiques, dus à l'augmentation de la concentration en gaz à effet de serre dans l'atmosphère, entraînent une hausse des températures, une modification des régimes de précipitation, une élévation du niveau de la mer, et une augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes (IPCC, 2023). Les impacts sur la biodiversité sont multiples et s'expriment à différentes échelles, de l'individu aux écosystèmes : atteinte de seuils physiologiques (Habibullah *et al.*, 2022), changements de morphologie et de phénologie des organismes (Gordo et Sanz, 2010), déplacement d'aires de distributions (Kelly et Goulden, 2008). Ainsi, la structure, la composition, mais aussi le fonctionnement des écosystèmes s'en trouvent changés (Dossena *et al.*, 2012).

Bien qu'épargnées de certaines menaces, les aires protégées sont cependant concernées par les effets des changements climatiques. En effet, les gestionnaires de réserves naturelles perçoivent d'ores et déjà des modifications au sein des écosystèmes (de Sadeleer et Coudurier, 2019). L'échelle à laquelle s'expriment les changements climatiques impose aujourd'hui un changement de paradigme en matière de conservation de la biodiversité. Les gestionnaires ont ainsi sollicité Réserves Naturelles de France (RNF) pour développer une méthodologie et une stratégie visant l'adaptation des modes de gestion et de conservation du réseau de réserves naturelles. Les discussions engagées en 2016 autour d'un projet co-construit, visant à fournir des outils opérationnels pour faire face aux changements climatiques débouchent sur le projet LIFE Natur'Adapt en 2018-2023. Six réserves pilotes ont participé à la co-construction et à l'expérimentation des outils et méthodes Natur'Adapt, ensuite déployés aux échelles nationale et européenne. L'objectif à 10 ans du LIFE Natur'Adapt est que la majorité des gestionnaires d'espaces naturels protégés se soient engagés dans une voie d'adaptation aux changements climatiques de leurs modalités de gestion, de planification et de gouvernance (Dell'Aquila, 2024).

En Bretagne, cette réflexion a nourri un projet d'envergure régionale porté par la DREAL et la Région Bretagne : Breizh Natur'Adapt (2025-2026), en réponse à la stratégie régionale d'adaptation au changement climatique et le plan d'action territorial déclinant la stratégie nationale aires protégées. Il est décliné pour une phase test à l'échelle de six réserves naturelles bretonnes terrestres et marines, afin d'adapter les outils et méthodes du LIFE Natur'Adapt au contexte local, et plus particulièrement au contexte littoral et marin. La volonté de l'association de protection de l'environnement VivArmor Nature, cogestionnaire de la Réserve Naturelle Nationale (RNN) de la baie de Saint-Brieuc avec l'agglomération de Saint-Brieuc (SBAA), de s'impliquer dans le projet Breizh Natur'Adapt découle du besoin d'intégrer l'angle « changements climatiques » dans l'ensemble des pratiques et stratégies de gestion de la réserve, incluant le projet d'extension. Leur objectif est d'aboutir à une déclinaison opérationnelle de la stratégie d'adaptation aux changements climatiques du territoire et de la réserve dans le futur plan de gestion (2029-2039).

La RNN de la baie de Saint-Brieuc, s'étend sur les anses d'Yffiniac et de Morieux (1140 ha) au sein d'un estran sableux plus large de 2900 hectares (**Figure 1**). A 99% marine, la réserve est reconnue comme une zone humide littorale d'intérêt international pour l'avifaune en migration sur l'axe Manche-Atlantique, et accueille jusqu'à 35 000 oiseaux en hiver. La fonctionnalité des zones de reposoir et d'alimentation est donc un enjeu de conservation important pour l'avifaune. Les dunes de Bon Abri (Hillion) sont le seul espace terrestre intégré au périmètre de la réserve, et constituent un hot spot de biodiversité avec environ 1500 espèces recensées. Ces espaces naturels s'intègrent dans un contexte territorial, qui en plus d'être urbain, est le siège de nombreuses activités économiques comme la pêche, l'agriculture ou encore le tourisme (Ponsero *et al.*, 2019).

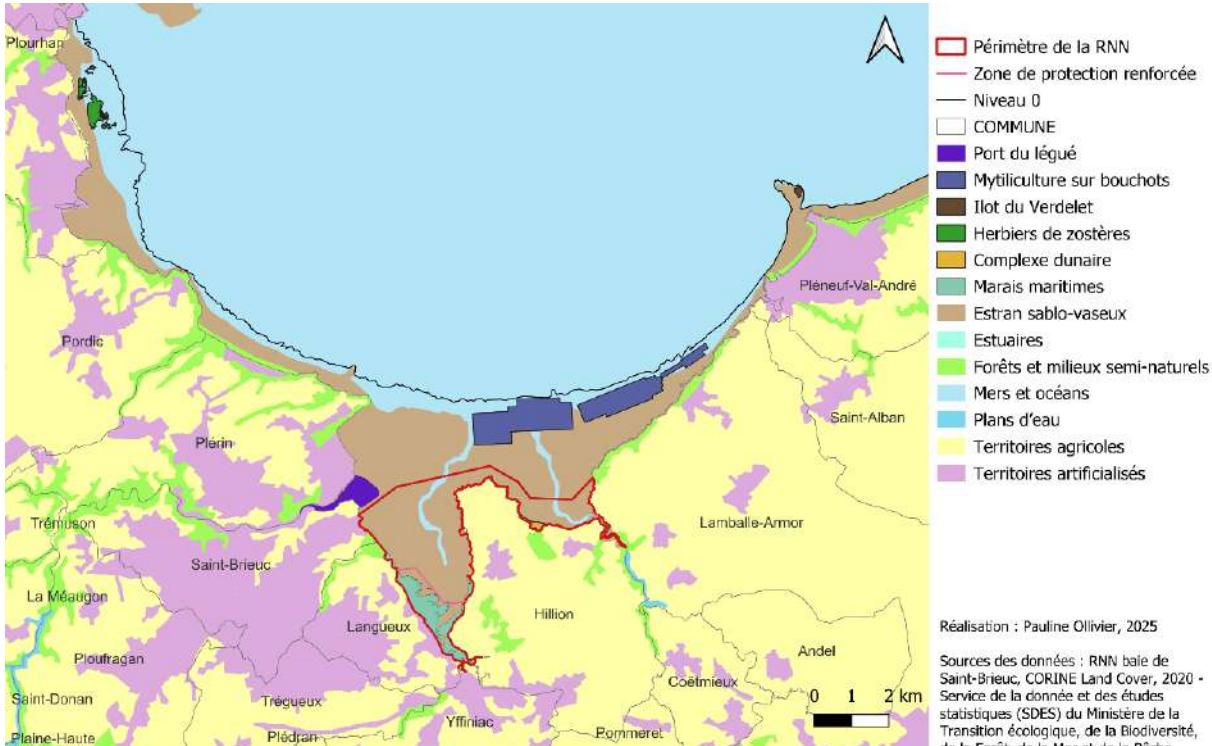


Figure 1. Contexte géographique de la réserve naturelle de la baie de Saint-Brieuc : un espace d'importance internationale intégré dans un contexte urbain et de forte activité économique

La démarche d'adaptation aux changements climatiques représente l'opportunité d'une réflexion et d'actions communes pour le socio-écosystème du fond de baie de Saint-Brieuc, dans la mesure où les évolutions en cours et à venir concernent à la fois le patrimoine naturel, les activités économiques, les usages de loisirs et l'aménagement du territoire au sens large. C'est d'ailleurs l'axe proposé par la méthodologie Natur'Adapt, avec une approche intégrée au territoire et l'implication de ces acteurs socio-économiques. Cette approche vise à anticiper les évolutions à venir et accompagner les écosystèmes vers une adaptation aux changements climatiques, ce qui inclut la prise en compte de leurs nouveaux potentiels écologiques (e.g. accueil de nouvelles espèces ou fonctionnalités) en lien avec les enjeux actuels de conservation. Elle amène aussi à reconsiderer certains repères, en questionnant par exemple, la patrimonialité pour penser la biodiversité et sa valeur dans un contexte en profonde évolution. Elle nécessite ainsi un accompagnement des gestionnaires et un fort travail en réseau, tant elle est novatrice sur les sujets abordés et les actions mises en place.

A ce jour, peu de régions se sont engagées dans une telle démarche. La mise en œuvre de cette méthodologie à l'échelle des réserves naturelles de Bretagne implique de suivre des étapes précises de collectes d'informations (e.g. bibliographie, entretiens) à différentes échelles de temps (passé, présent, futur), mais aussi un travail en réseau avec d'autres

réserves. A la différence d'une démarche classique centrée sur un seul jeu de données, cette méthode multidisciplinaire et transversale demande de mobiliser et croiser des informations issues de sources multiples, appartenant à des domaines différents et couvrant des échelles spatiales et temporelles variées. Ce travail de compilation a pour but de mettre en lien des données qui n'ont encore jamais été croisées à l'échelle du territoire et de les rendre opérationnelles pour la gestion de la réserve.

Dans ce contexte, mon travail a consisté à mener à bien les deux premières phases de la démarche (Immersion – cadrage et Analyse prospective), menant à la rédaction d'un diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité de la RNN. Les documents transmis à la RNN de la baie de Saint-Brieuc constituent une base de travail complète et à visée opérationnelle. Contenu des contraintes pédagogiques, ce mémoire ne restitue pas l'ensemble des analyses produites, mais présente le fil conducteur de la démarche et amène une prise de recul sur ce type de projet.

Dès lors, ce mémoire s'articule autour des questionnements suivants :

- Comment la méthodologie Natur'Adapt permet-elle de caractériser la vulnérabilité d'une aire protégée face aux changements climatiques et de nourrir des stratégies d'adaptation concrètes ?
- Dans quelle mesure la mobilisation des acteurs locaux constitue-t-elle une étape indispensable pour la réussite et la pérennité d'une démarche d'adaptation aux changements climatiques ?
- En quoi cette étude illustre-t-elle les difficultés d'une approche prospective et transdisciplinaire ?

Pour y répondre, la mise en œuvre de la méthodologie Natur'Adapt et les choix qui ont été effectués seront présentés. Quelques résultats de l'analyse prospective seront détaillés, ainsi que les aboutissements de la mobilisation des acteurs locaux. Enfin, la discussion abordera les conclusions et perspectives de cette étude pour la RNN de la baie de Saint-Brieuc, la plus-value et les limites d'une telle démarche, et sera l'occasion de traiter de questions plus larges comme l'évolution des objectifs de conservation ou le rôle des aires protégées dans l'adaptation aux changements climatiques.

I. Matériel et méthode

I.1. La démarche Natur'Adapt : une synthèse multicritère des enjeux d'une aire protégée face aux changements climatiques

La démarche Natur'Adapt est un processus d'aide à la réflexion et d'accompagnement sur la prise en compte des changements climatiques dans les processus de gestion. Natur'Adapt est structurée en 4 grandes phases, représentées sur la **Figure 2**. Mon stage de fin d'études est consacré à la réalisation des 2 premières phases, la suite de la démarche sera réalisée par l'équipe de la réserve naturelle et intégrera les résultats de mon travail au prochain plan de gestion. Cette démarche propose un cadre général et des outils pour intégrer la vision « changements climatiques » dans la gestion des aires protégées, mais elle reste libre quant aux choix à effectuer et aux moyens pour y parvenir. L'enjeu des deux premières phases que j'ai menées est donc d'appliquer cette méthode au cas spécifique de la RNN de la baie de Saint-Brieuc.

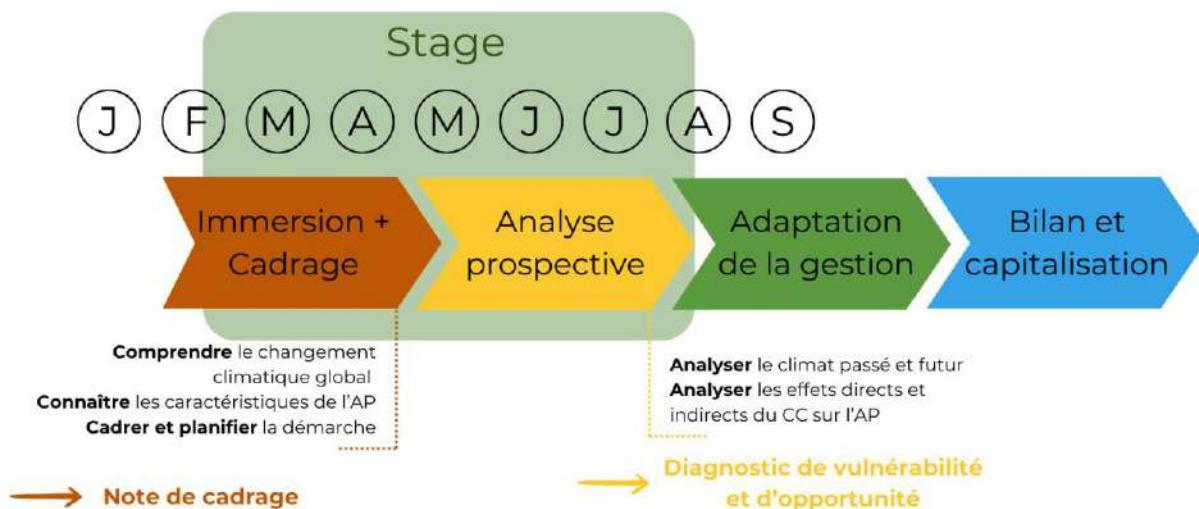


Figure 2. Intégration du stage dans la démarche d'adaptation Natur'Adapt

La phase d'immersion et de cadrage (phase 1) a pour but de comprendre et de s'approprier les enjeux du territoire, de comprendre les changements climatiques et leurs implications, d'identifier les acteurs du territoire et les démarches similaires avec lesquelles s'articuler. Dans le cadre de cette étude, le choix a été fait de travailler à une échelle plus large que le périmètre de la réserve : la zone d'interdépendance (**Figure 3**). Dans notre cas, le périmètre comprend la zone de balancement des marées, à l'échelle de laquelle l'ensemble des études de la réserve et son plan de gestion sont mis en œuvre, mais aussi des éléments de la baie ayant un intérêt écologique fort et potentiellement inclus dans le futur périmètre de l'extension, comme les falaises littorales, les herbiers de zostères ou encore l'ilot du Verdelet (**Figure 1**). Dans la suite de ce document, la mention « territoire » fera référence à l'ensemble du périmètre d'étude comprenant la réserve et sa zone d'interdépendance.

L'analyse prospective (phase 2) vise à envisager les évolutions futures des socio-écosystèmes afin de ne pas subir les changements, mais de les anticiper et ainsi d'orienter les décisions de gestion. C'est une approche intégrée qui prend en compte les interactions entre les différentes composantes de l'aire protégée. Elle commence par une analyse des évolutions passée, présente et future du **climat**, puis, des effets directs et indirects (via l'évolution des **activités humaines**) de ces changements sur le **patrimoine naturel** et la **gestion** de l'aire protégée (**Figure 3**). Dans chacune de ces composantes, des objets d'analyse représentatifs ou emblématiques de la réserve sont choisis pour être étudiés (**Figure**

3) et fournir une vision globale et synthétique des évolutions possibles sur le territoire de la réserve au regard des changements climatiques. Ce choix s'effectue d'après les éléments mis en avant dans le plan de gestion, et lors de réunions de travail avec l'équipe de la RNN (description et justification du choix : **annexe I**). La rédaction du diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité du territoire de la réserve vient clôturer l'analyse. C'est cette phase qui a constitué la plus grande partie du travail et qui est principalement traitée dans ce mémoire.

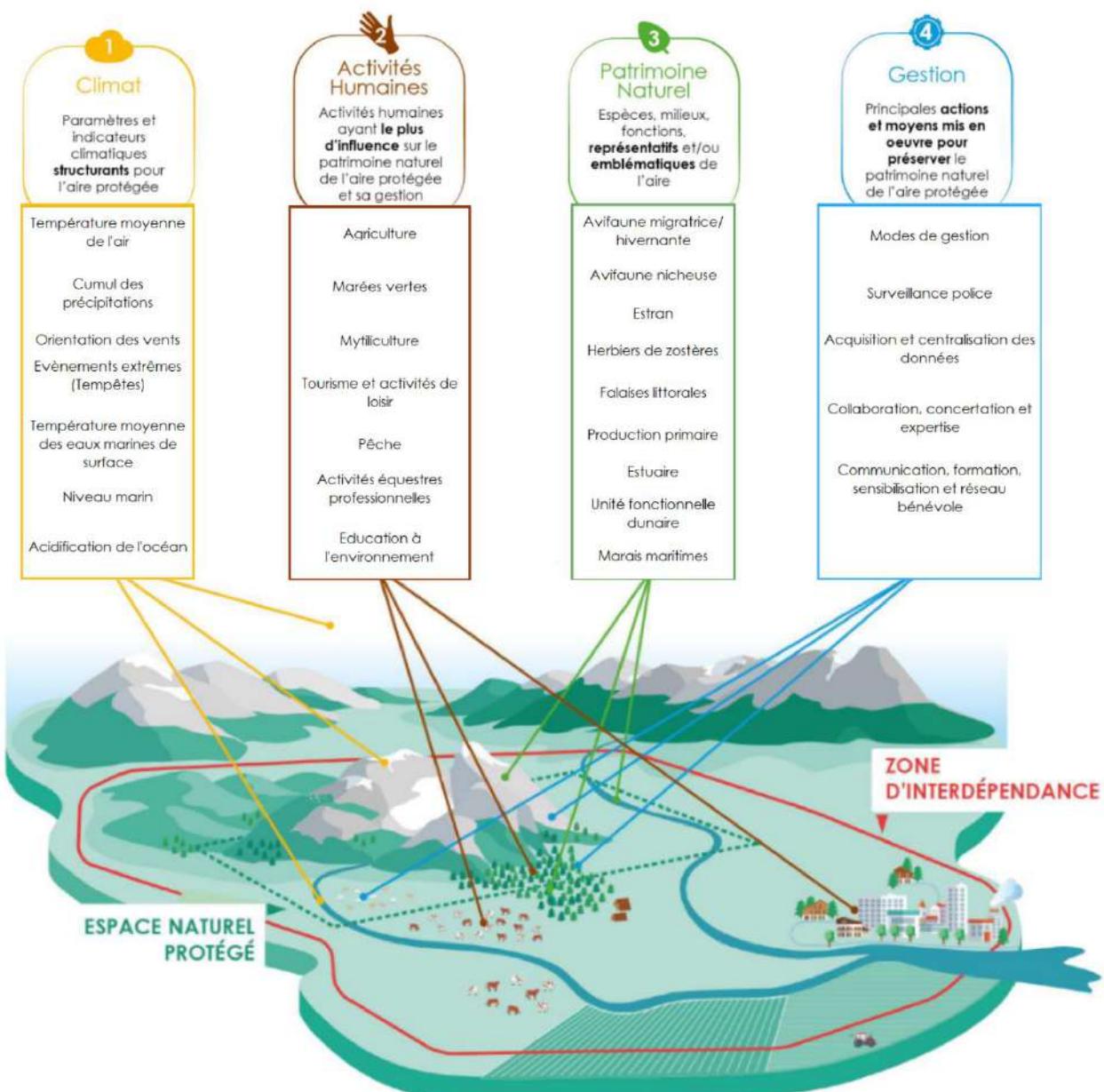


Figure 3. Schématisation de la méthode : Concepts, échelle spatiale et déclinaison des quatre composantes de l'aire protégée et des 28 objets d'analyse sur la zone d'interdépendance en baie de Saint-Brieuc
D'après le Guide Natur'Adapt (Coudurier et al., 2023)

I.2. Première étape de l'analyse prospective : Choix méthodologiques de l'analyse climatique (composante 1) pour la RNN baie de Saint-Brieuc

Les objectifs de l'analyse climatique sont de :

- Caractériser le **climat actuel** de l'aire protégée et sa zone d'interdépendance
- Décrire l'**évolution récente** du climat
- Proposer des **trajectoires d'évolution possible** du climat à l'échelle du territoire

Elle permet de savoir à quoi il faut s'adapter, se préparer. Cela nécessite de sélectionner les paramètres et indicateurs climatiques structurants propres au territoire de la RNN de la baie de Saint-Brieuc (**Tableau 1**) et de collecter les données sur une période de plus de 30 ans afin de les analyser.

