

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 II – Fiches de vulnérabilité



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 2 : Fiches de vulnérabilité, 54 p.

Sommaire

Partie 3 : Analyse de la vulnérabilité.....	2
I. Choix des objets.....	2
II. Méthodologie.....	4
Fiche type.....	7
Habitats marins	
Herbiers de Zostère naine.....	8
Herbiers de Zostère marine.....	10
Bancs de maërl.....	12
Habitats littoraux	
Vasières.....	14
Prés salés atlantiques.....	16
Dunes grises fixées.....	18
Falaises avec végétation.....	20
Landes sèches européennes.....	22
Mammifères	
Grand dauphin.....	24
Amphihalins	
Grande alose.....	26
Oiseaux marins	
Alcidés nicheurs et reproducteurs.....	28
Laridés nicheurs et reproducteurs.....	30
Limicoles hivernants-migrateurs.....	32
Anatidés hivernants-migrateurs.....	34
Puffin des Baléares.....	36
Autres	
Chiroptères.....	38
Macrofaune benthique.....	40
Annexes.....	42
Annexe 1 - Tableau de travail.....	43

Partie 3 : Analyse de la vulnérabilité

I. Choix des objets

La démarche Natur'Adapt recommande de porter l'analyse de vulnérabilité à la fois sur le patrimoine naturel, les activités du gestionnaire ainsi que les moyens de gestion.

Par souci d'opérationnalité, **seulement** les éléments du **patrimoine naturel** ont été retenus pour cette analyse. Pour parvenir à cette liste d'objets, nous sommes tout simplement repartis des DOCOBs des trois sites Natura 2000 concernés, et plus particulièrement de leur volet diagnostic écologique.

Pour ce qui touche à la biodiversité des sites Natura 2000, à défaut de pouvoir analyser l'ensemble du patrimoine naturel, notre choix s'est donc porté sur les espèces et habitats à enjeux *fort à très fort* et à l'état de conservation *moyen à mauvais*. Si un enjeu était commun à au moins deux des trois DOCOB, alors il était retenu. Ce sont donc des espèces et habitats à enjeux pour lesquels les sites ont une responsabilité. En tout, nous avons donc retenu 17 « objets ».

L'analyse de vulnérabilité est appuyée par de la bibliographie, des dires d'experts et/ou des témoignages d'acteurs locaux. Cela reflète l'état des connaissances collectées par le gestionnaire à cet instant. Cette analyse peut mettre en avant des manques de connaissance, ceux-ci pourront être complétés à l'avenir.

Objets retenus	Entretien experts
<p>Habitats marins</p> <p>Herbiers de Zostère naine</p> <p>Herbiers de Zostère marine</p> <p>Bancs de maërl</p>	<p>Aurélien Boyé, IFREMER Ingénieur en écologie numérique, laboratoire DYNECO aurelien.boyé@ifremer.fr</p>
<p>Habitats littoraux</p> <p>Vasière</p> <p>Prés salés atlantiques</p> <p>Dunes grises fixées</p> <p>Falaises avec végétation</p> <p>Landes sèches européennes</p>	<p>Catherine Zambettakis, Déléguée régionale CBN Basse Normandie cbn.bassenormandie@cbnbrest.com</p>
<p>Mammifères marins</p> <p>Grand dauphin</p>	<p>Benjamin Guichard, OFB Brest referent D1-MM, surveillance DCSMM Benjamin.Guichard@ofb.gouv.fr</p>
<p>Amphihalins</p> <p>Grande alose</p>	<p>Anthony Acou, MNHN/Station marine Dinard Réfèrent amphihalin pour la DCSMM anthony.acou@mnhn.fr</p>
<p>Oiseaux marins</p> <p>Alcidés nicheurs et reproducteurs</p> <p>Laridés nicheurs et reproducteurs</p> <p>Limicoles hivernants-migrateurs</p> <p>Anatidés hivernants-migrateurs</p> <p>Puffin des Baléares</p>	<p>Bernard Cadiou, Bretagne Vivante bernard.cadiou@bretagne-vvante.org</p> <p>Antoine Chabrolle, MNHN/Station marine Concarneau RESOM (Réseau national Oiseaux marins) antoine.chabrolle@mnhn.fr</p> <p>Adrien Lambrechts Chargé de mission oiseaux marins OFB - PNA Puffin des Baléares adrien.lambrechts@ofb.gouv.fr</p>
<p>Autres</p> <p>Chiroptères</p> <p>Macrofaune benthique</p>	

II. Méthodologie

Pour mener l'analyse de vulnérabilité sur chacun des objets retenus, nous nous appuyons sur cette liste de questions :

Sensibilité globale

- Quels sont les principaux paramètres climatiques qui affectent l'objet positivement ou négativement ?
→ Renseigne sur la **sensibilité intrinsèque** : citer les paramètres climatiques et les raisons de la sensibilité de l'objet.
- Comment vont évoluer ces paramètres climatiques dans le futur ?
→ Permet d'apprécier l'**exposition** au changement climatique grâce au récit climatique : est-elle favorable, défavorable, neutre ou contrasté ?
- A quel point l'objet peut-il ainsi être affecté ?
→ Permet d'apprécier la **sensibilité globale** de nulle, faible, moyenne à forte.

Capacité d'adaptation globale

- Est-ce que l'objet est capable de s'adapter aux variations climatiques et à leurs effets ?
→ Renseigne sur la **capacité d'adaptation intrinsèque** de l'objet : citer les possibilités d'adaptation de l'objet
- Quels sont les activités anthropiques et autres facteurs non climatiques pouvant limiter ou favoriser l'adaptation de l'objet et quelles peuvent être leurs évolutions futures ?
→ Renseigne sur les **pressions non climatiques** qui s'exercent ou qui vont s'exercer sur l'objet
- A quel point l'objet est donc capable de s'adapter aux variations climatiques en tenant compte des facteurs non climatiques ?
→ Permet d'apprécier la **capacité d'adaptation globale** de l'objet de nulle, faible, moyenne à forte

Ces questionnements traduisent le cadre conceptuel de la démarche Natur'Adapt. Pour évaluer la vulnérabilité d'un objet il s'agit ainsi d'analyser et de croiser l'exposition, la sensibilité, la capacité d'adaptation ainsi que les pressions ou facilitations liées à cet objet.

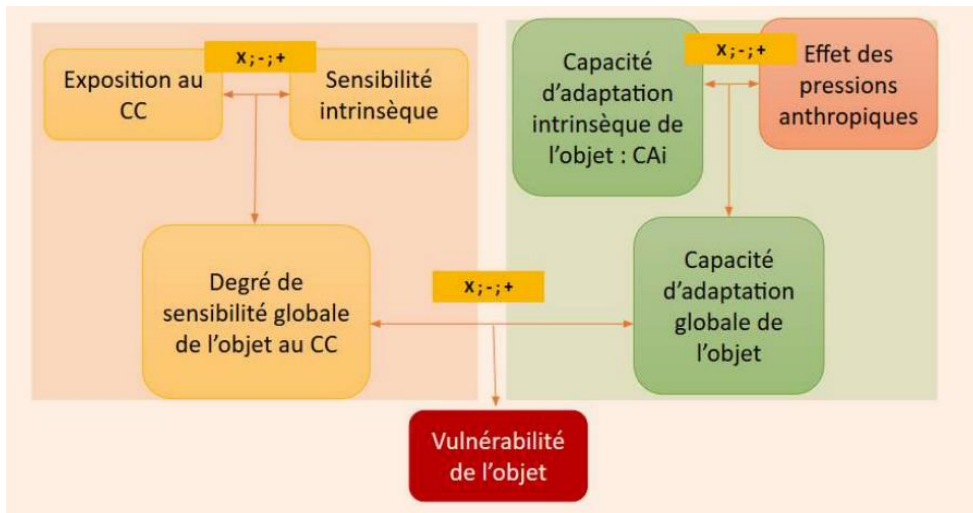


Figure 1 : Cadre conceptuel de l'analyse de la vulnérabilité, selon Natur'Adapt

Après avoir recueillies les informations nécessaires (via la bibliographie, la mobilisation de partenaires locaux, etc.), les niveaux de vulnérabilité et d'opportunité sont déterminés à partir du croisement des appréciations de la sensibilité globale et de la capacitive globale via la matrice de la figure 27.

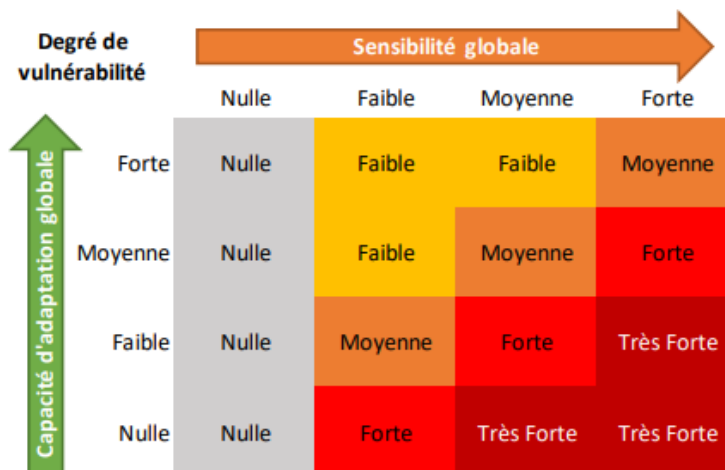


Figure 2: Matrice de vulnérabilité

Les questions précédentes ont été formalisées sous la forme d'un tableau dont voici un extrait ci-après (voir page suivante), permettant d'estimer les niveaux de vulnérabilité sont déterminés à partir du croisement des appréciations de la sensibilité globale et de la capacité d'adaptation globale (suivant la matrice présentée). Ce tableau permet aussi de capitaliser l'ensemble des informations collectées avant de la restituer de manière synthétique comme présenté dans les fiches de vulnérabilité.

PARAMÈTRES climatiques hydrologiques	SENSIBILITÉ de l'objet		CAPACITÉ D'ADAPTATION globale		VULNERABILITÉ			
	Est-ce que la variation du paramètre climatique ou hydrologique (lié au CC) peut affecter l'objet ?	Appréciation	Capacité d'adaptation intrinsèque (pat.nat.) ou extrinsèque	Pressions non climatiques	Appréciation	Vulnérabilité de l'objet par paramètre	Vulnérabilité globale de l'objet au CC	
			Est-ce que, de lui-même, l'objet a la capacité de faire face à la variation du paramètre climatique ou hydrologique ?	Existe-t-il des pressions non climatiques qui peuvent affecter la capacité d'adaptation intrinsèque de l'objet ?				
Herbier de <i>Zostera noltei</i>	Niveau marin + 11 cm ≤ niveau moy. ≤ + 14 cm	Phase émergée : habitat soumis au balancement des marées - variations dans l'amplitude et la dynamique des marées (PICKERING et al., 2017; WARD et al., 2012) Plus le marnage est grand, plus la sensibilité de la zostère noltei sera faible (WOODWORTH et al., 1991) Phase immergée : une hausse de la profondeur pourrait rendre l'accès difficile de la lumière jusqu'aux feuilles à marée haute = baisse de productivité de l'herbier + une diminution de sa taille et de sa biomasse (ANGST et al., 2014)	Moyenne	Capacité des herbiers à développer des feuilles plus longues et larges, afin de capter davantage de lumière (COGNAT et al., 2018) Capacité de l'herbier de noltei à supporter un excès de lumière (car alterne entre phase d'émergence et immersion) Capacité de l'herbier à migrer -verticalement : extension plus haut sur l'estran dans les zones de milieux plus ouverts -latéralement/horizontalement : la dispersion des graines peut se faire sur de grandes distances lorsque l'ensemble du pied reproducteur se détache et flotte longtemps au gré des courants (ALLONCLE et al., 2008)	Facteurs anthropiques qui bloquent l'extension : aménagements portuaires, augmentation des corps morts au niveau des maillages, prolifération d'ulves... (ALLONCLE et al., 2008) Hydrodynamisme : ensablement des vases Nature du substrat (sableux ou vaseux) Pression de broutage exercée par les oiseaux hivernants	Moyenne	Faible	MOYENNE
	Physico-chimie des eaux marines ↗ T°C eau ↘ pH ↘ O ₂ dissous	Printemps et automne : stimulation de la croissance des zostères Eté : réduction de la productivité des zostères + si les températures estivales sont trop élevées, la croissance des zostères est stoppée et reprend après l'été avec des températures plus faibles (ANGST et al. 2014)	Forte	La zostère naine est plus résistante que la zostère marine à de fortes températures (25°C) (Auby et al., 2011) L'espèce peut se développer dans des eaux chaudes comme en Bassin d'Arcachon, des adaptations génétiques ont même pu générer des populations capables de résister à des températures estivales de plus de 23°C	Seuils peuvent être abaissés en fonction de la disponibilité en lumière (par exemple dragage dans un port qui met en suspension des sédiments) = turbidité = T° létale plus basse Renforcement de la toxicité des contaminants avec l'augmentation de la température (GAMAIN et al., 2018)	Moyenne	Moyenne	
	Température air ↗ T°C moyenne ↗ nmb jours chauds & vagues de chaleur	Printemps et automne : stimulation de la croissance des zostères Eté : réduction de la productivité des zostères + si les températures estivales sont trop élevées, la croissance des zostères est stoppée et reprend après l'été avec des températures plus faibles (ANGST et al. 2014) Les herbiers les plus en profondeur sont généralement moins affectés par les T° extrêmes grâce à leur plus faible période d'émergence, suggérant alors qu'une perte de la biomasse de l'herbier est davantage liée aux vagues de chaleur atmosphériques qu'aux vagues de chaleur marines (LE PEVEDIC et al., 2024) Conditions d'irradiance (conjonction de basse mer en milieu de journée associée à un ensoleillement maximal en été) : risque de dépassement des limites de tolérance de la zostère noltei	Moyenne	Manque de connaissances			Faible	

