

# Démarche d'adaptation au changement climatique sur les sites Natura 2000

Etude de cas

Baie de Saint-Brieuc Est ; Cap d'Erquy – Cap Fréhel ; Baie de  
Lancieroux – Ile de la Colombière

Volume I – Récit climatique et hydrologique



CAUSSE N. et coll., 2025. Diagnostic de vulnérabilité au changement climatique de trois sites Natura 2000 de Bretagne Nord – application de la méthode Life Natur'Adapt. Volume 1 : Récit climatique et hydrologique, 42 p.

## Sommaire

Partie 1 : Cadre général et méthodologie.....	2
I. Méthodologie Natur'Adapt.....	2
II. Cadre d'analyse – 3 sites Natura 2000 côtiers en Bretagne Nord.....	3
1- Caractéristiques générales des sites.....	4
2- Vulnérabilités et impacts du changement climatique .....	5
3- Dynamiques écologiques et connectivité entre sites.....	8
Partie 2 : Récit climatique.....	10
I. Evolution en cours des principaux indicateurs climatiques et océanographiques11	
1- Précipitations .....	11
2- Température de l'air .....	13
3- Vents dominants.....	14
4- Caractérisation du climat .....	16
5- Températures des eaux côtières.....	18
6- Salinité .....	20
7- pH de l'eau de mer .....	21
8- Teneur en oxygène dissous dans l'eau de mer .....	22
II. Perspectives et dynamiques climatiques futures.....	23
1- Evolution future des paramètres climatiques .....	23
2- Evolution future des paramètres hydrologiques marins.....	26
3- Hausse du niveau marin .....	27
4- Tempêtes.....	28
5- Submersion marine.....	28
6- Erosion littorale .....	30
7- Résumé des impacts du réchauffement climatique sur la biodiversité marine et côtière.....	31
Bibliographie.....	35
Table des figures.....	37
Table des cartes.....	38
Table des tableaux.....	38

## Partie 1 : Cadre général et méthodologie

Le changement climatique est dorénavant une réalité qui s'impose aux gestionnaires d'espaces naturels. Dans les faits, un changement climatique se traduit par une modification durable dans le temps de paramètres météorologiques (température, précipitations, etc) et océanographiques (pH, salinité, etc). C'est, d'ailleurs, ce que Météo France observe déjà sur les dernières décennies, à l'échelle de la France ainsi qu'à l'échelle de la Bretagne Nord à laquelle sont rattachés les trois sites Natura 2000 côtiers de notre étude.

Le littoral est le témoin majeur des effets du changement climatique : une élévation du niveau de la mer pouvant atteindre 1 mètre d'ici 2100, 20% des côtes françaises exposées à des risques d'érosion et 1,5 million d'habitants concernés par la submersion marine.

Face à ces défis, et pour que le littoral reste un espace vivant et préservé, l'OFB et les trois sites Natura 2000 de Bretagne Nord s'engagent dans l'application du projet **Life Natur'Adapt**<sup>1</sup>, abordant l'adaptation des espaces naturels au changement climatique. Cette démarche fait écho à la volonté de compatibilité des plans et politiques publiques françaises avec le changement climatique, notamment à travers le 3<sup>ème</sup> plan national d'adaptation au changement climatique (PACC3), qui vise à renforcer la résilience des territoires et des écosystèmes face aux effets du changement climatique. Certaines AMP, et plus récemment le réseau des Parcs naturels marins français<sup>2</sup>, ont entamé une démarche similaire d'évaluation de leur responsabilité en matière d'adaptation. La Région Bretagne est elle aussi impliquée dans une démarche d'adaptation au changement climatique<sup>3</sup>. La Région affirme son engagement en faveur d'une action partenariale à l'échelle régionale, notamment à travers le lancement du projet Breizh Natur'Adapt, conduit en collaboration avec la DREAL, visant à accompagner les gestionnaires d'espaces naturels bretons dans leurs démarches d'adaptation au changement climatique.

Pour assurer une cohérence de l'action publique, une trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC) est établie, considérant que l'objectif d'un réchauffement maximum mondial de 2°C sera dépassé et qu'il sera atteint dès 2030 pour la France hexagonale avec une tendance conduisant à + 4°C à l'horizon 2100.

### I. Méthodologie Natur'Adapt

#### *Phase 1: Cadrage et immersion*

Cette 1<sup>ère</sup> étape a pour but l'immersion dans la thématique du changement climatique et ses principaux impacts sur la nature. La rédaction de la **note de cadrage** permet aussi de se plonger dans les fondamentaux des trois aires protégées et ses principales caractéristiques.

---

<sup>1</sup>C'est un projet collaboratif qui vise à intégrer le changement climatique dans la gestion des aires protégées en France et en Europe : <https://naturadapt.com>

<sup>2</sup>Office français de la biodiversité. *Changements climatiques dans les parcs naturels marins : du constat à l'action*. Paris : OFB, 2023.

<sup>3</sup><https://bretagne.bzh/actions/environnement/sadapter-au-changement-climatique>

## Phase 2 : Analyse prospective

Cette 2<sup>ème</sup> phase a pour objectif la compréhension des effets du changement climatique sur l'aire protégée. Cela implique une analyse prospective croisée des effets directs du changement climatique sur chacune des composantes (le climat, le patrimoine naturel, les activités humaines et les moyens de gestion) et des effets indirects, liés aux interactions qui existent entre les différentes composantes de l'aire protégée.

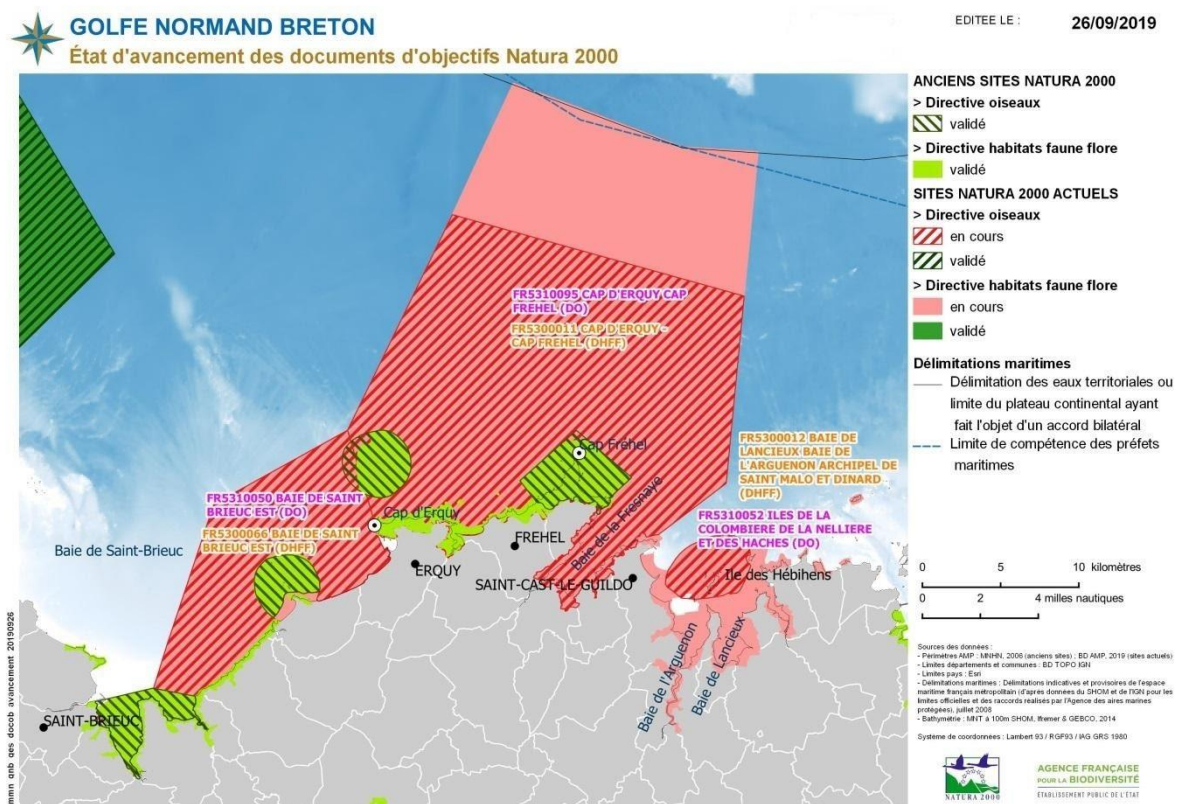
Le résultat attendu de cette première phase est la réalisation d'un **diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité de l'aire protégée**.

## Phase 3 : Adaptation de la gestion

Cette 3<sup>ème</sup> phase vise à planifier l'action en réponse aux résultats de l'analyse prospective.

Concrètement il s'agira d'élaborer un **plan d'adaptation de l'aire protégée** (composé d'une stratégie d'adaptation et de mesures d'adaptation associées), de définir le suivi-évaluation de ce plan d'adaptation dans une perspective de gestion adaptative et de préparer l'intégration des résultats de la démarche dans le document de référence pour la gestion.

## II. Cadre d'analyse – 3 sites Natura 2000 côtiers en Bretagne Nord



Carte 1 : Localisation des 3 sites Natura 2000 côtiers étudiés (OFB)

Le golfe normand-breton comprend 10 sites Natura 2000 dont six sites Natura 2000 en Bretagne Nord (Ile et Vilaine & Côtes d'Armor) :

- la ZSC et la ZPS de Saint-Brieuc Est
- la ZSC et la ZPS Cap d'Erquy – Cap Fréhel
- la ZSC Baie de Lancieux, Baie de l'Arguenon, Archipel de Saint-Malo et Dinard et la ZPS Iles de la Colombière, de la Nellière et des Haches

Ces trois sites bénéficieront d'une approche coordonnée dans le cadre de l'application de la méthodologie Natur'Adapt.

## 1- Caractéristiques générales des sites

Les trois sites retenus possèdent un large périmètre marin :

- la ZSC de la Baie de St Brieuc Est : 14 371 ha (97% marin) et la ZPS de Saint-Brieuc Est : 13 487 ha (99% marin)

L'animation du site est partagé entre l'OFB pour le volet marin et Saint-Brieuc Armor Agglomération pour la partie terrestre.

La Baie de St-Brieuc, forte de son marnage important, des apports des rivières côtières, de sa faible profondeur abrite des habitats littoraux et marins (estrans sableux, vasières et prés salés) favorables à l'accueil d'oiseaux d'eau. Le fond de la baie est d'ailleurs reconnue d'importance internationale pour l'accueil de ces oiseaux. L'enjeu principal est la préservation des zones d'alimentation des oiseaux (limicoles et anatidés), situées en particulier sur l'estran et les zones humides et estuariennes (vasières). Au large, des habitats particuliers comme le maërl et des zones d'alimentation favorables à des espèces comme le puffin des Baléares sont à signaler.

- la ZSC Cap D'Erquy – Cap Fréhel : 55 796 ha (à 97% marine) et la ZPS Cap d'Erquy – Cap Fréhel : 40 424 ha (95% marine)

L'animation du site est partagé entre l'OFB pour le volet marin et le Syndicat mixte Grand Site Cap d'Erquy – Cap Fréhel.

Ce site est marqué par une continuité d'habitats littoraux de toute première importance avec, notamment, le plus vaste ensemble armoricain de landes littorales, des falaises maritimes et des pelouses dunaires. Il abrite d'importantes colonies d'oiseaux marins (en particulier des populations reproductrices d'alcidés). Le secteur est fréquenté par le Grand Dauphin issu des populations sédentaires du golfe normand-breton. Dans la zone côtière, les bancs de maërl sont très présents à l'étage subtidal. La protection des falaises et la nidification des oiseaux marins sont les principaux enjeux du site, avec une attention particulière à la gestion de la fréquentation touristique et des espèces invasives.

- la ZSC Baie de Lancieux, Baie de l'Arguenon, Archipel de Saint-Malo et Dinard : 5 142 ha (75% marin) et la ZPS Iles de la Colombière, de la Nellière et des Haches : 1 689 ha (98,7% marin)

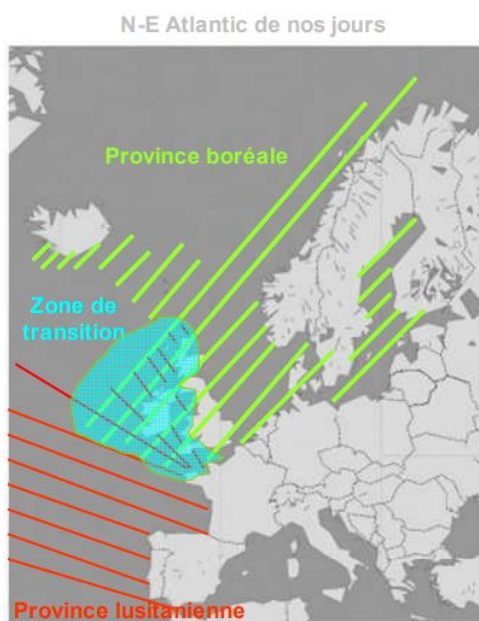
L'animation du site est partagée entre l'OFB pour le volet marin et le Parc Naturel Régional Vallée de la Rance – Côte d'Emeraude.

Ce site englobe de nombreuses îles et îlots, ainsi que 2 baies : d'une part, la baie de Lancieux avec ses marais maritimes, polders et prairies humides alcalines, d'autre part, la baie de l'Arguenon et son estuaire. Il s'agit d'un site remarquable pour ses récifs marins, herbiers de zostères et pelouses dunaires. Il abrite aussi, notamment sur l'île de la Colombière, d'importantes colonies d'oiseaux marins dont les Sternes pierregarin, de Dougall et caugek. La conservation des habitats sous-marins et des mammifères marins constituent l'enjeu principal du site, centré autour de la réduction des pressions liées à la navigation (plaisance, pêche, nautisme) et à la pollution.

## 2- Vulnérabilités et impacts du changement climatique

Les changements climatiques constituent une menace majeure pour les habitats et espèces d'intérêt communautaire dans les sites Natura 2000. Même si les gestionnaires n'ont que peu de prise sur ces forçages d'ordre mondial, ils peuvent néanmoins préparer l'adaptation des habitats et des espèces à l'échelle de leur périmètre respectif.

La science prédit difficilement les évolutions précises de la répartition future des espèces. Au-delà des suivis scientifiques sur la migration des espèces, les observations empiriques permettent parfois de mettre en évidence des tendances et d'appréhender les changements sur la biodiversité marine.



L'environnement marin du golfe normand-breton présente une situation très originale car il fait partie de l'unique zone **de transition biogéographique** (i.e. changement des espèces dominantes entre provinces biogéographiques adjacentes) à l'échelle de la façade Atlantique et de la Manche-mer du Nord française. Le massif armoricain se situe en effet aux limites des provinces boréale et lusitanienne.