Tableau 1. Paramètres climatiques étudiés dans le cadre de l'analyse climatique de la RNN de la baie de Saint-Brieuc

| | | | | | | | | |
|------------------------------------|---|------------------------------|--------------------------|--|--------------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------------|
| PARAMETRES ATMOSPHERIQUES | Température moyenne de l'air | Température annuelle moyenne | Cumul des précipitations | Cumul annuel | Orientation des vents | Directions dominantes | Evénements extrêmes (Tempêtes) | Nombre de tempêtes par an |
| | | T° moy été | | Cumul estival | | | | |
| | | T° moy hiver | | Cumul hivernal | | | | |
| | Nombre de journées très chaudes par an (Tmax > 30 °C) | | | | | | | |
| PARAMETRES OCEANOGRAPHIQUES | Température moyenne des eaux marines de surface | Température annuelle moyenne | Niveau marin | Hauteur d'eau par rapport au zéro hydrographique | Acidification de l'océan | pH annuel moyen | | |

I.2.1. Période climatique de référence

Analyser les évolutions du climat nécessite de choisir une période de référence à laquelle comparer les projections futures. Pour cette étude, la **période de référence utilisée est 1976-2005**. Il s'agit d'une période de 30 ans du passé récent, qui correspond à la période la plus récente disponible dans les simulations historiques de nos simulations climatiques pour la France et la Bretagne. Cette période de référence est également utilisée dans la trajectoire de référence pour l'adaptation au changement Climatique (TRACC) et par l'Observatoire de l'environnement en Bretagne (OEB). Pour les données non issues de simulations climatiques, cette période de référence a été respectée dans la mesure du possible (disponibilité des données). La **période 2006-2024** est utilisée pour qualifier le **climat actuel**. On considère une durée de 20 ans pour être en cohérence avec celle des horizons de la TRACC.

I.2.2. Horizons climatiques et projections futures

Concernant les projections futures, le choix a été fait de suivre le cadre de référence proposé par la TRACC. Cette approche se base sur la notion de degré de réchauffement plutôt que sur les scénarios d'émission de gaz à effets de serre, et permet de s'affranchir des horizons temporels et donc que les analyses ne soient pas obsolètes à chaque actualisation des projections climatiques. La TRACC envisage 3 niveaux de réchauffement planétaires exprimés par rapport à la période préindustrielle, et déclinés en niveaux de réchauffement pour la France métropolitaine. Par soucis de communication, la TRACC associe tout de même à titre indicatif, un horizon temporel pour chaque degré de réchauffement (**Figure 4**).

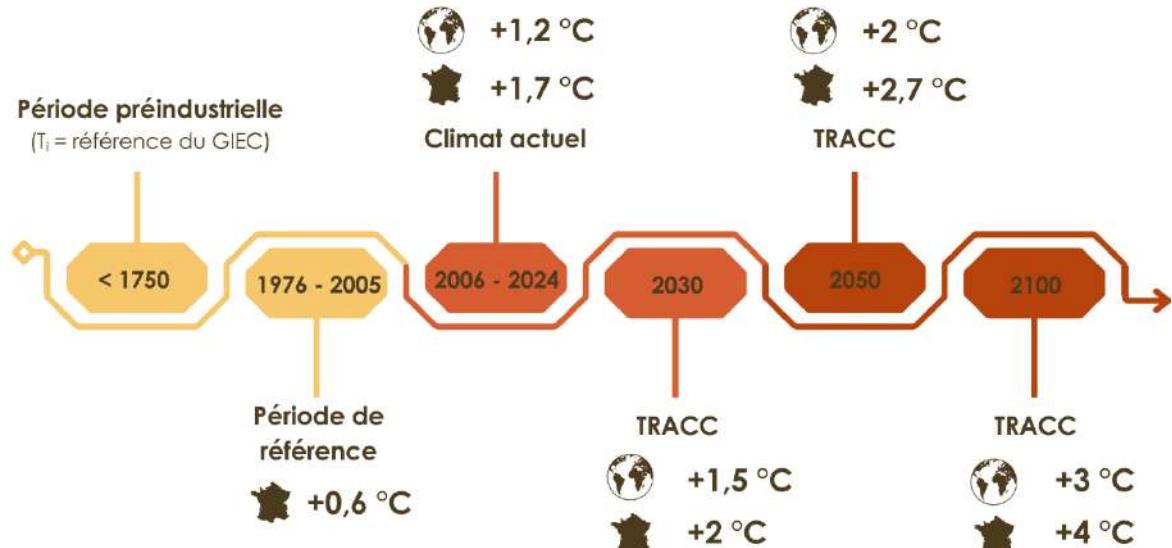


Figure 4. Périodes climatiques et degrés de réchauffement associés pour l’analyse climatique de la RNN baie de Saint-Brieuc

I.2.3. Sources des données climatiques

Les données utilisées pour la rédaction de ce récit climatique sont issues de différentes sources, dont l’Observatoire de l’Environnement en Bretagne (OEB), via sa plateforme “[mon territoire sous +4°C](#)”. Un onglet “Réserve naturelle” a été spécialement créé dans le cadre du projet Breizh Natur’Adapt, afin de faciliter l’analyse climatique à l’échelle des réserves naturelles bretonnes. Les données fournies concernent divers paramètres (dont températures et précipitations) pour la période de référence (1976 - 2005) et les projections futures. Leurs données sont issues des 17 modèles de projections climatiques présents dans DRIAS et renvoient les médianes et intervalles de confiance à 90 %.

Les données concernant le climat actuel (2006 -2024) et de référence (1976 - 2005) pour certains paramètres, proviennent de différentes campagnes de collecte de données : stations météo, relevés réalisés par la RNN de la baie de Saint-Brieuc, réseau REFMAR (SHOM), service national d’observations SOMLIT (station Astan à Roscoff).

En complément, la littérature scientifique a permis d’obtenir quelques données de référence, notamment sur le pH à l’échelle mondiale (Jiang *et al.*, 2019), la température des eaux marines de surface à l’échelle de la Manche (Gaudin *et al.*, 2018 ; L’Hévéder *et al.*, 2017) et l’élévation du niveau marin en Bretagne (OEB, 2025).

II.2.4. Le récit climatique : communiquer efficacement sur les changements climatiques locaux

L’analyse climatique donne lieu à la rédaction d’un récit climatique présentant les grandes tendances d’évolution de chaque paramètre climatique, afin de synthétiser et partager de façon simple et communicante les résultats avec les parties prenantes de la gestion du territoire. Le format choisi est un hybride entre un rapport et un diaporama, permettant d’expliquer clairement la méthode utilisée, tout en synthétisant à l’aide de figures, les principaux résultats (extraits en **annexe II**). Ce récit est relu par un climatologue de chez Météo France, spécialiste de la région de Saint-Brieuc, afin de s’assurer de sa robustesse.

I.3. Deuxième étape de l'analyse prospective : Méthode et choix pour l'analyse des effets des changements climatiques sur les composantes 2, 3 et 4 de la RNN baie de Saint-Brieuc

I.3.1. Calcul du niveau de vulnérabilité : estimer la vulnérabilité d'un objet à partir de sa réponse aux changements climatiques

La méthode Natur'Adapt propose une évaluation de la vulnérabilité des objets basée sur l'estimation de différentes caractéristiques, au regard de l'analyse climatique réalisée en amont (**Figure 5**). Cette estimation est réalisée à partir de la bibliographie et de dires d'experts, comme détaillé dans la partie suivante. A partir de l'estimation de ces quatre caractéristiques, une grille d'évaluation permet d'aboutir au niveau de vulnérabilité ou d'opportunité global de l'objet étudié (**annexe III**). Cette analyse est répétée pour chaque objet des composantes **activités humaines, patrimoine naturel et gestion**, soit 21 fois.

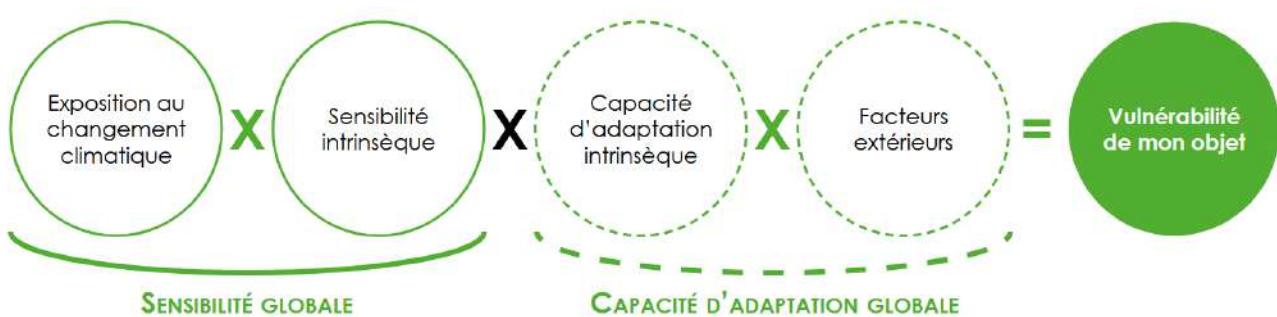


Figure 5. Calcul de la vulnérabilité des objets d'analyse selon leur sensibilité et leur capacité d'adaptation aux changements climatiques

Source : Guide Natur'Adapt (Coudurier *et al.*, 2023)

I.3.2. Mobilisation des acteurs et experts du territoire : une étape essentielle pour appréhender les changements climatiques et ses implications locales

Les données permettant de caractériser la vulnérabilité de chaque objet sont obtenues par différents moyens : recherches bibliographiques (documents de gestion, études, recherches, observatoires, ...) et dire d'expert (acteurs socio-professionnel, chargés de mission en collectivité, bénévoles, chercheurs, gestionnaires, ...). Bien que considérée comme peu fiable (Martin *et al.*, 2012), cette dernière méthode d'acquisition de connaissances est pourtant utile pour les décisions de gestion où l'incertitude est élevée et où l'on manque de données empiriques. Les principales limites, biais de subjectivité et interprétations, peuvent être réduites avec un système d'autoévaluation (Martin *et al.*, 2012). Dans le cadre de cette étude il a été demandé aux experts d'attribuer un niveau de confiance à leur propos, les effets déjà observés ont été différenciés des effets potentiels relevant d'hypothèses et des sources ont été demandées quand elles étaient disponibles et appuyaient le propos. Enfin, le manque de connaissances sur un sujet est accepté comme une réponse en tant que telle (trame des entretiens semi-directifs en **annexe IV**).

Concrètement, la première étape de cette mobilisation consiste à identifier les différents acteurs, leur(s) domaine(s) de compétence et le niveau de participation attendu d'eux (codécision, concertation, consultation, information). L'ensemble de ces informations est ensuite synthétisé dans un schéma (**Figure 10**). La modalité de l'échange qui permettra de recueillir les données souhaitées est déterminée à partir de ces informations et de la disponibilité de chaque acteur. Des ateliers participatifs, entretiens semi-directifs individuels ou groupés et un questionnaire en ligne sont réalisés.

I.3.3. Le diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité : un document synthétique à destination des gestionnaires mais accessible à tous

Le contenu de l'ensemble des échanges est synthétisé et conforté à l'aide de la littérature, puis restitué sous forme de « Fiche objet », à destination des gestionnaires. Ces fiches sont relues et validées par l'ensemble des personnes sollicitées sur chaque objet afin de s'assurer de la cohérence du propos et de rendre compte du travail mené à partir des informations fournies. Elles s'intègrent au sein du « Diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité », composé d'une présentation synthétique de l'aire protégée et de ses enjeux, du récit climatique, de l'analyse des activités humaines et leur évolution, des effets sur le patrimoine naturel et la gestion de la réserve, puis du récit prospectif et des perspectives de la démarche.

Les livrables sont transmis à l'ensemble des personnes contactées, qui sont également conviées à la restitution publique.

II. Résultats

II.1. Analyse climatique : caractérisation des changements climatiques sur la RNN baie de Saint-Brieuc

Les évolutions passées et futures des 7 paramètres climatiques ont été illustrées et intégrées au récit climatique, premier livrable de la démarche. L'exemple de la température annuelle moyenne des eaux marines de surface est détaillé ici. Une synthèse reprenant l'ensemble des résultats pour la totalité des paramètres étudiés est également présentée.

II.1.1. Exemple détaillé d'un paramètre : la température annuelle moyenne des eaux marines de surface (SST)

- Evolutions passée et récente :

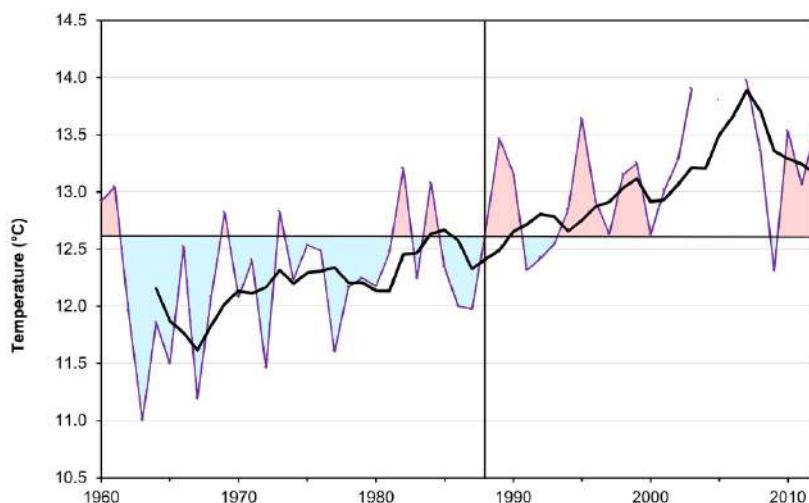


Figure 6. Augmentation à long terme (1964 – 2011) de la température dans la Manche occidentale

Moyenne annuelle de la SST à la station E1 ($50^{\circ}02'00''\text{N}$, $4^{\circ}22'00''\text{W}$), au large de Plymouth (source de données : Marine Biological Association of the United Kingdom et Plymouth Marine Laboratory).

Ligne violette : températures moyennes annuelles observées

Ligne noire en gras : moyenne sur 5 ans

Ligne horizontale noire : température moyenne à long terme Ligne verticale noire : année séparant une période plus fraîche (avant 1988) d'une période plus chaude (après 1988).

Les données entre 1987 et 2002 sont calculées à partir des moyennes mensuelles des SST satellitaires extraites de l'ensemble de données AVHRR Pathfinder.

Source : Gaudin et al., 2018

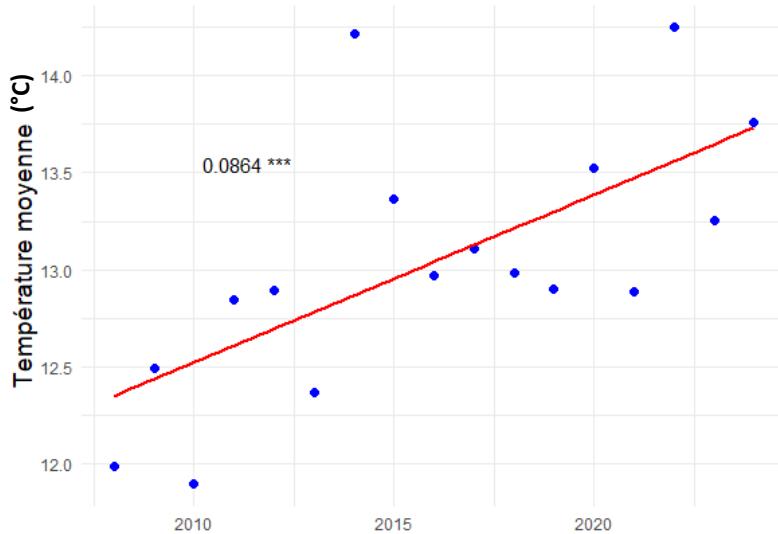


Figure 7. Augmentation à long terme (2007 - 2024) de la température dans la baie de Saint-Brieuc

Moyenne annuelle de la température des eaux marines de surface (SST) à Saint-Guimond (anse d'Yffiniac), par coefficient compris entre 80 et 90 (2 mesures par mois). Source de données : Réserve naturelle nationale de la baie de Saint-Brieuc

Les points bleus indiquent les températures moyennes annuelles observées et la ligne rouge la régression linéaire. Coefficient directeur = 0,0864, p value < 0,001***

Les **Figure 6** et **Figure 7**, mettent en évidence une hausse de la SST significative, à l'échelle de la Manche, comme de la réserve, avec une vitesse de réchauffement de près de 0,1 °C par an dans la réserve.

- Evolutions futures :

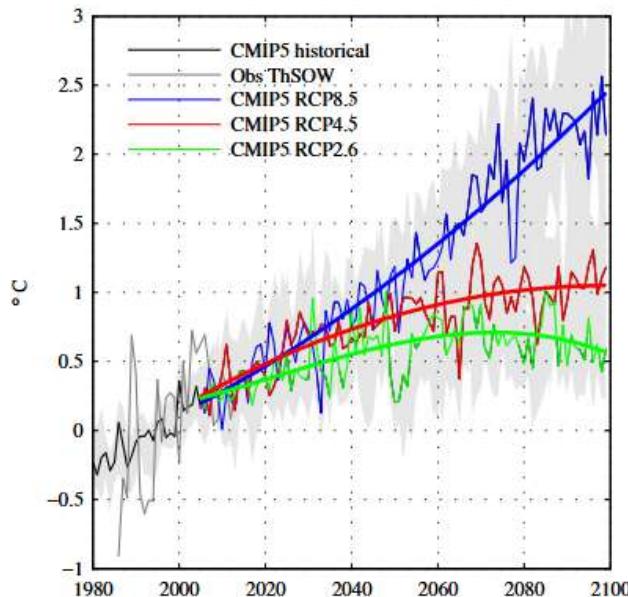


Figure 8. Projections de l'augmentation de la SST moyenne annuelle dans la Manche selon les différents scénarios du GIEC

Les médianes des simulations issues du CMIP5 sont représentées en bleu, rouge et vert selon les différents scénarios du GIEC.

Source : L'Hévéder *et al.*, 2017

La **Figure 8**, issue de la littérature (L'Hévéder *et al.*, 2017), projette les hausses de température envisageables selon les scénarios du GIEC. Bien qu'il n'existe pas de correspondance entre ces scénarios et les degrés de réchauffement choisis par la TRACC, on peut estimer la TRACC comme un peu plus pessimiste que le scénario RCP4.5 mais beaucoup

plus optimiste que le RCP8.5. Selon la TRACC, il faudrait donc s'adapter à une hausse d'entre 1°C et 2 °C d'ici 2100 en Manche.

II.1.2. Synthèse climatique de la baie de Saint-Brieuc : communiquer efficacement sur les changements à venir

Cette synthèse climatique (**Figure 9**, pleine page en **annexe V**) fournit les principales tendances passées et à venir sur le territoire de la baie de Saint-Brieuc. Elle permet notamment de communiquer rapidement sur les évolutions du climat avec les acteurs du territoire. D'ici 2100, la réserve doit s'attendre à subir une augmentation générale des températures (air et eau), ainsi qu'une redistribution des précipitations entraînant des saisons plus marquées. Les paramètres climatiques tels que l'orientation des vents et les tempêtes restent difficiles à modéliser, les projections ne peuvent donc pas prévoir de modification certaine. En revanche, le pH des océans diminue avec certitude, tout comme le niveau marin s'élève, aggravant les risques de dégâts lors des événements tempétueux.