Tableau 1 : Extrait du tableau d'analyse de la vulnérabilité

Objet étudié

Description brève

Sensibilité



↗ Niveau marin

Horizon moyen 2041-2070
 $+ 11 \text{ cm} \leq \text{niveau moy.} \leq + 14 \text{ cm}$



Physico-chimie

↗ T° eau
Horizon moyen : $+ 0,64 \leq T^\circ \leq + 0,95$

↘ pH
Horizon moyen : $- 0,072 \leq \text{pH} \leq - 0,108$

↘ O₂
Horizon moyen : $- 0,9 \% \leq \Delta \text{O}_2 \leq - 1,4 \%$



↗ T° air

Horizon moyen : $+ 1,45 \leq T^\circ \text{C moy} \leq + 2,03$

Capacité d'adaptation



↗ Niveau marin



Physico-chimie



↗ T° air

VULNERABILITE

Faible

Moyenne

Forte

Risque d'impacts (+/-) sur l'objet engendré par le changement climatique (directement ou indirectement), en fonction de son exposition, de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation globale

Faible

changement de classification (habitats ...) / état de conservation non remis en question

Moyenne

intégrité de l'objet affectée temporairement / état de conservation remis en question

Forte

risque de modification importante / existence de l'objet remis en question de manière pérenne

Herbiers de Zostère naine

© C. Barreaud, OFB

Les zostères naines sont des plantes à fleurs marines qui occupent les niveaux moyens et supérieurs des estrans abrités sableux et sablo-vaseux. L'habitat potentiel modélisé de *Z. noltei* correspond à des zones intertidales abritées du vent, des vagues et du courant, peu turbides et saumâtres, correspondant aux baies lumineuses et abritées de la façade Atlantique et de Bretagne Nord (cf observations à l'ouest de la presqu'île de Saint-Jacut-de-la-Mer).

Les principales pressions : abrasion, hausse de la turbidité, eutrophisation.

Sensibilité



↗ Niveau marin

Une hausse de la profondeur pourrait rendre l'accès difficile de la lumière jusqu'aux feuilles (*phase d'immersion*) :

- baisse de productivité de l'herbier
- diminution de sa taille + biomasse (ANGST et al., 2014)



Physico-chimie : ↗ T° eau

- Printemps et automne : stimulation de la croissance des zostères
- Été : réduction de la productivité des zostères (ANGST et al. 2014)



↗ T° air

Perte de la biomasse de l'herbier (*phase d'émergence*) = davantage liée aux vagues de chaleur atmosphériques qu'aux vagues de chaleur marines (LE PEVEDIC et al., 2024)

Capacité d'adaptation



↗ Niveau marin

Capacité de l'herbier à migrer verticalement (+ haut sur l'estran) et horizontalement (dispersion des graines sur de longues distances)

Capacité de l'herbier à développer des feuilles + longues et + larges pour capter la lumière (COGNAT et al., 2019)



Physico-chimie : ↗ T° eau

L'espèce peut se développer dans des eaux chaudes (ex. Bassin d'Arcachon)



↗ T° air

La Zostère naine peut résister à de fortes températures (25°C) (AUBY et al., 2011)

VULNERABILITE

Faible

Moyenne

Forte

La répétition des vagues de chaleur (stress thermiques) pourrait conduire dans le temps à une perte de densité de l'herbier (REPOLHO et al., 2017). Pour faire face à la hausse généralisée des températures, l'espèce semble néanmoins disposer d'une bonne capacité de résilience. En effet, même si l'habitat potentiel de *Z. naine* risque de décliner en surface et devenir plus défavorable à l'échelle de la façade Atlantique, les **conditions environnementales** pourraient devenir plus **favorables en Manche**. Quel que soit le scénario RCP, le changement climatique pourrait conduire à une **expansion de la répartition** des herbiers de *Z. naine* sur la façade Manche-Atlantique de l'ordre de 39% avec le RCP4.5 et de 29% avec le RCP8.5, sans prendre en compte les effets de pressions locales (MOUILLARD, 2020).

Herbiers de Zostère naine

© C. Barraud, OFB

Bibliographie

Angst, B., Philippe, M., Urien, M., Herry, J., Balle-Beganton, J., Pasco, R., Casse, M., Bailly, D. (2014). Synthèse des connaissances sur les herbiers de zostères en appui à leur gestion dans le golfe du Morbihan. Rapport AMURE et SIAGM.

Auby, I., Bost, C. A., Budzinski, H., Dalloyau, S., Desternes, A., Belles, A., ... & Steinmetz, J. (2011). Régression des herbiers de zostères dans le Bassin d'Arcachon: état des lieux et recherche des causes.

Cognat, M. (2019). Rôles des facteurs environnementaux et des interactions biomorphodynamiques sur l'évolution spatio-temporelle des herbiers de zostères dans une lagune mésotidale (Doctoral dissertation, Université de Bordeaux).

Le Pevedic, A. (2024). Études des interactions entre herbiers de zostères, hydrodynamique et dynamique sédimentaire dans une lagune semi-fermée : cas du Bassin d'Arcachon (Doctoral dissertation, Université de Bordeaux).

Mouillard, R. (2020). Modélisation statistique de la distribution spatiale des espèces *Zostera marina* et *Zostera noltei* à l'échelle de la façade Manche-Atlantique.

Expert contacté

Aurélien Boyé, IFREMER
Ingénieur en écologie numérique, laboratoire DYNECO
aurelien.boyé@ifremer.fr

Herbiers de Zostère marine

© B. Guichard, OFB

Les zostères marines sont des plantes à fleurs marines qui se développent dans la zone infralittorale, depuis la partie exondable aux basses mers jusqu'aux profondeurs de 3 à 4 mètres.

L'habitat potentiel de *Z. marina* correspond à des zones côtières abritées, peu turbides et peu eutrophisée (nitrate, phosphate, chlorophylle a) principalement réparties le long du littoral en Bretagne Nord (petites baies situées entre le Cap d'Erquy et Cap Fréhel, puis la Baie de la Fresnaye, la Baie de l'Arguenon et la Baie de Lancieux).

Sensibilité



↗ Niveau marin

Une hausse de la profondeur pourrait rendre l'accès difficile de la lumière jusqu'aux feuilles (phase d'immersion) :

- baisse de productivité de l'herbier
- diminution de sa taille + biomasse (ANGST et al., 2014)



Physico-chimie : ↗ T° eau, ↘ pH

Été : réduction de la productivité des zostères (ANGST et al. 2014)

En conditions optimales de lumière, une ↘ pH (c'est-à-dire ↗ CO₂) est positif pour la *Z. marina* : augmentation de la photosynthèse + développement général (ZIMMERMAN et al., 1997)



↗ T° air

Z. marina existent sous des latitudes aux températures moyennes plus élevées (ex. lagon de Venice)

Capacité d'adaptation



↗ Niveau marin

Capacité de l'herbier à se développer sur de larges gammes de profondeur (+2 à -8 m) : *Z. marina* peut s'adapter à des conditions lumineuses très variées par le biais de réponses biochimiques et/ou structurelles (AUBY et al., 2011)



Physico-chimie : ↗ T° eau

Conditions optimum de développement : 10-15°C

Effet de seuil à partir d'une température de l'eau supérieure à 20°C pour la *Z. marina* (AUBY et al., 2011) : fortes mortalités au-delà



↗ T° air

VULNERABILITE

Faible

Moyenne

Forte

Des pressions tels que l'augmentation de la **turbidité** de l'eau (via la remise en suspension des sédiments) et la réduction de la pénétration de la lumière pourraient être exacerbés par le changement climatique à l'avenir. Bien qu'une expansion locale de la répartition de la *Z. marina* (+14.3% en Bretagne Nord) soit possible à l'horizon 2050 (RCP4.5), les prédictions suggèrent quelque soit le scénario considéré un **déclin important des herbiers de *Z. marina* sur le long terme** (horizon 2100) (MOUILLARD, 2020).

Herbiers de *Zostera marina*

© B. Guichard, OFB

Bibliographie

Angst, B., Philippe, M., Urien, M., Herry, J., Balle-Beganton, J., Pasco, R., Casse, M., Bailly, D. (2014). Synthèse des connaissances sur les herbiers de zostères en appui à leur gestion dans le golfe du Morbihan. Rapport AMURE et SIAGM.

Auby, I., Bost, C. A., Budzinski, H., Dalloyau, S., Desternes, A., Belles, A., ... & Steinmetz, J. (2011). Régression des herbiers de zostères dans le Bassin d'Arcachon: état des lieux et recherche des causes.

Mouillard, R. (2020). Modélisation statistique de la distribution spatiale des espèces *Zostera marina* et *Zostera noltei* à l'échelle de la façade Manche-Atlantique.

Zimmerman, R. C., Kohrs, D. G., Steller, D. L., & Alberte, R. S. (1997). Impacts of CO₂ enrichment on productivity and light requirements of eelgrass. *Plant physiology*, 115(2), 599-607.

Expert contacté

Aurélien Boyé, IFREMER
Ingénieur en écologie numérique, laboratoire DYNECO
aurelien.boyé@ifremer.fr

Bancs de maërl

© E. Amice, CNRS

Le maërl est une algue calcaire rouge corallinée vivant librement sur les fonds meubles côtiers infralittoraux (entre 0 et 30m de profondeur). Les bancs de maërl apparaissent comme l'habitat le plus riche en espèce de l'infralittoral côtier de métropole.

Sur la façade Manche-Atlantique, les bancs de maërl sont essentiellement présents en Bretagne, avec certains des plus grands bancs d'Europe (en baie de St Brieuc par exemple). On le retrouve aussi dans la baie de la Fresnaye. Les pressions : prolifération de la crépidule, eutrophisation, gain en sédiments

Sensibilité



↗ Niveau marin

Une hausse de la profondeur pourrait rendre l'accès difficile à la lumière = baisse de l'activité photosynthétique du banc de maërl (GRALL, 2009)



Physico-chimie : ↗ T° eau, ↘ pH

Possible évolution de la composition des espèces du banc de maërl (algues rouges calcaires principalement des genres *Lithothamnion*)

Une acidification des eaux pourraient engendrer une calcification des algues calcaires telles que le maërl à l'avenir (GRALL, 2009 ; MARTIN et al., 2009)

Capacité d'adaptation



↗ Niveau marin

Capable d'assurer sa croissance à des profondeurs essentiellement inaccessibles aux autres macroalgues rouges (profondeurs d'occurrence de maërl jusqu'à 30m en Irlande) (GRALL, 2022)



Physico-chimie : ↗ T° eau, ↘ pH

Le maërl peut vivre dans des eaux marines plus chaudes que les eaux bretonnes :

→ aire de répartition large (du Nord des îles Britanniques au pourtour méditerranéen)

VULNERABILITE

Faible

Moyenne

Forte

Les niches écologiques des espèces *Lithothamnion* sont relativement étroites du fait d'une part de leur **besoin de lumière**, de la nécessité d'être baignés par des **eaux** relativement **claires**, et d'autre part de la présence de **courants assez limités** pour ne pas déplacer les thalles du maërl. Les eaux doivent être assez peu turbides pour permettre la photosynthèse et pour ne pas les enfouir sous les particules sédimentaires. Ces facteurs semblent donc déterminants pour expliquer la **distribution relativement limitée** de ces espèces dans les eaux européennes. Les autres facteurs physiques (température, salinité...) apparaissent de moindre importance, tout comme le substrat puisque les bancs de maërl peuvent s'installer sur une très large gamme de sédiments (GRALL, 2003).

Bancs de maërl

© E. Amice, CNRS

Bibliographie

Grall, J. (2003). Fiche de synthèse sur les biocénoses: les bancs de maërl. Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER), 1-20.

Grall, J. (2009). Phase 1 : synthèse des connaissances sur le maërl en Bretagne. AGLIA

Expert contacté

Aurélien Boyé, IFREMER
Ingénieur en écologie numérique, laboratoire DYNECO
aurelien.boyé@ifremer.fr

Vasière - Slikke

© A. Eynaudi, OFB

La vasière intertidale, ou slikke, est la zone de sédimentation très fine des rivages subhorizontaux vaseux (côtes de mer à marée ou estuaires) dans l'espace intertidal moyen et inférieur. La slikke est donc la partie basse d'un marais maritime, inondée à chaque marée haute, et comporte peu, voire pas, de végétation.