Figure 1: Pour les écosystèmes marins, les eaux environnant le massif armoricain représentent une zone de transition entre la province lusitanienne et la province boréale, d'après Briggs, 1974 (Conseil scientifique de l'environnement de Bretagne, 2009)

Ainsi, la Manche Ouest est une zone où se concentrent de nombreuses limites d'espèces (Cabioc'h et al. 1977). Beaucoup d'espèces boréales et des eaux froides trouvent ici leur limite sud (ex. les forêts de certaines grandes algues brunes) alors que les espèces des eaux tempérées-chaudes y trouvent leur limite nord (ex. sardines). Les communautés biologiques des côtes bretonnes sont donc a priori particulièrement sensibles aux changements environnementaux d'origine naturelle ou anthropique.

La distribution géographique actuelle d'une espèce est le résultat de plusieurs facteurs : l'évolution qui a façonné les limites de sa **niche écologique** (c'est-à-dire des conditions dans lesquelles l'espèce peut survivre), la compétition avec d'autres espèces ayant une partie de leur niche en commun, et les aléas historiques successifs qui font qu'une espèce n'occupe pas l'intégralité de son aire de distribution potentielle. Une part de sa distribution géographique est donc déterminée par les conditions climatiques dans lesquelles l'espèce peut prospérer. On parle alors de **niche climatique**. Sous l'action du réchauffement, cette niche est amenée à se déplacer, en particulier vers le nord et en altitude (Julliard, 2019).

On constate déjà ponctuellement le déplacement des aires de répartition de certaines espèces vers le Nord. Par exemple, les poissons ne se déplacent pas individuellement, mais les populations locales d'une espèce déclinent au sud alors que celles du nord se développent. La « **tropicalisation** » des **communautés de poissons** se traduit ainsi dans le Sud par une augmentation des espèces préférant les eaux chaudes et une diminution des espèces appréciant les eaux froides. Ce phénomène a déjà été décrit en Manche, mais aussi en baie de Somme, en mer Celtique et en mer du Nord. Toute la carte de répartition traditionnelle des populations de poissons se trouve modifiée. Mais au final, le bilan global est négatif et une baisse d'abondance est bien à craindre (IFREMER, 2022). Ce phénomène semble concerner également les coquillages et les crustacés. Depuis quelques années, les ressources halieutiques comme le bulot et le tourteau sont en nette diminution, et en revanche l'araignée ou la coquille St Jacques prolifèrent.

Ainsi, la plupart des espèces sont capables de se déplacer vers le nord, mais à des vitesses très variables, sans doute fonction de leur capacité à se déplacer et à coloniser des espaces. Le réchauffement climatique a ainsi pour conséquence de **redistribuer les espèces dans l'espace**, conduisant à des assemblages inédits. Ces changements de distribution généralisés, **regroupant ou séparant des prédateurs et des proies potentiels, ou des compétiteurs habituels**, peuvent avoir des conséquences imprévisibles. Un exemple classique concerne la modification des relations trophiques entre prédateurs et proies, ce qui conduit par exemple à une désynchronisation entre **l'abondance de plancton et les poissons** qui s'en nourrissent (Durant et al. 2007, Cushing, 1990 ; Ottersen et al. 2001).

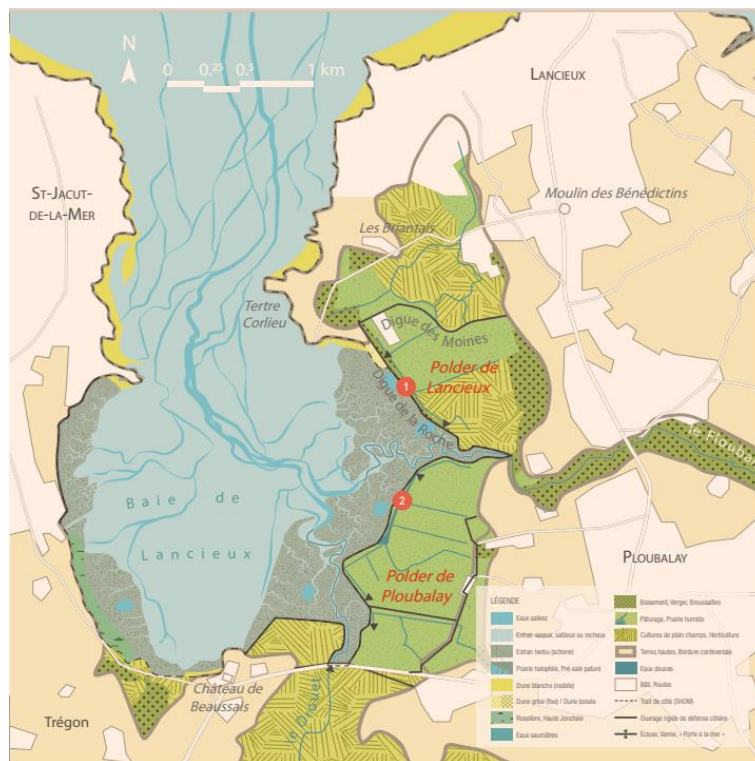
Le changement climatique affecte les écosystèmes marins côtiers à travers trois facteurs principaux : 1) l'élévation du niveau de la mer  
2) le réchauffement des océans  
3) l'acidification des océans

Avant de détailler les effets de ces trois facteurs sur le futur de l'aire d'étude (cf la Partie II – Récit climatique), il est d'ores et déjà possible de constater la vulnérabilité du littoral des 3 sites Natura 2000 considérés.

#### *Exemple des marais intertidaux – Baie de Lancieux*

Les marais intertidaux sont directement impactés par l'élévation du niveau marin, notamment car l'étagement vertical de la végétation vasculaire y est déterminé par la fréquence et la durée de submersion par les marées. Le problème majeur associé à

l'élévation du niveau marin regroupe l'ensemble des cas où les surfaces végétalisées des marais intertidaux ne peuvent pas migrer latéralement vers les terres pour compenser les pertes dues à l'érosion et la submersion (Lechêne, 2017). Les deux configurations qui bloquent cette migration sont (1) la présence d'obstacles aménagés par l'homme (typiquement des digues), ou (2) une forte élévation naturelle du rivage. Dans ces deux cas de figure, la largeur des marais intertidaux diminue en réponse à l'élévation du niveau de la mer. Ce phénomène est appelé « resserrement côtier » ou **coastal squeeze** (Pontee, 2013).



Carte 2 : Habitats de la Baie de Lancieux, 2016 (Conservatoire du littoral)

La Baie de Lancieux, menacée par la montée des eaux car située en zone basse, a rejoint en 2018 le projet Adapto du Conservatoire du littoral afin d'expérimenter une nouvelle forme de gestion du trait de côte. Autrefois, un marais maritime recouvrait la baie, offrant un sol sédimentaire très riche. Mais trois digues ont été construites, dans l'objectif d'assécher le marais pour le transformer en terres agricoles. Plus récemment, une route et quelques habitations ont été construits derrière ces ouvrages. Mais aujourd'hui, la mer atteint le sommet des digues et le dépasse parfois lors de tempêtes ou grandes marées. Avec l'élévation du niveau de la mer, le nombre d'enjeux humains et économiques exposés va augmenter. D'ici 2100, en prenant en compte une montée des eaux de 60 à 80 cm, toutes les digues seraient submergées lors des grandes marées centennales (une chance sur cent de se produire ou d'être dépassé chaque année).

La solution proposée par Le Conservatoire du littoral consiste à rétablir l'ancien marais maritime en accompagnant le retour de la mer dans les zones poldérisées. Ce milieu naturel permettra de **dissiper l'énergie des vagues en cas de tempêtes**, de limiter les hauteurs d'eau et de **favoriser la sédimentation**. Pour y parvenir, une des stratégies envisagées est la construction d'une nouvelle digue en retrait au plus près des zones

urbanisées. La mer pourra alors franchir les digues anciennes et envahir progressivement les polders, reprenant la place qu'elle occupait avant leur installation (Observatoire de l'Environnement en Bretagne). Un **processus de concertation** publique concernant l'avenir du polder de Lancieux est engagé par la Communauté de Communes Côte d'Emeraude depuis le premier semestre 2025.



Figure 2 : Paysages actuels et cheminements de demain en baie de Lancieux (Conservatoire du littoral)

### 3- Dynamiques écologiques et connectivité entre sites

En considérant ces 3 sites Natura 2000 non pas de façon isolée mais plutôt sous forme d'un réseau, c'est le **rôle complémentaire** des sites pour la biodiversité qui est souligné. En effet l'avifaune et la mégafaune marine ne se cantonnent pas à l'un ou l'autre des sites mais utilisent les eaux marines de Bretagne Nord en général. C'est le cas pour le grand dauphin qui circule entre les zones marines des trois sites, utilisant les eaux plus profondes pour la chasse et les baies pour la socialisation, mais aussi pour les oiseaux marins.

En 2022, la 4<sup>ème</sup> campagne européenne SCANS IV (Small Cetaceans in European Atlantic waters and the North Sea) a été mise en œuvre afin de mieux comprendre et suivre l'état des populations en évaluant leur abondance et leur distribution estivale dans les eaux atlantiques européennes. A l'échelle de la sous-région Manche et Mer du Nord, on observe bien que certaines espèces d'intérêt communautaire circulent et occupent l'ensemble des 3 sites Natura 2000 considérés (Bretagne Nord).

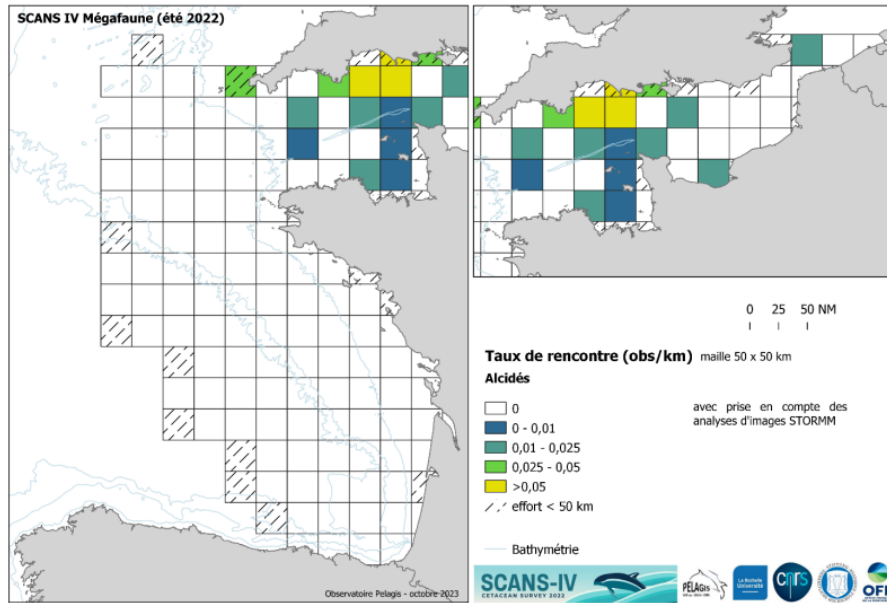


Figure 3 : Taux de rencontre en nombre d'observations par km pour les alcidés (guillemot de Troil, pingouin torda, macareux moine) pendant la campagne SCANS IV à l'été 2022 (PELAGIS)

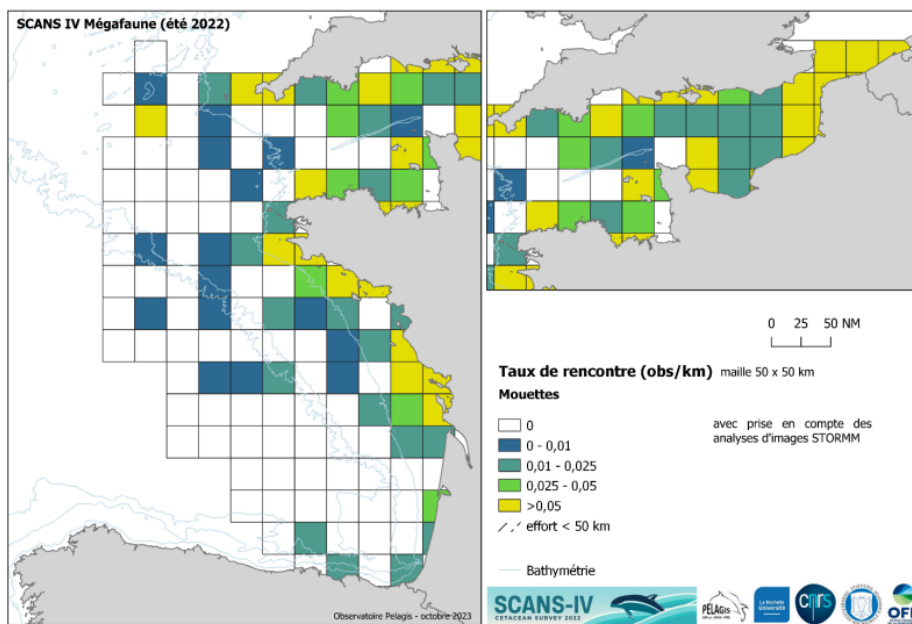


Figure 4 : Taux de rencontre en nombre d'observations par km pour les mouettes et petits laridés (sternes) pendant la campagne SCANS IV à l'été 2022 (PELAGIS)

## Partie 2 : Récit climatique

L'analyse climatique est une étape indispensable pour comprendre les effets passés et futurs des changements climatiques. En effet, pour adapter efficacement la gestion des espaces naturels au changement climatique, il est essentiel de comprendre et de partager les trajectoires d'évolution du climat et de leurs impacts sur les écosystèmes. Dans cette optique, un **récit climatique** a été rédigé, mettant en perspective le contexte climatique local actuel et futur, afin de fournir un cadre commun de compréhension aux acteurs du territoire. En parallèle, un **récit océanographique** a été élaboré, traduisant les effets du changement climatique sur les dynamiques des eaux marines, notamment en ce qui concerne la température, l'acidification, ou encore les événements extrêmes. Ces récits permettent de constituer l'état des lieux de l'exposition dès aujourd'hui des 3 sites Natura 2000 à certains paramètres climatiques.

A défaut de données propres à l'aire étudiée sur le pas de temps recherché (période 1991 – 2020), les caractéristiques climatiques (la température, les précipitations, le vent) du groupe de sites Natura 2000 sont déterminées à partir des mesures de la station météorologique **de Saint-Brieuc Armor**, du fait de sa proximité géographique avec la Manche (8 km) et de la disponibilité des données. Les stations météorologiques des communes d'Hillion, d'Erquy ou de Saint Cast le Guildo, pourtant représentatives des 3 sites Natura 2000, n'ont pas pu être retenues car elles ne peuvent pas fournir de données continues sur l'ensemble de la période 1991-2020.