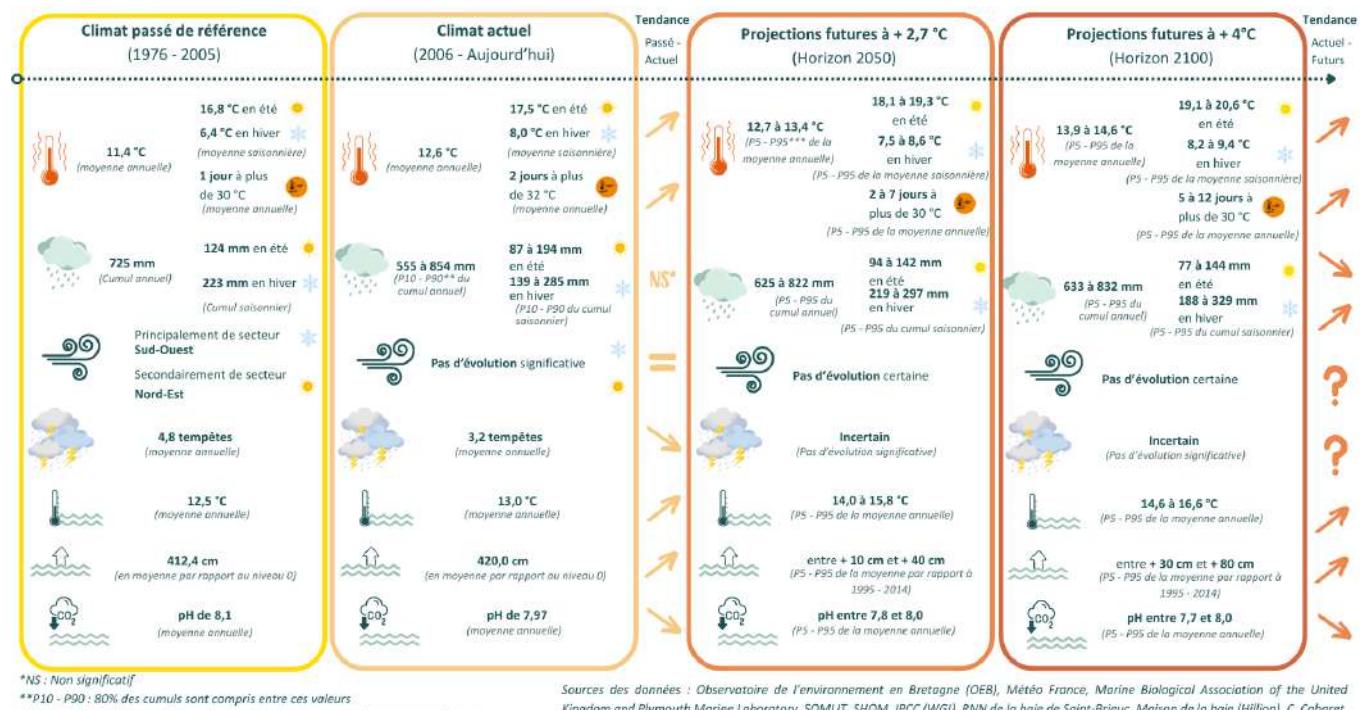


Figure 9. Synthèse climatique sur le territoire de la baie de Saint-Brieuc à destination des gestionnaires et autres acteurs du territoire

II.2. La mobilisation des acteurs locaux comme catalyseur de la démarche

II.2.1. Un système d'acteurs complexe en lien avec la démarche Natur'Adapt en baie de Saint-Brieuc

Le schéma suivant (**Figure 10**) synthétise l'ensemble des acteurs pouvant prendre part à la démarche d'adaptation de la RNN de la baie de Saint-Brieuc, selon leur domaine de compétence. Le niveau d'implication attendu dépend des connaissances de chaque entité sur le sujet des changements climatiques ou de la biodiversité et de ses relations avec la RNN. Ainsi, les experts et organismes publics ayant entamé une démarche d'adaptation sont sollicités pour la collecte de données et de la concertation, les associations, acteurs socio-

professionnels et certains habitants partagent des données et sont sensibilisés à la démarche, alors que les politiques sont uniquement informés sur la démarche.

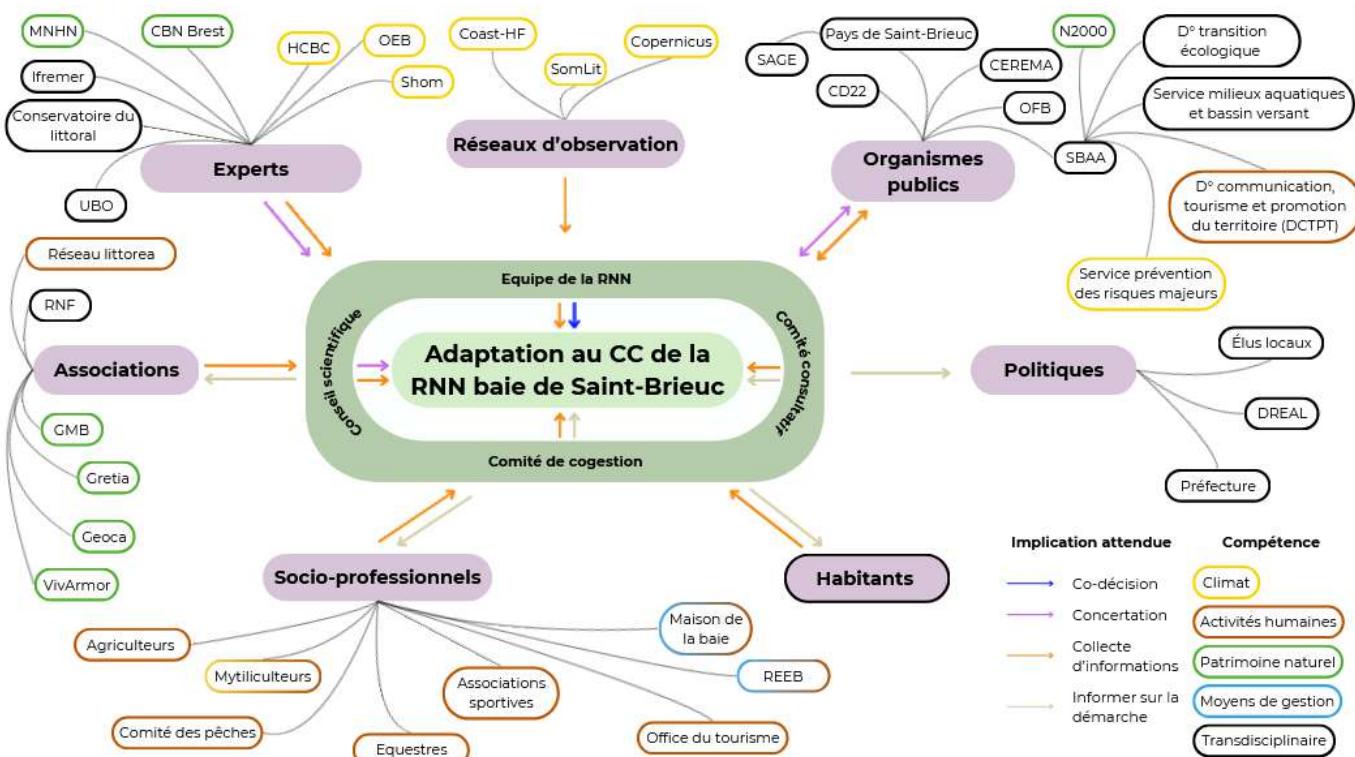


Figure 10. Schéma des acteurs à mobiliser dans la démarche d'adaptation de la RNN baie de Saint-Brieuc
Réalisation : Pauline Ollivier, 2025

II.2.2. Une mobilisation contrastée en fonction des acteurs

Au total, 96 personnes ont été contactées, et 51 ont pu être interrogées, soit un taux de réponse de 53%. L'implication des personnes interrogées dépend principalement de leur relation avec la RNN et de leur perception des changements climatiques. En effet, les professionnels dépendants des conditions climatiques comme les agriculteurs et mytilicultrices se sont montrés beaucoup plus intéressés par le sujet que les professionnels du tourisme ou des activités équestres.

Il peut être particulièrement difficile d'obtenir un échange avec certains professionnels comme les mytilicultrices, dont l'emploi du temps est chargé selon la saison, et dont les relations avec la RNN peuvent être conflictuelles. C'est pourquoi nous sommes allés les solliciter, directement dans leurs ateliers, avant le début de la période de haute activité. Il a été convenu d'organiser une discussion conviviale, sous le format d'un atelier-apéritif, avec les principaux producteurs de la baie. J'ai ainsi pu recueillir leurs impressions et expériences des effets des changements climatiques en cours et à venir sur leur production, mais aussi discuter des adaptations possibles (fiche sur la vulnérabilité de la mytiliculture en **annexe VI**). Dans l'ensemble, leurs avis divergeaient peu et leur vision des choses était similaire, malgré une disparité dans leur niveau de connaissances sur les changements climatiques. Cet échange a permis d'ouvrir le dialogue, d'identifier des problématiques communes et d'initier des partenariats pour l'obtention et l'analyse de données environnementales.

II.3. Evaluation de la vulnérabilité

La vulnérabilité de 21 objets, répartis dans les composantes « Patrimoine naturel », « Activités humaines » et « Actions et moyens de gestion », a été évaluée au total. Dans cette partie, seule l'analyse d'un de ces objets et les conclusions sur l'ensemble des objets du patrimoine naturel sont présentés.

II.3.1. Exemple synthétisé de l'analyse de la vulnérabilité de l'estran (fiche complète en annexe VII)

- Description de l'objet d'étude :

L'estran est défini comme la zone de balancement des marées, depuis les niveaux de pleine mer et de basse mer de vives eaux. La Bretagne marquant la frontière biogéographique entre deux zones différentes, on retrouve une grande diversité d'espèces en Manche occidentale, affiliées aux eaux chaudes et froides (Gaudin, 2017).

En baie de Saint-Brieuc, différents habitats sont distribués du bas vers le haut d'estran : sables fins de l'infra-littoral, sables fins vaseux à *Cerastoderma edule* et Polychètes, sables fins vaseux à *Macoma balthica* et *Hediste diversicolor*, et vases silteuses à *Macoma balthica*, *Hediste diversicolor* et *Scrobicularia plana* (**Figure 11**) (Ponsero et al., 2023). Les populations animales et végétales se répartissent sur l'estran en fonction de la capacité des organismes à tolérer une immersion ou une émersion variable. Bien que faisant partie de l'estran par définition, les prés salés sont ici traités séparément.

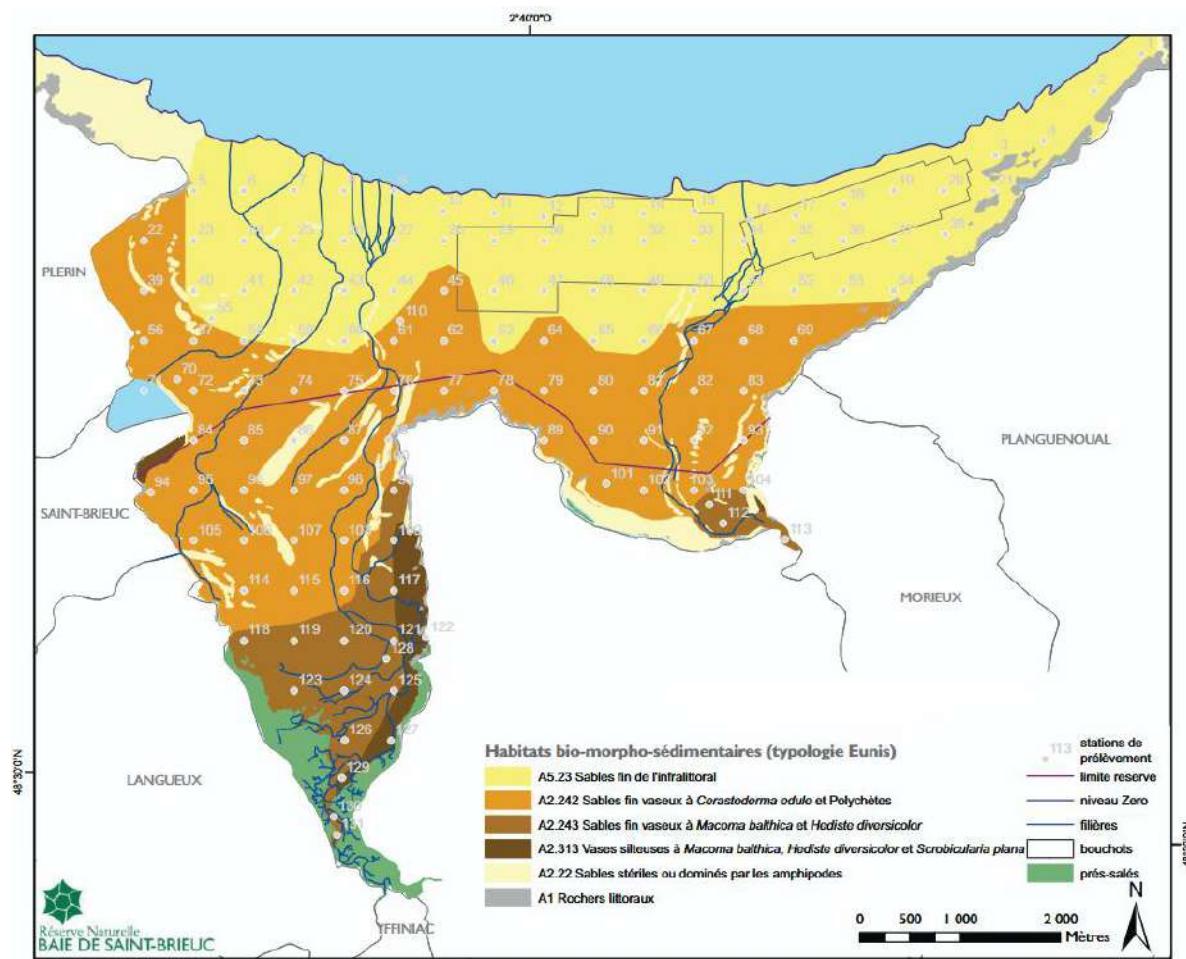


Figure 11. Carte bio-morphosédimentaire selon la typologie Eunis et localisation des stations de prélèvement des bivalves (Ponsero et al., 2023)

Dans le fond de baie, les bivalves constituent une ressource alimentaire importante pour les juvéniles de poissons plats, crustacés et pour de nombreuses espèces de limicoles. Certaines espèces de bivalves sont également exploitées dans le cadre de la pêche professionnelle ou de loisir (Ponsero *et al.*, 2023). En effet, l'estran se caractérise aussi par son accessibilité, ne nécessitant pas d'embarcation pour s'y rendre à marée basse.

- Exposition aux changements climatiques : DEFAVORABLE

L'estran est particulièrement exposé aux changements climatiques suivants :

- | | |
|-----------------------------|--|
| - Augmentation de la SST | - Augmentation de la température atmosphérique |
| - Diminution du pH | - Evolution de la houle |
| - Elévation du niveau marin | - Evolution des tempêtes |

Ainsi, ces évolutions climatiques sont globalement défavorables pour l'estran de la baie de Saint-Brieuc.

- Sensibilité aux changements climatiques : FORTE

Effets observés à différentes échelles :

- Baie de Saint-Brieuc : une hausse importante de la mortalité des coques a été constatée depuis 2017. La cause est pour l'instant inconnue, mais pourrait être liée aux changements climatiques (Ponsero *et al.*, 2023).
- Bretagne : observation de déséquilibres entre hôtes et pathogènes lors de l'élévation de la température de l'eau, engendrant de fortes mortalités (e.g. Ormeaux). Depuis quelques années, la diminution des hivers rigoureux favorise les stocks de coquille Saint-Jacques et a permis le retour du poulpe après 60 ans d'absence.
- Manche : on observe déjà les phénomènes de tropicalisation et de déboréalisatoin avec une forte diminution du nombre d'occurrences des espèces d'eaux froides et une forte augmentation de celui des espèces d'eaux chaudes sans déplacement de l'aire de distribution pour la macrofaune benthique (Gaudin, 2017).
- Europe du Nord-Ouest : des phénomènes de match-mismatch entre les proies et les prédateurs (e.g. *Macoma balthica*) conduisant à une baisse importante des stocks ont été documentés (Philippart *et al.*, 2003).

Effets potentiels :

Dans l'ensemble, on peut s'attendre à une amplification des effets existants, menant à un déplacement des aires de distribution et une baisse de la biodiversité benthique en limite d'aire de répartition (e.g. *Macoma balthica* (Philippart *et al.*, 2003)). En particulier, là où les voies de connexion sont limitées voire manquantes, l'arrivée de nouveaux individus peut être limitée (Gaudin *et al.*, 2018). La capacité de charge du système pour les prédateurs de bivalves tels que les oiseaux risque ainsi de diminuer (Philippart *et al.*, 2003). Bien que les espèces d'affinité boréale puissent être remplacées par des espèces méridionales, il faudrait que la quantité de biomasse reste inchangée, et que ces nouveaux bivalves soient accessibles (même strate de sédiment) et assimilables, afin d'avoir peu de conséquences sur les oiseaux.

L'augmentation de la STT pourrait aussi provoquer un raccourcissement de la phase larvaire des bivalves et gastéropodes. Or c'est la phase qui permet de se déplacer, de coloniser de nouveaux milieux et de relier différentes populations entre elles. Si cette phase est raccourcie, la capacité de dispersion est réduite, les populations se retrouvent isolées et la recolonisation de milieux est limitée.

L'élévation du niveau marin ne devrait en théorie provoquer qu'un déplacement de l'estran. Cependant, la côte de la baie de Saint-Brieuc étant fortement anthropisée, on peut s'attendre à un effet de compression côtière (coastal squeeze) réduisant la surface de l'estran, et particulièrement les habitats situés en haut de celui-ci.

Il est à ce jour impossible de prévoir à quoi ressemblera l'estran de la baie de Saint-Brieuc en 2100. Etant donné que l'ensemble des espèces ne migrent pas à la même vitesse, les communautés ne seront pas identiques à celles que l'on observe plus au sud aujourd'hui, mais seront des communautés complètement nouvelles et jamais décrites auparavant. De plus, l'atteinte de seuils (physiologiques, démographiques, ...) risque de provoquer des réactions en cascade non prévisibles par les modèles actuels.

- Capacité d'adaptation : MOYENNE

Intrinsèque :

A l'échelle des espèces : l'adaptation génétique semble limitée par la vitesse des changements climatiques, en particulier pour les espèces en limite d'aire de répartition. En revanche, les organismes de l'estran étant habitués aux fortes amplitudes de variabilité des conditions physicochimiques du milieu, ils sont plutôt tolérants aux changements, dans la limite de seuils à ne pas dépasser. Les individus les moins sensibles pourront être sélectionnés, améliorant la résistance des populations dans une certaine mesure.

A l'échelle de l'écosystème : la résilience de l'estran dépend de l'arrivée de nouvelles espèces (espèces d'affinité d'eau chaude avec capacité de dispersion) et des interactions qui vont s'établir entre elles.

Facteurs extérieurs :

Bien que la présence du Front d'Ouessant (zone du Finistère plus froide) préserve la Bretagne Nord de l'augmentation des températures pour l'instant (vs. Golfe de Gascogne), il pourrait constituer une barrière au déplacement des espèces du golfe de Gascogne vers les eaux tempérées du golfe Normand-Breton.

Les politiques, nationales comme locales, sur la gestion du trait de côte, la conservation de la biodiversité ou les activités d'exploitation des ressources, peuvent aussi bien favoriser la résilience de l'estran qu'amplifier les pressions existantes.

La qualité de l'environnement est un facteur important de la résilience d'un milieu. En effet, plus une communauté est dégradée ou soumises à des pressions, moins son adaptation sera favorisée. Parmi les facteurs environnementaux à surveiller, on retrouve la qualité de l'eau, l'état de santé des populations, les communautés phytoplanctoniques (Philippart *et al.*, 2003), l'exploitation des ressources et autre pressions anthropiques comme la compaction du sédiment par les engins mytilicoles ou les dépôts de sédiments issus du dragage du port du Légué (Ponsero *et al.*, 2019).