L'évolution générale de cet habitat est caractérisée par l'envasement des fonds et par la détérioration de la qualité des eaux estuariennes.

Sensibilité



↗ Niveau marin

L'étage médiolittoral va se déplacer : potentielle perte de la partie basse de la slikke qui deviendrait subaquatique (VAN DER WEGEN et al., 2017)

Probable diminution du temps d'exondation des zones intertidales (GODET et al., 2012)



Physico-chimie : ↗ T° eau



↗ T° air

Variations de la macrofaune benthique : probable diminution de la biomasse de *Macoma balthica* (indicateur d'une vasière intertidale atlantique) en cas d'hivers plus doux et d'étés plus chauds (BEUKEMA et al., 2009)

Capacité d'adaptation



↗ Niveau marin

Capacité de la vasière à migrer horizontalement et à s'élever par sédimentation



Physico-chimie : ↗ T° eau



↗ T° air

Dépendant du seuil de tolérance de *Macoma balthica* qui est plutôt faible (limite sud de l'aire de répartition : estuaire de la Gironde) (BACHELET, 1980)

VULNERABILITE

Faible

Moyenne

Forte

Du fait de la hausse du niveau marin, l'**étage médiolittoral** sur lequel s'étend la slikke pourrait se déplacer vers le rivage selon VAN DER WEGEN et al., 2017. Plus indirectement, la **macrofaune** caractéristique des vasières intertidales **pourrait évoluer** : bien qu'encore largement répartie sur les côtes européennes, *Macoma balthica* voit son aire de répartition se déplacer vers le nord est (BECQUET, 2009). Des travaux ont mis en évidence chez cette espèce une forte sensibilité à l'augmentation de température (JANSEN et al., 2007).

Bibliographie

Achete, F., Van der Wegen, M., Roelvink, J. A., & Jaffe, B. (2017). How can climate change and engineered water conveyance affect sediment dynamics in the San Francisco Bay-Delta system. *Climatic Change*, 142, 375-389.

Bachelet, G. (1980). Growth and recruitment of the tellinid bivalve *Macoma balthica* at the southern limit of its geographical distribution, the Gironde estuary (SW France). *Marine Biology*, 59(2), 105-117.

Becquet, V. (2009). Réponse de la macrofaune benthique intertidale à l'évolution des conditions environnementales liées au changement climatique : déplacement de l'aire de répartition de *Macoma balthica* en Europe. Thèse de doctorat, Université de Lille.

Beukema, J. J., Dekker, R., & Jansen, J. M. (2009). Some like it cold: populations of the tellinid bivalve *Macoma balthica* (L.) suffer in various ways from a warming climate. *Marine Ecology Progress Series*, 384, 135-145.

Godet, L., & Luczack, C. (2012). Changement climatique et limicoles en hiver. Manuel d'étude et de gestion des oiseaux et de leurs habitats en zones côtières., 687-704.

Jansen, J.M., Beukema, J.J., Dekker, R., & van der Meer, J. (2007). *Macoma balthica* populations in the Dutch Wadden Sea and their responses to environmental change: a review. *Helgoland Marine Research*, 61, 93-103

Expert contacté Ø

Prés salés atlantiques

© R. Hubert, OFB

L'habitat regroupe l'ensemble des végétations pérennes des prés salés atlantiques, se développant au niveau du schorre, sur substrat argilo-limoneux à limono-sableux, situé dans la partie supérieure de la zone intertidale. Le cycle des marées détermine largement les conditions de vie : la végétation est soumise à des cycles de submersion et d'émersion par l'eau de mer. Le schorre représente la grande majorité du marais : le bas schorre regroupe les communautés de Salicorne et/ou de prairies à Puccinellie ; le moyen schorre est largement dominé par les peuplements à Obione.

Sensibilité



↗ Niveau marin

Durée de submersion = niveau de salinité différent = changement dans la composition et la répartition des formations végétales halophiles (ROSSI, 2012)



Physico-chimie : ↘ pH

L'acidification des eaux marines pourrait entraîner un développement du chiendent maritime, qui pourrait alors prédominer au sein du pré salé et faire évoluer ses fonctionnalités (VALERY, 2017)

+ évolution des végétaux du schorre suivant la température de l'eau ?



↗ T° air

Les groupes végétaux du schorre peuvent être influencés par les assèchements estivaux, qui augmentent la salinité du sol (DELASSUS, 2009)

Capacité d'adaptation



↗ Niveau marin

Capacité de la vasière à migrer :

- horizontalement (notamment avec un développement du bas schorre)
- verticalement : élévation en même temps que le niveau marin en cas de dynamique hydrosédimentaire positive (KIRWAN et al., 2013)



Physico-chimie : ↘ pH

Dépendant du seuil de tolérance de la végétation du schorre à la température (limite sud des prés salés atlantiques : Bassin d'Arcachon)



↗ T° air

Dépendant du seuil de tolérance de la végétation du schorre à la température (limite sud des prés salés atlantiques : Bassin d'Arcachon)

VULNERABILITE

Faible

Moyenne

Forte

Une nette **augmentation des superficies** de prés-salés peut être attendue dans le cadre d'une montée du niveau des mers (DEBUE et al., 2022), dans le cas où aucune barrière physique ne limite les possibilités de recul vers les terres pour la flore du pré-salé (si jamais les conditions de submersion et d'exposition au sel ne répondaient plus à leur optimum écologique), entraînant une réorganisation des ceintures de végétation du marais. La **dynamique sédimentaire** à l'œuvre localement a aussi un rôle à jouer. Par exemple, le caractère abrité de l'anse d'Yffiniac favorise la sédimentation naturelle et l'exhaussement de l'estran, ainsi elle est susceptible de compenser la hausse du niveau marin (environ 3 mm/an). Un bilan sédimentaire négatif pourrait dans le cas contraire amplifier l'élévation du niveau marin (STURBOIS & BIORET, 2018).

Bibliographie

Debue, M., Billon, L., Ouédraogo, D. Y., Poncet, R., Sordello, R., & Reyjol, Y. (2022). Développement d'un indicateur de qualité écologique dans le cadre du Life ADAPTO-Rapport final (Doctoral dissertation, PatriNat (OFB-CNRS-MNHN)).

Delassus, L. (2009). Caractérisation des végétations de marais salés de Basse-Normandie. Conservatoire Botanique National de Brest

Kirwan, M. L., & Megonigal, J. P. (2013). Tidal wetland stability in the face of human impacts and sea-level rise. *Nature*, 504(7478), 53–60

Rossi, F. (2012). Effets des variations hydrologiques sur la végétation halophile des zones humides littorales.

Sturbois, A., & Bioret, F. (2018). Historique et évolutions récentes des végétations du marais maritime de l'anse d'Yffiniac - Baie de Saint-Brieuc - 1979-2012. Cartographie - Analyse diachronique - Inventaire phytocénotique, Conservation. Réserve naturelle nationale de la baie de Saint-Brieuc, 52 p.

Valéry, L., Radureau, A., & Lefeuvre, J. C. (2017). Spread of the native grass *Elymus athericus* in salt marshes of Mont-Saint-Michel bay as an unusual case of coastal eutrophication. *Journal of Coastal Conservation* 21(3), 421–433

Expert contacté ∅

Dunes grises fixées

© L. Viera, OFB

Les dunes grises correspondent à des habitats épargnés par les embruns et où le sable est fixé. Elles sont plus ou moins colonisées par des pelouses riches en espèces herbacées et d'abondants tapis de bryophytes et/ou lichens : l'apport de sable éolien joue un rôle important dans le maintien de ces pelouses. Cet habitat se situe immédiatement au contact du revers interne de la dune mobile. Le substrat est sableux, et présente une fine couche humifère à sa surface, pouvant s'échauffer et devenir très sec en été.

Sensibilité



↗ Niveau marin

Des phénomènes d'érosion marine + de submersion, lié à une trop grande dégradation de la dune bordière, pourraient entraîner un ensablement et une asphyxie des pelouses rases de la dune grise (BENSETTITI et al., 2004)



↗ T° air

Variation des espèces floristiques dunaires :

→ plusieurs espèces thermophiles d'origine méditerranéenne, montrent une extension potentielle de leur aire de répartition, ex. l'œillet de France (ZAMBETTAKIS, comm. pers., 2025)

Diminution de la végétation qui stabilise la dune en cas de périodes de sécheresse prolongées = moins de racines pour maintenir les grains de sable en place

Capacité d'adaptation



↗ Niveau marin

Dunes grises dépendantes du bon fonctionnement de la dynamique naturelle du cordon dunaire

→ accélération du recul des rivages dunaires

Risque de coastal squeeze, si la dune grise ne peut pas se redéployer vers l'intérieur des terres



↗ T° air

Dépendant du seuil de tolérance de la végétation de la dune grise (*Koelerie blanchâtre* en majorité avec l'association *Tortule ruraliforme & Phléole des sables*) au paramètre température

→ certaines associations sont en limite de leur aire de répartition (de la mer du Nord jusqu'au golfe Normand-breton) (BENSETTITI et al., 2004)

VULNERABILITE

Faible

Moyenne

Forte

Les dunes grises comportent une flore singulière et particulièrement adaptée aux contraintes extrêmes imposées par la mobilité du substrat et les conditions environnementales propre au littoral (TORDONI et al., 2019). Ainsi, certaines espèces florales présentent une distribution géographique très limitée ; certaines plantes sont en limite d'aire (*Linaires des sables* ou *Achillée maritime*). Malgré cette hyper-adaptation aux contraintes du milieu, le changement climatique menace directement les espèces et végétations dunaires à travers des épisodes de **sécheresse** et de canicule accrus (COMPAGNONI et al., 2021). Ces effets pourraient notamment induire un appauvrissement de cortèges, allant jusqu'à la perte de certains habitats et l'altération de certaines fonctions écologiques telles que la **fixation des sables** (PRISCO et al., 2013).

Dunes grises fixées

© L. Viera, OFB

Bibliographie

Bensettiti F., Gaudillat V. (Coord.), 2002 : Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 : Espèces animales. « Cahiers d'habitats Natura 2000 » La Documentation française, Paris, 353 p.

Compagnoni, A., Pardini, E., & Knight, T. M. (2021). Increasing temperature threatens an already endangered coastal dune plant. *Ecosphere*, 12(3).

Tordoni, E., Petruzzellis, F., Nardini, A., Savi, T., & Bacaro, G. (2019). Make it simpler: Alien species decrease functional diversity of coastal plant communities. *Journal of Vegetation Science*, 30(3), 498-509.

Prisco, I., Carboni, M., & Acosta, A. T. (2013). The fate of threatened coastal dune habitats in Italy under climate change scenarios. *PLoS One*, 8(7).

Expert contacté

Catherine Zambettakis,
Déléguée régionale du CBN Basse-Normandie
cbn.bassenormandie@cbnbrest.fr

Falaises avec végétation

© L. Beauverger, OFB

L'habitat regroupe l'ensemble des végétations pérennes des fissures de rochers, des pelouses aérohalines et des replats rocheux. Ce type d'habitat est présent sur l'ensemble du littoral atlantique français ; il est représentatif du domaine biogéographique atlantique.

Sensibilité



↗ Niveau marin

Certaines pelouses aérohalines (alliance de *Criste marine* et d'*Armérie maritime* par ex.), au pied de falaises, sont parfois atteintes par les vagues et paquets de mer en cas de tempêtes/surcotes (et non plus seulement les embruns) (BENSETTITI et al., 2004)

Les pelouses cristallines (granit) comme au Cap Fréhel sont moins sensibles à l'érosion que les pelouses calcaires



↗ T° air

Une sécheresse estivale entraînerait une réduction de la disponibilité en eau dans les micro-sols superficiels → sélection accrue d'espèces xérophiles, halotolérantes et thermophiles

Capacité d'adaptation



↗ Niveau marin

Tolérance modérée de la *Criste marine* à l'immersion prolongée (HAMED, 2004).



↗ T° air

Dépendant du seuil de tolérance de la végétation au paramètre température :

→ *Armérie maritime* plutôt tolérante à la sécheresse (aire de répartition de l'Islande à la Méditerranée)

VULNERABILITE

Faible

Moyenne

Forte

Les végétations pérennes des falaises atlantiques sont adaptées aux conditions extrêmes des falaises : **sécheresse estivale** (faibles précipitations et absence d'eau dans le substrat), **halophilie** très marquée par les embruns et **paquets de mer** projetés lors des tempêtes. Cet habitat subit une érosion naturelle exacerbée par l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des tempêtes, ainsi que par la montée du niveau de la mer.

Falaises avec végétation

© L. Beauverger, OFB

Bibliographie

Bensettiti F., Gaudillat V. (Coord.), 2002 : Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 : Espèces animales. « Cahiers d'habitats Natura 2000 » La Documentation française, Paris, 353 p.