Concernant les caractéristiques océanographiques, le choix a été fait de se baser sur deux jeux de données différents, en fonction de la disponibilité de la donnée (sur un pas de temps plus ou moins long). Ifremer produit chaque année, par département, un document intitulé **Qualité du Milieu Marin Littoral - Bulletin de la surveillance**. Ces données permettent notamment la surveillance sanitaire en ce qui concerne la production et la consommation de coquillages mais plusieurs autres réseaux sont suivis, dont un qui nous intéresse particulièrement dans le cadre du récit océanographique, le REPHY, qui s'intéresse à l'observation et de surveillance du phytoplancton et de l'hydrologie dans les eaux littorales.

Les données présentes dans ce document de l'Ifremer ont été complétées par des relevés réalisés par le **réseau SOMLIT**<sup>4</sup> sur le site de Dinard. Les paramètres choisis permettent de comprendre l'évolution des écosystèmes en identifiant les modifications à plusieurs niveaux :

- Impact du climat (température, salinité, ...)
- Conséquences sur le fonctionnement de l'écosystème (oxygène dissous, pH, éléments nutritifs, ...)

La station marine de Dinard n'a rejoint le réseau Somlit qu'en 2012, ainsi il est parfois difficile de proposer de véritables trajectoires d'évolution pour chacun des paramètres climatiques.

---

<sup>4</sup>Le réseau SOMLIT, pour « service d'observation en milieu littoral » est un programme national de suivi de la qualité de l'eau, coordonné par le CNRS et alimenté par douze stations françaises sur les trois façades maritimes.

# I. Evolution en cours des principaux indicateurs climatiques et océanographiques

## 1- Précipitations

**La rugosité continentale est le mécanisme principal : elle freine le déplacement des masses d'air, réduisant considérablement le vent dès qu'on s'éloigne de la côte.** Rugosité et relief vont aussi contraindre les masses d'air à s'élever, favorisant la condensation et le développement de la pluie, plus importante dans l'intérieur des terres (HCBC, 2024).

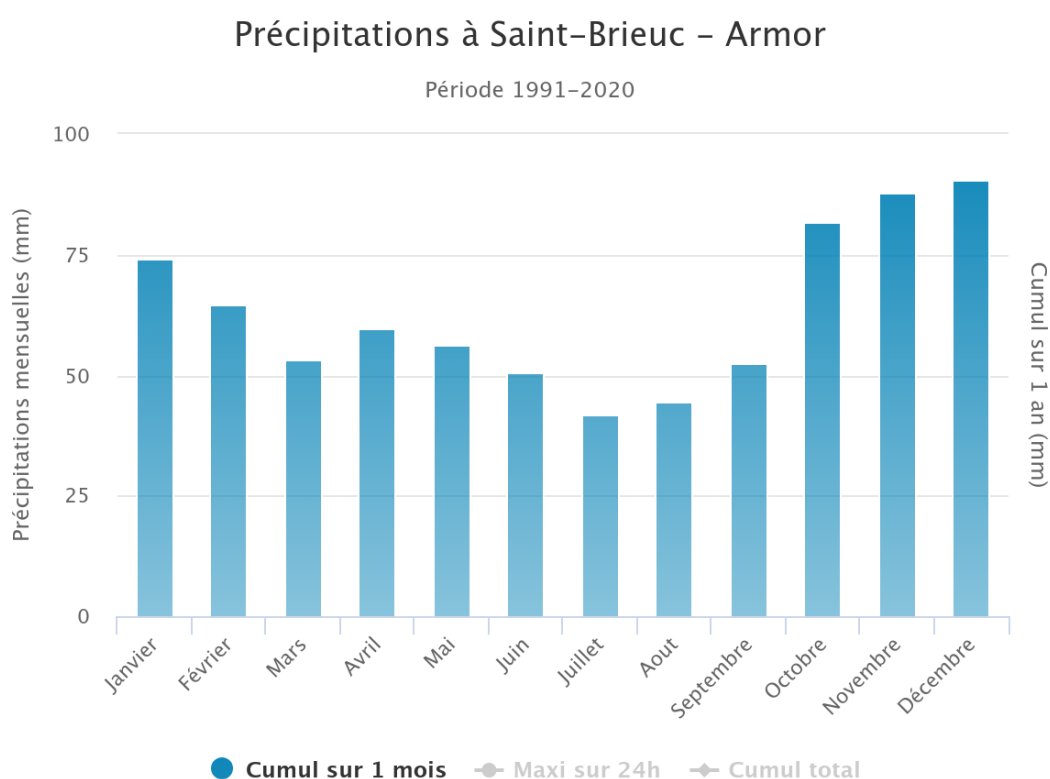


Figure 5 : Précipitations mensuelles moyennes relevées à la station St Brieuc-Armor, entre 1991 et 2020 (Météo France)

En moyenne, cumulé, il pleut 757,3 mm par an à St Brieuc-Armor, sur 129 jours de précipitations par an.

Des précipitations marquées par un pic en automne, caractéristique du climat tempéré océanique.

La pluviométrie mensuelle de St Brieuc est comprise dans une fourchette assez étroite, de 42mm en juillet à 90mm en décembre. Par comparaison à Brest les hauteurs d'eau mensuelles hivernales (154mm) représentent souvent plus du double de celles d'été (64mm).

La figure 6 ci-dessous atteste de l'existence d'un contraste de pluviométrie entre la baie de St Brieuc et la Bretagne, contraste d'autant plus marqué avec l'intérieur des terres. A titre de comparaison, les reliefs du Finistère peuvent enregistrer un cumul moyen supérieur à 1300mm quand celui du bassin rennais avoisine les 700mm (rappel : moyenne annuelle 757 mm à St Brieuc).

Le climat auquel sont soumis les sites Natura 2000 se caractériserait donc par une des pluviométries les moins abondantes des Côtes d'Armor et de la Bretagne.

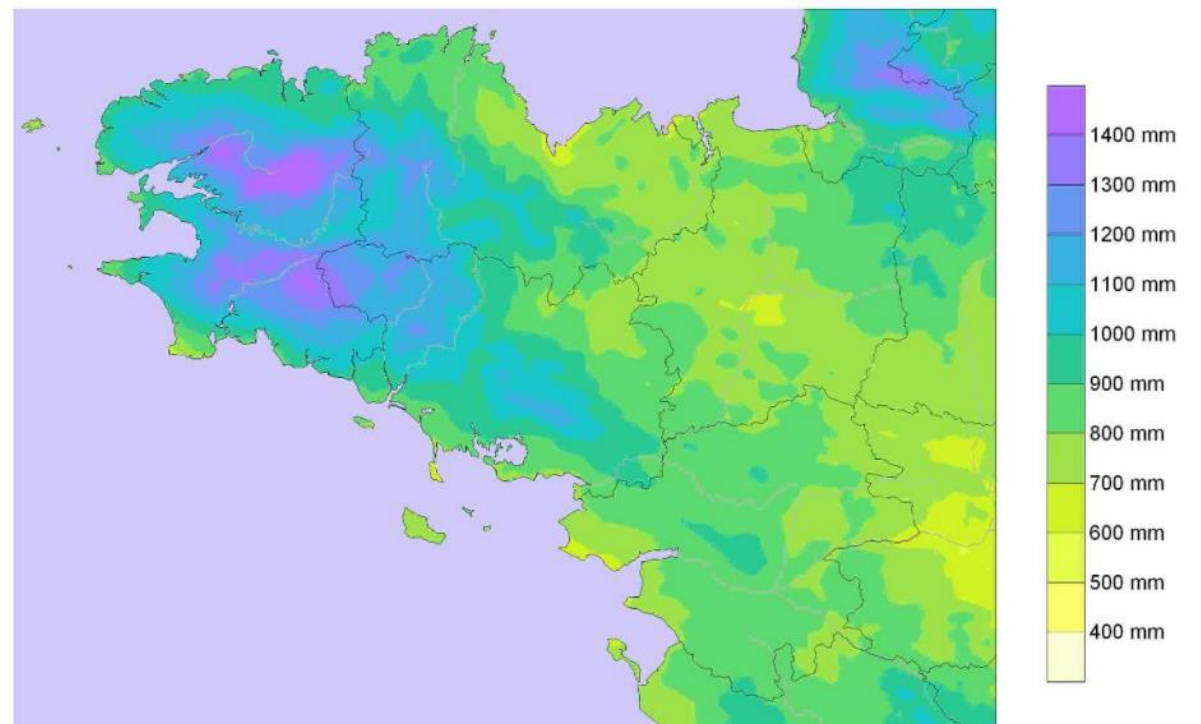


Figure 6 : Cumul moyen annuel de précipitations 1981-2010 (CNPf Bretagne, 2019 « Caractérisation et évolution du climat en Bretagne »)

<b>Synthèse PRÉCIPITATIONS</b>  Moyennes périodes 1991-2020  Station St Brieuc Armor	<b>Annuelles</b>	Cumul hauteur d'eau de pluie	<b>757 mm</b> (parmi localités Côtes d'Armor et Bretagne les moins pluvieuses)	
		Nombre jours de pluie ( $\geq 1$ mm)	<b>129 jours</b> (un peu plus d'un tiers de l'année)	
		Nombre de jours de fortes pluies ( $\geq 10$ mm)	<b>20 jours</b>	
	<b>Saisonniers</b>	Pic de pluviométrie	<b>Automne</b> (259,9mm soit 34% du cumul annuel moyen)	
		<b>Mensuelles</b>	Mois le plus pluvieux	<b>Décembre</b> (90mm)
			Mois le moins pluvieux	<b>Juillet</b> (42mm)

Tableau 1 : Synthèse concernant les précipitations à la station St-Brieuc Armor

On constate une **diminution du cumul moyen de précipitations** : entre 1961 et 1990, le cumul moyen était de 950 millilitres à Saint-Brieuc et ce chiffre est passé à 734 ml entre 1991 et 2020.

## 2- Température de l'air

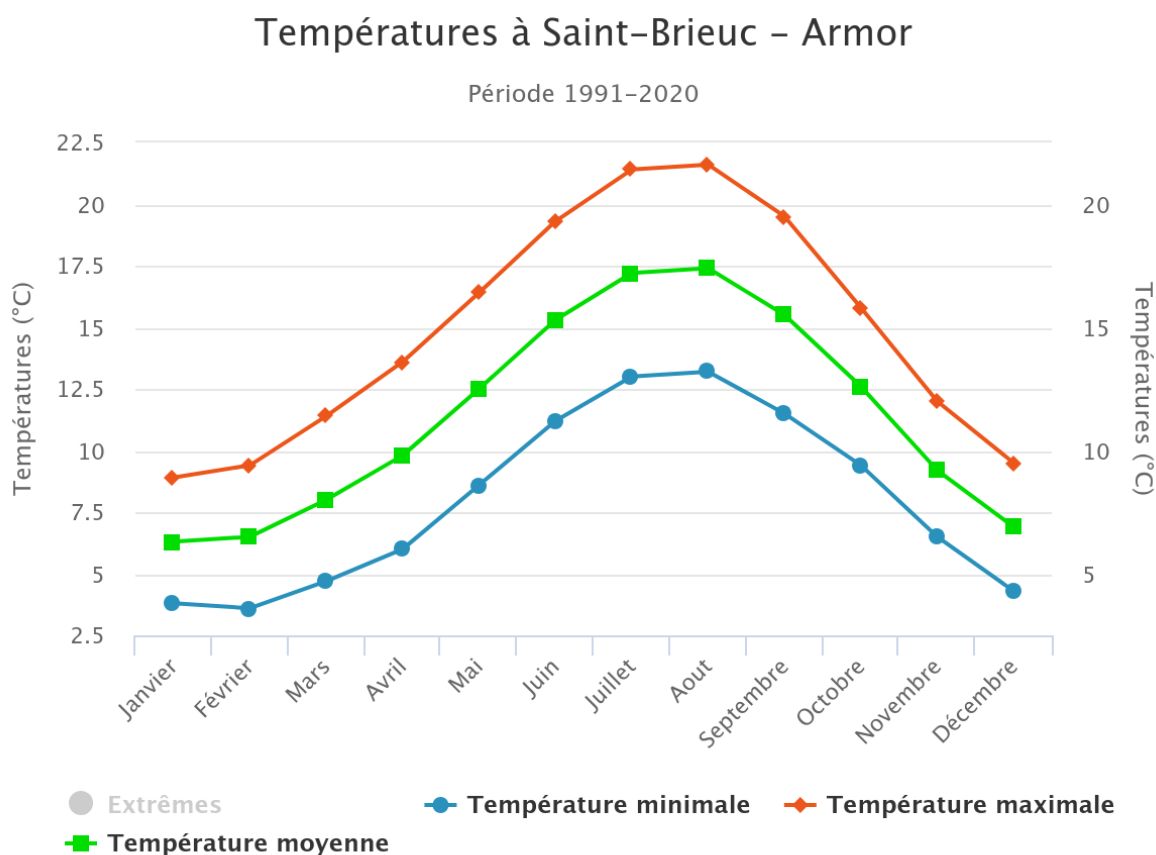


Figure 7 : Evolution de la moyenne mensuelle des températures de l'air (moyennes, minimales, maximales) journalière à St Brieuc-Armor sur la période 1991-2020 (Météo France)

Le mois le plus froid est le mois de janvier avec 6,3° C de moyenne par jour (suivi de près par le mois de février avec 6,5°C de moyenne). L'inertie thermique de l'océan joue bien un rôle en baie de Saint Brieuc car le mois le plus chaud est plutôt le mois d'août, avec 17,4°C de moyenne sur la période 1991-2020.

A Saint Brieuc et en général sur les côtes nord et ouest en Bretagne, les températures sont plutôt douces en hiver (en moyenne 6,9°C) et plutôt fraîches en été (même si elles peuvent être clémentes dans la région de Saint Malo).

A St Brieuc, le nombre de jours chauds (température maximale supérieure ou égale à 25°C) est de 10,6 jours par an en moyenne. St Brieuc suit la tendance des littoraux bretons : en moyenne le nombre de jours chauds est inférieur à 20 sur la période 1991-2020 en Bretagne.

**C'est donc sur le littoral que l'amplitude thermique moyenne annuelle (ATMA, différence entre la température moyenne du mois le plus chaud et celle du mois le plus froid) est la plus faible, proche ou inférieure à 10 degrés. L'amplitude thermique moyenne annuelle s'élève à 11,1°C pour la station météorologique St Brieuc-Armor.**

Plus à l'intérieur dans les terres, si l'on prend comme exemple la ville de Rennes, celle-ci connaît une ATMA plus élevée, environ 15,6°C.