En comparaison avec d'autres territoires, ces pressions sont limitées en baie de Saint-Brieuc, car elle bénéficie d'un double statut de protection (Réserve naturelle nationale et Natura 2000). Or, la littérature démontre très clairement que les communautés dans les aires marines protégées sont plus résilientes, puisqu'elles subissent moins de pressions qu'en dehors (Garcia *et al.*, 2013). Elles ne sont cependant pas épargnées par les événements climatiques extrêmes comme les tempêtes.

- Conclusion sur la vulnérabilité : FORTE

Bien que les organismes de la zone intertidale soient adaptés aux variations extrêmes de conditions physico-chimiques, les effets des changements climatiques à l'échelle des individus (seuils physiologiques, phénologie, morphologie, comportement, ...) sont déjà observés en Manche. La structure et la composition des communautés commencent également à se modifier, et à tendre vers un changement dans la distribution des espèces. Il est cependant très difficile d'évaluer et de prévoir les effets de cascade trophique induits par les interactions entre les espèces benthiques, et donc l'évolution du fonctionnement de l'écosystème estran. La conservation de la fonctionnalité écologique de l'estran dépend alors des potentielles nouvelles communautés et de la capacité d'adaptation du régime alimentaire des prédateurs. C'est pourquoi il est essentiel que les gestionnaires ne concentrent pas leurs efforts à la préservation d'espèces en particulier, mais assurent bien le maintien de la fonctionnalité de l'estran en tant que zone d'alimentation pour l'avifaune et l'ichtyofaune.

II.3.2. Synthèse de la vulnérabilité des objets de la composante patrimoine naturel

Le **Tableau 2** reprend les conclusions issues de l'analyse de la vulnérabilité aux changements climatiques des 9 objets du patrimoine naturel étudiés dans le cadre du diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité de la RNN de la baie de Saint-Brieuc.

Tableau 2. Synthèse de la vulnérabilité des 9 objets du patrimoine naturel étudiés sur la RNN de la baie de Saint-Brieuc

| Objet d'étude | Exposition | Sensibilité | Capacité d'adaptation | Vulnérabilité |
|-----------------------------------|--|-------------|-----------------------|---------------|
| Avifaune migratrice et hivernante | Défavorable | Forte | Moyenne | Forte |
| | Les comptages réguliers réalisés par les bénévoles et l'équipe de la réserve permettent de suivre l'évolution des effectifs d'oiseaux depuis 1970 dans le fond de baie. Les effets les plus visibles sont les changements des dates d'arrivée et des effectifs de certaines espèces (Grèbes huppés, Hérons garde-bœufs). Leur présence à long terme sur le site dépend fortement de l'évolution de l' estrang , puisqu'il est le support de leur alimentation. Bien que ces espèces soient capables de s'adapter en tolérant des variations climatiques ou faisant évoluer leurs lieux d'hivernage, de nombreuses activités humaines (pêche, parc éolien, tourisme et activités de loisir, ...) fragilisent leur résilience. Il est donc important de favoriser un bon réseau d'aires protégées pouvant les accueillir. | | | |
| Avifaune nicheuse | Défavorable | Forte | Moyenne | Forte |
| | Le suivi des nids sur la réserve et sur l'îlot du Verdelet permet d'identifier les difficultés auxquelles font face les nicheurs. Les effets les plus connus sont les baisse démographiques causées par les fortes chaleurs et les difficultés liées aux disponibilités des ressources alimentaires. Bien que ces espèces soient capables de s'adapter en ajustant leur lieu et période de reproduction ou leur régime alimentaire, d'autres paramètres comme le dérangement ou les épidémies de grippe aviaire affectent leur succès reproducteur. Le statut de protection de sites de nidification permet de mobiliser des moyens pour limiter les pressions s'exerçant sur les nicheurs, ce qui ne serait pas possible en dehors de ces périmètres. Il est donc important de favoriser un bon réseau d'aires protégées pouvant les accueillir. | | | |
| Estran | Défavorable | Forte | Moyenne | Forte |
| | Bien que les organismes de la zone intertidale soient adaptés aux variations extrêmes de conditions physico-chimiques, les effets des changements climatiques à l'échelle des individus (seuils physiologiques, phénologie, morphologie, comportement, ...) sont déjà observés en Manche. La structure et la composition des communautés commencent également à se modifier, et à tendre vers un changement dans la distribution des espèces . Il est cependant très difficile d'évaluer et de prévoir les effets de cascade trophique induits par les interactions entre les espèces benthiques, et donc l'évolution du fonctionnement de l' écosystème estran . La conservation de la fonctionnalité écologique de l'estran dépend alors des potentielles nouvelles communautés et de la capacité d'adaptation du régime alimentaire des prédateurs . C'est pourquoi il est essentiel que les gestionnaires ne concentrent pas leurs efforts à la préservation d'espèces en particulier, mais assurent bien le maintien de la fonctionnalité de l'estran en tant que zone d'alimentation pour l'avifaune et l'ichtyofaune. | | | |
| Herbiers de zostères | Défavorable | Moyenne | Moyenne | Moyenne |
| | Pour l'instant, sur la côte nord bretonne, les herbiers de zostères sont dans une dynamique de recolonisation , favorisée par une prise de conscience de l'importance de ces écosystèmes. La hausse chronique des températures ne devrait pas impacter négativement les herbiers, dont l'aire de répartition s'étend au sud de la France et l' optimum thermique reste respecté , même dans les prévisions à long terme (2100). En revanche, les principales menaces pour les herbiers sont les pressions anthropiques et les phénomènes extrêmes comme les tempêtes ou les vagues de chaleur. En effet, selon l' espèce qui les compose , les herbiers de zostères ne sont pas sensibles de la même manière aux perturbations climatiques. L'herbier en baie de Saint-Brieuc étant mixte, la zostère naine, plus résiliente, risque de voir sa proportion augmenter par rapport à la zostère marine, moins tolérante aux vagues de chaleur. | | | |
| Falaises littorales | Défavorable | Moyenne | Moyenne | Moyenne |
| | Le phénomène d' érosion fait partie de la dynamique naturelle des habitats de falaises littorales. L'accélération de celle-ci présente néanmoins des risques pour les habitats et infrastructures situées au-dessus de la falaise. En revanche, l' écosystème de flanc de falaise étant toujours présent, bien que renouvelé , malgré l'érosion, la faune l'utilisant comme lieu de nidification n'est pas particulièrement impactée car les éboulements ont principalement lieu lors des tempêtes hivernales . L' aspect patrimoine géologique est cependant plus vulnérable car il ne peut pas s'adapter face à l' érosion . | | | |
| Production primaire | Défavorable | Forte | Moyenne | Forte |
| | Les principaux changements concernant la production primaire en Manche sont la structure et composition des communautés phytoplanctoniques ainsi que la saisonnalité et la durée des blooms . Dans l'ensemble, une baisse de l'activité de production primaire est attendue. En étant à la base du réseau trophique, ces changements impactent ensuite le reste du réseau. Par ailleurs, les nouvelles conditions environnementales risquent de favoriser l'apparition de blooms phytoplanctoniques toxiques . D'après la littérature scientifique, les communautés phytoplanctoniques disposent tout de même d'une bonne capacité d'adaptation à la hausse des températures chroniques, mais sont plus sensibles aux événements extrêmes comme les vagues de chaleurs . | | | |
| Estuaire | Défavorable | Forte | Moyenne | Forte |
| | L'estuaire du Gouessant est très sensible aux changements climatiques, se traduisant par des effets sur l' ichtyofaune impactant l'ensemble du fonctionnement de l'estuaire et bouleversant les équilibres en place : physiologie, succès reproducteur, survie des juvéniles, changement des aires de répartition . De plus, les espèces amphihalines subissent également les impacts des changements climatiques lors de la phase marine de leur cycle de vie. Ainsi, on observe dans l'ensemble une baisse des densités et de la taille des poissons , ainsi que des phénomènes de déboréalisat ion et de tropicalisation qui devraient se poursuivre. Par ailleurs, l'adaptation du système estuaire semble limitée à court terme mais plus envisageable à long terme. Bien que l'estuaire du Gouessant soit sensible aux changements climatiques, l' impact des perturbations d'origine anthropique est encore plus fort sur ce milieu. L' arasement du barrage devrait permettre de rétablir un fonctionnement naturel de l'estuaire, sans obstacle à l'écoulement de l'eau ou au déplacement des espèces. De plus, le statut de protection en réserve et son intégration en zone de protection renforcée facilitent la résilience du milieu. | | | |
| Unité fonctionnelle dunaire | Défavorable | Moyenne | Forte | Faible |
| | Etant composé d'une mosaïque d'habitats d'intérêt communautaire, il est difficile d'étudier la vulnérabilité globale du complexe dunaire de la baie de Saint-Brieuc. En effet, les milleus humides et aquatiques (mares et prairies) sont les plus sensibles aux changements climatiques, et risquent d'évoluer vers des milieux plus secs. En revanche, l'ensemble du massif serait plutôt dynamique et résilient , en plus de bénéficier d'une protection multicouche sur la partie Est. De même, bien que la partie Ouest soit aujourd'hui dégradée, elle représente de grosses potentialités de restauration , qui pourraient améliorer la résilience du complexe. La protection de la totalité du massif dunaire est donc un enjeu majeur en termes de fonctionnalité du site à long terme. Ainsi, l'évolution de l' unité fonctionnelle dunaire de la baie de Saint-Brieuc semble plus dépendre de la dynamique sédimentaire et des pressions de fréquentation que des changements climatiques en cours. | | | |
| Marais maritimes | Défavorable | Faible | Forte | Faible |
| | Les marais maritimes de la baie de Saint-Brieuc sont actuellement en dynamique d'expansion , et ne semblent pas subir les effets des changements climatiques. Dans le futur, les scénarios les plus pessimistes prévoient un recul des prés salés, voire une réduction de leur surface si la côte est artificialisée. Cependant, la littérature s'accorde sur la faible vulnérabilité de ce milieu, capable d'évoluer au rythme de l' élévation du niveau marin , à condition de bénéficier d'une dynamique sédimentaire favorable . Ainsi, ces espaces essentiels à la lutte contre les changements climatiques (puits de carbone, protection du littoral, ...) devraient être peu affectés par ces changements, tant qu'ils ont la possibilité d'évoluer naturellement. | | | |

II.3.3. Le récit prospectif : un outil de communication et de mise en perspective des résultats

Le récit prospectif (pleine page en **annexe VIII**) met en perspective les résultats de l'analyse de vulnérabilité pour s'assurer de leur cohérence et les partager plus largement. Il reprend ici (**Figure 12**) les objets des composantes « patrimoine naturel » et « activités humaines » spatialisés sur un bloc diagramme de la baie de Saint-Brieuc.

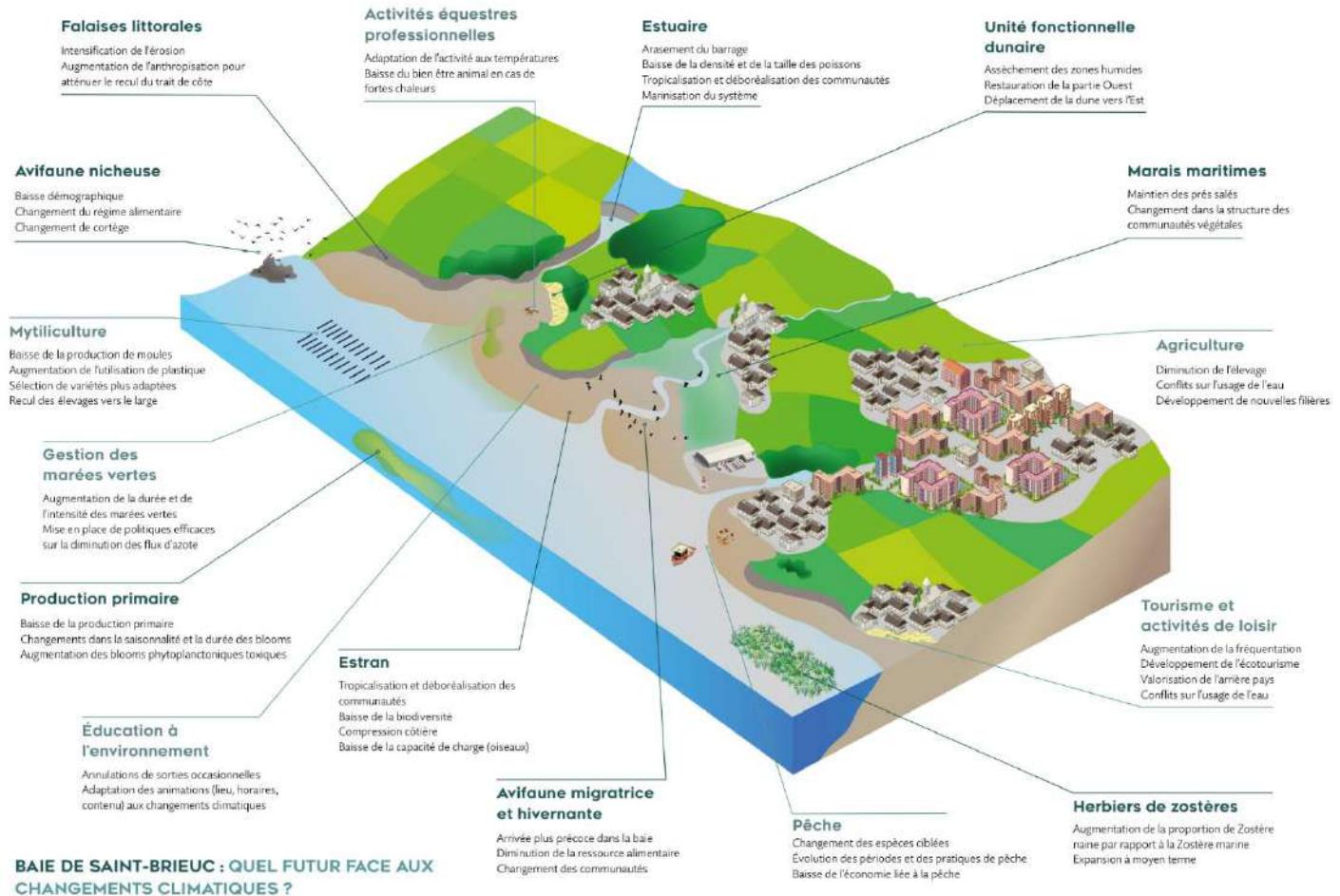


Figure 12. Bloc diagramme - Baie de Saint-Brieuc : Quel futur face aux changements climatiques ?
Réalisation : Ollivier Pauline et Ponsero Alain, 2025

III. Discussion

III.1. Vulnérabilité de la RNN baie de Saint-Brieuc à partir de l'analyse prospective

L'analyse climatique a mis en évidence les changements en cours et à venir sur la RNN de la baie de Saint-Brieuc. Tout comme sur les autres réserves bretonnes prenant part au projet Breizh Natur'Adapt, le récit climatique indique aux gestionnaires les conditions climatiques auxquelles s'attendre dans les décennies à venir, avec notamment une hausse des températures (air et eau) et du niveau marin, l'acidification des eaux marines, et une redistribution des précipitations. Ces tendances sont aussi confirmées par les études locales à l'échelle de l'agglomération de Saint-Brieuc (PCAET, études HMUC et de recul du trait de côte en cours).

Les entretiens menés auprès des experts locaux, ainsi que la bibliographie ont permis d'évaluer la vulnérabilité d'éléments caractéristiques de la baie de Saint-Brieuc. Ainsi, les éléments tels que l'estran, l'estuaire ou encore la fonction de production primaire sont particulièrement vulnérables aux changements climatiques. Leur position à la base des réseaux trophiques fragilise d'autant plus les maillons supérieurs tels que l'avifaune, et plus largement l'ensemble de l'écosystème du fond de baie. A cela s'ajoutent des effets indirects des changements climatiques tels que le développement de certaines activités comme le tourisme, qui exercent une pression supplémentaire sur les éléments du patrimoine naturel déjà vulnérables.

Ce travail d'analyse prospective permet ainsi de synthétiser l'ensemble des connaissances actuelles, en dressant un état des lieux de la vulnérabilité des éléments constitutifs de la RNN afin d'en éclairer les futurs objectifs de gestion. Etant en très grande majorité en libre évolution, la gestion des habitats naturels ne devrait pas évoluer, même si leur distribution et importance respective seront peut-être amenées à évoluer. Dans ce contexte, l'élévation du niveau marin et le recul potentiel du trait de côte amènera peut-être à long terme à réfléchir à nouveau les limites de la réserve côté terre. Ce diagnostic ouvre également la voie vers la mise en place de nouveaux suivis, de nouvelles approches de l'analyse des données, ainsi que le développement de nouvelles collaborations.

III.2. Pistes d'adaptation et continuité du projet après le stage

La rédaction du diagnostic de vulnérabilité ne constitue que la première étape du processus d'adaptation. La phase suivante « vise à planifier l'action en réponse aux résultats de l'analyse prospective » (Coudurier *et al.*, 2023). Elle consiste à élaborer un plan d'adaptation ayant pour but « d'anticiper et de réduire les conséquences du changement climatique sur les systèmes naturels et la société » (Coudurier *et al.*, 2023), et qui sera intégré au prochain plan de gestion de la réserve.

Certaines mesures d'adaptation, comme la mise en place de nouveaux suivis, ont débuté en parallèle du diagnostic. En effet, dans le cadre de Breizh Natur'Adapt et du programme de recherche EvoSedEau, des dispositifs de suivis des paramètres physicochimiques de la masse d'eau et du sédiment ont été mis en place. Les vagues de chaleur sont suspectées d'avoir un impact sur les populations de bivalves et notamment des coques dont de fortes densités se développent en haut d'estran. Afin de caractériser ces phénomènes, nous avons mis en place 4 stations sur l'estran (**Figure 13**). Les dispositifs sont équipés pour mesurer la température au sein de différentes couches de sédiments de 0 à 20 cm, et l'oxygène dissous à l'interface eau/sédiment (capteurs autonomes oxygène, pression, luminosité et températures).

Pour aller plus loin sur la connaissance des conditions plus au large, une sonde multi-paramètre (chlorophylle a, ph, turbidité, oxygène dissous, salinité, température) a été posée, avec l'aide des mytiliculteurs, en zone subtidale directement derrière les bouchots (**Figure 14**). Ces données seront mises à disposition des acteurs du territoire et notamment partagées avec les mytiliculteurs et les pêcheurs. En effet, il est toujours possible de trouver des données à l'échelle de la manche, mais ce n'est pas suffisant pour expliquer des phénomènes locaux. Il est donc important de collecter des données exhaustives à l'échelle de la réserve.



Figure 13. Mise en place du suivi de température dans le sédiment



Figure 14. Installation de la sonde multiparamètre en zone proche subtidale avec l'aide des mytiliculteurs

D'autres pistes d'adaptation sont également envisagées, parmi elles :

- Limiter les pressions anthropiques : renforcement de la surveillance et de la sensibilisation des usagers, extension de la réserve, extension des zones de protection renforcée
- Améliorer la qualité des habitats : restauration du complexe dunaire, suppression des obstacles au déplacement (barrage), réduction des sources de pollution
- Acquérir et améliorer les connaissances : suivis phénologiques, suivis piézométriques, implication de nouveaux experts (e.g. climatologue), programmes de recherche à initier

- Adapter la réglementation : mise en place d'une réglementation adaptative afin de mieux appréhender les nouveaux usages ou les pratiques devenues problématiques, périmètres de protection dynamiques (reposoirs, zones d'alimentation, ...)

- Communiquer sur la démarche : restitution publique avec les personnes contactées, présentation des résultats au conseil scientifique et au comité consultatif, sensibilisation du grand public via les cafés de la réserve et périodiques.

III.3. Les incertitudes : partie intégrante d'une analyse prospective

Le diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité permet d'identifier les tendances d'évolution (du climat, des écosystèmes, des activités humaines, ...), mais reste toutefois basé sur des hypothèses et doit donc être nuancé.