Expert contacté

Catherine Zambettakis,
Déléguée régionale du CBN Basse-Normandie
cbn.bassenormandie@cbnbrest.fr

Landes sèches européennes

L. Beauverger, OFB

Les landes sèches européennes correspondent à des végétations ligneuses basses (inférieures à 2 m). Bruyères, Callune, Ajoncs contribuent pour l'essentiel aux couleurs et aux structures de ces landes. Les landes atlantiques littorales sont caractéristiques de sites littoraux emblématiques de Bretagne Nord (par exemple du Cap d'Erquy-Cap Fréhel) : elles sont très éclairées, exposées aux vents, plus ou moins chargé d'embruns, et enfin un déficit hydrique estival est possible.

Sensibilité



↗ Niveau marin



↗ T° air

La végétation arbustive comme *Callune*, *Ajoncs* (qui accompagne les pins en sous-étage sur sols pauvres, avec des débris de végétaux morts accumulés au sol) est très propice aux incendies en période sèche (DRAAF, 2023)

Le pin maritime, qui a tendance à coloniser les landes, a une sensibilité très forte au feu

Capacité d'adaptation



↗ Niveau marin



↗ T° air

L'*ajonc d'Europe* est une espèce pyrophyte, c'est-à-dire adaptée au feu, avec des caractéristiques telles que des feuilles réduites et une capacité de régénération après incendie

VULNERABILITE

Faible

Moyenne

Forte

Les landes littorales du Cap Fréhel et du Cap d'Erquy ont été identifiées comme **massifs à risque d'incendie** par l'ONF. Traditionnellement limitées au sud de la France, les zones à risque d'incendie s'étendent désormais vers le nord et l'ouest, incluant la Bretagne. L'intensification des sécheresses estivales et des vents plus fréquents et puissants favorisent l'assèchement de la végétation et augmentent la probabilité de départs de feu. Les landes sèches sont dominées par des espèces pyrophytes telles que la callune, les ajoncs et le pin maritime. Ces plantes accumulent des matières sèches inflammables, augmentant le risque d'incendie. Les landes côtières peuvent pourtant montrer une légère résistance à la perte de biodiversité, possiblement en raison de conditions plus rigoureuses limitant l'envahissement par les arbres (ÐAN, 2025).

Toutefois, dans le cadre d'une gestion active et écologique des landes, les feux encadrés peuvent favoriser la régénération naturelle de la lande (LE QUERE, comm. pers., 2025)

Landes sèches européennes

L. Beauverger, OFB

Bibliographie

DRAAF Bretagne (2024), Plan interdépartemental de protection des forêts et landes contre l'incendie en Bretagne (PIPFCI) 2024-2033, et annexes.

Đàn, H. (2025). Fading Heathlands: Fifty Years of Biodiversity Loss in Brittany's Cultural Landscapes.

Expert contacté ∅

Grand dauphin

© M. Buanic, OFB

Les grands dauphins côtiers de l'espèce *Tursiops truncatus* sont des mammifères marins qui occupent, en raison de leur statut de prédateurs supérieurs (Bowen, 1997), une place centrale dans l'écosystème local. À l'échelle du golfe Normand-breton, il existe une population sédentaire de grands dauphins, qui est considérée en bonne santé.

Sensibilité



↗ Niveau marin

Eaux les plus profondes de la baie du Mont St Michel : habitat optimal pour le grand dauphin



Physico-chimie : ↗ T° eau, ↘ pH

Grands dauphins résidants dans les zones côtières exposés aux modifications de l'habitat et du réseau trophique = possibles répercussions sur la distribution de la faune benthique (LEARMONTH et al. 2006)

Altération de l'abondance et la répartition des espèces proies exploitées par le grand dauphin (poissons benthiques comme cabillauds, harengs, sardines, mullets... & céphalopodes) = déplacement des aires de répartition des proies vers le Nord

Capacité d'adaptation



↗ Niveau marin

Coexistence de l'écotype 'côtier' (faibles profondeurs) et 'pélagique' (vie en eaux profondes)



Physico-chimie : ↗ T° eau, ↘ pH

Grande plasticité comportementale en relation notamment avec son alimentation

Hastie et al. (2005) montre une relation entre la distribution du grand dauphin avec une température de surface de l'eau comprise entre 8 et 12°C

VULNERABILITE

Faible

Moyenne

Forte

Le grand dauphin, bien que réputé pour sa plasticité écologique et sa capacité d'adaptation, montre déjà des signes de réponse au changement climatique dans le golfe Normand-Breton. Une tendance à la **remontée vers le nord** est observée, en lien avec le déplacement des bancs de poissons dont ils dépendent. Ainsi, le GECC relève une augmentation des observations autour de Cherbourg, tandis que les signalements sont en légère baisse dans la partie sud du golfe, selon l'association Al Lark. Par ailleurs, les dauphins sont observés en **groupes moins denses** et plus dispersés sur le plateau continental, probablement en réponse à la raréfaction des grands bancs de proies. Enfin, la présence de groupes importants au sud de l'Espagne ou dans l'archipel de Molène laisse envisager une possible expansion vers le nord de ces populations, c'est-à-dire en direction du golfe Normand-breton (GUICHARD, comm. pers., 2025).



Grand dauphin

© M. Buanic, OFB

Bibliographie

Hastie, G. D., Swift, R. J., Slesser, G., Thompson, P. M., & Turrell, W. R. (2005). Environmental models for predicting oceanic dolphin habitat in the Northeast Atlantic. *ICES journal of Marine Science*, 62(4), 760-770.

Learmonth, J. A., MacLeod, C. D., Santos, M. B., Pierce, G. J., Crick, H. Q. P., & Robinson, R. A. (2006). Potential effects of climate change on marine mammals. *Oceanography and marine biology*, 44, 431.

Olhasque, O. (2020). Les Grands Dauphins du golfe normand-breton : facteurs environnementaux déterminant leur distribution et modélisation de leur niche écologique (Mémoire de Master 2, Université de Pau et des Pays de l'Adour). Association AL LARK.

Expert contacté

Benjamin Guichard, OFB Brest
Référént D1-MM, surveillance DCSMM
Benjamin.Guichard@ofb.gouv.fr

Grande alose



La Grande alose (*Alosa alosa*) est présente sur toute la façade Manche/Atlantique. Elle reste beaucoup plus abondante dans les grands fleuves tels que la Vilaine ou le bassin Gironde-Garonne-Dordogne et l'Adour, mais on la retrouve également dans quelques fleuves côtiers de Bretagne Nord tels que le Gouessant, l'Arguenon ou encore la Rance. Les poissons amphihalins sont des espèces qui dépendent de milieux différents pour accomplir leur cycle biologique. L'alose est une espèce anadrome qui se reproduit en eau douce et effectue son grossissement en mer.

Sensibilité



Physico-chimie : ↗ T° eau, ↘ O₂

La température de l'eau est un stimulus important et conditionne :

→ le comportement migratoire de l'alose = avalaison correspondant à des taux d'O₂ dissous élevés

Mais en cas de fortes chaleurs au sein des bassins versants, l'O₂ devient alors un facteur limitant, empêchant les migrations en amont des juvéniles catadrome vers les zones de croissance (MAES & VOLCKAERT, 2007)

→ l'activité de reproduction : la T° de l'eau impacte la date de reproduction



↗ T° air

Variations de la disponibilité de la ressource en eau : débit moyen des rivières peut diminuer et impacter la capacité des poissons migrateurs à se déplacer

Capacité d'adaptation



Physico-chimie : ↗ T° eau, ↘ O₂

Capacité de déplacement des aloses : migration des aloses suivant un gradient nord-sud



↗ T° air

VULNERABILITE

Faible

Moyenne

Forte

Les études de LASSALLE et al., 2008, prévoient une **contraction de l'aire de distribution européenne** des grandes aloses, c'est-à-dire une perte nette d'aires favorables notamment en Europe de l'Ouest et du Sud, pour certaines espèces migratrices amphihalines. En revanche, les bassins plus au nord comme celui de la Manche, deviendront potentiellement un refuge climatique, à condition que les **rivières soient fonctionnelles écologiquement**. En effet, ROUGIER et al., 2015, prédisent un repositionnement de l'aire de distribution de l'espèce avec une **extension vers le Nord** à l'horizon 2100. Ceci suggère que le réchauffement climatique en cours, du moins dans sa composante thermique, ne représente pas la menace principale pour cette espèce.



Grande alose

Bibliographie

Lassalle, G., Rochard, E., & Feunteun, E. (2008). Climate change impacts on diadromous fish distribution in Europe. *Comptes Rendus Biologies*, 331(10), 747–758

Maes, G. E., & Volckaert, F. A. (2007). Challenges for genetic research in European eel management. *ICES Journal of Marine Science*, 64(7), 1463-1471.

Rougier, T., Feunteun, E., & Rochard, E. (2015). Projected northward shift of allis shad (*Alosa alosa*) distribution in response to climate change by 2100. *ICES Journal of Marine Science*, 72(2), 394–403.

Expert contacté

Anthony Acou, MNHN / Station marine de Dinard
Référent amphihaline pour la DCSMM
anthony.acou@mnhn.fr



Alcidés nicheurs et reproducteurs

© T. Danilo, OFB

Les alcidés (pingouin torda, guillemot de Troïl) sont des oiseaux de mer, c'est-à-dire des espèces qui se reproduisent à terre (essentiellement sur le littoral ou sur des îles), mais qui dépendent exclusivement ou très majoritairement du milieu marin le reste de l'année. Les falaises rocheuses et îlots du Cap Fréhel revêtent une importance particulière pour l'accueil de ces espèces nicheuses et une forte responsabilité pour les espèces dont une grande proportion des effectifs nicheurs en France se rassemblent sur le site.

Sensibilité



↗ Niveau marin

Tempêtes et autres événements climatiques extrêmes = impact sur les comportements alimentaires des alcidés pendant l'hiver (FINNEY et al., 1999)



Physico-chimie : ↗ T° eau, ↘ pH

Variations de recrutement des poissons proies = les populations de petits poissons pélagiques (lançons, sprats, harengs, capelans), peuvent décliner en cas de vagues de chaleur marine, avec un déplacement vers le nord (DROCHON, 2014)
suivant la migration des espèces de copépodes

La situation géographique rend souvent les colonies dépendantes d'une seule espèce proie (ANKER-NILSSEN, 1987)

Capacité d'adaptation



↗ Niveau marin

Relative adaptabilité des alcidés aux conditions de recherche de nourriture = le nombre de plongées, leur durée, la zone de recherche et le profil des vols sont susceptibles de varier en fonction de la présence de la ressource



Physico-chimie : ↗ T° eau, ↘ pH

Limite sud de l'aire de répartition européenne des trois espèces d'alcidés = côtes françaises

→ La marginalité des populations bretonnes et leurs faibles effectifs sont deux paramètres qui accentuent leur sensibilité à tout facteur limitant

VULNERABILITE

Faible

Moyenne

Forte

L'un des enjeux majeurs du changement climatique réside dans la **perte** potentielle des **habitats de nidification** et/ou **d'alimentation** des oiseaux marins (CHABROLLE, comm. pers., 2025). Les habitats de nidification des alcidés en Bretagne ne sont pas menacés (principalement falaises et îlots). A l'inverse, le changement climatique et les modifications rapides des **réseaux trophiques marins** pourraient menacer les proies exploitées par les alcidés. Par exemple, les proies principales du *Pingouin torda* vont sûrement diminuer en abondance dans la Manche, ainsi on estime que la zone de reproduction en Bretagne Nord sera moins favorable, d'ici 2100 (HAKKINEN et al., 2022). Toutefois, des incertitudes persistent car les données manquent concernant les proies exploitées par ces espèces en Bretagne (lançons, cupléidés, gadidés...) (CADIOU, comm. pers., 2025)



Alcidés

nicheurs et reproducteurs

© T. Danilo, OFB

Bibliographie

- Anker-Nilssen, T. Y. C. H. O. (1987). The breeding performance of puffins *Fratercula arctica* on Roest, northern Norway in 1979-1985. *Fauna Norvegica, Series C*, 10(1), 21-38.
- Drochon S., 2014. Impact des proies sur la dynamique des oiseaux marins nicheurs en Bretagne. UFR Sciences de la vie et de l'environnement (SVE). Rapport de stage de première année de Master Modélisation en écologie (MODE), Université de Rennes I : 27
- Finney, S. K., Harris, M. P., & Wanless, S. (1999). The effect of storm events on the winter feeding behaviour of alcid. *Marine Ecology Progress Series*, 187, 255–268.
- Grémillet, D., & Boulinier, T. (2009). Spatial ecology and conservation of seabirds facing global climate change: A review. *Marine Ecology Progress Series*, 391, 121–137.
- Häkkinen, H., Petrovan, S., Taylor, N. G., Sutherland, W. J., Pettorelli, N. "Climate Change Vulnerability and Potential Conservation Actions: Seabirds in the North-East Atlantic." ZSL Institute of Zoology and University of Cambridge (2022): 1-274.