Synthèse TEMPÉRATURES  Moyennes périodes 1991-2020  Station St Brieuc Armor	<b>Annuelles</b>	Température moyenne	11,4°C
		Température moy. maximale	15,5°C
		Température moy. minimale	8,2°C
		Nombre de jours chauds (température maximale ≥ 25°C)	10 jours
		Nombre de jours gel (température minimale ≤ 0°C)	17 jours
	<b>Mensuelles</b>	Mois le plus chaud	Août (17,4°C)
		Mois le plus froid	Janvier (6,3°C)

Tableau 2 : Synthèse concernant les températures à la station St-Brieuc Armor

Concernant les évolutions en cours, dans le département des Côtes d'Armor, on constate déjà :

- Une **hausse de la température de l'air** :  $\approx +1,4^\circ\text{C}$  entre les périodes 1961-1990 et 1991-2020

Et en Bretagne :

- Une **hausse de la fréquence d'apparition de vagues de chaleur** ( $T^\circ\text{C}$  maximale  $\geq 5^\circ\text{C}$  à la normale sur 4 jours consécutifs au minimum) ces dernières décennies

### 3- Vents dominants

**Le climat du littoral est aussi moins arrosé que l'intérieur mais il est beaucoup plus venté.** Le nombre de jours de vent fort (rafales à plus de 16 m/s soit  $\sim 60$  km/h) est divisé par deux entre Groix et Quimper et encore divisé par deux jusqu'au bassin de Rennes.

À Saint Brieuc et ses environs, les vents les plus fréquents soufflent en toute saison entre **Sud et Ouest**.

Toutefois, cette prédominance n'est pas systématique d'une saison à l'autre. En effet, pour la période 1988-2009, comme le montre les diagrammes de roses des vents ci-dessous, au printemps les vents dominants sont toujours de secteur Ouest mais remontent vers le Nord-Est pour les mois d'avril et de mai. En été, les vents dominants

virent à l'Ouest. Finalement, en automne et en hiver, c'est le **secteur Sud-Ouest** qui prédomine dans la direction des vents.



Figure 8 : Localisation du point NEXTRA 16705 (Lat 49,1018 N ; Long 2,9528 W ; Profondeur 57,73m CM) où les données ont été acquises (PPRLi St-Brieuc, 2013)

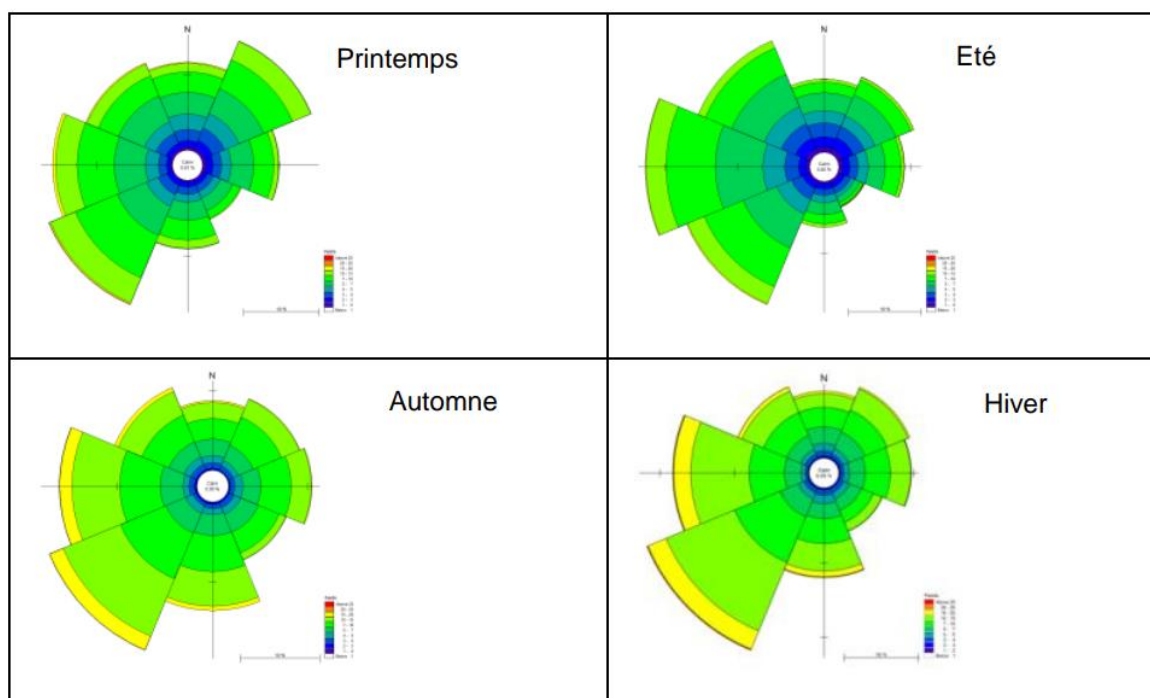


Figure 9 : Roses des vents saisonnières au point NEXTRA 16705 sur la période 1988-2009 (point situé au large) (PPRLi St Brieuc, 2013)

La figure 9 indique que la vitesse du vent peut être plus importante lors des mois d'automne et d'hiver : en effet c'est sur cette période que l'on observe une plus grande fréquence de vent supérieure à une vitesse du vent de 11 m/s, c'est-à-dire 22 nœuds.

Les paramètres de direction et de vitesse du vent à St Brieuc semblent donc respecter une certaine saisonnalité.

	< 3m/s	3-6 m/s	6-9 m/s	9-12 m/s	12-15 m/s	15-18 m/s	18-21 m/s	>21 m/s
Printemps	10.46	37.86	31.99	14.55	4.19	0.84	0.09	0
Eté	12.55	39.28	32.08	13.09	2.59	0.32	0.08	0.01
Automne	2.03	19.57	30.85	26.99	14.26	5.18	0.94	0.17
Hiver	2.7	21.51	30.16	24.72	14.87	4.81	1.06	0.17

Tableau 3 : Pourcentage d'occurrence des vitesses de vent par saison (PPRLi St-Brieuc, 2013)

Synthèse VENT Moyennes périodes 1991-2020	Annuelle	Direction dominante	Entre Sud et Ouest
	Saisonnaire	Direction dominante Automne-Hiver	Ouest, Sud-Ouest
		Direction dominante Printemps - Été	Ouest
	Mensuelle	Mois le plus venté	? (mais automne – hiver)
Mois le moins venté		Août	

Tableau 4: Synthèse concernant les vents dominants au point NEXTRA 16705

#### 4- Caractérisation du climat

Ainsi, l'analyse des différents paramètres climatiques de la région de St Brieuc (précipitations, températures de l'air, vents...), nous a permis de rendre compte des spécificités du climat littoral, au-delà du climat tempéré océanique doux qui caractérise la région Bretagne dans son entièreté.

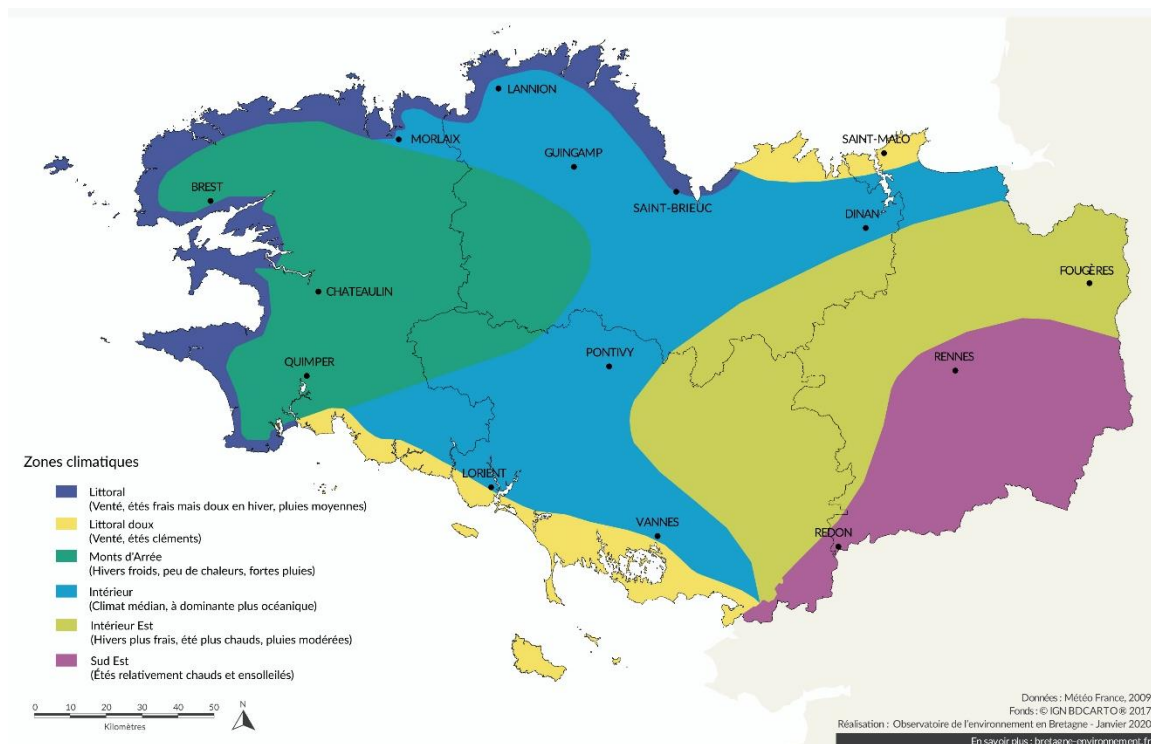


Figure 10 : Les zones climatiques en Bretagne (Observatoire de l'Environnement en Bretagne)

Pour synthétiser le volet climatique, il faut souligner que le nord de la Bretagne, compte tenu de sa situation et de sa configuration, connaît des amplitudes thermiques modérées, c'est-à-dire peu de contrastes de température (hivers doux et été frais), dues notamment à la dérive Nord Atlantique qui prolonge le Gulf Stream). De plus, **le climat du littoral est moins arrosé que l'intérieur des terres mais il est beaucoup plus venté** : la rugosité continentale est le mécanisme principal car elle freine le déplacement des masses d'air, réduisant considérablement le vent dès qu'on s'éloigne de la côte.

Il est possible d'apporter une nuance concernant le climat littoral breton. En effet, celui-ci possède quelques spécificités selon sa localisation. Cette carte permet d'illustrer la diversité des climats au sein du golfe normand breton qui abrite les sites Natura 2000 considérés dans cette étude. Les ZPS et ZCS « Baie de Saint Brieuc Est » sont incluses dans la **zone climatique littoral**, qui se caractérise par des étés frais mais des hivers doux, des pluies moyenne et des forts vents (ce qui est effectivement ressorti de l'analyse climatique effectuée à partir des données de la station météorologique Saint Brieuc Armor).

Mais les ZSC et ZPS « Cap d'Erquy Cap Fréhel », la ZSC « Baie de Lancieux, Baie de l'Arguenon » ainsi que la ZPS « Ile de la Colombière, de la Nellière et des Haches » sont

considérées comme appartenant à la **zone climatique littoral doux**: les étés sont un peu plus cléments qu'à l'est de la côte nord des Côtes d'Armor.

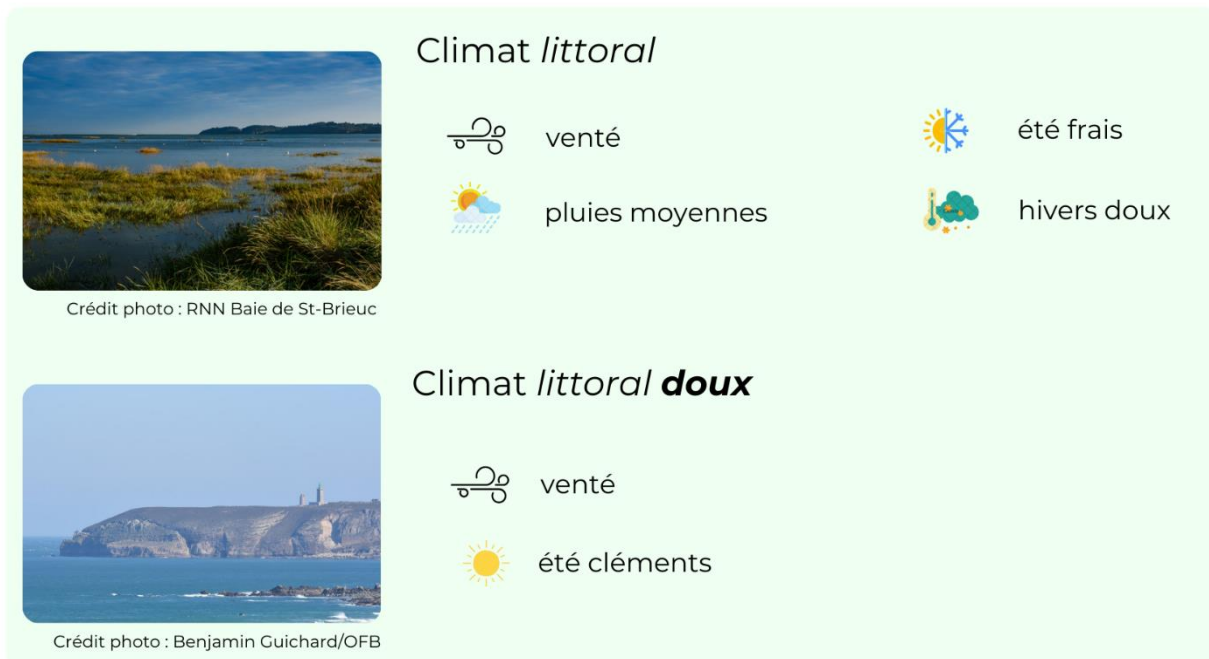
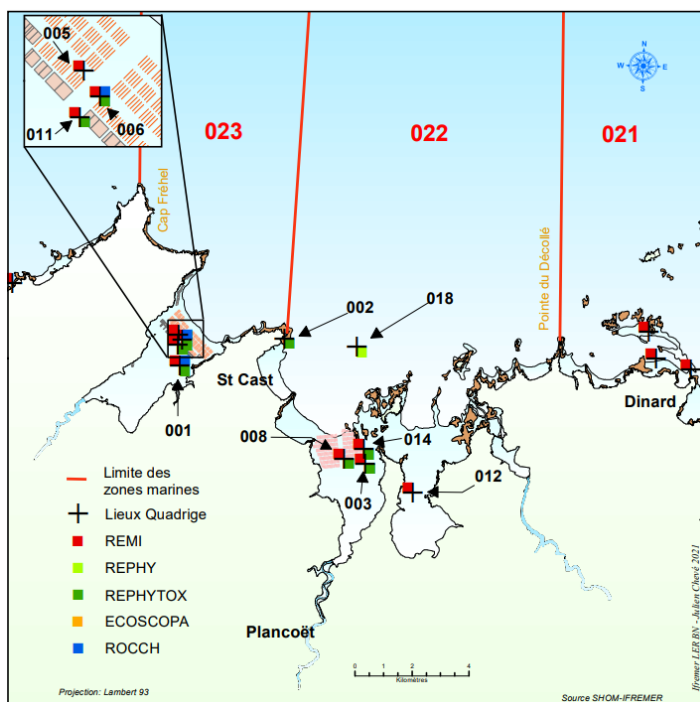


Figure 11 : Les deux zones climatiques présentes au sein du groupe de sites Natura 2000

## 5- Températures des eaux côtières

Selon Julien Chevé (Ouest-France, 2022) responsable de la station Ifremer de Dinard, la tendance est à la hausse continue de la température de la mer, avec + 0,7 °C tous les dix ans, dans la Manche.