Lors de l'analyse climatique, plusieurs difficultés sont apparues. Il n'a par exemple pas toujours été possible d'avoir accès aux données brutes. Les données collectées pour différents pas de temps ne sont pas toujours exprimées avec la même référence, il est alors nécessaire de « jongler » entre les échelles temporelles et spatiales afin d'obtenir des tendances cohérentes. Aussi, les modèles climatiques utilisés dans la littérature ou par l'OEB, sont également une source d'incertitude (variabilité naturelle, scientifique, technique, trajectoires socio-économiques, ...). Enfin, certains paramètres comme le vent ou les tempêtes sont encore aujourd'hui difficilement modélisables et leurs évolutions futures sont incertaines.

L'analyse des effets des changements climatiques sur les composantes possède aussi ses limites. En effet, il est difficile d'isoler les effets propres aux changements climatiques des effets d'autres facteurs extérieurs. Concernant le patrimoine naturel, il est possible d'estimer des tendances, mais nous manquons de connaissances précises sur la valeur des seuils au-delà desquels les conditions environnementales deviendraient délétères pour les communautés. Par ailleurs, les interactions au sein des écosystèmes sont très complexes et il est extrêmement difficile de prévoir les réactions en cascade qui pourraient découler d'un déséquilibre écosystémique.

De plus, la méthode utilisée du « dire d'expert » peut être considérée comme peu fiable, du fait de sa subjectivité. Cependant, cette approche permet de mettre à disposition des connaissances qui, autrement, ne seraient pas facilement accessibles (van der Sluijs *et al.* 2004) et de formuler des hypothèses (Perera *et al.*, 2011), notamment dans les cas où il y a une absence de connaissances formelles, des délais courts, une absence de données à des échelles plus fines ou des sujets trop complexes (Drescher *et al.*, 2013). C'est par ailleurs le cas lorsque l'on aborde la question des effets des changements climatiques sur la fonctionnalité des écosystèmes, là où les études se concentrent principalement sur les effets de quelques paramètres (température, pH, dioxygène, ...) sur une espèce à la fois. Les entretiens avec des experts mettent aussi en avant les zones d'incertitudes, le manque de données sur certains aspects et initient une prise de conscience sur ce qui pourrait être fait (étude, partenariat, ...) pour y remédier.

L'ensemble des incertitudes mentionnées ici font partie intégrante de l'exercice d'analyse prospective. Il est important de les identifier afin de les prendre en compte et si possible de les réduire au maximum. Cependant, cela ne compromet en rien la validité ni la pertinence de l'étude. Dans ce type d'analyse, l'important est de dégager des tendances, des dynamiques écologiques potentielles, et d'imaginer des scénarios possibles, afin d'anticiper plutôt que de subir les changements à venir. Par ailleurs, cette démarche contribue à mettre en évidence les lacunes existantes dans l'état des connaissances, lesquelles pourront être comblées ultérieurement, favorisant ainsi une adaptation évolutive, continue et scientifiquement étayée.

III.4. La méthode Natur'Adapt : un outil de réflexion nécessaire pour la prise en compte des changements climatiques dans la gestion des aires protégées

L'objectif de la méthodologie Natur'Adapt est de guider les gestionnaires dans leur adaptation aux changements climatiques. Elle propose un cadre structuré, tout en ayant une approche flexible, participative et évolutive.

En effet, la structuration thématique et temporelle en différentes phases et composantes permet de décomposer efficacement un sujet très complexe. Ainsi, chaque aspect est étudié puis mis en perspective avec le reste des objets d'étude. Le questionnement suggéré permet de se poser les bonnes questions, tout en étant adaptable à chaque contexte. De fait, dans l'analyse climatique comme l'analyse prospective, la méthode incite à analyser les particularités locales et à ne pas s'en tenir aux données à plus large échelle. De même, une grande liberté est laissée sur les choix à réaliser, de la sélection des objets d'étude aux formes de production, en passant par les moyens utilisés. Les ressources mises à disposition (guide Natur'Adapt, exemples de diagnostics, retours d'expérience, outils de l'OEB, ...) par la communauté Natur'Adapt se sont également montrées utiles et ont permis de gagner du temps dans la mise en œuvre de la démarche. Ainsi, la méthode constitue un outil de réflexion permettant de suivre un cheminement logique dans la prise de décision.

Le diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité inclus dans la méthode souligne les points de vigilance à avoir et met en avant de nouveaux enjeux de gestion. Il facilite la priorisation des actions à mettre en place et remet en question la gestion actuelle de l'aire protégée. Bien qu'il ne se concentre que sur un nombre limité d'objets d'études, le diagnostic initie une prise de conscience sur l'intégration des enjeux liés aux changements climatiques dans l'ensemble de la gestion. Chaque élément (espèce, habitat, phénomène, usage, ...) sera ensuite observé à travers le prisme des changements climatiques, sans nécessairement faire l'objet d'une étude aussi détaillée.

Néanmoins, la mise en œuvre d'une telle démarche nécessite un temps non négligeable et ne peut être fait de façon approfondie par un gestionnaire en parallèle de ses missions quotidiennes. L'appropriation de la démarche et les notions théoriques sur le climat représentent un volume de travail important avant même de se lancer dans l'application de la méthode. C'est pourquoi proposer un stage sur cette démarche permet de pousser plus loin l'ensemble des aspects, comme l'étude du climat ou la mobilisation des acteurs. Les gestionnaires doivent tout de même rester impliqués dans la démarche afin d'exprimer clairement leurs besoins à la personne en charge du diagnostic et de s'approprier les résultats qui serviront de base à la rédaction du plan d'adaptation. De plus, il est important que les gestionnaires prennent conscience de l'ampleur des effets des changements climatiques et prennent du recul sur les objectifs de gestion actuels au regard des enjeux futurs.

L'organisation de la démarche au sein du projet régional Breizh Natur'Adapt a permis un travail en réseau avec les autres réserves naturelles bretonnes (gestionnaires et stagiaires). Il y a ainsi eu de l'entraide et des échanges sur les problématiques communes ou nécessitant un regard extérieur. La collaboration a favorisé la mutualisation des connaissances et du réseau d'experts bretons sollicités. Les résultats produits font preuve de diversité tout en étant cohérents les uns avec les autres, et pourront servir d'appui pour les futures démarches Natur'Adapt des aires protégées bretonnes. En revanche, la synchronisation avec les autres sites a pu être gênante en termes de gestion du temps, puisque nous n'avancions pas toutes à la même vitesse.

Dans l'ensemble, cette démarche est très enrichissante tant pour les gestionnaires, que les stagiaires ou le territoire. Son objectif de tendre vers une gestion moins patrimoniale, mais

plus dynamique dans le but de protéger les écosystèmes futurs semble réussi. Il faudra cependant attendre quelques années pour avoir plus de retours d'expériences à long terme sur cette méthode qui n'est opérationnelle que depuis deux années.

III.5. La mobilisation des acteurs locaux : étape cruciale pour la pérennité de la démarche sur le territoire

Le caractère participatif de la méthode pousse à la mobilisation des acteurs du territoire (professionnels, élus, association, collectivités, scientifiques, ...), chose qui n'aurait peut-être pas été faite sans la méthodologie proposée. Le sujet de l'adaptation aux changements climatiques devient alors une occasion de créer du lien avec les acteurs du territoire et de les sensibiliser à une thématique qui les concerne tous. De plus, certains acteurs ont mentionné une volonté d'être informés des actions de la RNN lors du diagnostic d'ancrage territorial. Ce dernier a d'ailleurs mis en évidence le manque de connaissances liées aux changements climatiques des acteurs interrogés (Chatelain, 2024).

Dans le cas de la démarche d'adaptation aux changements climatiques d'une aire protégée, la mobilisation des acteurs du territoire, via l'utilisation du dire d'expert n'est pas un objectif en soi, mais un moyen pour une démarche d'adaptation réussie. En effet, solliciter les acteurs locaux permet de :

- Rassembler des connaissances pour :
 - Recueillir et croiser des informations
 - Conforter certains résultats
 - Faire émerger de nouvelles idées grâce à l'intelligence collective
- Favoriser l'appropriation de la démarche pour :
 - Communiquer sur le projet et le faire connaitre auprès des différents acteurs
 - Sensibiliser à l'adaptation aux changements climatiques
 - Valider et légitimer les actions d'adaptation qui seront proposées dans le futur plan de gestion et la stratégie globale qui sera mise en œuvre
- Améliorer l'ancrage territorial de l'aire protégée pour :
 - Favoriser l'interconnaissance et initier des collaborations
 - Partager une vision commune du territoire
 - Imaginer des solutions communes et agir dans le même sens
 - Développer de nouvelles relations avec les mêmes acteurs ou d'autres
- Elargir ses horizons :
 - Faire évoluer nos propres représentations
 - Acquérir de nouvelles compétences et connaissances
 - Enrichissant pour tout le monde

III.6. Changement de paradigme pour les gestionnaires

De nombreuses réserves ont été initialement créées dans l'objectif de sauvegarder une espèce ou un habitat particulier. Toutefois, les transformations profondes des écosystèmes, telles que la disparition d'une espèce emblématique ou l'évolution d'un habitat vers un autre, soulèvent une interrogation majeure : que devient alors la légitimité de la réserve ? Plusieurs attitudes sont alors possibles : anticipation, prudence ou remémoration, la seconde prévalant dans la gestion des espaces naturels (Fauché, 2023). Cette approche invite à questionner les notions de patrimonialités et de rareté, ainsi que l'idée selon laquelle il faudrait conserver l'existant à tout prix. Pour les gestionnaires, cela implique un véritable changement de paradigme,

passant d'une logique de conservation stricte à une approche de gestion adaptative (de Sadeleer et Coudurier, 2019), plus souple et plus ouverte à l'acceptation du changement. Il s'agit ainsi de déplacer l'attention, moins centrée sur la préservation d'espèces emblématiques ou d'un patrimoine naturel figé, vers la valorisation de la naturalité et de la diversité des habitats naturels et de leur fonctionnalité écologique (de Sadeleer et Coudurier, 2019). Une telle orientation favorise la résilience des écosystèmes face aux bouleversements contemporains, en particulier ceux liés aux changements climatiques (Misrachi et Belle, 2016).

III.7. Rôles des aires protégées dans la lutte contre les changements climatiques

Si les aires protégées et la biodiversité qu'elles abritent sont fragilisées par les changements climatiques, ce sont aussi des solutions efficaces face à ce défi global. En effet, ces espaces de nature préservée et fonctionnelle contribuent à la fois à l'atténuation et à l'adaptation, se positionnant ainsi comme un avantage certain pour les territoires face aux changements climatiques (Tissot et Petit, 2023).

Les aires protégées jouent d'abord un rôle de refuge et réservoir de biodiversité. En offrant des habitats relativement préservés, elles favorisent la résilience des espèces présentes et constituent des zones d'accueil pour celles arrivant sous l'effet des migrations climatiques. La connectivité entre ces espaces est donc essentielle, elle permet aux espèces de circuler, de s'adapter et d'assurer la continuité écologique face aux pressions environnementales croissantes (Tissot et Petit, 2023).

Elles sont également de véritables observatoires du climat et de la biodiversité (de Sadeleer et Coudurier, 2019). Grâce à la présence à long terme d'une équipe de scientifiques sur le terrain, ces territoires fonctionnent comme des laboratoires à ciel ouvert, combinant le suivi de paramètres physicochimiques locaux, une diversité des modes de gestion et la participation à des programmes de recherche à plus large échelle. Elles produisent ainsi des connaissances essentielles sur les effets des changements climatiques et sur la capacité de résilience des écosystèmes (Huteau *et al.*, 2024 ; Tissot et Petit, 2023).

Leur rôle en matière de sensibilisation est fondamental. Grâce à leur dimension d'observatoire, elles informent un public diversifié (naturalistes, scolaires, touristes ou habitants) et rendent visible, de manière concrète et locale, les impacts des changements climatiques. Cette mission des aires protégées contribue à mobiliser la société autour des enjeux environnementaux (Tissot et Petit, 2023).

En termes de mesure d'adaptation, elles s'inscrivent pleinement dans les solutions fondées sur la nature. Les écosystèmes fonctionnels qu'elles protègent apportent des services écosystémiques dont dépendent les territoires pour leur fonctionnement (alimentation, eau, air, activité économique, ...) ou leur adaptation aux changements climatiques (atténuation des risques de submersion, fraîcheur, ...) (Ricci et Addessi, 2024). Ces solutions sont qualifiées de mesures « sans regret » car elles assurent à la fois la conservation de la biodiversité et une contribution efficace à l'adaptation et à l'atténuation des changements climatiques (Tissot et Petit, 2023).

Enfin, les aires protégées sont des lieux de gouvernance partagée et à l'origine de partenariats durables. Leur fonctionnement s'appuie sur la concertation avec les acteurs locaux et en fait des espaces de dialogue pour l'aménagement du territoire, notamment en termes de stratégie d'adaptation aux changements climatiques (de Sadeleer et Coudurier, 2019). Elles contribuent ainsi à faire le lien entre la conservation de la nature et la gestion de la crise climatique, en favorisant la mise en cohérence des politiques publiques et des pratiques de terrain (Tissot et Petit, 2023).

Afin de jouer ces différents rôles, les aires protégées doivent être nombreuses, de superficie suffisante et intégrées dans un réseau dense et cohérent. Leur bon fonctionnement repose également sur le maintien d'écosystèmes en bonne santé ainsi que sur des moyens humains, financiers et techniques adaptés (Tissot et Petit, 2023). Investir dans les aires protégées permet ainsi de conjuguer adaptation des territoires et conservation de la nature.

IV. Conclusion

Dans le contexte de changements climatiques, les gestionnaires d'aires protégées sont confrontés à de nombreux questionnements quant à l'avenir de leur site et de leurs objectifs de gestion. Afin de les guider dans leur démarche d'adaptation, RNF a développé une nouvelle méthode, mêlant analyse du climat et du socio-écosystème dans lequel s'intègre l'aire protégée.

A travers l'expérience de la RNN de la baie de Saint-Brieuc au sein du projet régional Breizh Natur'Adapt, cette étude visait à évaluer la méthode Natur'Adapt dans la caractérisation de la vulnérabilité de l'aire protégée face aux changements climatiques et les stratégies d'adaptation qui en découlent. Les moyens employés, tels que la mobilisation des acteurs du territoire, ont aussi été discutés au regard de leur utilité dans le processus d'adaptation. Enfin, cette étude s'est penchée sur la complexité de l'approche prospective et transdisciplinaire.

La mise en œuvre de la méthodologie a mis en évidence les changements climatiques auxquels le territoire de la baie de Saint-Brieuc doit s'attendre, ainsi que les scénarios d'évolution des écosystèmes envisageables. Elle a ainsi permis d'attirer l'attention sur les habitats, espèces ou fonctions les plus vulnérables à l'échelle de la baie. En revanche, certains habitats comme les marais maritimes, se démarquent par leur faible vulnérabilité face aux changements auxquels ils sont exposés. Elle pointe également le développement de certaines activités humaines comme le tourisme et les activités de loisir, qui pourraient amplifier les pressions sur les écosystèmes déjà fragilisés. La réserve étant principalement en libre évolution, les mesures d'adaptation qui suivront seront de l'ordre de l'acquisition de données, de la collaboration avec d'autres gestionnaires, acteurs socio-économiques et organismes de recherche, ainsi que de la sensibilisation des usagers.

La mobilisation des acteurs du territoire s'est avérée être essentielle, tant pour la collecte d'informations que pour l'amélioration de leur perception de la réserve, en particulier concernant les professionnels de la baie. Cette démarche inscrit également la réserve comme motrice d'une dynamique d'adaptation aux changements climatiques, à l'échelle de la baie, comme de la Bretagne.

La méthode Natur'Adapt s'est ainsi démarquée par le cadre tout aussi structuré que flexible qu'elle apporte aux gestionnaires d'aires protégées pour aborder localement un problème aussi complexe que les changements climatiques. Son approche à travers 4 composantes (climat, activités humaines, patrimoine naturel et gestion) étudiées séparément, puis recroisées, permet d'appréhender plus facilement la transdisciplinarité que requiert cette étude.

Néanmoins, une des principales difficultés de ce travail d'analyse prospective est le fait de devoir composer avec les incertitudes. Les résultats issus de ce travail relèvent de tendances et d'hypothèses auxquelles les gestionnaires doivent se préparer, sans savoir à quelle échelle de temps ou de quelle intensité seront les changements. Cela invite ainsi à considérer les aires protégées, moins comme des espaces de nature rare à conserver, mais plus comme des zones d'accueil de la biodiversité en mouvement, dont il faut maintenir la fonctionnalité.

D'autre part, le travail réalisé pendant ce stage dans le cadre du projet Breizh Natur'Adapt pourra servir de modèle pour d'autres initiatives, renforçant ainsi la dynamique de collaboration et de partage dans le déploiement de démarches d'adaptation dans d'autres aires protégées et au-delà.

Bibliographie

CHATELAIN, Morgane-Katell, 2024. *Diagnostic d'ancrage territorial de la Réserve Naturelle Nationale de la baie de Saint-Brieuc*. Réserve naturelle nationale de la baie de Saint-Brieuc. Disponible à l'adresse :

https://www.reservebaiedesaintbrieuc.com/fileadmin/RESERVE_DE_LA_BAIE/DOCUMENTATION/Rapport_de_stage/Diagnostic_d_ancrage_territorial_2024_RNN_BSB_01.pdf

COUDURIER, Christine, PETIT, Laëtitia et TISSOT, Anne-Cerise, 2023. *Démarche d'adaptation au changement climatique Natur'Adapt – Guide méthodologique d'élaboration d'un diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité et d'un plan d'adaptation à l'échelle d'une aire protégée*. LIFE Natur'Adapt – Réserves Naturelles de France.

DELL'AQUILA, Léna, 2024. A propos du projet LIFE Natur'Adapt. *LIFE NATUR'ADAPT - La communauté*. Disponible à l'adresse : <https://naturadapt.com/groups/communaute/pages/a-propos-du-projet-natur-adapt>

DE SADELEER, Olivier et COUDURIER, Christine, 2019. *Intégration du changement climatique dans la gestion des espaces naturels protégés - Initiatives existantes et attentes des gestionnaires européens*. Réserves naturelles de France. Life Natur'Adapt. Disponible à l'adresse : https://www.europarc.org/wp-content/uploads/2021/09/NaturAdapt-Rapport-Enquete-2019_VF.pdf

DOSSENA, Matteo, YVON-DUROCHER, Gabriel, GREY, Jonathan, MONTOYA, José M., PERKINS, Daniel M., TRIMMER, Mark et WOODWARD, Guy, 2012. Warming alters community size structure and ecosystem functioning. *Proceedings. Biological Sciences*. 7 août 2012. Vol. 279, n° 1740, pp. 3011-3019. DOI 10.1098/rspb.2012.0394.

DRESCHER, M., PERERA, A. H., JOHNSON, C. J., BUSE, L. J., DREW, C. A. et BURGMAN, M. A., 2013. Toward rigorous use of expert knowledge in ecological research. *Ecosphere*. Vol. 4, n° 7, pp. art83. DOI 10.1890/ES12-00415.1.

FAUCHÉ, Marine, 2023. Dossier : « La recherche au défi de la crise des temporalités » : Anticipation, prudence, remémoration. Trois attitudes temporelles dans le champ de la conservation en contexte de changements climatiques. *Nature Sciences Sociétés*. Vol. 31, n° 4, pp. 443-452. DOI 10.1051/nss/2024008.

GARCIA, Michel, GASCUEL, Didier, HÉNICHART, Laura-Mars, BONCOEUR, Jean, ALBAN, Frédérique et DE MONBRISON, David, 2013. *Les Aires Marines Protégées dans la gestion des pêches - Synthèse de l'état de l'art*. Comission sous-régionale des pêches. Disponible à l'adresse : <https://institut-agro-rennes-angers.hal.science/hal-01103270/file/2013%20Garcia%20etal%20CSR%20Les%20AMP%20dans%20la%20gestion%20des%20peches.pdf>

GAUDIN, François, 2017. *Effets du changement climatique sur la distribution de la macrofaune benthique en Manche*. phdthesis. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI. Disponible à l'adresse : <https://theses.hal.science/tel-01661329>

GAUDIN, François, DESROY, Nicolas, DUBOIS, Stanislas F, BROUDIN, Caroline, CABIOCH, Louis, FOURNIER, Jérôme, GENTIL, Franck, GRALL, Jacques, HOUBIN, Céline, LE MAO, Patrick et THIÉBAUT, Éric, 2018. Marine sublittoral benthos fails to track temperature in response to climate change in a biogeographical transition zone. NORKKO, Joanna (éd.), *ICES Journal of Marine Science*. Vol. 75, n° 6, pp. 1894-1907. DOI 10.1093/icesjms/fsy095.