Expert contacté

Bernard Cadiou, Bretagne Vivante
Ornithologue spécialiste des oiseaux marins
bernard.cadiou@bretagne-vivante.org

Les laridés (sternes, mouettes, goélands) sont des oiseaux marins ou côtiers, qui se nourrissent à la surface de l'eau ou à faible profondeur. L'îlot de la Colombière est un des rares sites favorables à la reproduction des sternes dans les Côtes-d'Armor et le seul de ce département à accueillir régulièrement une colonie plurispécifique (Boutier & Jacob, 2015). D'autres îlots, comme celui du Verdelet, Cézembre ou Agot accueillent des laridés toute l'année (hivernage ou reproduction). La Baie de St Brieuc accueille aussi de nombreux laridés hivernants.

Sensibilité



↗ Niveau marin

Nids de sterne potentiellement vulnérables à l'élévation du niveau de la mer car elles nichent en zones côtières basses (affleurements de galets)

mais en Bretagne Nord : les sternes nichent sur des îlots rocheux (ex. île de la Colombière) qui sont moins sujets aux submersions marines



Physico-chimie : ↗ T° eau, ↘ pH

Variations dans le recrutement des proies de la mouette tridactyle (GREMILLET et al., 2009)

→ la population de lançons (une des proies principales des oiseaux marins) a diminué dans l'Atlantique Nord-est + valeur énergétique en baisse



↗ T° air

Fortes chaleurs = pour des espèces de goélands, le succès reproducteur peut diminuer et la mortalité des poussins augmenter (MCKECHNIE et al., 2012)

Capacité d'adaptation



↗ Niveau marin



Physico-chimie : ↗ T° eau, ↘ pH

Les sternes ne plongent pas mais se nourrissent à la surface de l'eau = plus grande difficulté à se rabattre sur d'autres proies car les poissons proies tendent à descendre vers des eaux plus profondes pour chercher la fraîcheur (en cas de grandes chaleurs)



↗ T° air

Taille de la plage de tolérance thermique, variable selon les espèces (JIGUET et al., 2006)

VULNERABILITE

Faible

Moyenne

Forte

Les îlots sur lesquels nichent les laridés sont susceptibles de disparaître en cas de **submersion marine**, bien que ce risque, favorisé par la hausse du niveau marin, soit limité au printemps et en été. Mais en cas de perturbation sur les sites de nidification, les sternes ont la capacité de déménager vers un autre site plus favorable (en dehors ou à l'extérieur des sites Natura 2000 de Bretagne Nord), même si ceux-ci se font rares. En période de fortes chaleurs, c'est le **succès reproducteur** des goélands qui pourrait être impacté (MCKECHNIE et al., 2012).

Indirectement, l'évolution de la physico-chimie des eaux marines pourrait entraîner une **diminution des espèces proies côtières** accessibles (lançons, sprats, juvéniles de poissons) pour les goélands et sternes.



Laridés nicheurs et reproducteurs

© J.-F. Gazeilles, OFB

Bibliographie

Grémillet, D., & Boulinier, T. (2009). Spatial ecology and conservation of seabirds facing global climate change: A review. *Marine Ecology Progress Series*, 391, 121–137.

Jiguet, F., Gadot, A. S., Julliard, R., Newson, S. E., & Couvet, D. (2006). Climate envelope, life history traits and the resilience of birds facing global change. *Global Change Biology*, 12(8), 1466–1484.

McKechnie, A. E., Wolf, B. O., & Wolf, B. O. (2012). Climate change and the impact of heat stress on avian reproduction. *Ibis*, 154(3), 591–602.

Expert contacté

Antoine Chabrolle, MNHN/ Station marine Concarneau
Animateur du réseau national oiseaux marins (RESOM)
antoine.chabrolle@mnhn.fr

Limicoles hivernants-migrateurs

© M. Buanic, OFB

Les limicoles (huîtres, courlis, barges) sont des petits échassiers inféodés aux zones humides et surtout aux habitats littoraux comme les vasières. Ils les exploitent à marée basse pour tout leur cycle de vie : l'alimentation, la reproduction... Les limicoles ne sont présents qu'en halte migratoire ou en période d'hivernage sur nos vasières littorales et sont rares en saison estivale.

Sensibilité



↗ Niveau marin

Déplacement de l'étage médiolittoral (variations des superficies intertidales) = évolution voire disparition des zones d'alimentation des limicoles (GODET, LUCZACK, 2012)

Changement de géomorphologie des estuaires = changement de la granulométrie de leurs domaines intertidaux de substrat meuble = changement de la macrofaune benthique (AUSTIN & REHFISH, 2003)



Physico-chimie : ↗ T° eau, ↘ pH

Acidification = conséquences néfastes sur les mollusques = diminution des stocks de proies pour les limicoles (GUINOTTE & FABRY, 2008)



↗ T° air

Diminution du risque de mortalité si la température moyenne hivernale est plus élevée (besoins métaboliques liés aux conditions environnementales) (TRIPLET et al., 2012)

Capacité d'adaptation



↗ Niveau marin

Recolonisation spontanée de la mosaïque d'habitats littoraux le long d'un gradient bathymétrique (GODET et al., 2012)



Physico-chimie : ↗ T° eau, ↘ pH



↗ T° air

L'ensemble d'une population hivernante peut se déplacer vers le nord à la faveur d'hivers doux, ou vers le sud lors d'hivers rigoureux (GODET et al., 2012)

Capacité à modifier leur phénologie de migration : date d'arrivée et de départ des sites d'hivernage, de migration, de reproduction (GODET et al., 2012)

VULNERABILITE

Faible

Moyenne

Forte

Le changement des **distributions hivernales** des limicoles au cours des dernières décennies est un des impacts du changement climatique : cela correspond à un **glissement vers le nord** des aires d'hivernage (GODET et al., 2012). Les modifications des conditions climatiques influencent également la **phénologie migratoire** des limicoles : on observe un raccourcissement des stationnements sur les sites d'hivernage (GODET et al., 2012). Le changement de la superficie et de l'**accessibilité des domaines intertidaux** devrait avoir une influence sur l'alimentation des limicoles, ainsi que l'abondance et l'accessibilité de la **macrofaune benthique**. Même s'il faut noter que les limicoles s'alimentant en substrat meuble (courlis) seront plus impactés par les températures que ceux s'alimentant en substrat dur (bécasseau, huître pie) (REHFISH et al., 2004)



Limicoles hivernants-migrateurs

© M. Buanic, OFB

Bibliographie

Godet, L., & Luczack, C. (2012). Changement climatique et limicoles en hiver. Manuel d'étude et de gestion des oiseaux et de leurs habitats en zones côtières., 687-704.

Guinotte, J. M., & Fabry, V. J. (2008). Ocean acidification and its potential effects on marine ecosystems. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1134(1), 320–342.

Rehfishch, M. M., & Crick, H. Q. P. (2004). Climate change and migratory waterbirds: impacts and adaptation. *Ibis*, 146(s1), 48–56.

Triplet, P., Le Rest, K., & Le Bohec, C. (2012). Impact of winter temperature on survival and metabolic needs in coastal bird species. *Journal of Avian Biology*, 43(5), 456–464.

Expert contacté

Antoine Chabrolle, MNHN/ Station marine Concarneau
Animateur du réseau national oiseaux marins (RESOM)
antoine.chabrolle@mnhn.fr

Anatidés hivernants-migrateurs

C. Barreud, OFB

La bernache cravant et l'eider à duvet font partie de la famille des anatidés comme l'ensemble des oies, canards, cygnes et harles. Le fond de baie de Saint-Brieuc (estran, vasières, prés salés) est considéré localement comme une entité fonctionnelle pour l'hivernage de la majeure partie des espèces d'anatidés hivernants. Les baies de Lancieux, de l'Arguenon, de la Fresnaye accueillent aussi de nombreux anatidés. Les stocks hivernaux d'ulves et les herbiers de zostères sont les principales ressources alimentaires de la Bernache.

Sensibilité



↗ Niveau marin

Montée du niveau de la mer = quelle reconfiguration de l'équilibre entre sites de reposoir et sites d'alimentation ?

→ intrication prairies, schorre et slikke nécessaires constituent la ressource trophique des anatidés (MARQUET & PETIT, 2020)

→ évolution des conditions offertes par les reposoirs de haute mer (niveau d'eau haut = favorable aux anatidés)



Physico-chimie : ↗ T° eau, ↘ pH

Altération de l'abondance des ressources alimentaires (macrofaune benthique et herbier, pour la majeure partie des espèces) (GODET et al., 2012)



↗ T° air

Hausse des températures :

- bénéfique pour les anatidés = baisse de la mortalité, réduction des besoins énergétiques, favorise le succès reproducteur (LAUDELOUT et al., 2014).

Capacité d'adaptation



↗ Niveau marin

Capacité de modifier leur route migratoire pour se rabattre sur les autres zones humides de leur aire de distribution

= ils peuvent s'adapter rapidement aux variations de niveaux d'eau (EYBERT, BONNET, HEDIN, 2007)



Physico-chimie : ↗ T° eau, ↘ pH

Certaines espèces comme la Bernache cravant sont néanmoins capables d'adapter leur régime alimentaire selon la disponibilité de la ressource et "switcher" sur une ressource alternative, présente sur le site ou à proximité.

→ augmentation probable du stock d'ulves via l'eutrophisation



↗ T° air

VULNERABILITE

Faible

Moyenne

Forte

Une température moyenne hivernale plus élevée, associée à une baisse de la fréquence d'apparition de vagues de froid **diminuerait** donc le **risque de mortalité des oiseaux** (GODET et al., 2012). Pour certaines espèces comme la Bernache cravant, il a été démontré que la douceur de l'hiver influencerait le succès reproducteur des oiseaux, en favorisant une meilleure condition corporelle des individus au sortie de l'hivernage (LAUDELOUT et al., 2014). A l'inverse, l'évolution de la physico-chimie des eaux marines pourrait altérer les ressources alimentaires dont dépendent ces oiseaux (ex. de la relative dépendance de la bernache aux herbiers de zostères naines eux aussi fragilisés par divers facteurs). La hausse du niveau marin, de par ses effets potentiels sur les habitats exploités par l'avifaune hivernante, pourrait rendre les sites Natura 2000 moins attractif pour les anatidés (GODET et al., 2012).



Anatidés hivernants-migrateurs

C. Barreaud, OFB

Bibliographie

Eybert, M.-C., Bonnet, L., & Hédin, M. (2007). Adaptation migratoire des anatidés face aux variations hydrologiques : modifications des routes migratoires et recours à d'autres zones humides. *Revue d'Écologie (La Terre et la Vie)*, 62(4), 407–418.

Godet, L., & Luczack, C. (2012). Changement climatique et limicoles en hiver. *Manuel d'étude et de gestion des oiseaux et de leurs habitats en zones côtières.*, 687-704.

Marquet, S., & Petit, S. (2020). Intrication des prairies, schorre et slikke : composantes essentielles de la ressource trophique des anatidés. *Écologie et Gestion des Zones Humides*, 18(2), 123–135.

Laudelout, H., Fontaine, C., & Fritz, H. (2014). Effets des variations de température sur la démographie des anatidés : mortalité, besoins énergétiques et succès reproducteur. *Journal of Avian Biology*, 45(3), 250–260.

Expert contacté

Antoine Chabrolle, MNHN/ Station marine Concarneau
Animateur du réseau national oiseaux marins (RESOM)
antoine.chabrolle@mnhn.fr

Puffin des Baléares

© M. Buanic, OFB

Le Puffin des Baléares est une espèce endémique de l'archipel des Baléares où il se reproduit uniquement sur certaines îles de l'archipel. Durant la migration estivale post-nuptiale, la présence des Puffins en Manche occidentale est régulière, avec parfois des effectifs très importants en baie de Saint-Brieuc et au large de la baie du Mont Saint-Michel, où ils se tiennent dans les eaux côtières.

Sensibilité



↗ Niveau marin

Les Puffins dépendent des conditions de vent pour voler et utiliser le moins d'énergie possible. Les changements de force, de direction et de régimes des vents pourraient avoir un impact important sur leur consommation d'énergie et leurs routes migratoires (HAKKINEN et al., 2022)



Physico-chimie : ↗ T° eau, ↘ pH

Variations de recrutement des poissons proies :

- modification de la distribution et de la disponibilité des petits pélagiques (anchois, sardines) qui se déplacent vers le nord suivant l'évolution des populations de plancton (LUCZAK et al., 2011)

Température de l'eau : le puffin est sensible à une augmentation des eaux en dehors du gradient 16-18°C (YESOU, 2003)

Capacité d'adaptation



↗ Niveau marin



Physico-chimie : ↗ T° eau, ↘ pH

Capacité du Puffin, d'affinité méridionale, à se déplacer et à progresser vers le nord à la recherche de zones de pêche plus éloignées = aire de répartition en période postnuptiale qui s'étend jusqu'aux eaux fraîches du sud de l'Angleterre (YESOU, 2003)

mais les coûts énergétiques et temporels liés à ces migrations plus longues, notamment les retards de reproduction, pourraient avoir des conséquences négatives à long terme (LEWIN et al., 2023)

Espèce opportuniste : le puffin peut aussi exploiter les rejets de pêche (proies démersales) issus de la pêche au chalut (YESOU, 2003)

VULNERABILITE

Faible

Moyenne

Forte

En mer, la distribution des Puffins semble régie par celle des poissons dont ils se nourrissent. Ainsi, **la répartition des anchois**, une des principales proies de ces puffins, glisse vers le Nord. Les Puffins des Baléares se déplacent donc à la recherche de **zones de pêche plus éloignées** de leur aire de reproduction, ce qui peut avoir des répercussions sur leur balance énergétique, sur l'état physiologique des reproducteurs, voire sur la survie des oiseaux (WYNN, 2007).