La station marine Ifremer, qui effectue le suivi de différents paramètres hydrologiques au niveau des départements Côtes d'Armor-Ile et Vilaine, note que **la température de l'eau augmente de 0,77°C tous les 10 ans** au point de référence côtier "les Hébihens" (ce qui corrobore les observations faites à l'échelle de la Manche), avec une accélération depuis 20 ans.

Figure 12 : Localisation du point de surveillance de référence 'Les Hébihens' - 018 (IFREMER, 2022)

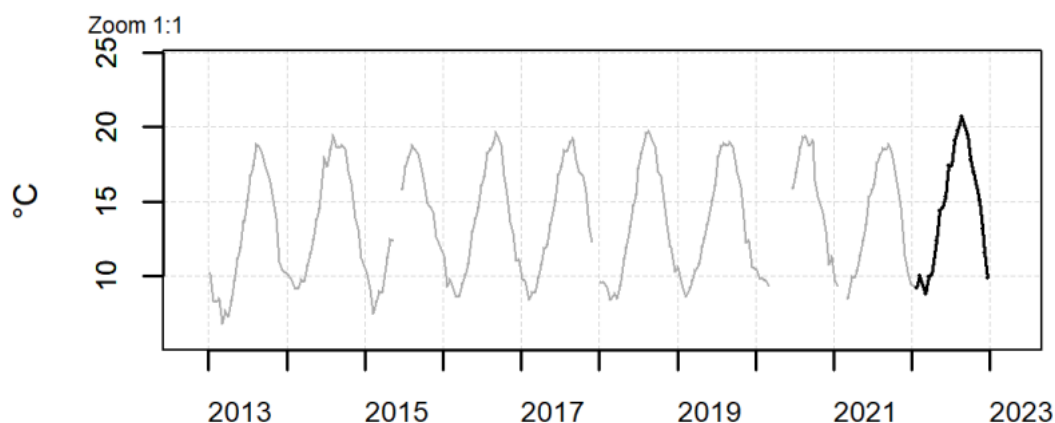


Figure 13 : Evolution de la température moyenne annuelle des eaux de surface au point les Hébihens (Ifremer, 2022)

Dans sa thèse, Coline Poppeschi<sup>5</sup> s'intéresse aux événements extrêmes dans un contexte de changement climatique. Elle a mis en évidence l'intensification de la fréquence et de la durée des extrêmes de température (vagues de chaleur marines) depuis les années 1995 dans la Manche.

<sup>5</sup>Vers la compréhension des réponses de l'environnement côtier aux événements extrêmes dans un contexte de changement climatique / Coline Poppeschi ; sous la direction de Guillaume Charria et Romaric Verney. Thèse de doctorat : Océanographie physique et environnement : Brest : 2023

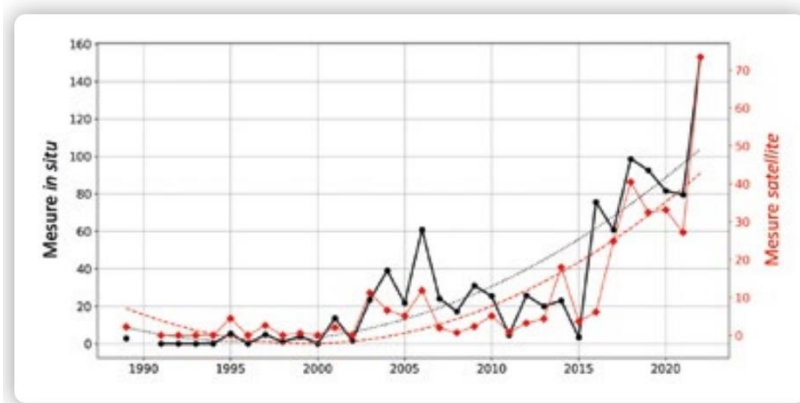


Figure 14 : Intensification des vagues de chaleur marines en été dans le Golfe de Gascogne et la Manche, exprimées comme le produit d'une anomalie de température par sa durée (°C.jours) (C.Poppeschi)

## 6- Salinité

Par son influence sur la densité de l'eau de mer, la salinité permet de connaître la circulation océanique, d'identifier les masses d'eau d'origines différentes et de suivre leurs mélanges au large comme à la côte ou dans les estuaires.

Dans les océans, la salinité est voisine de 35 en Manche alors que celle des eaux douces est nulle (IFREMER, 2022).

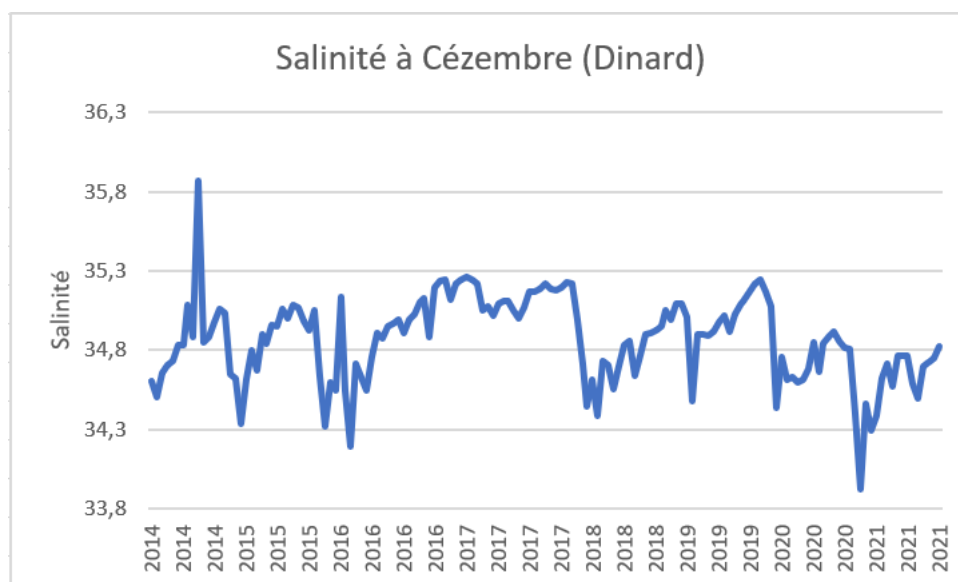


Figure 15 : Evolution de la salinité des eaux côtières au point Cézembre (Dinard) (réseau SOMLIT)

Entre 2014 et 2021, on constate une **très légère baisse** de la salinité de l'eau de mer (médiane annuelle) : - 0.2 au point de référence Cézembre.

A noter que **cette évolution ne prend pas en compte l'année 2022 qui a été particulièrement sèche**, et a engendré une moindre dilution par les eaux douces

météoriques et fluviales. Ainsi, en 2022, la salinité est au-dessus de la moyenne des dix dernières années tout au long de l'année au point les Hébihens (IFREMER, 2022).

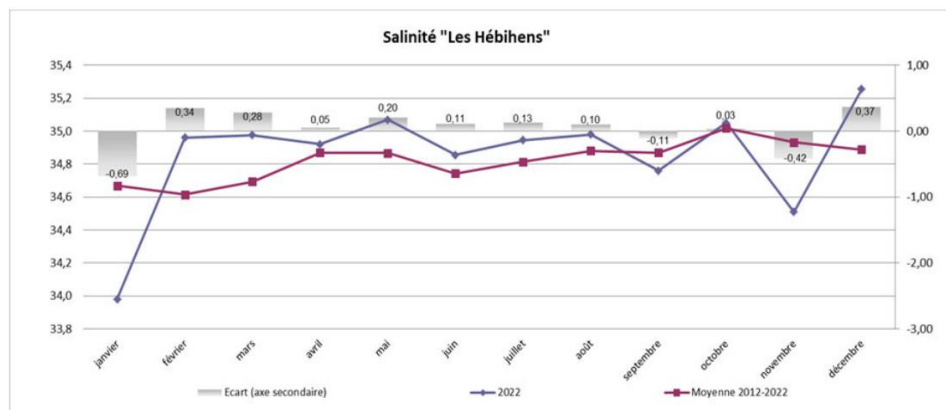


Figure 16 : Salinité mesurée au point les Hébihens (Ifremer, 2022)

Une des explications avancées pour justifier l'augmentation locale de la salinité est la **diminution des débits des rivières**, principalement alimentées par les pluies et donc directement dépendantes des précipitations, elles-mêmes susceptibles d'être affectées par le changement climatique.

En 2022, on constate un déficit du cumul pluviométrique annuel de 100 à 60 mm entre les départements 22 et 35. Localement, cette baisse des débits se traduit donc par une diminution des apports en eau douce dans le golfe normand-breton, qui, par voie de conséquence, fait varier la salinité : à la hausse dans le cas présent. De futures années de sécheresse pourraient donc favoriser une hausse de la salinité.

## 7- pH de l'eau de mer

Les océans, en tant que puits de carbone ( $\text{CO}_2$  soluble dans l'eau), absorbent une partie de l'excès de  $\text{CO}_2$  émis par l'Homme dans l'atmosphère. Par conséquent, les niveaux de  $\text{CO}_2$  dissous dans l'eau de mer augmentent, ce qui se traduit, *in fine*, par une baisse généralisée du pH des océans du globe (LAFFOLEY et al., 2017 ; DONEY et al., 2009). Ce processus d'acidification des océans semble donc toucher les eaux côtières de la façade Atlantique française.

Dans le cadre du Programme EPOCA, financé par la Commission Européenne, F. Gazeau et al. (2009) ont montré qu'une diminution de pH du même ordre de grandeur que celle prédite par certains modèles pour la fin du 21<sup>ème</sup> siècle (soit -0,35 unité de pH) a un impact négatif sur le développement de larves de bivalves de la moule bleue par exemple. Ainsi à terme, **l'acidification de l'océan représente un risque majeur pour les ressources marines biologiques exploitables de Bretagne, notamment les coquillages.**

L'acidification se traduit, dans la sous-région Manche – mer du Nord, peu profonde, soumise à des forts courants de marée et d'importants apports fluviaux, par un pH qui a baissé significativement sur la période 1994-2004, en relation avec l'augmentation

de la teneur en gaz carbonique atmosphérique (cette baisse est plus sensible dans la partie mer du Nord de cette sous-région).

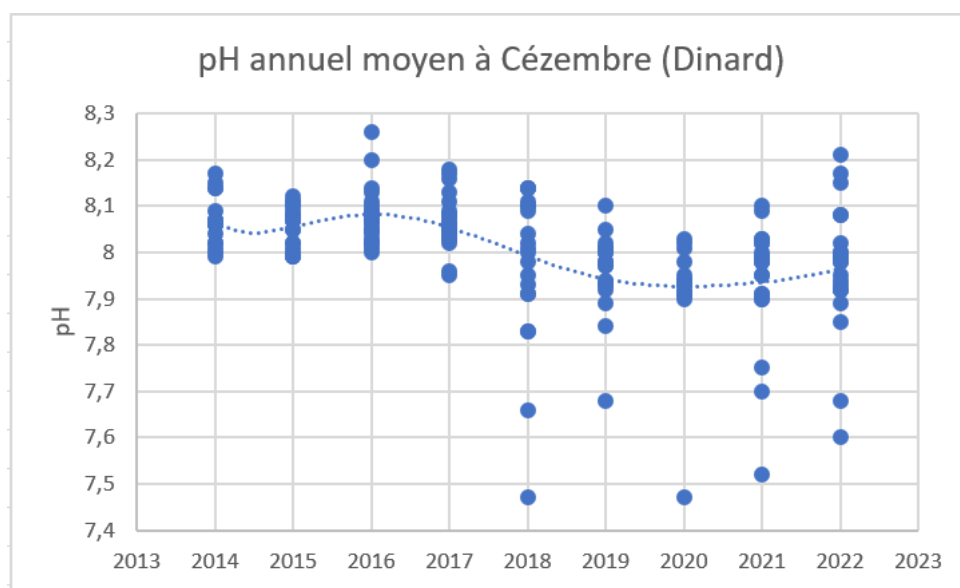


Figure 17 : Evolution du pH annuel moyen des eaux côtières au point Cézembre (Dinard) (réseau SOMLIT)

**Le pH des eaux marines sur ce secteur du golfe normand-breton évolue à la baisse : le pH moyen a diminué de 0,100 unité de pH sur la période de 8 ans.**

Le pH moyen est donc passé sous la barre symbolique des 8.0 de pH au point Cézembre (Dinard).

À titre de comparaison, à Arcachon on observe une diminution de 0,220 unité de pH et à Brest une diminution de 0,290 (sur la période 1996-2017).

## 8- Teneur en oxygène dissous dans l'eau de mer

L'oxygène dissous est un paramètre vital qui gouverne la majorité des processus biologiques des écosystèmes aquatiques. En dessous de certaines concentrations, de nombreuses espèces vivantes meurent. La concentration en oxygène dans l'eau résulte de paramètres physiques (température, salinité, mélange de la masse d'eau), chimiques et biologiques : échanges à l'interface terre-mer, respiration des organismes aquatiques, photosynthèse (AMINOT et al., 2004). De nombreux paramètres peuvent donc influencer la teneur en oxygène des eaux marines. Sa diminution, également connue sous le terme « **désoxygénation** », peut notamment être provoquée à la fois par des phénomènes globaux tels que le changement climatique (la solubilité de l'oxygène dans l'eau diminue quand la température de l'eau augmente) ainsi que par des phénomènes locaux comme les apports excessifs de nutriments liés aux activités humaines (LEVIN, 2018 ; BOURGEOIS, 2017 ; KEELING et al., 2010)

Suivant les données produites par le réseau SOMLIT - Service d'Observation en Milieu Littoral, au point Cézembre (Dinard), on constate étonnamment **une légère**

**augmentation** (+ 2,45%) de la teneur en oxygène dissous sur la période 2014-2021. A noter, toutefois, que le recul dont dispose les scientifiques sur ce site se limite à 7 années de données, acquises depuis 2014. Il sera donc intéressant, à l'avenir, de suivre l'évolution dans le temps de l'oxygène dissous des eaux du golfe normand-breton, de manière à confirmer ou infirmer les premiers résultats exposés par le graphique. À titre de comparaison, à Arcachon on observe une diminution de 8,9% de la teneur en oxygène et à Brest une diminution de 0,9% (sur la période 2000-2022).