GORDO, Oscar et SANZ, Juan José, 2010. Impact of climate change on plant phenology in Mediterranean ecosystems. *Global Change Biology*. Vol. 16, n° 3, pp. 1082-1106. DOI 10.1111/j.1365-2486.2009.02084.x.

HABIBULLAH, Muzafar Shah, DIN, Badariah Haji, TAN, Siow-Hooi et ZAHID, Hasan, 2022. Impact of climate change on biodiversity loss: global evidence. *Environmental Science and Pollution Research*. Vol. 29, n° 1, pp. 1073-1086. DOI 10.1007/s11356-021-15702-8.

HUTEAU, Guillaume, PRUNOT, Sarah, MARCHAL, Thomas, TRECA, Marlène, REGA, Mario, ROUCOU, Pascal et RICHARD, Yves, 2024. Élaboration d'un observatoire climatique dans la Réserve Naturelle Régionale et Forêts d'Exception du Val Suzon (Bourgogne-Franche-Comté, France). *Climatologie*. Vol. 22, pp. 4. DOI 10.1051/climat/202422004.

IPCC, 2023. Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland. First. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Disponible à l'adresse : <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>

JAUREGUIBERRY, Pedro, TITEUX, Nicolas, WIEMERS, Martin, BOWLER, Diana E., COSCIEME, Luca, GOLDEN, Abigail S., GUERRA, Carlos A., JACOB, Ute, TAKAHASHI, Yasuo, SETTELE, Josef, DÍAZ, Sandra, MOLNÁR, Zsolt et PURVIS, Andy, 2022. The direct drivers of recent global anthropogenic biodiversity loss. *Science Advances*. Vol. 8, n° 45, pp. eabm9982. [Consulté le 23 janvier 2025]. DOI 10.1126/sciadv.abm9982.

JIANG, Li-Qing, CARTER, Brendan R., FEELY, Richard A., LAUVSET, Siv K. et OLSEN, Are, 2019. Surface ocean pH and buffer capacity: past, present and future. *Scientific Reports*. Vol. 9, n° 1, pp. 18624. DOI 10.1038/s41598-019-55039-4.

KELLY, Anne E. et GOULDEN, Michael L., 2008. Rapid shifts in plant distribution with recent climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol. 105, n° 33, pp. 11823-11826. DOI 10.1073/pnas.0802891105.

L'HÉVÉDER, Blandine, SPEICH, Sabrina, RAGUENEAU, Olivier, GOHIN, Francis et BRYÈRE, Philippe, 2017. Observed and projected sea surface temperature seasonal changes in the Western English Channel from satellite data and CMIP5 multi-model ensemble. *International Journal of Climatology*. Vol. 37, n° 6, pp. 2831-2849. DOI 10.1002/joc.4882.

MARTIN, Tara G., BURGMAN, Mark A., FIDLER, Fiona, KUHNERT, Petra M., LOW-CHOY, Samantha, MCBRIDE, Marissa et MENGERSEN, Kerrie, 2012. Eliciting Expert Knowledge in Conservation Science. *Conservation Biology*. Vol. 26, n° 1, pp. 29-38. DOI 10.1111/j.1523-1739.2011.01806.x.

MISRACHI, Murielle et BELLE, Elise, 2016. *Lignes directrices pour les gestionnaires des aires protégées dans le cadre du changement climatique, Perspectives issues du projet PARCC Afrique de l'Ouest à utiliser conjointement avec les lignes directrices de l'IUCN* Technical Report. UNEP-WCMC. Disponible à l'adresse : http://parcc.protectedplanet.net/system/comfy/cms/files/files/000/000/177/original/PARCC_guidelines_PA_managers_FORMATTED_FR.pdf

OBSERVATOIRE DE L'ENVIRONNEMENT EN BRETAGNE (OEB), 2025. *Chiffres clés de l'évolution du climat en Bretagne - édition 2025*. Bilan périodique. Les Données & Analyses de l'Observatoire de l'environnement en Bretagne. Disponible à l'adresse : <https://bretagne-environnement.fr/notice-documentaire/chiffres-cles-evolution-climat-bretagne-2025>

PERERA, Ajith H., DREW, C. Ashton et JOHNSON, Chris J., 2011. *Expert Knowledge and Its Application in Landscape Ecology*. Springer Science & Business Media. ISBN 978-1-4614-1034-8.

PHILIPPART, Catharina J. M., VAN AKEN, Hendrik M., BEUKEMA, Jan J., BOS, Oscar G., CADÉE, Gerhard C. et DEKKER, Rob, 2003. Climate-related changes in recruitment of the bivalve *Macoma balthica*. *Limnology and Oceanography*. Vol. 48, n° 6, pp. 2171-2185. DOI 10.4319/lo.2003.48.6.2171.

PONSERO, Alain, STURBOIS, Anthony et JAMET, Cédric, 2019. Volume A : Etat des lieux : *Plan de gestion de la Réserve naturelle baie de Saint-Brieuc - 2019 - 2028*. Réserve naturelle de la baie de Saint-Brieuc. Disponible à l'adresse : https://www.reservebaiedesaintbrieuc.com/fileadmin/RESERVE_DE_LA_BAIE/GERER/plan_de_gestions/Etat-des-lieux-2019.pdf

PONSERO, Alain, STURBOIS, Anthony, SOLSONA, Nolwenn, GONIDEC-LE BRIS, Enora, JAMET, Cédric et DABOUINEAU, Laurent, 2023. *Evaluation spatiale et temporelle des mollusques bivalves (*Scrobicularia plana*, *Macoma balthica*, *Macomangulus tenuis*, *Fabulina fabula*, *Cerastoderma edule*, *Donax vittatus*...) de la baie de Saint-Brieuc, 12ème édition*. Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc. Disponible à l'adresse : https://www.reservebaiedesaintbrieuc.com/fileadmin/RESERVE_DE_LA_BAIE/DOCUMENTATION/Coques/rapportBivalves.pdf

RICCI, Laura et ADDESSI, Alessandra, 2024. Climate Changes and Protected Areas. Towards an Integrated Management. In : MARUCCI, Alessandro, ZULLO, Francesco, FIORINI, Lorena et SAGANEITI, Lucia (éd.), *Innovation in Urban and Regional Planning*. Cham : Springer Nature Switzerland. 2024. pp. 587-596. ISBN 978-3-031-54096-7.

TISSOT, Anne-Cerise et PETIT, Laëtitia, 2023. Les aires protégées, des solutions pour nos territoires face aux changement climatique. *Réerves naturelles de France – LIFE Natur'Adapt*. pp. 12. Disponible à l'adresse : <https://naturadapt.com/groups/communaute/documents/804/get>

Annexes

Annexe I – Description et justification du choix des objets d'analyse

| Objets d'analyse | Description | Justification du choix |
|---|--|--|
| Température moyenne de l'air | Moyenne des températures annuelles et saisonnières sur une période temporelle d'au moins 20 ans et nombre de journées au cours desquelles la température maximale quotidienne dépasse 30°C | Un des éléments les plus importants pour le suivi des évolutions climatiques pouvant impacter les milieux, les ressources et les activités humaines |
| Cumul des précipitations | Moyenne du cumul de précipitations annuel et saisonnier sur une période temporelle d'au moins 20 ans | Un des éléments les plus importants pour le suivi des évolutions climatiques pouvant impacter les milieux, les ressources et les activités humaines |
| Orientation des vents | Direction dominante du vent sur une période temporelle d'au moins 20 ans | Joue un rôle important dans le transport de sédiments (érosion ou apport de sable sur les dunes par exemple) |
| Événements extrêmes (tempêtes) | Nombre d'événements où plus de 1 % du territoire régional est touché par des vents de plus de 100 km/h | Permet de voir la fréquence, l'intensité et la durée des phénomènes pouvant avoir un impact sur les milieux, les ressources et les activités humaines |
| Température moyenne des eaux marines de surface | Moyenne des températures annuelles et saisonnières des eaux marines de surface sur une période temporelle d'au moins 20 ans | Un des éléments les plus importants pour le suivi des évolutions climatiques pouvant impacter les milieux, les ressources et les activités humaines |
| Niveau marin | Evolution de la hauteur d'eau | Permet le suivi des conséquences sur la submersion des terres, l'érosion du littoral, l'impact sur les écosystèmes |
| Acidification de l'océan | pH moyen sur une période temporelle d'au moins 20 ans | Permet le suivi des conséquences sur les écosystèmes marins, les circulations océaniques, toxicité, érosion |
| Agriculture | Activité très présente dans le bassin versant en amont de la réserve, avec de l'élevage (bovins lait et porcs) en grande majorité (plus de 75%) | Une des activités les plus importantes de la région, ayant un fort impact sur les milieux naturels (notamment via l'eutrophisation des milieux / algues vertes) |
| Gestion des marées vertes | Phénomène d'accumulation des ulves sur l'estran, conséquence de l'agriculture intensive présente dans le bassin versant, ce phénomène transforme la baie de Saint-Brieuc quand il a lieu | Gros enjeu de la région, la gestion des marées vertes est une source de tensions importante, elles impactent grandement les milieux, les ressources et les activités humaines |
| Mytiliculture | Elevage de moules sur bouchots dans la zone intertidale au large de la réserve naturelle | Activité importante de la baie avec un impact sur la ressource et les sédiments |
| Tourisme et activités de loisir | Fréquentation du territoire par des visiteurs non locaux, centrée sur une période donnée. Elle est couplée à une intensification des activités de loisir (terrestres, nautiques et aériennes) incluant la fréquentation quotidienne, les activités sportives, les activités naturalistes (photographes, animations, ...) | Le littoral est une zone attractive pour un grand nombre d'activités de loisir toute l'année, qui impactent le patrimoine naturel et les moyens de gestion de l'équipe de la réserve. En période estivale, la côte est d'autant plus visitée et les impacts sur le patrimoine naturel sont d'autant plus forts |
| Pêche | Exploitation des ressources par la pêche embarquée et à pied (professionnelle et de loisir) prenant place sur l'estran | Activité répandue dans la baie qui influe sur le stock de benthos et la qualité des milieux |
| Activités équestres professionnelles | Entrainement des chevaux de course (attelés ou non) sur l'estran sableux et pratique de la thalasso thérapie | Activité répandue dans la baie qui occasionne du dérangement pour la faune locale |
| Education à l'environnement | Sorties pédagogiques organisées par la Maison de la baie ou les associations naturalistes locales | Activité qui se développe de plus en plus et permet de sensibiliser le public aux enjeux de biodiversité |

| Objets d'analyse | Description | Justification du choix |
|--|--|---|
| Avifaune migratrice et hivernante | Avifaune en hivernage ou halte migratoire sur le territoire d'étude, principalement des limicoles, puis des anatidés (bernaches) | Groupe d'espèces emblématique de la réserve (plus de 90% de l'avifaune totale du site), raison de sa création, logo/image de la réserve. La réserve est un site d'importance internationales pour l'hivernage de certains |
| Avifaune nicheuse | Avifaune se reproduisant sur le territoire d'étude, cela inclu les limicoles (petit gravelet) et anatidés (tadornes) présents dans le fond de baie et l'avifaune (cormorans, laridés, rapaces, ...) nichant sur l'îlot du Verdelet | Enjeu de sauvegarde de la dynamique de population des espèces nicheuses |
| Estran | Estran sableux constituant un habitat pour la faune benthique, notamment les bivalves | Constitue la base du réseau trophique (ressource pour l'avifaune) et au cœur des activités de pêche de la baie, exerce une influence sur l'ensemble des écosystèmes de la baie de Saint-Brieuc, habitat qui subit d'importantes variations saisonnières (érosion/engraissement) |
| Herbiers de zostères | Formation végétale de plantes à fleurs marines (zostères marines et naines) au large de la commune de Binic-Etables | Découverte récente, milieu marin très riche et sensible, important à prendre en compte dans le cadre de l'extension de la réserve |
| Falaises littorales | Falaises littorales situées en limite de la réserve | Patrimoine géologique d'importance nationale, habitat de falaise intéressant (forêt de pente, nidification hirondelles de rivage, ...), enjeu de l'érosion du trait de côte |
| Production primaire | Regroupe les dynamiques du phytoplancton, de la végétation (principalement prés-salés), et des algues (ulves notamment) | Base du réseau trophique, indicateur de bonne santé du milieu |
| Estuaire | Estuaires du Goessant et de l'Urne abritant de nombreuses espèces amphialines (anguille, grande alose et lamproie marine) | Lieu de haute productivité biologique, écosystème indispensable au bon déroulement du cycle biologique de nombreuses espèces (anguille, grande alose et lamproie marine), espèces sensibles à la fragmentation des cours d'eau |
| Unité fonctionnelle dunaire | Seul milieu terrestre de la réserve, constitué de dunes mobiles et fixes et de marres interdunaires (issues de l'exploitation du sable) abritant des amphibiens | Habitat le plus riche de la réserve, présente l'ensemble des milieux dunaires possibles, accueil d'amphibiens, lieu de gestion forte, espace le plus fréquenté de la réserve |
| Marais maritimes | Prés salés en zone de protection renforcée assurant une fonction nourricière et de nurserie pour les poissons, milieu en expansion | Milieu hautement productif (stockage de carbone), fonction de protection du littoral, lieu de nidification et de ressource alimentaire pour certains oiseaux, rôle d'épuration des eaux |
| Modes de gestion | Regroupe les différentes actions de gestion : travaux, restauration, libre évolution, zone de protection renforcée, ... | Actions ayant de fortes conséquences sur l'évolution des milieux |
| Surveillance police | Activités de surveillance et de police assurées par les agents de la réserve | Actions limitant les impacts des activités humaines sur le patrimoine naturel |
| Acquisition et centralisation des données | Suivi de populations, programmes de recherche, outils de modélisations, SERENA, Site internet de la RNN | Grande partie du travail des agents de la réserve pour comprendre le fonctionnement des écosystèmes et suivre leur évolution |
| Collaboration, concertation et expertise | Relations avec les acteurs du territoire sur différentes missions (police, acquisition et transmission de données, ...) | Rôle important des interactions avec le réseau d'acteurs locaux dans la gestion de la réserve |
| Communication, formation, sensibilisation et réseau bénévole | Actions et sensibilisation auprès des habitants et implication des bénévoles de l'association | Importance de l'exportation des savoirs en dehors de l'équipe de la réserve |

Annexe II – Extraits du récit climatique

○ Horizons climatiques des projections futures

Partie 1

Les horizons temporels associés correspondent au scénario dans lequel les politiques de réduction des émissions de GES annoncées au niveau mondial sont mises en place. Ces degrés de réchauffement sont relatifs aux normales climatiques de la période préindustrielle, sachant que les températures ont déjà augmenté de 0,6 °C entre l'ère préindustrielle et la période 1976-2005. Bien qu'il n'existe pas de correspondance avec les scénarios SSP (Shared Socio-economic Pathways) du GIEC, on peut estimer la TRACC comme un peu plus pessimiste que le scénario SSP2-4.5 mais beaucoup plus optimiste que le SSP5-8.5 (figure 3).

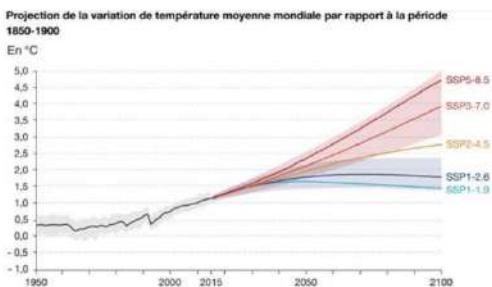


Figure 3. Projection de la variation de température moyenne mondiale par rapport à la période 1850 - 1900 selon les différents SSP (source : IPCC (Giec), 1er groupe de travail, 2023)

8



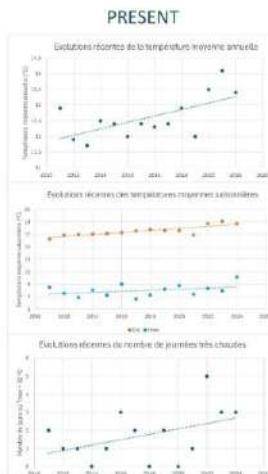
Pourquoi ?
C'est un des éléments les plus importants pour le suivi des évolutions climatiques. Elle peut impacter les milieux, les ressources et les activités humaines.

PASSE

Température de l'air

Partie 3

| | |
|----------------------------------|---------|
| Températures annuelles moyennes | 11,4 °C |
| Températures estivales moyennes | 16,8 °C |
| Températures hivernales moyennes | 6,4 °C |
| Nombre de jours où Tmax > 30 °C | 1 jour |



+ 2,7 °C en France en 2050 + 4 °C en France en 2100

FUTUR

12,7°C < T°C moy < 13,4°C 13,9°C < T°C moy < 14,6°C

18,1°C < T°C moy < 19,3°C 19,1°C < T°C moy < 20,6°C

7,5°C < T°C moy < 8,6°C 8,2°C < T°C moy < 9,4°C

entre 2 et 7 jours

entre 5 et 12 jours

15



Sources : Passé et futur : mon territoire sous +4 °C OEB
Présent : Maison de la baie, station météo à Hillion

Figures 4,5 et 6. Evolutions récentes de la température de l'air

○ Température de l'air

Partie 3

L'augmentation des températures atmosphériques est déjà avérée, avec une hausse d'environ 1,2 °C. Cette augmentation devrait se poursuivre, avec notamment une forte augmentation des phénomènes de forte chaleur. Dans une France à +4 °C, les années aussi chaudes que 2022 deviennent anormalement fraîches et les records de température en Bretagne augmentent, avec une possibilité d'atteindre plus de 46 °C, selon la majorité des modèles, voire 51 °C selon les modèles pessimistes (OEB, 2025).

A retenir



16



Annexe III – Grille d'évaluation de la vulnérabilité ou de l'opportunité globale pour un objet d'étude

Source : Guide Natur'Adapt (Coudurier *et al.*, 2023)

| | | CAPACITÉ D'ADAPTATION GLOBALE (Q10) | | | | |
|--|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|
| | | Nulle | Faible | Moyenne | Forte | |
| EXPOSITION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE (Q6) | SENSIBILITÉ INTRINSEQUE (Q5) | Forte | Vulnérabilité très forte | Vulnérabilité très forte | Vulnérabilité forte | Vulnérabilité moyenne |
| | | Moyenne | Vulnérabilité très forte | Vulnérabilité forte | Vulnérabilité moyenne | Vulnérabilité faible |
| | | Faible | Vulnérabilité forte | Vulnérabilité moyenne | Vulnérabilité faible | Vulnérabilité faible |
| Neutre | Forte | Indifférent | | | | |
| | Moyenne | Indifférent | | | | |
| | Faible | Indifférent | | | | |
| Favorable | Faible | Opportunité faible | Opportunité faible | Opportunité moyenne | Opportunité forte | |
| | Moyenne | Opportunité faible | Opportunité moyenne | Opportunité forte | Opportunité très forte | |
| | Forte | Opportunité moyenne | Opportunité forte | Opportunité très forte | Opportunité très forte | |

Annexe IV – Trame des entretiens semi-directifs

Cet entretien va nous permettre de collecter des informations “à dire d’expert”. Nous sommes intéressées par des tendances d’évolution, même sans certitude, tant que le niveau de confiance accordé à l’information est précisé.

Objet d’analyse

1. Comment définissez-vous l’objet d’analyse ?
2. A quel point connaissez-vous le site d’étude ?
3. Quels sont les principaux paramètres et aléas climatiques qui peuvent affecter l’objet d’analyse ? Comment ? et à quel point ?
 - Effets observés
 - Effets potentiels
4. A quel point l’objet d’analyse peut-il s’adapter aux variations climatiques et à leurs effets ? Et comment ?