Pendant la période d'estivage, et au cours des dernières années, les puffins semblent évoluer de plus en plus en marge des ZPS de Bretagne Nord. En effet, ils ont tendance à occuper des secteurs plus au large, notamment dans les eaux des **îles anglo-normandes**. Ce comportement pourrait s'expliquer en partie par le retour du thon rouge et sa présence estivale en Manche. Cette espèce prédatrice augmente la disponibilité des proies du Puffin des Baléares en faisant remonter les petits poissons pélagiques à la surface (LAMBRECHTS, comm. pers., 2025).

Puffin des Baléares

© M. Buanic, OFB

Bibliographie

Häkkinen, H., Petrovan, S., Taylor, N. G., Sutherland, W. J., & Pettorelli, N. (2022). Climate change vulnerability and potential conservation actions: Seabirds in the North-East Atlantic (pp. 1–274). ZSL Institute of Zoology and University of Cambridge.

Luczak, C., Lehodey, P., & Senina, I. (2011). Climate-driven changes in the distribution and availability of small pelagic fish (anchovies, sardines) following shifts in plankton populations. *Progress in Oceanography*, 91(4), 360–379.

Lewin, P. J., Wynn, J., Arcos, J. M., Austin, R. E., Blagrove, J., Bond, S., ... & Padget, O. (2024). Climate change drives migratory range shift via individual plasticity in shearwaters. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121(6), e2312438121.

Yésou, P. (2003). Recent changes in the summer distribution of the Balearic shearwater *Puffinus mauretanicus* of western France. *Scientia Marina*, 67(Suppl. 2), 143–148.

Wynn, R. B. (2007). Foraging movements and energetic costs of Balearic shearwaters (*Puffinus mauretanicus*) in relation to breeding success. *Marine Ecology Progress Series*, 350, 151–160.

Expert contacté

Adrien Lambrechts

Chargé de mission oiseaux marins OFB - PNA Puffin des Baléares

adrien.lambrechts@ofb.gouv.fr

Chiroptères

© P. Massit, OFB

Les chauves-souris appartiennent à l'ordre des Chiroptères, lui-même inclus dans la classe des Mammifères. En Bretagne nord, on recense une vingtaine d'espèce, comme le Grand rhinolophe ou le Grand murin. Elles fréquentent une grande diversité de milieux : bocages, forêts, falaises, littoral où elles trouvent gîtes (cavités, bâtiments, arbres creux) et ressources alimentaires. Ils sont actifs au printemps et en été, puis, en hiver, ils entrent dans une phase de léthargie appelée « hibernation ».

Sensibilité



↗ T° air

La douceur du climat permet à l'espèce de passer la période de léthargie plus facilement (elle peut chasser sans épuiser ses réserves dès qu'il fait plus de 10°C) (SPEAKMAN, 2003)

Sensibilité variable pendant la période de mise-bas (DIETZ et al., 2009)

- grand rhinolophe et grand murin : supportent des températures supérieures à 40°C
- petit rhinolophe : adeptes de T° plus basses (environ 23°C)
- autres espèces : préfèrent des T° inférieures ou plus variables

Augmentation de la T° = la portion d'espace dans laquelle une chauve-souris peut détecter/traquer ses proies pourrait diminuer en volume de 21% pour les espèces des écosystèmes tempérés

Capacité d'adaptation



↗ T° air

Présence des chiroptères sous des latitudes plus chaudes en France, jusqu'au pourtour méditerranéen

Capacité à migrer = opportunité d'extension du territoire vers le Nord pour certaines espèces qui supportent les fortes températures (FLANDERS et al., 2011)

Capacité d'adaptation des stratégies de chasse : émettre plus fort, à une fréquence inférieure ou chasser sur une plus longue durée (mais alors forte dépense énergétique)

VULNERABILITE

Faible

Moyenne

Forte

Les espèces thermotolérantes et migratrices (*grand rhinolophe*, *grand murin*) présentent une vulnérabilité plutôt faible à moyenne, grâce à leur plasticité écologique et capacité d'adaptation (FLANDERS, 2011). Tandis que les espèces plus spécialisées et sensibles à la chaleur, comme le *petit rhinolophe*, sont plus vulnérables, en particulier durant la période critique de mise-bas et dans les habitats où les ressources sont limitées (BOYLES, 2011).

Bibliographie

Speakman, J. R., & Thomas, D. W. (2003). Physiological ecology and energetics of bats. In T. H. Kunz & M. B. Fenton (Eds.), *Bat ecology* (pp. 430–490). University of Chicago Press

Dietz, C., von Helversen, O., & Nill, D. (2009). *Bats of Britain and Europe* (pp. 150–155). Bloomsbury Publishing

Flanders, J., Baerwald, E. F., Simpson, S. A., & Barclay, R. M. R. (2011). Migration and population connectivity in bats. In C. C. Voigt & T. Kingston (Eds.), *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World* (pp. 52–78). Springer

Boyles, J. G., Seebacher, F., Smit, B., & McKechnie, A. E. (2011). Adaptive thermoregulation in endotherms may alter responses to climate change. *Integrative and Comparative Biology*, 51(5), 676–690

Expert contacté ∅

Macrofaune benthique

© B. Guichard, OFB

Le macrozoobenthos de substrats meubles regroupe toute la macrofaune dont la taille est supérieure à 1mm, vivant sur/dans les fonds meubles. Parmi les espèces représentatives, on trouve les vers polychètes, les mollusques bivalves (huîtres, moules, palourdes...), les amphipodes ou encore certains échinodermes (oursins, étoiles de mer...).

Sensibilité



↗ Niveau marin

Augmentation de l'abondance du macrozoobenthos dans les sites où les niveaux bathymétriques sont plutôt élevés, et diminution de ces abondances dans les zones les plus basses (BEUKEMA, 2002)

Hausse du niveau marin = changement de géomorphologie des estuaires (avec sédiments de + en + grossiers, cad sable)

→ lien entre granulométrie du sédiment et composition de la macrofaune benthique (AUSTIN & REHFISH, 2003)



Physico-chimie : ↗ T° eau, ↘ pH

L'élévation des températures va modifier les cycles de vie de nombreuses espèces benthiques comme les amphipodes (DAUVIN et al. 2021)



↗ T° air

Hivers doux (BEUKEMA, 1992) :

- richesse spécifique et abondance importante
- perte de masse des bivalves et une réussite de reproduction plus faible l'été suivant un hiver doux pour ces derniers

Capacité d'adaptation



↗ Niveau marin

Les communautés vont simplement migrer vers de plus hauts niveaux bathymétriques (GODET et al., 2012)



Physico-chimie : ↗ T° eau, ↘ pH

Si l'habitat est intact ou restauré, la capacité de résilience est forte mais à contrario, lorsque l'habitat est modifié dans sa structure physique ou dans sa structure hydrodynamique, la restauration de la macrofaune est généralement vouée à l'échec (DAUVIN, 2023)

Capacité de dispersion vers des habitats thermiquement plus favorables = remontée vers le Nord de certaines populations boréales

VULNERABILITE

Faible

Moyenne

Forte

Le réchauffement des eaux en cours dans la Manche entraîne des changements de distribution de la macrofaune benthique subtidale. On constate une **contraction** de l'aire de répartition des **espèces d'eaux froides/boréales** (comme le *petit pétoncle tigré*, la *limaire de Loscomb*, l'*astarté striée*) et donc une potentielle extinction locale d'ici 10, 20, 30 ans (GAUDIN, 2017). À l'inverse, on peut noter une **expansion** de l'aire de répartition des populations d'affinité d'**eaux tempérées chaudes** (comme le crabe marbré) (DAUVIN, 2012).

Toutefois, ces **changements** dans la structure des communautés benthiques interviennent de manière beaucoup plus **lente** que ceux rapportés dans l'Atlantique Nord-Est pour le plancton (BEAUGRAND et al., 2009), ou en Manche pour les poissons (GENNER et al., 2004) par exemple.



Macrofaune benthique

© B. Guichard, OFB

Bibliographie

- Austin, H. M., & Rehfisch, M. M. (2003). The influence of sediment granulometry on benthic macrofauna composition in coastal environments. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56(5-6), 911–920.
- Beaugrand, G., Edwards, M., Raybaud, V., Goberville, E., & Kirby, R. R. (2009). Future vulnerability of marine biodiversity compared with contemporary and past changes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1671), 2171–2178.
- Beukema, J. J. (2002). Long-term changes in macrozoobenthic abundance related to tidal level and environmental conditions. *Marine Ecology Progress Series*, 244, 51–59
- Beukema, J. J. (1992). Long-term effects of mild winters on the species richness, abundance, and reproductive success of bivalves in tidal flats. *Marine Ecology Progress Series*, 85, 227–233.
- Dauvin, J.-C., Ruellet, T., & Bellan, G. (2021). Impacts of rising temperatures on benthic species life cycles: A case study on amphipods. *Marine Biology Research*, 17(4), 357–370.
- Dauvin, J.-C. (2023). Impact of habitat integrity and hydrodynamic alterations on the restoration success of benthic macrofauna. *Marine Environmental Research*, 185.
- Gaudin, F. (2017) . Effets du changement climatique sur la distribution de la macrofaune benthique en Manche. *Océanographie*. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, 2017. Français.
- Genner, M. J., Hiddink, J. G., & Southward, A. J. (2004). Temperature-related changes in the distribution of fish species in the English Channel. *Journal of Biogeography*, 31(7), 1307–1318

Expert contacté ∅

Annexes

Annexe 1 – Tableau de travail

PARAMÈTRES climatiques hydrologiques	SENSIBILITÉ de l'objet		CAPACITÉ D'ADAPTATION globale			VULNERABILITÉ		
	Est-ce que la variation du paramètre climatique ou hydrologique (lié au CC) peut affecter l'objet ?	Appréciation	Capacité d'adaptation intrinsèque (pat.nat.) ou extrinsèque	Pressions non climatiques	Appréciation	Vulnérabilité de l'objet par paramètre	Vulnérabilité globale de l'objet au CC	
			Est-ce que, de lui-même, l'objet a la capacité de faire face à la variation du paramètre climatique ou hydrologique ?	Existe-t-il des pressions non climatiques qui peuvent affecter la capacité d'adaptation intrinsèque de l'objet ?				
Herbier de <i>Zostera noltei</i>	Niveau marin + 11 cm ≤ niveau moy. ≤ + 14 cm	Phase émergée : habitat soumis au balancement des marées - variations dans l'amplitude et la dynamique des marées (PICKERING et al., 2017; WARD et al., 2012) Plus le marnage est grand, plus la sensibilité de la zostère <i>noltei</i> sera faible (WOODWORTH et al., 1991) Phase immergée : une hausse de la profondeur pourrait rendre l'accès difficile de la lumière jusqu'aux feuilles à marée haute = baisse de productivité de l'herbier + une diminution de sa taille et de sa biomasse (ANGST et al., 2014)	Moyenne	Capacité des herbiers à développer des feuilles plus longues et larges, afin de capter davantage de lumière (COGNAT et al., 2018) Capacité de l'herbier de <i>noltei</i> à supporter un excès de lumière (car alterne entre phase d'émergence et immersion) Capacité de l'herbier à migrer -verticalement : extension plus haut sur l'estran dans les zones de milieux plus ouverts -latéralement/horizontalement : la dispersion des graines peut se faire sur de grandes distances lorsque l'ensemble du pied reproducteur se détache et flotte longtemps au gré des courants (ALLONCLE et al., 2008)	Facteurs anthropiques qui bloquent l'extension : aménagements portuaires, augmentation des corps morts au niveau des mouillages, prolifération d'ulves... (ALLONCLE et al., 2008) Hydrodynamisme : ensablement des vases Nature du substrat (sableux ou vaseux) Pression de broutage exercée par les oiseaux hivernants	Moyenne	Faible	MOYENNE
	Physico-chimie des eaux marines ↗ T°C eau ↘ pH ↘ O ₂ dissous	Printemps et automne : stimulation de la croissance des zostères Été : réduction de la productivité des zostères + si les températures estivales sont trop élevées, la croissance des zostères est stoppée et reprend après l'été avec des températures plus faibles (ANGST et al., 2014)	Forte	La zostère naine est plus résistante que la zostère marine à de fortes températures (25°C) (Auby et al., 2011) L'espèce peut se développer dans des eaux chaudes comme en Bassin d'Arcachon, des adaptations génétiques ont même pu générer des populations capables de résister à des températures estivales de plus de 23°C	Seuils peuvent être abaissés en fonction de la disponibilité en lumière (par exemple dragage dans un port qui met en suspension des sédiments) = turbidité = T° létale plus basse Renforcement de la toxicité des contaminants avec l'augmentation de la température (GAMAIN et al., 2018)	Moyenne	Moyenne	
	Température air ↗ T°C moyenne ↗ nmb jours chauds & vagues de chaleur	Printemps et automne : stimulation de la croissance des zostères Été : réduction de la productivité des zostères + si les températures estivales sont trop élevées, la croissance des zostères est stoppée et reprend après l'été avec des températures plus faibles (ANGST et al., 2014) Les herbiers les plus en profondeur sont généralement moins affectés par les T° extrêmes grâce à leur plus faible période d'émergence, suggérant alors qu'une perte de la biomasse de l'herbier est davantage liée aux vagues de chaleur atmosphériques qu'aux vagues de chaleur marines (LE PEVEDIC et al., 2024) Conditions d'irradiance (conjonction de basse mer en milieu de journée associée à un ensoleillement maximal en été) : risque de dépassement des limites de tolérance de la <i>zostera noltei</i>	Moyenne	Manque de connaissances			Faible	