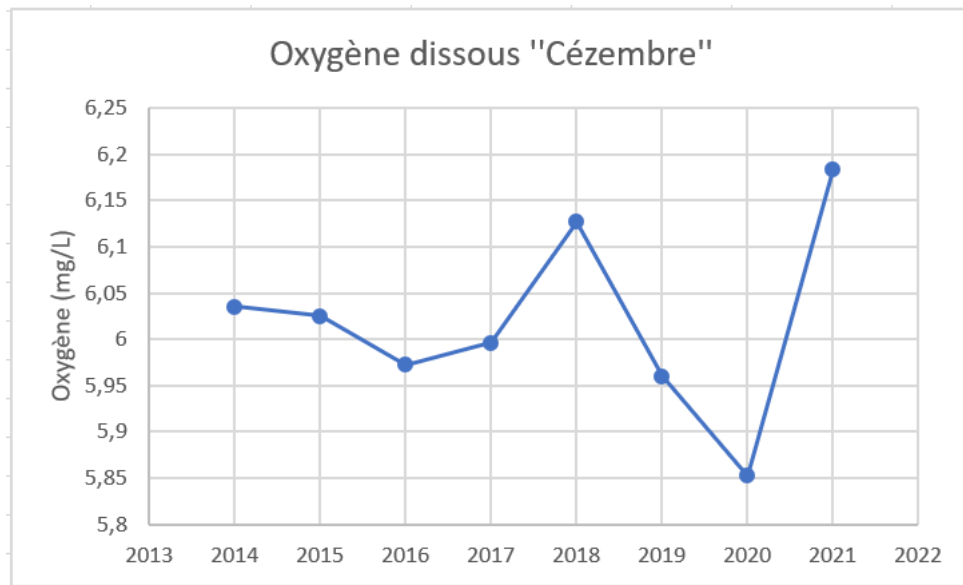


Figure 18 : Evolution de la teneur en oxygène des eaux côtières au point Cézembre (Dinard) (réseau SOMLIT)

Il faut tout de même noter que l'évolution de la teneur en oxygène dissous dans les eaux marines n'aurait pas ou peu d'impacts sur la faune **tant que sa valeur ne descend pas sous la barre des 5 mg/L.**

Ainsi, en réponse au changement climatique, les eaux de la Manche, et plus spécifiquement celles du golfe normand-breton, se sont réchauffées de manière significative au cours des trente dernières années (Gaudin, 2017). La forte influence des eaux atlantiques fait qu'il existe peu de variations de la salinité susceptibles d'avoir des répercussions écologiques significatives en Manche (LE MAO et al., 2019).

## II. Perspectives et dynamiques climatiques futures

### 1- Evolution future des paramètres climatiques

Depuis quelques années et le développement en France de services climatiques comme DRIAS<sup>6</sup> ou CLIMAT HD<sup>7</sup>, il est possible de projeter le climat d'aujourd'hui dans le futur et ce, au travers de quatre scénarios d'évolution possible des concentrations de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère (causes du changement climatique contemporain et conséquences de l'extraction par l'Homme de matières organiques fossilisées, stockées dans le sous-sol de la Terre) au cours du XXIème siècle. Ces scénarios sont communément appelés Representative Concentration Pathway (**RCP**).

Pour le climat futur, la première décision a été de mener notre analyse sur l'ensemble des horizons de temps proposés par le service climatique DRIAS (moyen et lointain) afin de dégager les grandes tendances d'évolutions futures pour chaque indicateur : à la baisse ou à la hausse. Nous avons retenu deux scénarios : le scénario dit « **intermédiaire** » (**RCP 4.5**) et le scénario dit « **pessimiste** » (**RCP 8.5**). Ainsi, on obtient pour chaque indicateur étudié une fourchette de valeurs extrêmes (haute et basse), dans lequel s'inscrirait le futur des sites Natura 2000.

Pour réduire le champ d'incertitude, qui accompagne toute projection climatique future, deux modèles ont été retenus :

- Le modèle climatique français CNRM CM5 / Aladin63, correction Adamont, jugé pessimiste ;
- Le modèle climatique français IPSL CM5A / WRF381P, correction Adamont, jugé optimiste

Ainsi, il est possible d'émettre l'hypothèse selon laquelle les sites Natura 2000 du golfe normand breton seront, à l'avenir, exposés à :

### 1) Des précipitations potentiellement identiques (incertitude forte)

L'évolution future des précipitations est plutôt incertaine avec des divergences selon les modèles et les scénarios : en moyenne, le **volume annuel évolue peu**.

---

<sup>6</sup>Le portail « [Drias les futurs du climat](#) » a été développé par Météo-France et permet à tous les acteurs concernés par l'adaptation face aux changements climatiques de consulter et obtenir aisément les données et produits issus des modèles numériques de simulation climatique.

<sup>7</sup>Climat HD est une application de Météo France sur le changement climatique : Climat HD propose une vision intégrée de l'évolution du climat passé et futur, aux plans national et régional.

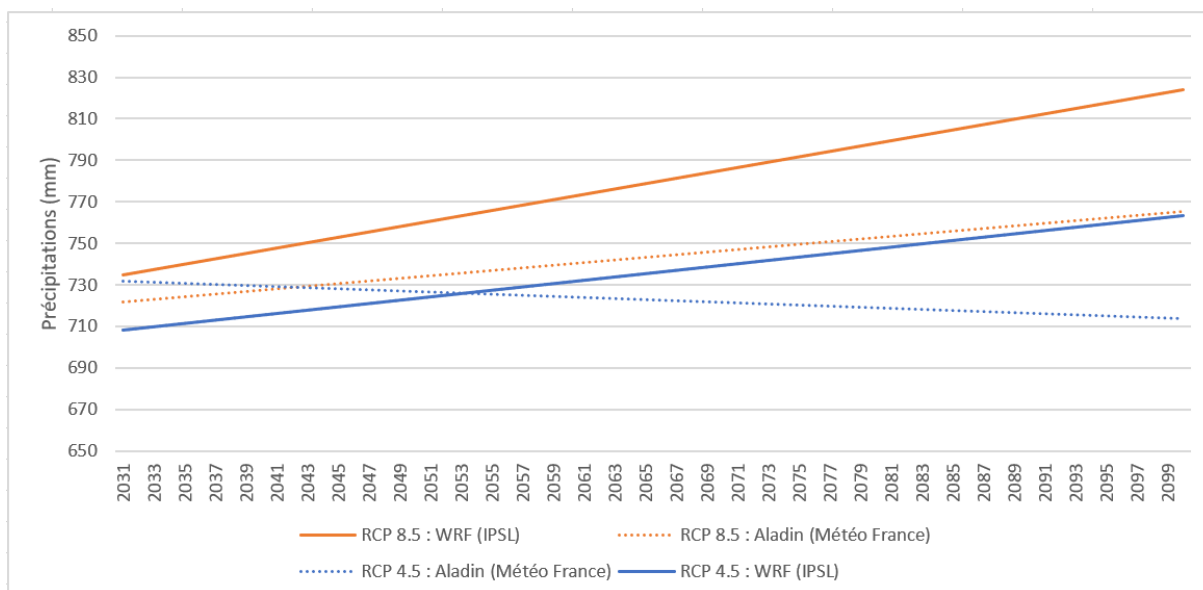


Figure 19 : Projection du cumul annuel des précipitations au cours du XXI<sup>e</sup> siècle à l'échelle du Cap d'Erquy selon différents scénarios et modèles climatiques (DRIAS)

À l'échelle de la Bretagne, le plus probable est une baisse pendant l'été et une hausse en hiver. **Ce renforcement moyen des contrastes saisonniers** est susceptible de se traduire par une recrudescence des crues de saison froide et des sécheresses estivales apportant une touche de « méditerranéisation » du climat breton. Le climat océanique que nous connaissons, avec des pluies régulières toute l'année, pourrait s'effacer.

## 2) Des températures de l'air plus élevées qu'aujourd'hui

Dans la région du cap d'Erquy, les températures de l'air pourraient être comprises entre + 2°C et + 4°C en moyenne sur l'année d'ici la fin du siècle.

Horizon moyen (2041-2070)  
Année : + 1,45 ≤ T°C ≤ + 2,03

Horizon lointain (2071-2100)  
Année : + 1,98 ≤ T°C ≤ + 4,2

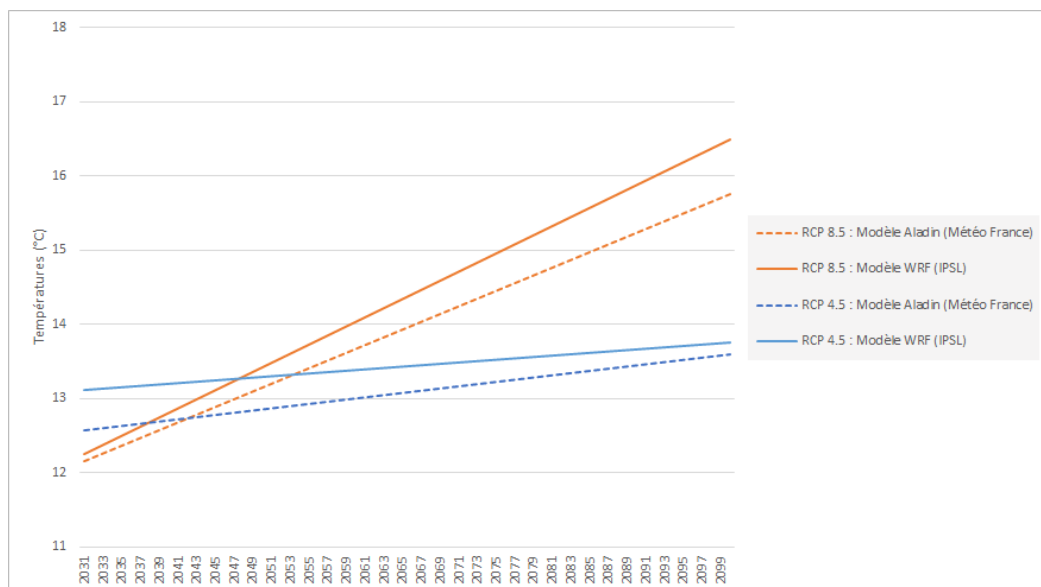


Figure 20 : Projection de la température moyenne annuelle au cours du XXI<sup>e</sup> siècle à l'échelle du Cap d'Erquy selon différents scénarios et modèles climatiques (DRIAS)

## 2- Evolution future des paramètres hydrologiques marins

Est-ce-que les modifications physico-chimiques précédemment décrites vont se poursuivre à l'avenir ?

À ce jour, les seules projections disponibles, permettant d'apporter une réponse à cette question, sont celles fournies par le GIEC et ce, à l'échelle des océans du globe. Actuellement, il n'existe pas encore, en France, de services climatiques comme DRIAS susceptibles de proposer des simulations dans le futur pour des paramètres hydrologiques marins. Toutefois, sur la base du dernier rapport du GIEC sur les océans et la cryosphère publié en 2019, il est possible de formuler l'hypothèse selon laquelle les principales caractéristiques physico-chimiques des eaux côtières dans le golfe normand-breton pourraient continuer à évoluer dans le sens observé jusqu'à présent.

Le GIEC dans ce rapport donne les tendances suivantes (BINDOFF et al., 2019 ; IPCC, 2019) :

- **Hausse de la température des eaux océaniques de surface**
- Hausse du nombre de jours de **vagues de chaleur océanique** (canicule marine)
- **Baisse du pH** des eaux océaniques de surface
- Augmentation de la salinité entre le 40° sud et le 40° nord de latitude
- Diminution de la teneur en oxygène entre 100 et 600 m de profondeur. Mais référence non valable pour les eaux du littoral dont le cycle saisonnier est très marqué et où les couches d'eaux sont continuellement mélangées sans phénomène de stratification thermo-haline, dû au vent et à la houle). De plus, dans le périmètre des 3 sites Natura 2000, la profondeur n'excède pas 40m.

### 3- Hausse du niveau marin

À toutes ces évolutions physico-chimiques, s'ajoute aussi la **hausse du niveau marin**, constatée localement, à l'échelle du golfe normand-breton.

La montée du niveau de la mer est perceptible depuis 300 ans et uniforme sur tout le littoral breton.

Sur la base de 1,3 mm/an, le niveau marin s'est élevé de près de 29 cm entre 1890 et 2024, dont 17 cm depuis 1970. Le phénomène de la hausse du niveau marin dans s'accélère donc depuis les années 1970.

	Tendance (mm/an)
1890-1990	+ 1,3
1980-2004	+ 3
2004-2024	+ 4

Figure 21 : Evolution du niveau moyen de la mer à Brest depuis le milieu du XIXème siècle

Localement, à l'horizon 2100, la hausse du niveau marin à Brest pourrait donc être comprise, entre + 44 cm (scénario RCP 2.6 dit « optimiste » avec un réchauffement de +2°C) et + 73 cm (scénario RCP 8.5 dit « pessimiste » avec +5°C de réchauffement mondial), par rapport à la période de référence 1995-2014.

Par rapport au niveau actuel (2020), la hausse pourrait être comprise entre + 35 cm (scénario RCP 2.6) et + 56 cm (scénario RCP 8.5).

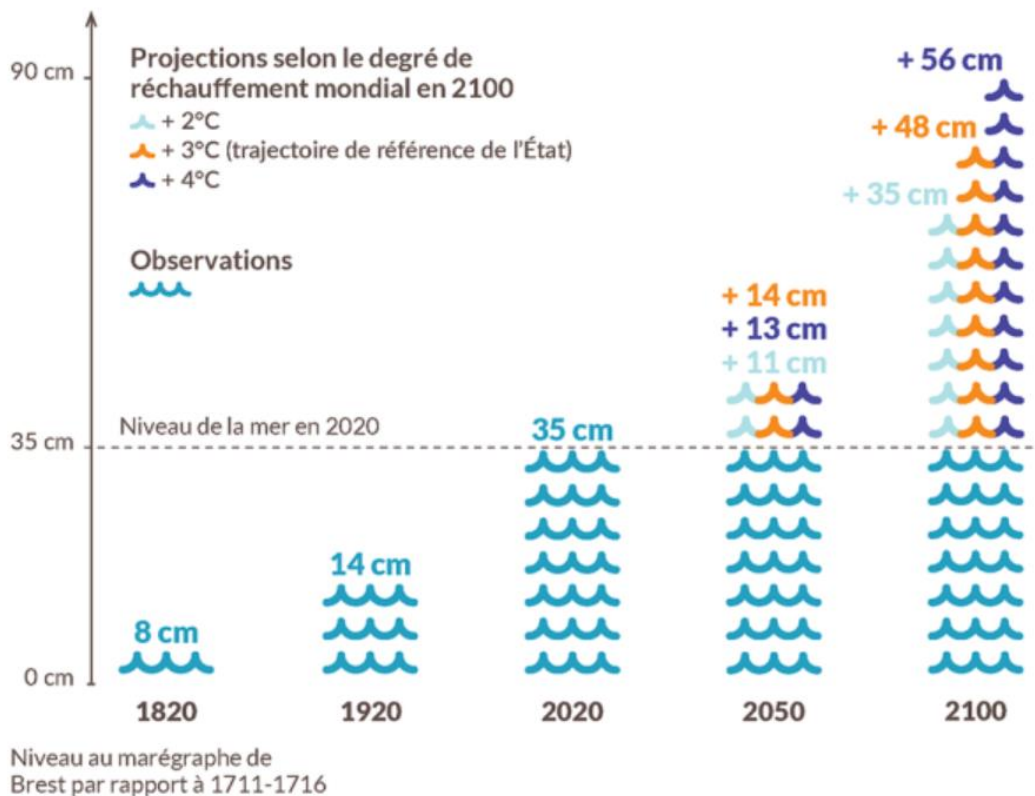


Figure 22 : Projections de la hausse du niveau marin selon le degré de réchauffement mondial en 2100

## 4- Tempêtes

Selon l'ONERC (Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique) et sur la base des travaux du GIEC, aucun événement naturel extrême ne peut être attribué en tant que tel au changement climatique (ONERC, 2018). Toutefois, les travaux de recherche établissent que le changement climatique peut venir augmenter la fréquence d'apparition et l'intensité de certains de ces événements (ONERC, 2018 ; LUBER et al., 2008 ; PLANTON et al., 2008).