Espèces : face à l’évolution climatique, l’espèce est-elle capable de s’adapter : habitat / alimentation / physiologie / comportement / plasticité / capacité de dispersion ... Si oui, comment et dans quelles conditions ? ...

Habitats/milieux : face à l’évolution climatique, l’habitat peut-il s’adapter ? sous quelles conditions ? Comment l’habitat pourrait-il évoluer ? ou se recréer ailleurs ? ...

Fonctions et composantes abiotiques : face à l’évolution climatique, quelle résilience ? comment les caractéristiques physico-chimiques, géomorphologiques, paysagères peuvent-elles évoluer ?

5. Quels sont les facteurs extérieurs qui peuvent limiter ou favoriser l’évolution de l’objet d’analyse ? et comment vont-ils évoluer dans le contexte de changements climatiques ?

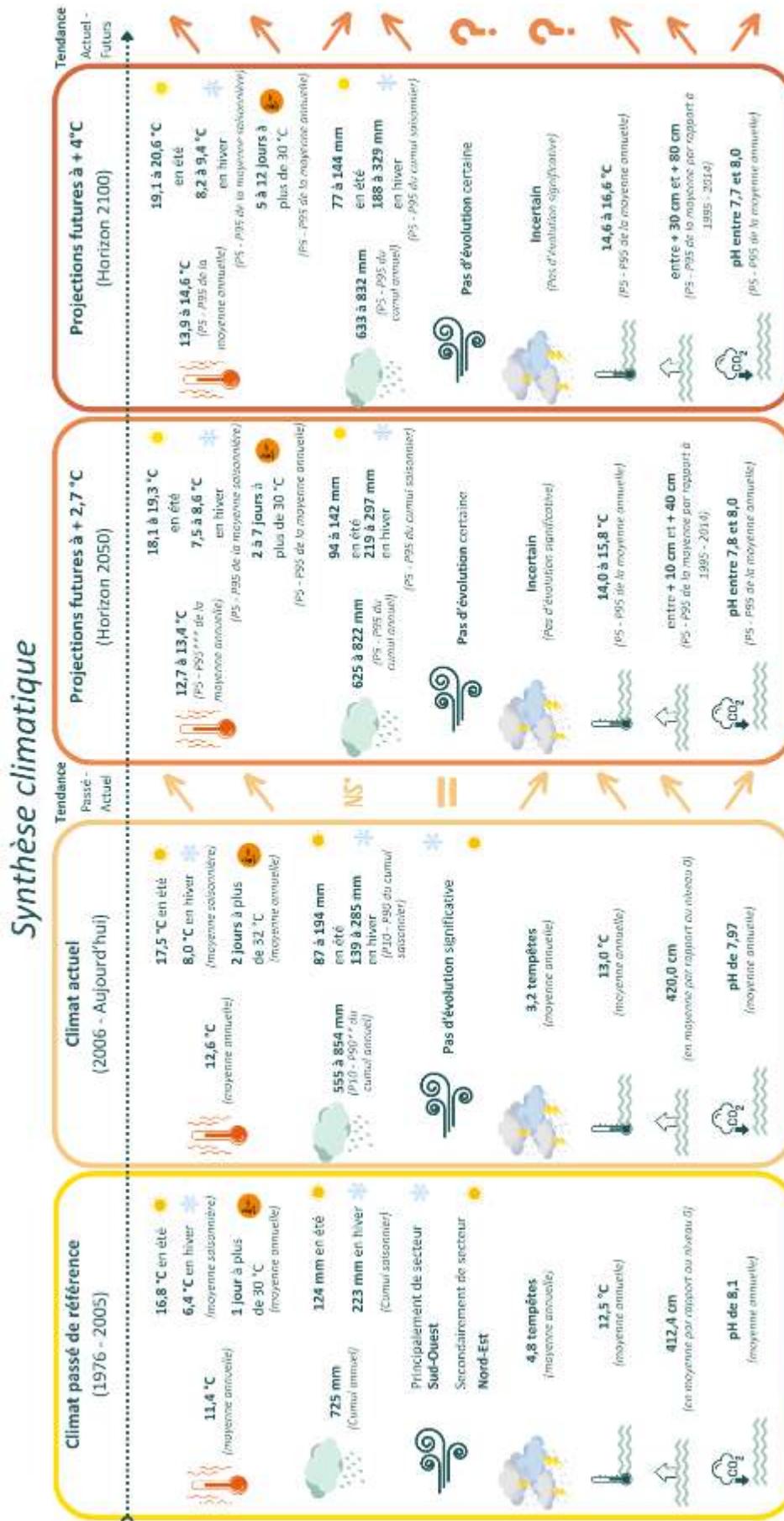
Pour un élément du patrimoine naturel : des activités humaines exerçant des pressions (fragmentation des milieux, prélèvement d’individus, etc.) ... et des facteurs environnementaux comme des barrières physiques au déplacement, des concurrences entre espèces, des espèces exotiques envahissantes, des pathogènes, etc.

6. Quelles sont les limites aujourd’hui pour l’évaluation de la vulnérabilité ? Quels moyens pour approfondir nos connaissances (suivis, études, ...) ?

7. Comment évalueriez-vous :

- l’exposition au changement climatique : favorable - indifférent - défavorable
- la sensibilité : faible - moyenne - forte
- la capacité d’adaptation : nulle - faible - moyenne - forte

Annexe V – Synthèse climatique sur le territoire de la baie de Saint-Brieuc en pleine page



Sources des données : Observatoire de l'environnement en Bretagne (OEB), Météo France, Marine Biological Association of the United Kingdom and Plymouth Marine Laboratory, SOMLIT, SHOM, IPCC (WG1), RMN de la baie de Saint-Brieuc, Maison de la baie (flottilles), C. Cabaret

*NS : Non significatif
**P10 - P90 : 80 % des cumuls sont compris entre ces valeurs
***P5 - P95 : 90 % des modèles prévoient des données comprises entre ces valeurs

Annexe VI - Fiche d'analyse de la vulnérabilité de l'objet « Mytiliculture »



Description

L'activité mytilicole de la baie de Saint-Brieuc se trouve dans l'anse de Morieux et constitue le deuxième bassin mytilicole de Bretagne nord et le quatrième au niveau national (10% de la production de moules sur bouchots à l'échelle nationale). En effet, la production annuelle de moules de bouchots (*Mytilus edulis*) est de l'ordre de 4000 tonnes, assurée par 18 entreprises sur des concessions couvrant environ 320 ha (Ponsero et al., 2019).

La production de moules de bouchots suit un cycle saisonnier :

Avril-mai : Captage du naissaïn sur des cordes, sur les côtes atlantiques.

Juin-août : Une fois acheminées sur un secteur d'élevage, les cordes reposent sur des structures planes, où les petites moules vont pouvoir commencer leur développement et s'adapter aux rythmes des marées.

A partir de l'été : Ces cordes sont découpées en morceaux de 3 mètres, puis enroulées autour des pieux pour les ensemercer. Les dispositifs anti-prédation sont installés à ce moment-là.

Jusqu'au printemps : Entre l'été N et l'été N+1, les moules se développent sur les pieux de bouchots, et des filets de catinage sont mis pour favoriser le maintien des moules et éviter qu'elles ne se détachent lors d'épisodes de fortes houles.

De mai à octobre : Les grappes de moules sont récoltées par des engins adaptés (les pêcheuses), qui consistent à retirer tout ce qui a été mis en place sur les pieux (Ferrandin, 2022).

L'ensemble des mytiliculteurs interrogés observent des changements de leur environnement de travail depuis 20 ans. Cependant, il est difficile à leur échelle d'attribuer ces modifications aux changements climatiques, par manque de données locales anciennes.

Exposition aux changements climatiques

Température de l'eau : ↗

Orientation des vents : ?

pH de l'eau : ↘

Tempêtes : ?

Défavorable

Neutre

Favorable

Sensibilité

Effets observés :

- Tempêtes : arrachent les moules et dispositifs anti pré-dégradation
- Vent de N-E en avril-mai « vide » les moules
- Acidification : allonge le temps de poussée, fragilise la coquille en limitant le processus de calcification, ↘ production de byssus (Tan et Zheng, 2020 ; Allison et al., 2011) --> décrochage des moules par le vent et la houle
- ↗ température : ↗ captage d'autres bivalves (e.g. Coquille Saint-Jacques) --> compétition pour les ressources
- Augmentation de la pré-dégradation
- Difficulté à regarnir des pieux en cours de saison avec des moules surnuméraires prélevées sur d'autres pieux
- Arrivée d'espèces invasives : *Magallana gigas* (huître creuse) se développe de plus en plus sur les bouchots et vient concurrencer les moules (Pousse sur les bouchots et consommation globale de phytoplancton)

Effets potentiels :

- Housse des températures et acidifications vont provoquer des blooms de phytoplancton toxique (Ifremer, 2022) --> fermeture des exploitations temporaire
- Prolifération de *Magallana gigas* par rapport à *mytilus edulis* (Filgueira et al., 2016)
- Problèmes de calcification : La calcification des moules pourrait diminuer de 25 % d'ici la fin du siècle (Gazeau et al., 2007)
- Diminution de la production et donc augmentation de l'incertitude économique (Cubillo et al., 2021 ; Srisunont et al., 2022)
- Intensification de la mytiliculture en moules suspendues (Maar et al., 2024)

Nulle

Faible

Moyenne

Forte



Activités humaines

Mytiliculture



Capacité d'adaptation

Intrinsèque :

Les adaptations suivantes sont déjà mises en place :

- Réduction de la densité de moules (sur les pieux et en nombre de pieux) : une forte densité de moules est + sensible aux changements climatiques qu'une faible densité de moules (Srisunont *et al.*, 2022).
- Adaptation de la zootechnie (ex : décalage dans le temps de la mise en place du naissain pour limiter la préation).
- Utilisation de + de plastique pour protéger de la préation (jupes) et limiter l'arrachage des moules par le vent et les vagues (filets)
- Méthodes innovantes : l'aquaculture multitrophique intégrée (AMTI), approche intensive et synergique consistant à cultiver des algues pour diminuer le pH de l'eau (en absorbant et en assimilant le CO₂ dissous dans l'eau environnante) (Tan et Zheng, 2020), ont été testées dans le cadre de projets de recherche en partenariat avec les mytiliculteurs de la baie --> résultats mitigés dû à la complexité de trouver une espèce d'algue assez résistante au soleil, au froid, au vent et à la houle.

=> Succès de ces méthodes d'adaptation assez aléatoire, car dépend de nombreux paramètres.

Autres pistes d'adaptation envisagées :

- Sélection de variétés et d'espèces plus adaptées ou avec un cycle de vie court et ayant donc une meilleure capacité d'adaptation (Tan et Zheng, 2020)
- Déplacement de l'activité vers le large pour éviter l'amplification des effets de l'acidification et des polluants organiques (Tan et Zheng, 2020) --> non envisageable de leur point de vue

Facteurs extérieurs :

- Production primaire en baisse
- Préation : touche toutes les âges de moules et est effectuée par les macreuses, goélands, poissons, étoiles de mer, araignées, bigorneau perceur et crabe vert.
- Politiques environnementales, notamment sur la lutte contre la préation par les goélands et les araignées de mer (espèce commercialisable).
- Présence de la RNN à proximité : accentue la surveillance de leur activité, limite leurs zones de circulation (couloir de passage) et peut freiner certaines méthodes pour lutter contre la préation. De plus, une sensibilisation importante est faite sur les déchets plastiques, provenant majoritairement de la mytiliculture.
- Concurrence trophique et régulation : augmentation de la quantité de coquilles Saint-Jacques dans la baie pourrait être régulée par le retour du poulpe (+ réduction de la préation par les araignées)--> «allié» efficace
- Qualité de l'eau : intrants organiques, dépôt de la vase du port du légué dans la baie
- Marée vertes : colmatent et gênent la progression des engins (algues à la dérivent), ralentissent la croissance des moules, augmentent leur mortalité et engendrent un nettoyage supplémentaire avant la vente (Savelli et Louvigny, 2025)
- Barrage du Gouessant : retient les nutriments et sels minéraux --> Arrasement du barrage négatif à court terme mais bénéfique à long terme

Nulle

Faible

Moyenne

Forte

Vulnérabilité

Les effets des changements climatiques sur la mytiliculture ne sont pas seulement hypothétiques mais déjà bien observés, par les chercheurs comme les mytiliculteurs eux-mêmes. De nombreux paramètres climatiques affectent négativement la production de moule et s'ajoutent aux pressions pesant déjà sur l'activité, comme la préation, la concurrence trophique ou la mauvaise qualité de l'eau. Des mesures d'adaptation sont déjà mises en place depuis plusieurs années. Cependant, certaines comme l'utilisation massive du plastique sont peu souhaitables, et d'autres fondées sur la nature montrent une efficacité extrêmement variable. Les mesures plus radicales comme le déplacement de l'activité vers le large engendreraient un bouleversement complet de l'activité telle qu'elle est pratiquée aujourd'hui et n'est pour l'instant pas envisagé par cette génération de mytiliculteurs. Dans l'ensemble, la forte exposition aux changements climatiques et les moyens d'adaptation limités rendent cette pratique historique très vulnérable aux changements climatiques.

Nulle

Faible

Moyenne

Forte

Très Forte



Activités humaines

Mytiliculture



Objets associés

Gestion des marées vertes, Tourisme et activités de loisir, Pêche, Avifaune nicheuse, Estrand, Production primaire, Estuaire



Connaissances manquantes

Manque de données anciennes

Mesure de paramètres physico-chimiques en mer pour attribuer les changements observés aux changements climatiques ou non : en cours de déploiement

Projet CocoriCO2 fini en 2023, en attente des résultats

Sources

Acteurs locaux mobilisés :

Entretien de groupe avec 5 mytiliculteurs de la baie

Bibliographie :

ALLISON, Edward H., BADJECK, Marie-Caroline et MEINHOLD, Kathrin, 2011. The Implications of Global Climate Change for Molluscan Aquaculture. In : Shellfish Aquaculture and the Environment. 1. Wiley. p. 461 490. ISBN 978-0-8138-1413-1.

CUBILLO, Alhambra Martinez, FERREIRA, João G., LENCART-SILVA, João, TAYLOR, Nick G.H., KENNERLEY, Adam, GUILDER, James, KAY, Susan et KAMERMANS, Pauline, 2021. Direct effects of climate change on productivity of European aquaculture. Aquaculture International. Vol. 29, n° 4, p. 1561 1590. DOI 10.1007/s10499-021-00694-6.

FERRANDIN, Geoffrey, 2022. Déchets plastiques mytilicoles en Baie de Saint-Brieuc – Etat des lieux et perspectives.

GAZEAU, Frédéric, QUIBLIER, Christophe, JANSEN, Jeroen M., GATTUSO, Jean-Pierre, MIDDELBURG, Jack J. et HEIP, Carlo H. R., 2007. Impact of elevated CO₂ on shellfish calcification. Geophysical Research Letters. Vol. 34, n° 7. DOI 10.1029/2006GL028554.

MAAR, Marie, LARSEN, Janus, BUTENSCHÖN, Momme, KRISTIANSEN, Trond, THODSEN, Hans, TAYLOR, Daniel et SCHOURUP-KRISTENSEN, Vibe, 2024. Impacts of climate change on water quality, benthic mussels, and suspended mussel culture in a shallow, eutrophic estuary. Heliyon. Vol. 10, n° 3, p. e25218. DOI 10.1016/j.heliyon.2024.e25218.

TAN, Karsoon et ZHENG, Huiping, 2020. Ocean acidification and adaptive bivalve farming. Science of The Total Environment. Vol. 701, pp. 134794. DOI 10.1016/j.scitotenv.2019.134794.

Annexe VII - Fiche d'analyse de la vulnérabilité de l'objet « Estrand »

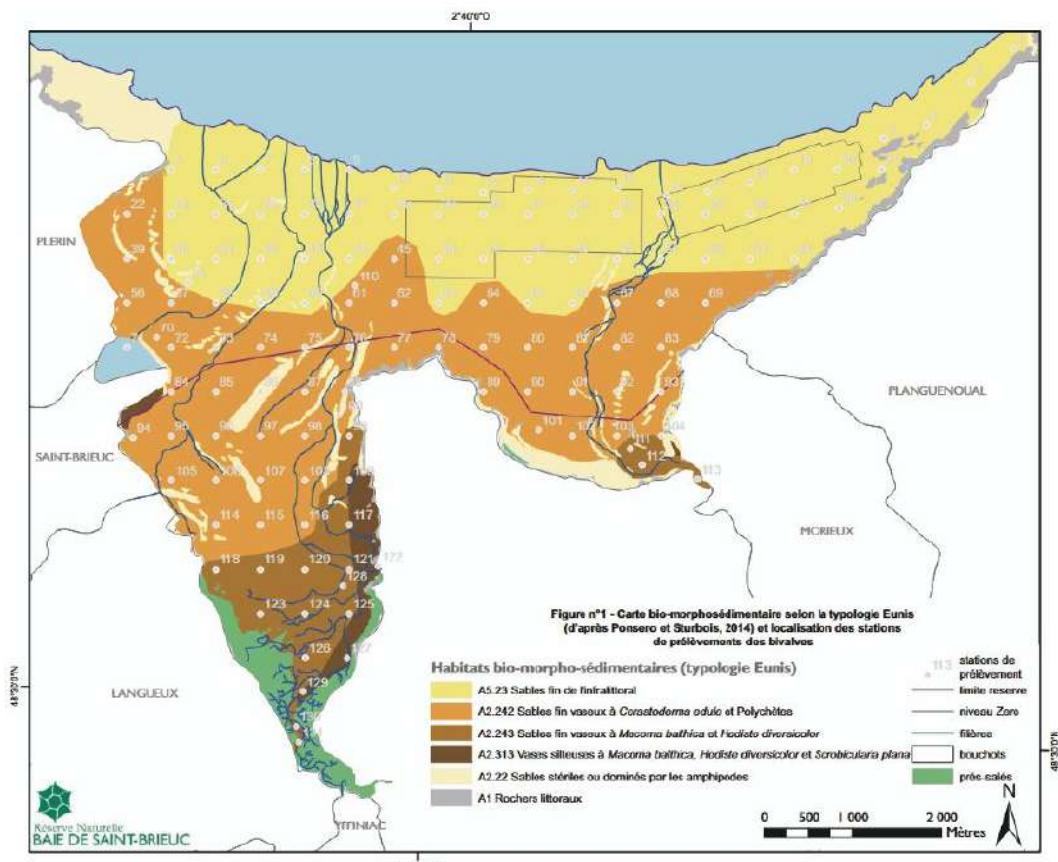


Description

L'estran est défini comme la zone de balancement des marées (ou zone intertidale), depuis les niveaux de pleine mer et de basse mer de vives eaux. La Bretagne marquant la frontière biogéographique entre deux zones différentes, on retrouve une grande diversité d'espèces en Manche occidentale, affiliées aux eaux chaudes et froides (Gaudin, 2017).

En baie de Saint-Brieuc, différents habitats sont distribués du bas vers le haut d'estran : sables fins de l'infra-littoral, sables fins vaseux à *Cerastoderma edule* et Polychètes, sables fins vaseux à *Macoma balthica* et *Hediste diversicolor*, et vases siteuses à *Macoma balthica*, *Hediste diversicolor* et *Scrobicularia plana* (Ponsero et al., 2023). Les populations animales et végétales se répartissent sur l'estran en fonction de la capacité des organismes à tolérer une immersion ou une émergence variable. Bien que faisant partie de l'estran par définition, les prés salés sont ici traités séparément.

Dans le fond de baie, les bivalves constituent une ressource alimentaire importante pour les juvéniles de poissons plats, crustacés et pour de nombreuses espèces de limicoles. Certaines espèces de bivalves sont également exploitées dans le cadre de la pêche professionnelle ou de loisir (Ponsero et al., 2023). En effet, l'estran se caractérise aussi par son accessibilité, ne nécessitant pas d'embarcation pour s'y rendre à marée basse.