PARAMÈTRES climatiques hydrologiques	VULNERABILITÉ							
	SENSIBILITÉ de l'objet		CAPACITÉ D'ADAPTATION globale		Vulnérabilité de l'objet par paramètre	Vulnérabilité globale de l'objet au CC		
	Est-ce que la variation du paramètre climatique ou hydrologique (lié au CC) peut affecter l'objet ?	Appréciation	Capacité d'adaptation intrinsèque (pat. nat.) ou extrinsèque Est-ce que, de lui-même, l'objet a la capacité de faire face à la variation du paramètre climatique ou hydrologique ?	Pressions non climatiques Existe-t-il des pressions non climatiques qui peuvent affecter la capacité d'adaptation intrinsèque de l'objet ?			Appréciation	
Herbier de <i>Zostera marina</i>	Niveau marin + 11 cm ≤ niveau moy. ≤ + 14 cm	Phase immergée : une hausse de la profondeur pourrait rendre l'accès difficile de la lumière jusqu'aux feuilles et entraîner une baisse de productivité de l'herbier + une diminution de sa taille et de sa biomasse (ANGST et al., 2014)	Moyenne	Capacité de l'herbier à se développer sur de larges gammes de profondeur : +2 à -8 m → les zostères peuvent s'adapter à des conditions lumineuses très variées par le biais de réponses biochimiques (adaptation de l'équipement pigmentaire) et/ou structurelles (Auby et al., 2011).	Dynamique hydro-sédimentaire	Moyenne	Faible	MOYENNE
	Physico-chimie des eaux marines ↗ T°C eau ↘ pH ↘ O ₂ dissous	✓ Température de l'eau Printemps et automne : stimulation de la croissance des zostères Été : réduction de la productivité des zostères + si les températures estivales sont trop élevées, la croissance des zostères est stoppée et reprend après l'été avec des températures plus faibles (ANGST et al. 2014) Acidification En conditions optimales de lumière, une diminution du pH (c'est-à-dire une augmentation du CO ₂) est positif pour la zostère marine = augmentation de la photosynthèse + développement général (ZIMMERMAN et al., 1997)	Moyenne Nulle	✓ Température de l'eau Les zostères marines semblent avoir une bonne tolérance à de fortes températures, si celles-ci reviennent à la normale rapidement (conditions optimum de développement : 10-15°C) (HOOTSMANS et al., 1987) Effet de seuil à partir d'une température de l'eau supérieure à 20-25°C pour la zostère marine (AUBY et al., 2011) : fortes mortalités au-delà Acidification	Vulnérabilité aux perturbations liées à un enrichissement (eutrophisation).	Faible Forte	Moyenne Nulle	
	Température air ↗ T°C moyenne ↗ nmb jours chauds & vagues de chaleur	Zostères marines existent sous des latitudes aux températures moyennes plus élevées (lagon de Venise par exemple), même dans le cas du scénario extrême avec des étés avec T° moyenne de 26°C	Faible	Manque de connaissances			Faible	
Bancs de maërl	Niveau marin + 11 cm ≤ niveau moy. ≤ + 14 cm	Hausse de la profondeur = accès restreint à la lumière pour réaliser sa photosynthèse = baisse de l'activité photosynthétique du banc de maërl (GRALL, 2009) mais si le maërl a besoin de lumière pour se développer, il se restreint cependant souvent aux zones où celle-ci est relativement limitée	Faible	Capable d'assurer sa croissance à des profondeurs essentiellement inaccessibles aux autres macroalgues rouges (profondeurs d'occurrence de maërl jusqu'à 30m à Galway, Irlande) (GRALL, 2022)	Dynamique hydrosédimentaire : gain en sédiments et donc disparition du maërl sous une couche de sédiments fins, de vase (GRALL, 2009) Les variations dans la direction des trains de houle peuvent modifier significativement la distribution locale du maërl	Moyenne	Faible	MOYENNE
	Physico-chimie des eaux marines ↗ T°C eau ↘ pH ↘ O ₂ dissous	Adey et Adey (1973) ont montré que la distribution des espèces d'algues coralliennes dans l'Atlantique Nord pouvait être corrélée avec les limites température/habitat. Mais une acidification des eaux pourraient engendrer une calcification des algues calcaires telles que le maërl à l'avenir (GRALL, 2009 ; MARTIN et al., 2009)	Moyenne	Résilience de l'espèce dépend du seuil de tolérance du maërl à des T°C de l'eau plus élevées (bancs de maërl présent sous des latitudes où la température est plus élevée : pourtour méditerranéen) = aire de répartition large (du Nord des îles Britanniques au pourtour méditerranéen)		Faible	Moyenne	
	Température air ↗ T°C moyenne ↗ nmb jours chauds & vagues de chaleur	Conditions d'irradiance (conjonction de basse mer en milieu de journée associée à un ensoleillement maximal en été) : risque de dépassement des limites de tolérance de certaines espèces de maërl mais rare car le maërl est le plus souvent sous la limite des basses mers de vives eaux car il est extrêmement sensible à la dessiccation et ne peut pas survivre sur l'estran (BIRCKET et al., 1998) Indirectement T° plus élevées = prolifération d'algues vertes = risque d'étouffement du maërl	Faible	Manque de connaissances			Faible	

PARAMÈTRES climatiques hydrologiques	SENSIBILITÉ de l'objet		CAPACITÉ D'ADAPTATION globale			VULNERABILITÉ		
	Est-ce que la variation du paramètre climatique ou hydrologique (lié au CC) peut affecter l'objet ?	Appréciation	Capacité d'adaptation intrinsèque (pat.nat.) ou extrinsèque		Appréciation	Vulnérabilité de l'objet par paramètre	Vulnérabilité globale de l'objet au CC	
			Est-ce que, de lui-même, l'objet a la capacité de faire face à la variation du paramètre climatique ou hydrologique ?	Pressions non climatiques				Existe-t-il des pressions non climatiques qui peuvent affecter la capacité d'adaptation intrinsèque de l'objet ?
Slikke en mer à marées - Vasière	Niveau marin + 11 cm ≤ niveau moy. ≤ + 14 cm	<i>Habitat soumis au balancement des marées - variations dans l'amplitude et la dynamique des marées (PICKERING et al., 2017; WARD et al., 2012)</i> <i>L'étage médiolittoral va se déplacer : potentielle perte de la partie basse de la slikke qui deviendrait subaquatique (VAN DER WEGEN et al., 2017)</i> <i>Probable diminution du temps d'exondation des zones intertidales (GODET et al., 2012)</i>	Faible	Capacité à migrer horizontalement et à s'élever par sédimentation	Limites imposées par les barrières anthropiques	Faible	Faible	FAIBLE
	Physico-chimie des eaux marines ↗ T°C eau ↘ pH ↘ O ₂ dissous	<i>Variations de la macrofaune benthique : probable diminution de la biomasse de macoma baltica (indicateur d'une vasière intertidale atlantique) en cas d'hivers plus doux et d'étés plus chauds (BEUKEMA et al 2009)</i>	Faible	Manque de connaissances			Faible	
	Température air ↗ T°C moyenne ↗ nmb jours chauds & vagues de chaleur	<i>Variations de la macrofaune benthique : probable diminution de la biomasse de macoma baltica (indicateur d'une vasière intertidale atlantique) en cas d'hivers plus doux et d'étés plus chauds (BEUKEMA et al 2009)</i>	Faible	Dépendant du seuil de tolérance de macoma baltica qui est plutôt faible (limite sud de l'aire de répartition : estuaire de la Gironde) (BACHELET, 1980) Bien qu'encore largement répartie sur les côtes européennes, M. baltica voit son aire de répartition se déplacer vers le nord est. (BECQUET, 2011)		Moyenne	Faible	
Prés salés atlantiques (schorre)	Niveau marin + 11 cm ≤ niveau moy. ≤ + 14 cm	<i>Durée de submersion = niveau de salinité différent = changement dans la composition et la répartition des formations végétales (ROSSI, 2012)</i>	Moyenne	Capacité à migrer et à s'élever horizontalement vers l'intérieur des terres : une nette augmentation des superficies de prés-salés peut être attendue dans le cadre d'une montée du niveau des mers (DEBUE et al., 2022), avec notamment un développement du bas schorre Capacité des prés salés à s'élever en même temps que le niveau marin (et s'y adapter) grâce à une forte sédimentation (KIRWAN et al., 2016)	Présence d'aménagements côtiers tels que les digues qui agissent comme barrières à la migration naturelle du schorre vers les terres (phénomène de coastal squeeze qui mène à l'érosion ou l'inondation du schorre) (PONTEE, 2013) Les digues peuvent aussi empêcher la sédimentation des prés salés	Moyenne	Faible	FAIBLE
	Physico-chimie des eaux marines ↗ T°C eau ↘ pH ↘ O ₂ dissous	<i>L'acidification des eaux marines pourrait entraîner un développement du chiendent maritime, qui pourrait alors prédominer au sein du pré salé et faire évoluer ses fonctionnalités (VALERY, 2017) = évolution des végétaux du schorre suivant la température de l'eau ?</i>	Faible	Aire de répartition des prés salés atlantiques : du Pas de Calais au Bassin d'Arcachon Dépendant du seuil de tolérance de la végétation du schorre à la température		Moyenne	Faible	
	Température air ↗ T°C moyenne ↗ nmb jours chauds & vagues de chaleur	<i>Les groupes végétaux du schorre peuvent être influencés par les assèchements estivaux, qui augmentent la salinité du sol (DELIASSUS, 2009)</i>	Faible	Dépendant du seuil de tolérance de la végétation du schorre à la température		Moyenne	Faible	

PARAMÈTRES climatiques hydrologiques	VULNERABILITÉ							
	SENSIBILITÉ de l'objet		CAPACITÉ D'ADAPTATION globale		Vulnérabilité de l'objet par paramètre	Vulnérabilité globale de l'objet au CC		
	Appréciation		Capacité d'adaptation intrinsèque (pat.nat.) ou extrinsèque	Pressions non climatiques			Appréciation	
Est-ce que la variation du paramètre climatique ou hydrologique (lié au CC) peut affecter l'objet ?		Est-ce que, de lui-même, l'objet a la capacité de faire face à la variation du paramètre climatique ou hydrologique ?		Existe-t-il des pressions non climatiques qui peuvent affecter la capacité d'adaptation intrinsèque de l'objet ?				
Dunes grises fixées septentrionales	Niveau marin + 11 cm ≤ niveau moy. ≤ + 14 cm	Des phénomènes d'érosion marine + de submersion, lié à une trop grande dégradation de la dune bordière, pourraient entraîner un ensablement et une asphyxie des pelouses rases de la dune grise (BENSETTITI et al., 2004)	Moyenne	Capacité de la dune à migrer vers les terres Habitat habitué au saupoudrage éolien naturellement instable	Dynamique sédimentaire des littoraux (enrochements, épis, infrastructures portuaires en amont de la dérive littorale), qui peuvent aussi agir comme barrières à la migration naturelle des dunes Sensibilité morphologique variable (dune intégrée ou non à un cordon dunaire, dune haute ou basse...) Piétinement	Moyenne	Faible	MOYENNE
	Physico-chimie des eaux marines ↗ T°C eau ↘ pH ↘ O ₂ dissous	Non concerné		Non concerné	Non concerné			
	Température air ↗ T°C moyenne ↗ nmb jours chauds & vagues de chaleur	Variation des espèces floristiques dunaires : -plusieurs espèces thermophiles d'origine méditerranéenne, montrent une extension potentielle de leur aire de répartition, ex. l'œillet de France (ZAMBETTAKIS, comm. pers., 2025) Diminution de la végétation qui stabilise la dune en cas de périodes de sécheresse prolongées = moins de racines pour maintenir les grains de sable en place	Moyenne	Dépendant du seuil de tolérance de la végétation de la dune grise (Koélérie blanchâtre en majorité avec l'association Tortule ruraliforme & Phléole des sables) au paramètre température Certaines associations sont en limite de leur aire de répartition (de la mer du Nord jusqu'au golfe Normand-breton) (BENSETTITI et al., 2004)		Faible	Moyenne	
Falaises avec végétation	Niveau marin + 11 cm ≤ niveau moy. ≤ + 14 cm	Certaines pelouses aéroliales (alliance de Criste marine et d'Armérie maritime par ex.), au pied de falaises, sont parfois atteintes par les vagues et paquets de mer en cas de tempêtes/surcotes (et non plus seulement les embruns) (BENSETTITI et al., 2004) Les pelouses cristallines (granit) comme au Cap Fréhel sont moins sensibles à l'érosion que les pelouses calcaires	Faible	Tolérance modérée de la Criste marine à l'immersion prolongée (HAMED, 2004).	Géologie Pâturage afin d'éviter la fermeture / l'enfrichement des milieux ouverts	Moyenne	Faible	FAIBLE
	Physico-chimie des eaux marines ↗ T°C eau ↘ pH ↘ O ₂ dissous	Non concerné		Non concerné	Non concerné			
	Température air ↗ T°C moyenne ↗ nmb jours chauds & vagues de chaleur	Une sécheresse estivale entraînerait une réduction de la disponibilité en eau dans les micro-sols superficiels → sélection accrue d'espèces xérophiles, halotolérantes et thermophiles	Faible	Dépendant du seuil de tolérance de la végétation au paramètre température Espèces floristiques aux seuils de tolérance élevés face aux contraintes écologiques (sécheresse estivale, effets desséchants du vent et du sel) : -aire de répartition de la criste marine par exemple s'étend de l'Ecosse au littoral méditerranéen -aire de répartition de l'armérie maritime (plutôt tolérante à la sécheresse) de l'Islande à la Méditerranée		Moyenne	Faible	