C'est le cas notamment pour **les vagues de chaleur** pour lesquelles le service climatique DRIAS projette, à l'échelle du Cap d'Erquy, une hausse du nombre de jours de vagues de chaleur, compris entre +1 et +4 à l'horizon 2050.

En ce qui concerne les événements de type « tempêtes », l'état actuel des connaissances ne permet pas de dégager de tendance d'évolution pour le futur en lien avec le changement climatique (ONERC, 2018 ; PLANTON, 2002). En effet, **la diversité des événements, la forte variabilité interannuelle rendent difficiles de prévoir comment évolueront les tempêtes dans le futur (HCBC, 2024). Aux latitudes moyennes, l'intensité des systèmes dépressionnaires dépend d'un grand nombre d'éléments** : gradients de pressions et de températures, position plus septentrionale et ralentissement du courant-jet, variabilité de la NAO sont autant de facteurs qui rendent **plus complexe l'établissement de liens entre réchauffement climatique et tempêtes sur la région**. Par ailleurs, la résolution des modèles est encore aujourd'hui insuffisante pour comprendre tous les mécanismes favorables au déclenchement des tempêtes les plus intenses.

Au total, malgré les incertitudes qui pèsent sur l'évolution future de ces aléas tempétueux, **la forte exposition et la forte vulnérabilité du littoral breton au changement climatique sont bien établies et ces effets ne pourront donc que s'aggraver avec la montée du niveau de la mer.**

## 5- Submersion marine

L'aggravation des submersions marines est la conséquence la plus immédiate de l'élévation du niveau de la mer, même si localement d'autres facteurs interviennent (spécificités topographiques des zones littorales et de leurs ouvrages de défense contre la mer, conditions hydrodynamiques notamment lors de certaines situations aggravantes comme les vives eaux, tempêtes, surcotes liées aux basses pressions etc.). **Outre la submersion « permanente » de certaines zones basses, les submersions « temporaires » à marée haute et lors d'événements de tempête sont amenées à s'aggraver.**

Les **zones basses littorales** sont une première approche pour **estimer les zones potentiellement inondables par la mer**. Elles sont définies comme les zones situées topographiquement sous le niveau que la mer atteint lors de conditions de tempête dites centennales (probabilité de 1/100 de se produire chaque année). Cette connaissance des zones les plus basses n'est parfois pas suffisante pour estimer

correctement les zones inondables mais elle reste précieuse en l'absence d'études plus fines.

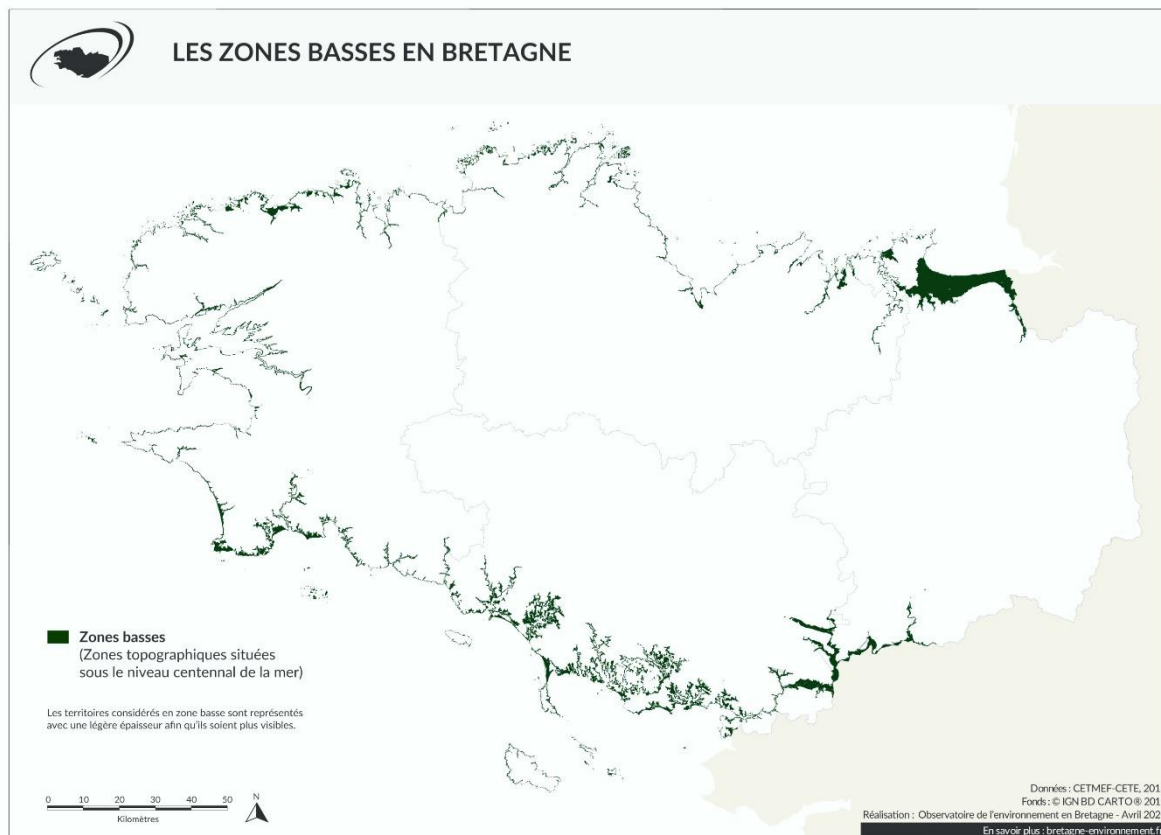


Figure 23 : Les zones basses en Bretagne (Observatoire de l'environnement en Bretagne, 2020)

Concernant nos sites Natura 2000 de Bretagne Nord, ce sont les marais et marais maritimes qui seront potentiellement les plus soumis à ce phénomène de submersion, face à la montée du niveau de la mer en cours (cf Partie 1, II, 2.)

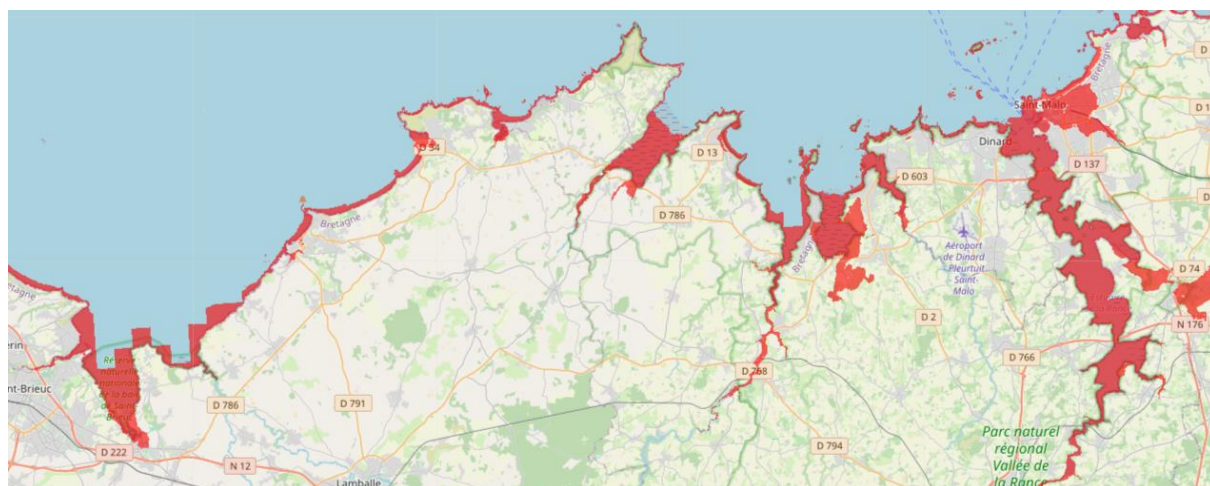


Figure 24 : Carte des zones exposées à l'élévation du niveau de la mer à marée haute (exemple dans le cas d'une élévation d'1m) (Sea Level Rise, BRGM)

## 6- Érosion littorale

Plusieurs facteurs influencent le phénomène d'érosion littorale : les courants, les tempêtes, les submersions, l'élévation du niveau marin, la diminution des sédiments apportés à la côte (barrages en amont, réduction du débit des rivières) etc. L'érosion s'effectue généralement, en Bretagne, à des vitesses inférieures à 0,5 m/an. Une faible portion du trait de côte a reculé avec l'érosion, et une autre, plus petite, a avancé. Ces évolutions ont eu lieu à des vitesses allant de 0,1 m/an à plus de 3 m/an selon les secteurs.

En Bretagne, cela s'explique par la présence de nombreuses **falaises et côtes rocheuses** (plus de 50 % du linéaire breton) qui évoluent très lentement et sont plus résistantes à l'érosion marine que les côtes sableuses. De plus, contrairement aux falaises normandes de craie, très friables, les falaises bretonnes sont principalement composées de matériaux granitiques, plus résistants.

Si l'on prend l'exemple du territoire de la Côte d'Émeraude, ce recul est quasiment imperceptible depuis 60 ans (CEREMA). Le cordon dunaire du polder de Lancieux reste quasiment le seul endroit où la perception du recul a été possible (entre 0 et 0,5 m/an), souligné par la couleur orange sur la figure 25 ci-dessous.

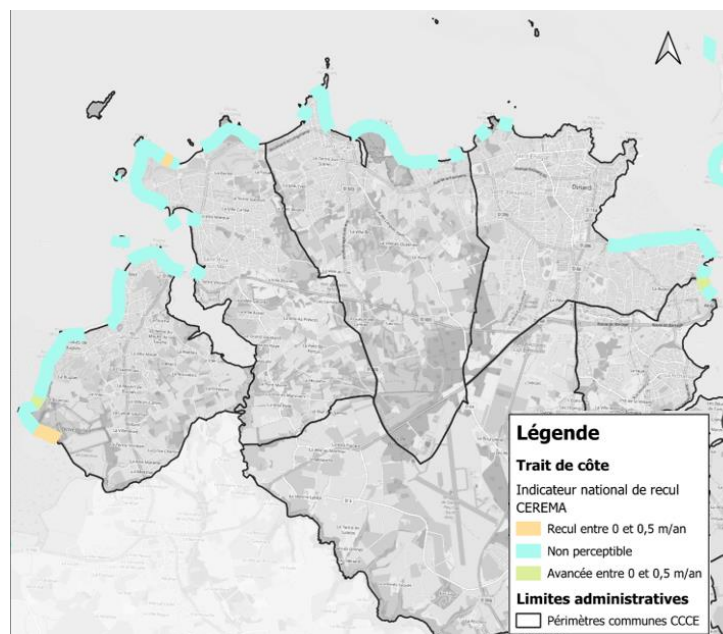


Figure 25 : Recul du trait de côte selon indicateur national de recul produit par le CEREMA (tendances d'évolution depuis la fin des années 1950) (CC Côte d'Émeraude)

Il faut tout de même souligner que, si l'érosion côtière est principalement due aux tempêtes<sup>8</sup>, elle devrait s'accroître dans les décennies à venir sous l'effet de la montée du niveau de la mer liée au changement climatique, mais également par une occupation humaine toujours plus dense du littoral.

<sup>8</sup>Thiébot, J., & Anthony, E. J. (2012). *Facteurs naturels et anthropiques de l'érosion côtière*. In : Paskoff, R. (dir.), *Les littoraux : impacts des aménagements sur leur évolution*. Paris : Lavoisier, pp. 53-78

Ainsi, au total, malgré les incertitudes qui pèsent sur l'évolution future de ces aléas tempétueux, la **forte exposition et la forte vulnérabilité de notre littoral au changement climatique** sont bien établies et ces effets ne pourront donc que s'aggraver avec la hausse du niveau des mers.

## 7- Résumé des impacts du réchauffement climatique sur la biodiversité marine et côtière

Les données actuelles montrent que le réchauffement en cours des eaux environnantes du massif armoricain serait impliqué dans la modification des aires de répartition et les cycles de reproduction de plusieurs espèces de copépodes, invertébrés et poissons, à la base des chaînes trophiques dont dépendent plusieurs espèces protégées ayant justifié la désignation des sites Natura 2000.

Parmi les impacts majeurs concernant le fonctionnement des écosystèmes marins, il peut être retenu (Tréguer et al., 2009) :

- Des projections de **baisse et de changement** qualitatif de la **production primaire** en Atlantique, avec des répercussions sur l'ensemble de la chaîne alimentaire
- Des **décalages des périodes de reproduction** et des modifications de l'intensité des événements de recrutement chez divers invertébrés et poissons
- Un découplage phénologique dans les interactions spécifiques conduisant à des effets dits de « **mismatch** » **entre proies et prédateurs** (ex. copépode-cabillaud)
- L'installation facilitée et/ou la **prolifération d'espèces introduites** accidentellement ou délibérément à des fins d'exploitation (gastéropode, huître creuse)
- La **modification des aires de distribution** pour une des raisons citées ci-dessus ou pour des effets plus globaux de non adaptation et/ou non tolérance des espèces à des **changements de température**
- Des conséquences sur la **composition spécifique** de la production halieutique, sans qu'une tendance ne se dégage sur le niveau global de cette production malgré les inquiétudes liées à la **diminution possible de la production primaire**

Toutefois, certaines séries de mesure sont de trop courte durée pour pouvoir attribuer la modification observée à une ou des causes précises, notamment au changement climatique seul. Ces impacts peuvent en effet résulter de synergie et interagir avec d'autres pressions anthropiques (surpêche, urbanisation du littoral, dégradation des habitats, etc.) conduisant à une déstabilisation du fonctionnement des écosystèmes côtiers. Il est difficile de dissocier dans les changements observés, la part de **variabilité attribuable à la variabilité naturelle, au changement climatique ou aux forçages anthropiques**. Poursuivre l'acquisition de longues séries chronologiques est ainsi une nécessité (Roussel, CSE de Bretagne, 2012).