Exposition aux changements climatiques

Température de l'eau : ↗

Température de l'air : ↗

pH de l'eau : ↙

Tempêtes : ?

Houle : ?

Elévation du niveau marin : ↗

Défavorable

Neutre

Favorable

Estran



Sensibilité

Effets observés :

- ↗ mortalité de coques de 2-3 ans en 2017, 2018, 2020, 2021, 2023 et 2024 --> conditions favorables de recrutement mais conditions de survie défavorables des premiers stades suivants (cause inconnue) (Ponsero *et al.*, 2023).

- Match-mismatch entre les proies et prédateurs

Ex de *Macoma balthica* : Date de ponte plus précoce --> décalage entre bloom de phytoplancton et larves --> disponibilité en nourriture réduite pendant la phase pélagique --> ↓ taux de croissance --> ↑ âge et ↓ taille des larves compétentes (pour la métamorphose) --> ↑ prédation pélagique et de l'advection vers la haute mer --> ↑ mortalité larvaire et post-larvaire --> ↓ stocks (Philippart *et al.*, 2003)

- Pathogènes :

Ex des ormeaux en Bretagne : quand $T^{\circ}\text{C} > 18^{\circ}\text{C}$ des bactéries pathogènes (toujours présentes) se développent massivement --> engendre 60-70% de mortalité

- Tropicalisation et déboréalisatation :

Forte diminution du nombre d'occurrences des espèces d'eaux froides et forte augmentation de celui des espèces d'eaux chaudes sans déplacement de l'aire de distribution pour la macrofaune benthique en Manche (Gaudin, 2017)

--> les espèces boréo arctiques ont tendance à remonter et disparaître (e.g. *Laminaria digitata*), à échelle de vie humaine : plusieurs dizaines de km/an

--> nouvelles interactions et nouvelles communautés

- Événements marquants :

- Explosion de poulpe en Bretagne

- Coquille Saint-Jacques : ↓ d'hiver rigoureux --> ↓ de perte lors de la reproduction --> ↑ population

- Mortalités massives lors des vagues de chaleur

- Tempêtes : destruction massive des communautés

Effets potentiels :

- Amplification des effets existants

- Déplacement des aires de distribution

- ↓ biodiversité benthique en limite d'aire de répartition (e.g. *Macoma balthica* (Philippart *et al.*, 2003)), en particulier là où les voies de connexion sont limitées ou manquantes, limitant l'arrivée de nouveaux individus (Gaudin *et al.*, 2018)

- La phase larvaire des bivalves ou gastéropodes est très dépendante des températures : ↑ $T^{\circ}\text{C}$ --> raccourcissement de la phase larvaire (elle peut passer de 2 mois à 2 semaines). Or c'est la phase qui permet de se déplacer et de coloniser de nouveaux milieux, relier différentes populations entre elles. Si les larves ne peuvent plus se déplacer aussi loin : on a moins de dispersion, on isole les populations et empêche la recolonisation de milieux

- Nouveaux arrivants :

Ex de l'huître du Pacifique *Magallana gigas* : considérée limitée par des températures de l'eau trop basses pour une reproduction et un établissement naturels au moment de son introduction (1960) (Philippart *et al.*, 2003)

--> Attention aux espèces proches de leur limite méridionale car ce seront les premières à disparaître

--> L'estran de la baie de Saint-Brieuc ne ressemblera pas à celui du bassin d'Arcachon car toutes les espèces ne se déplacent à la même vitesse --> communautés complètement nouvelles, jamais décrites, avec des espèces qui n'ont pas été en interaction depuis longtemps

- Atteinte de seuils provoquant des réactions en cascade

- Pathogènes : difficile de prévoir les équilibres futurs entre les hôtes et leurs pathogènes

- Élévation du niveau de la mer :

- Si surface disponible --> décalage spatial de l'estran
- S'il y a des habitations, des digues, etc.--> réduction de la surface de l'estran et donc de l'habitat (effet de compression côtière)

- Périodes prolongées de baisse du recrutement et des stocks de bivalves--> modifications des réseaux trophiques + réduction de la résilience du système face à d'autres perturbations (épuisement et perturbations causées par la pêche) (Philippart *et al.*, 2003)

- ↓ stocks adultes d'espèces d'eaux froides (e.g. *Macoma*) --> ↓ capacité de charge du système pour les prédateurs de bivalves tels que les oiseaux (pour lesquels les huîtres sont difficilement comestibles) (Philippart *et al.*, 2003)

--> Si une espèce d'affinité boréale disparaît et est remplacée par une espèce méridionale--> peu de conséquences pour les oiseaux à condition que la biomasse reste la même et qu'ils restent accessibles (même strate de sédiment) et assimilables. Sinon--> risque de baisse d'attractivité du site pour les oiseaux et autres prédateurs

| | | | |
|-------|--------|---------|-------|
| Nulle | Faible | Moyenne | Forte |
|-------|--------|---------|-------|

Estran



Capacité d'adaptation

Intrinsèque :

- Les espèces :

- adaptation génétique par sélection naturelle nécessite un temps de génération trop important par rapport à la vitesse du CC --> pas possible de s'adapter génétiquement (surtout les espèces en limite d'aire)

- tolérance : les organismes de l'estran sont habitués aux variations de températures et sont donc plus tolérants (dans la limite des seuils à ne pas dépasser), les individus moins sensibles seront sélectionnés, les populations seront plus résistantes mais seront-elles assez résistantes ?

--> Capacité d'adaptation relativement faible concernant la faune intertidale

- Estran :

- dépend des nouvelles communautés (espèces d'affinité d'eau chaude avec capacité de dispersion)

- turn over dans la composition des communautés donc pas forcément « mort » de l'estran

Facteurs extérieurs :

- Configuration des lieux

- Front d'Ouessant (zone du Finistère plus froide) :

--> préserve la Bretagne Nord de l'augmentation des températures pour l'instant (vs. golfe de Gascogne)

--> Mais Faune sarnienne habituée des eaux chaudes dans le golfe Normand Breton --> le front thermique pourrait constituer une barrière au déplacement des espèces du golfe de Gascogne vers le nord

- Politiques locales (favorable ou défavorable) : Que fait-on de l'arrière-pays ? Se retirer ? Enrocher et construire des digues ? Artificialiser pour limiter l'érosion ? --> conflits d'usage et d'intérêt en cours et à venir

- Politiques nationales

• Qualité de l'environnement --> plus une communauté est dégradée, moins elle sera résiliente :

- Qualité de l'eau

Ex : eutrophisation → visible avec algues vertes à Saint-Brieuc, vient asphyxier le sédiment au même moment que les vagues de chaleur, mais restauration rapide ensuite ; à long terme, possibilités de changement dans les communautés (+ opportunistes, - biomasse, - richesse spécifique) ; compétition avec le phytoplancton consommé par les suspensivores (Ponsero et Sturbois, 2024).

- Etat des populations : espèces avec une plus grande diversité génétique sont plus résilientes

- Niveau de protection : la littérature démontre très clairement que les communautés dans les AMP sont plus résilientes car subissent moins de pressions qu'en dehors (Garcia et al., 2013), mais que jusqu'à un certain seuil (change rien face aux événements extrêmes comme les tempêtes)

- Niveau de pression (corrélatif au niveau de protection) : si surexploitation de la ressource par la pêche --> appauvrissement communautaire

- Communautés phytoplanctoniques : facteur limitant pour la croissance et le développement des larves d'invertébrés (Philippart et al., 2003)

- Mytiliculture : compaction accrue du sédiment sur la zone d'emprise des bouchots (Ponsero et al., 2019)

- Dragage du port du Légué : dépôt de sédiments

- Actions de sensibilisation sur l'estran lors des grandes marées

Vulnérabilité

Bien que les organismes de la zone intertidale soient adaptés aux variations extrêmes de conditions physico-chimiques, les effets des changements climatiques à l'échelle des individus (seuils physiologiques, phénologie, morphologie, comportement, ...) sont déjà observés en Manche. La structure et la composition des communautés commencent également à se modifier, et à tendre vers un changement dans la distribution des espèces. Il est cependant très difficile d'évaluer et de prévoir les effets de cascade trophique induits par les interactions entre les espèces benthiques, et donc l'évolution du fonctionnement de l'écosystème estran. La conservation de la fonctionnalité écologique de l'estran dépend alors des potentielles nouvelles communautés et de la capacité d'adaptation du régime alimentaire des prédateurs. C'est pourquoi il est essentiel que les gestionnaires ne concentrent pas leurs efforts à la préservation d'espèces en particulier, mais assurent bien le maintien de la fonctionnalité de l'estran en tant que zone d'alimentation pour l'avifaune et l'ichtyofaune.

Nulle

Faible

Moyenne

Forte

Vulnérabilité

Nulle

Faible

Moyenne

Forte

Très Forte



Objets associés

Avifaune hivernante, Production primaire, Herbiers de zostères, Pêche, Gestion des marées vertes, Mytiliculture, Tourisme et activités de loisir, Activités équestres professionnelles, Education à l'environnement



Connaissances manquantes

Manque de suivis sur le milieu intertidal de manière général, mais moins vrai en baie de Saint-Brieuc (présence de la RNN, études par l'Ifremer)

Comprendre comment les stress s'inscrivent dans tout le réseau d'interaction biotique et abiotique du milieu est très difficile

Besoin de connaissances sur les tolérances des espèces à la température (courbe de thermo tolérance) et les capacités de récupération des populations

Comparer les estrans sablo vaseux le long du littoral français : est-ce qu'il y a des profondes différences entre BSB, bassin d'Arcachon, baie d'Oléron, ... --> permet de savoir s'il y a des risques importants en BSB ou pas (perspective à l'échelle de l'observatoire du patrimoine naturel de Réerves Naturelles de France).

Nouveau suivi en BSB des paramètres physico-chimiques (température dans le sédiment, O2) pour étudier les causes de la mortalité des coques et l'hypothèse des changements climatiques --> résultats à venir

Sources

Acteurs locaux mobilisés :

4 entretiens semi-directifs avec des chercheurs spécialistes de l'estran (LEMAR, Ifremer, CNRS)

Bibliographie :

GAUDIN François, 2017. Effets du changement climatique sur la distribution de la macrofaune benthique en Manche. phdthesis. Université Pierre et Marie Curie- Paris VI. Disponible à l'adresse : <https://theses.hal.science/tel-01661329>

GAUDIN François, DESROY Nicolas, DUBOIS Stanislas F, BROUDIN Caroline, CABIOCH Louis, FOURNIER Jérôme, GENTIL Franck, GRALL Jacques, HOUBIN Céline, LE MAO Patrick et THIÉBAUT Éric, 2018. Marine sublittoral benthos fails to track temperature in response to climate change in a biogeographical transition zone. NORKKO, Joanna (éd.), ICES Journal of Marine. Vol. 75, n° 6, p. 1894 1907. DOI 10.1093/icesjms/fsy095.

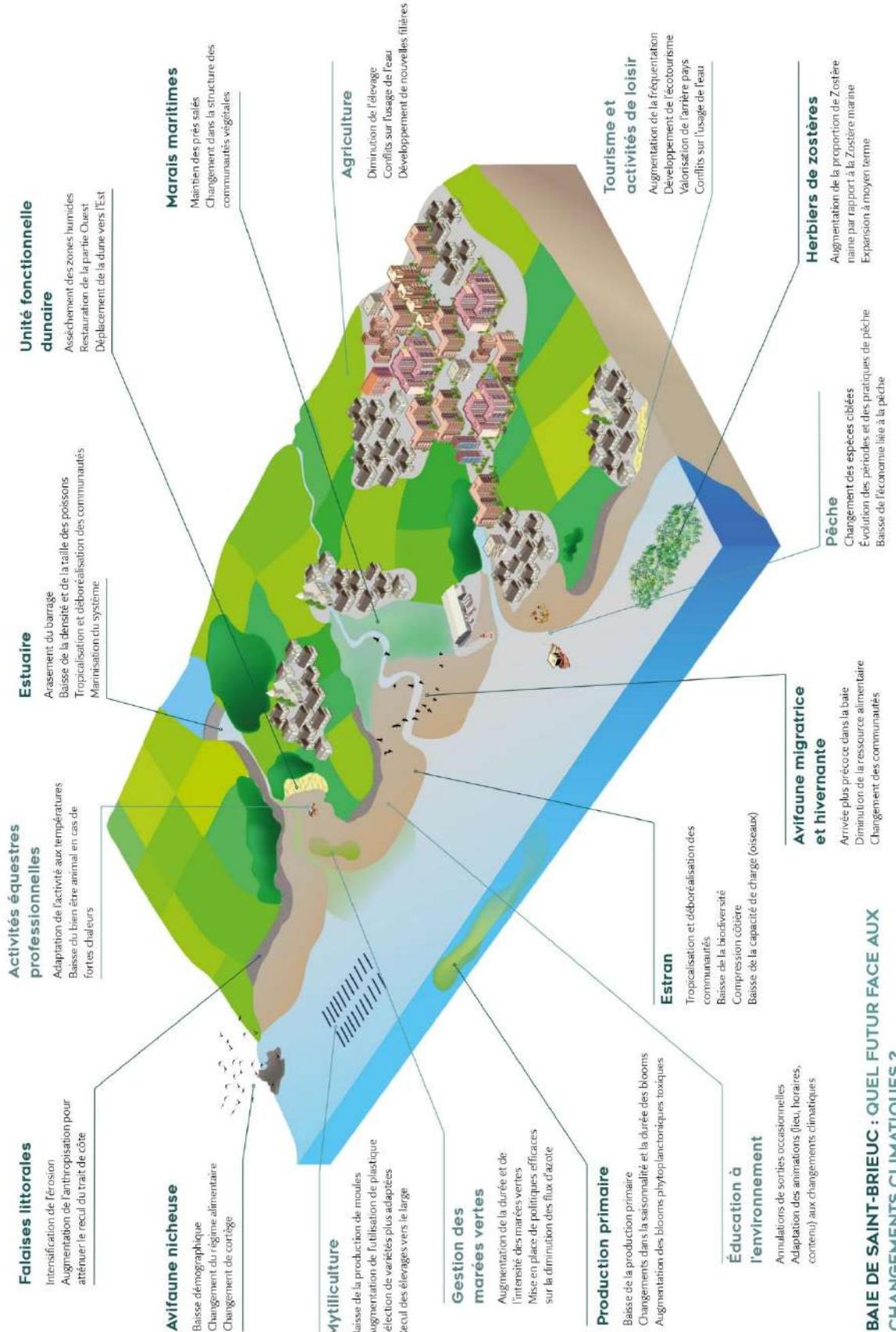
PHILIPPART Catharina J. M., VAN AKEN Hendrik M., BEUKEMA Jan J., BOS Oscar G., CADÉE Gerhard C. et DEKKER Rob, 2003. Climate-related changes in recruitment of the bivalve Macoma balthica. Limnology and Oceanography. Vol. 48, n° 6, p. 2171 2185. DOI 10.4319/lo.2003.48.6.2171.

PONZERO Alain, STURBOIS Anthony et JAMET Cédric, 2019. Volume A : Etat des lieux : Plan de gestion de la Réserve naturelle baie de Saint-Brieuc- 2019- 2028. Réserve naturelle de la baie de Saint-Brieuc.

PONZERO Alain, STURBOIS Anthony, SOLSONA Nolwenn, GONIDEC-LE BRIS Enora, JAMET Cédric et DABOUINEAU Laurent, 2023. Evaluation spatiale et temporelle des mollusques bivalves (Scrobicularia plana, Macoma balthica, Macomangulus tenuis, Fabulina fabula, Cerastoderma edule, Donax vittatus...) de la baie de Saint-Brieuc, 12ème édition. Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc.

PONZERO Alain et STURBOIS Anthony, 2024. Synthèse des connaissances de l'impact des marées vertes sur les écosystèmes de fond de baie de Saint-Brieuc. Réserve naturelle nationale de la baie de Saint-Brieuc.

Annexe VIII - Bloc diagramme - Baie de Saint-Brieuc : Quel futur face aux changements climatiques ? en pleine page
 Réalisation : Ollivier Pauline et Ponsero Alain



BAIE DE SAINT-BRIEUC : QUEL FUTUR FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ?

| | |
|--|--|
|  | <p>Diplôme : Ingénieur du Paysage Spécialité : Génie de l'environnement Spécialisation / option : Préservation, aménagement des milieux et écologie quantitative (PAMEQ) Enseignant référent : Loïs Morel</p> |
| Auteur(s) : Pauline Ollivier Date de naissance* : 25 novembre 2000 | Organisme d'accueil : VivArmor Nature Adresse : |
| Nb pages : 29 Annexe(s) : 8 | 18 C Rue du Sabot, 22440 PLOUFRAGAN |
| Année de soutenance : 2025 | Maître de stage : Nolwenn Solsona |
| <p>Titre français : Adaptation aux changements climatiques des aires protégées : cas de la démarche Natur'Adapt sur la Réserve naturelle nationale de la baie de Saint Brieuc</p> | |
| <p>Titre anglais : Adaptation of protected areas to climate change: the case study of the Natur'Adapt initiative in the Saint-Brieuc Bay National Nature Reserve</p> | |
| <p>Résumé (1600 caractères maximum) :</p> | |
| <p>Dans le contexte de changements climatiques, les gestionnaires d'aires protégées sont confrontés à de nombreux questionnements quant à l'avenir de leur site et de leurs objectifs de gestion. Afin de les guider dans leur démarche d'adaptation, Réserves Naturelles de France a développé la méthode Natur'Adapt, mêlant analyse du climat et du socio-écosystème dans lequel s'intègre l'aire protégée. Dans ce travail, la mise en œuvre des deux premières phases de cette méthode sur le site de la réserve naturelle nationale de la baie de Saint-Brieuc a été étudiée. La réalisation du diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité de la réserve a permis d'anticiper les effets des changements climatiques locaux et d'attirer l'attention sur les éléments les plus vulnérables afin d'initier une stratégie d'adaptation. La méthodologie s'est donc avérée particulièrement bien pensée, dans sa structuration comme dans sa flexibilité. Il a aussi été mis en évidence que l'implication des acteurs locaux tout au long de la démarche était un facteur essentiel pour la qualité, l'acceptabilité et la pérennité de la stratégie d'adaptation. Enfin, les difficultés relevant de l'exercice d'analyse prospective transdisciplinaire sont bien prises en compte dans la méthodologie Natur'Adapt, qui accompagne les gestionnaires dans la conduite de l'analyse et l'acceptation de l'incertitude. Dans l'ensemble, ce travail invite à requestionner le rôle des aires protégées dans l'atténuation et l'adaptation aux changements climatiques à plus large échelle.</p> | |
| <p>Abstract (1600 caractères maximum) :</p> | |
| <p>In the context of climate change, protected area managers are faced with many questions about the future of their sites and their management objectives. To guide them in their adaptation efforts, Réserves Naturelles de France has developed the Natur'Adapt method, which combines climate analysis with analysis of the socio-ecosystem in which the protected area is located. In this study, the implementation of the first two phases of this method at the Saint-Brieuc Bay National Nature Reserve was analysed. The vulnerability and opportunity assessment of the reserve made it possible to anticipate the effects of local climate change and draw attention to the most vulnerable elements in order to initiate an adaptation strategy. The methodology therefore proved to be particularly well designed, both in terms of its structure and its flexibility. It was also highlighted that the involvement of local stakeholders throughout the process was an essential factor in the quality, acceptability and sustainability of the adaptation strategy. Finally, the difficulties involved in transdisciplinary prospective analysis are fully taken into account in the Natur'Adapt methodology, which supports managers in conducting the analysis and accepting uncertainty. Overall, this work invites us to re-examine the role of protected areas in mitigating and adapting to climate change on a wider scale.</p> | |
| <p>Mots-clés : Changement climatique – Aire protégée – Littoral – Adaptation – Natur'Adapt</p> | |
| <p>Key Words: Climate change – Protected area – Littoral – Adaptation – Natur'Adapt</p> | |

* Élément qui permet d'enregistrer les notices auteurs dans le catalogue des bibliothèques universitaires