Par leur évolution et leur adaptation, les espèces ont répondu dans le passé aux changements environnementaux naturels. La question est à présent de savoir si ces

espèces pourront faire face aux changements actuels qui se produisent sur des échelles de temps plus courtes. **Leur capacité d'adaptation** à une perturbation va notamment dépendre (Tréguer et al., 2009) :

- Des **temps de génération** (plus ils sont courts, plus l'adaptation sera rapide ; c'est notamment le cas des organismes planctoniques)
- De la **plasticité phénotypique**, c'est-à-dire de l'ajustement phénotypique aux conditions environnementales
- De la **variation génétique** préexistante dans les populations, variation sur laquelle peut agir la sélection naturelle favorisant des individus plus performants dans les nouvelles conditions climatiques
- Des **cycles de vie** : chez les espèces à fort taux de dispersion, par exemple présentant des larves pélagiques à longue durée de vie, l'arrivée récurrente de migrants en provenance de zones « froides » peut empêcher l'adaptation locale à des températures plus élevées (cf. Sanford et al. 2006 pour le crabe *Uca pugnax* dans l'Atlantique Nord Ouest)
- D'**interactions avec d'autres sources de pressions anthropiques** qui affectent la capacité des populations marines à s'adapter aux changements climatiques (pertes de diversité liées à l'exploitation, à la **dégradation des habitats**) et qui peuvent interagir sur les effets attendus (effets de l'enrichissement en sels nutritifs et des captages d'eau douce sur l'évolution de la production primaire)

Les premiers effets du changement climatique sur l'hydrologie du golfe normand-breton s'observent déjà aujourd'hui, avec des évolutions plus ou moins marquées selon les paramètres. Sur la base des projections du GIEC dans son rapport spécial sur les océans et la cryosphère, la tendance actuelle devrait se poursuivre dans le futur. L'ensemble de ces éléments nous amène à penser que dans le futur, l'eau de mer dans le golfe normand-breton sera donc encore plus haute, plus chaude, plus acide, plus salée et moins oxygénée qu'elle peut l'être aujourd'hui.

Ces évolutions interrogent directement la vulnérabilité du patrimoine naturel de ces sites Natura 2000, à la lumière des conditions climatiques et hydrologiques actuelles et futures, sur la base lorsque cela est possible de données quantitatives (valeurs des effets de seuils à partir desquels la faune et la flore peuvent être impactées) comme pour la teneur en oxygène exposée précédemment.

Les tableaux qui suivent proposent une synthèse des résultats du récit climatique et océanographique.

Paramètres atmosphériques	PASSÉ (20ème siècle - début 21ème)	PRÉSENT station St Briec-Armor normales climatiques annuelles (1991-2020)	FUTUR à l'échelle du cap d'Erquy Horizon moyen (2041-2070) Horizon lointain (2071-2100)
<b>Précipitations</b>	950 mm entre 1961-1990 (St Briec) ? ?	Cumul annuel : 757,3 mm Nombre de jours : 129 Nombre de jours fortes pluies : 20	- 16 mm ≤ Cumul ≤ + 28 mm ? ?
<b>Températures</b>	+ 1,4°C entre 1961-1990 et 1991-2020 (Côtes d'Armor) ? ?	Moyenne annuelle : 11,4°C Nombre jours chauds (T°C ≥ 25°) : 10 Amplitude annuelle : 11,1°C	+ 1,45 ≤ T°C moy ≤ + 2,03 + 17 ≤ jours ≤ + 20 ?
<b>Vent</b>	? ?	Direction dominante : entre Sud et Ouest Nombre jours vents forts : 71	? ?
<b>Gel</b>	Bretagne : -1 à -2 jours de gel par décennie dans les terres ; diminution de la fréquence de gelées sur le littoral sur la période 1961-2018	Nombre de jours de gel : 17 jours	- 5 ≤ jours ≤ - 9 - 11 ≤ jours ≤ - 14
<b>Phénomènes extrêmes</b>	29 vagues de chaleur entre 1961-2024 (Bretagne) 2003 est une des plus sévères ; en 2022 journée la plus chaude depuis 1947	Nombre de jours de vagues de chaleur	+ 1 ≤ jours ≤ + 4 + 2 ≤ jours ≤ + 50

Tableau 5 : Synthèse chiffrée du climat local à différents horizons de temps : « présent » - « passé » - « futur »

Paramètres océanographiques	PASSÉ	PRÉSENT	FUTUR (GIEC-BINDOFF et al., 2019)	
	(20ème siècle - début 21ème)	station les Hébihens (22) normales hydrologiques annuelles (2012-2022)	Horizon moyen (2041-2070)	Horizon lointain (2071-2100)
<b>Niveau marin</b>	Brest : + 29 cm (1890-2024)		+ 11 cm ≤ niveau moy. ≤ + 14 cm	+ 35 cm ≤ niveau moy. ≤ + 56 cm
<b>Température</b>	Les Hébihens (Côtes d'Armor) : + 0,77°C tous les 10 ans	9 ≤ T° moy annuelle ≤ 20,5	+ 0,64 ≤ T° ≤ + 0,95	+ 0,73 ≤ T° ≤ + 2,58
<b>Salinité</b>	Cézembre (Côtes d'Armor) : - 0,2 (2014-2021)	34,6 ≤ moyenne annuelle ≤ 35	?	? incertain
<b>pH</b>	Cézembre (Côtes d'Armor) : - 0,1 (2014-2022)	7,9 ≤ moyenne annuelle ≤ 8,1	- 0,072 ≤ pH ≤ - 0,108	- 0,065 ≤ pH ≤ - 0,315
<b>Oxygène dissous - O<sub>2</sub></b>	Cézembre (Côtes d'Armor) : + 2,45 % (2014-2021)	7,8 ≤ moyenne annuelle ≤ 9,6	- 0,9 % ≤ Δ O <sub>2</sub> ≤ - 1,4 %	- 0,6 % ≤ Δ O <sub>2</sub> ≤ - 3,9 %

Tableau 6 : Synthèse chiffrée de l'évolution de l'hydrologie marine locale à différents horizons de temps : « présent » - « passé » - « futur »

## Bibliographie

Belleguic K., Conseil C., Eveno T., Lorge S. et F. Baraer. (2012) Le changement climatique en Bretagne. Météo France, 85 p.

DREAL Bretagne, 2021. *Plan de prévention des risques littoraux - Inondation (PPRL-I) de la baie de Saint-Brieuc*. Bretagne Environnement.

Gaudin, F. (2017). *Effets du changement climatique sur la distribution de la macrofaune benthique en Manche* (Thèse de doctorat). Université Pierre-et-Marie-Curie (Paris VI), France.

Haut Conseil Breton pour le Climat, 2023, « 2022 : une année climatique record pour la Bretagne ? », Bulletin annuel 2023, p.10-12

Haut Conseil Breton pour le Climat, 2024, « Le climat des littoraux bretons », Bulletin annuel 2024, p.9-10

Haut Conseil Breton pour le Climat, 2024, « Les tempêtes en Bretagne : quelle évolution ? », Bulletin annuel 2024, p.11-13.

Haut Conseil breton pour le Climat (HCBC), 2024. « Le littoral breton face aux défis climatiques. »

Ifremer, 2023. « Des populations de poissons perturbées par le changement climatique. »

Ifremer, 2024. *Qualité du Milieu Marin Littoral. Bulletin de la surveillance 2022. Départements d'Ille et Vilaine et des Côtes d'Armor*, Laboratoire Environnement Ressources Bretagne nord, 183 p.

Julliard R. 2019. « Le réchauffement climatique, un bouleversement pour les écosystèmes et les scientifiques », FRB.

Le Mao P., Godet L., Fournier J., Desroy N., Gentil F., Thiébault E., Pourinet L. (2019). *Atlas de la faune marine invertébrée du golfe Normano-Breton. Volume 1. Présentation*. Éditions de la Station biologique de Roscoff.

Lechêne A., 2017. *Trajectoire de restauration des marais intertidaux : réponse du necton à la dépoldérisation dans l'estuaire de la Gironde*. Université de Bordeaux.

Météo-France, 2019. « Caractérisation et évolution du climat en Bretagne »

OEB, 2020. Le trait de côte en Bretagne.

Oppenheimer, M., B.C. Glavovic, J. Hinkel, R. van de Wal, A.K. Magnan, A. Abd-Elgawad, R. Cai, M. Cifuentes-Jara, R.M. DeConto, T. Ghosh, J. Hay, F. Isla, B. Marzeion, B. Meyssignac, and Z. Sebesvari, 2019. *Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities*, IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate.

Pontee, N., 2013. *Defining coastal squeeze: a discussion. Ocean and Coastal management*. 84. 204-207pp.

Roussel G., 2012. « Quelles sont les connaissances actuelles sur le changement climatique de l'échelle globale aux échelles régionales ? », CSE de Bretagne.

Schroëtter, M., & Blaise, E., 2015. *Atlas des aléas littoraux en Bretagne : aléas érosion et submersion marine* (avec la collaboration de V. Debert, B. Le Gall, G. Gilbert, H. Tissot, F. Meunier, J. Audo, F. Pillios, M. Premallion, B. Gouygou & S. Suanez), BRGM.

Tréguer P., Lhuillery M., et F.Viard, 2009. *Changement climatique et impacts sur les écosystèmes marins de l'ouest de la France*, CSEB.

Van Canneyt O., Sanchez T., Blanchard A., Dorémus G., Laran S., Spitz J., Authier M. & A. Gilles. (2024). *Distribution de la mégafaune marine en France métropolitaine et résultats des analyses du système digital STORMM lors de la campagne SCANS IV (été 2022)*, de l'Observatoire Pelagis (UAR 3462, La Rochelle Université / CNRS) pour la Direction de l'Eau et de la Biodiversité et L'Office Français de la Biodiversité. 67pp.

## Table des figures

Figure 1: Pour les écosystèmes marins, les eaux environnant le massif armoricain représentent une zone de transition entre la province lusitanienne et la province boréale, d'après Briggs, 1974 (Conseil scientifique de l'environnement de Bretagne, 2009)

Figure 2: Paysages actuels et cheminements de demain en baie de Lancieux (Conservatoire du littoral)

Figure 3: Taux de rencontre en nombre d'observations par km pour les alcidés (guillemot de Troïl, pingouin torda, macareux moine) pendant la campagne SCANS IV à l'été 2022 (PELAGIS)

Figure 4: Taux de rencontre en nombre d'observations par km pour les mouettes et petits laridés (sternes) pendant la campagne SCANS IV à l'été 2022 (PELAGIS)

Figure 5: Précipitations mensuelles moyennes relevées à la station St Briec-Armor, entre 1991 et 2020 (Météo France)

Figure 6: Cumul moyen annuel de précipitations 1981-2010 (CNPF Bretagne, 2019 « Caractérisation et évolution du climat en Bretagne »)

Figure 7: Evolution de la moyenne mensuelle des températures de l'air (moyennes, minimales, maximales) journalière à St Briec-Armor sur la période 1991-2020 (Météo France)

Figure 8: Localisation du point NEXTRA 16705 (Lat 49,1018 N ; Long 2,9528 W ; Profondeur 57,73m CM) où les données ont été acquises (PPRLi St-Briec, 2013)

Figure 9 : Roses des vents saisonnières au point NEXTRA 16705 sur la période 1988-2009 (point situé au large) (PPRLi St Briec, 2013)

Figure 10: Les zones climatiques en Bretagne (Observatoire de l'Environnement en Bretagne)

Figure 11 : Les deux zones climatiques présentes au sein du groupe de sites Natura 2000

Figure 12: Localisation du point de surveillance de référence 'Les Hébihens' - 018 (IFREMER, 2022)

Figure 13: Evolution de la température moyenne annuelle des eaux de surface au point les Hébihens (Ifremer, 2022)

Figure 14: Intensification des vagues de chaleur marines en été dans le Golfe de Gascogne et la Manche, exprimées comme le produit d'une anomalie de température par sa durée (°C.jours) (C.Poppeschi)

Figure 15 : Evolution de la salinité des eaux côtières au point Cézembre (Dinard) (réseau SOMLIT)

Figure 16 : Salinité mesurée au point les Hébihens (Ifremer, 2022)

Figure 17 : Evolution du pH annuel moyen des eaux côtières au point Cézembre (Dinard) (réseau SOMLIT)

Figure 18 : Evolution de la teneur en oxygène des eaux côtières au point Cézembre (Dinard) (réseau SOMLIT)

Figure 19 : Projection du cumul annuel des précipitations au cours du XXI<sup>e</sup> siècle à l'échelle du Cap d'Erquy Ré selon différents scénarios et modèles climatiques (DRIAS)

Figure 20 : Projection de la température moyenne annuelle au cours du XXI<sup>e</sup> siècle à l'échelle du Cap d'Erquy selon différents scénarios et modèles climatiques (DRIAS)

Figure 21 : Evolution du niveau moyen de la mer à Brest depuis le milieu du XIX<sup>e</sup>me siècle

Figure 22 : Projections de la hausse du niveau marin selon le degré de réchauffement mondial en 2100

Figure 23 : Les zones basses en Bretagne (Observatoire de l'environnement en Bretagne, 2020)

Figure 24 : Carte des zones exposées à l'élévation du niveau de la mer à marée haute (exemple dans le cas d'une élévation d'1m) (Sea Level Rise, BRGM)

Figure 25 : Recul du trait de côte selon indicateur national de recul produit par le CEREMA (tendances d'évolution depuis la fin des années 1950) (CC Côte d'Emeraude)

## Table des cartes

Carte 1 : Localisation des 3 sites Natura 2000 côtiers étudiés (OFB)

Carte 2 : Habitats de la Baie de Lancieux, 2016 (Conservatoire du littoral)

## Table des tableaux

Tableau 1 : Synthèse concernant les précipitations à la station St-Brieuc Armor

Tableau 2 : Synthèse concernant les températures à la station St-Brieuc Armor

Tableau 3 : Pourcentage d'occurrence des vitesses de vent par saison (PPRLi St-Brieuc, 2013)

Tableau 4 : Synthèse concernant les vents dominants au point NEXTRA 16705



Pingouin torda, Cap Fréhel  
© Benoît Dumeau

[www.ofb.gouv.fr](http://www.ofb.gouv.fr)



  
**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

  
**OFB**  
OFFICE FRANÇAIS  
DE LA BIODIVERSITÉ