	PARAMÈTRES climatiques hydrologiques	VULNERABILITÉ						
		SENSIBILITÉ de l'objet		CAPACITÉ D'ADAPTATION globale		Vulnérabilité de l'objet par paramètre	Vulnérabilité globale de l'objet au CC	
		Est-ce que la variation du paramètre climatique ou hydrologique (lié au CC) peut affecter l'objet ?	Appréciation	Capacité d'adaptation intrinsèque (pat.nat.) ou extrinsèque Est-ce que, de lui-même, l'objet a la capacité de faire face à la variation du paramètre climatique ou hydrologique ?	Pressions non climatiques Existe-t-il des pressions non climatiques qui peuvent affecter la capacité d'adaptation intrinsèque de l'objet ?			Appréciation
Landes sèches européennes	Niveau marin + 11 cm ≤ niveau moy. ≤ + 14 cm	Non concerné		Non concerné	Non concerné		FORTE	
	Physico-chimie des eaux marines ↗ T°C eau ↘ pH ↘ O ₂ dissous	Non concerné		Non concerné	Non concerné			
	Température air ↗ T°C moyenne ↗ nmb jours chauds & vagues de chaleur	La végétation arbustive comme Callune, Ajoncs (qui accompagne les pins en sous-étage sur sols pauvres, avec des débris de végétaux morts accumulés au sol) est très propice aux incendies en période sèche (DRAAF, 2023) Le pin maritime, qui a tendance à coloniser les landes, a une sensibilité très forte au feu	Forte	Manque de connaissances	Piétinement répété = destruction du tapis végétal et mise à nu du substrat = érosion, ravinement			Forte
Grand dauphin	Niveau marin + 11 cm ≤ niveau moy. ≤ + 14 cm	Eaux les plus profondes de la baie du Mont St Michel : habitat optimal pour le grand dauphin	Faible	Coexistence de l'écotype 'côtier' (faibles profondeurs) et 'pélagique' (vie en eaux profondes)		Moyenne	Faible	MOYENNE
	Physico-chimie des eaux marines ↗ T°C eau ↘ pH ↘ O ₂ dissous	Grands dauphins résidants dans les zones côtières exposés aux modifications de l'habitat et du réseau trophique = possibles répercussions sur la distribution de la faune benthique (LEARMONTH et al. 2006). Altération de l'abondance et la répartition des espèces proies exploitées par le grand dauphin (poissons benthiques comme cabillauds, harengs, sardines, mulets... & céphalopodes) = déplacement des aires de répartition des proies vers le Nord	Moyenne	Présence du grand dauphin dans des eaux marines plus chaudes Hastie et al. (2005) montre une relation entre la distribution du grand dauphin avec une température de l'eau comprise entre 8 et 12°C Grande plasticité comportementale en relation notamment avec son alimentation	Dérangement excessif du à l'observation en mer qui pourrait empêcher la sédentarisation de groupes Compétition trophique avec les pêcheries	Faible	Moyenne	
	Température air ↗ T°C moyenne ↗ nmb jours chauds & vagues de chaleur	Non concerné		Non concerné	Non concerné			

PARAMÈTRES climatiques hydrologiques	SENSIBILITÉ de l'objet		CAPACITÉ D'ADAPTATION globale				VULNERABILITÉ	
	Est-ce que la variation du paramètre climatique ou hydrologique (lié au CC) peut affecter l'objet ?	Appréciation	Capacité d'adaptation intrinsèque (pat.nat.) ou extrinsèque		Pressions non climatiques	Appréciation	Vulnérabilité de l'objet par paramètre	Vulnérabilité globale de l'objet au CC
			Est-ce que, de lui-même, l'objet a la capacité de faire face à la variation du paramètre climatique ou hydrologique ?	Existe-t-il des pressions non climatiques qui peuvent affecter la capacité d'adaptation intrinsèque de l'objet ?				
Grande alose	Niveau marin + 11 cm ≤ niveau moy. ≤ + 14 cm	Manque de connaissances	?	Capacité de repositionnement pour aller chercher des habitats qui lui sont nouvellement favorables (rendus accessibles par la hausse du niveau marin)		?	?	FAIBLE
	Physico-chimie des eaux marines ↗ T°C eau ↘ pH ↘ O ₂ dissous	La température de l'eau est un stimulus important et conditionne l'activité biologique : - le comportement migratoire de l'alose : avulsion correspondant à des taux d'O ₂ dissous élevés + déclenchement et modulation de l'intensité migratoire s'arrête en dessous de 11°C En cas de fortes chaleurs au sein des bassins versants, des événements hypoxiques se produisent. L'oxygène dissous devient alors un facteur limitant, empêchant les migrations en amont des juvéniles catadrome vers les zones de croissance (MAES & VOLCKAERT, 2007) = impact direct sur la survie des jeunes stades de vie - l'activité de reproduction : la T° de l'eau impacte la date de reproduction (la date de reproduction peut être avancée si l'eau est chaude plus tôt dans la saison) Réchauffement des eaux opportun pour l'alose = favorabilité des bassins versants nord-européens ? (LASSALLE & ROCHARD, 2009) Viè marine : - variations de recrutement des poissons proies = modification de la distribution et de la disponibilité des principales proies (petits pélagiques comme anchois, sprat) qui se déplacent vers le nord depuis les années 1990 en raison du réchauffement des eaux de surface (influent sur l'évolution des populations de plancton) (DUPUY & SALLE, in prep ; LUCZAK et al., 2011)	Moyenne	Capacité de déplacement des aloses : migration des aloses suivant un gradient nord-sud (l'eau se réchauffe au nord)	Pollutions d'origine domestique ou industrielle : elles peuvent entraîner des perturbations de l'osmorégulation, une diminution de la résistance au stress et une altération du comportement (Bouillon et al., 2020)	Moyenne	Faible	
	Température air ↗ T°C moyenne ↗ nmb jours chauds & vagues de chaleur	Variations de la disponibilité de la ressource en eau : débit moyen des rivières peut diminuer et impacter la capacité des poissons migrateurs à se déplacer	Faible			?	Faible	
Alicidés nicheurs et reproducteurs (guillemot, macareux, pingouin tordax)	Niveau marin + 11 cm ≤ niveau moy. ≤ + 14 cm	Tempêtes et autres événements climatiques extrêmes = - impact sur les comportements alimentaires des alicidés pendant l'hiver (FINNEY et al., 1999) - probable diminution du succès de la reproduction (les nids des pingouins tarda sont très exposés aux tempêtes) (HAKININEN et al., 2022)	Faible	Relative adaptabilité des alicidés aux conditions de recherche de nourriture = le nombre de plongées, leur durée, la zone de recherche et le profil des vols sont susceptibles de varier en fonction de la présence de la ressource		Moyenne	Faible	FORTE
	Physico-chimie des eaux marines ↗ T°C eau ↘ pH ↘ O ₂ dissous	Variations de recrutement des poissons proies = les populations de petits poissons pélagiques (lançons, sprats, harengs, capelans), peuvent décliner en cas de vagues de chaleur marine, avec un déplacement vers le nord (DROCHON, 2014) Souvent, la situation géographique rend dépendante dépendantes d'une seule espèce proie (ANKER-NILSSEN, 1987)	Forte	Mécanismes régulateurs qui permettent aux poussins de résister en cas de pénurie alimentaire (variation du taux de croissance, allongement de la période d'élevage, etc) (ØYAN et al., 1996) La France constitue la limite sud de l'aire de répartition européenne des trois espèces d'alcidés = la marginalité des populations bretonnes et leurs faibles effectifs sont deux paramètres qui accentuent leur sensibilité à tout facteur limitant Relative capacité à coloniser de nouveaux sites potentiels de reproduction pour s'adapter aux nouvelles aires de répartition de leurs proies (observations faites en Amérique du nord, mais pas encore d'exemples en Europe)	Compétition trophique = surpêche de petits poissons pélagiques (BRANDER, 2007)	Faible	Forte	
	Température air ↗ T°C moyenne ↗ nmb jours chauds & vagues de chaleur	Manque de connaissance	?	Manque de connaissance		?	?	

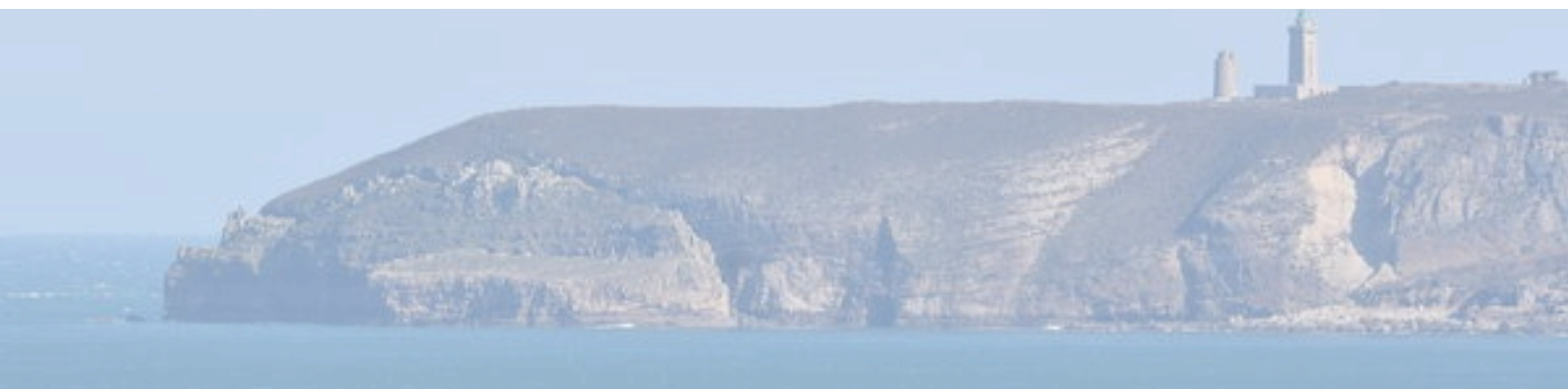
PARAMÈTRES climatiques hydrologiques	SENSIBILITÉ de l'objet		CAPACITÉ D'ADAPTATION globale				VULNERABILITÉ	
	Est-ce que la variation du paramètre climatique ou hydrologique (lié au CC) peut affecter l'objet ?	Appréciation	Capacité d'adaptation intrinsèque (pat.nat.) ou extrinsèque		Pressions non climatiques	Appréciation	Vulnérabilité de l'objet par paramètre	Vulnérabilité globale de l'objet au CC
			Est-ce que, de lui-même, l'objet a la capacité de faire face à la variation du paramètre climatique ou hydrologique ?					
Laridés nicheurs et reproducteurs (sternes, mouette tridactyle)	Niveau marin + 11 cm ≤ niveau moy. ≤ + 14 cm	Nids de sterne potentiellement vulnérables à l'élévation du niveau de la mer car elles nichent en zones côtières basses (affleurements de galets) mais les sternes nichent sur des îlots rocheux en Bretagne Nord (ex la Colombière) qui sont moins sujets aux submersions marines Tempêtes et vents = impact du vent sur les comportements alimentaires des sternes en terme d'accessibilité à leurs proies (YESOU et al., 2005) et éventuellement conséquence sur le taux de mortalité des poussins (si inanition)	Faible	Manque de connaissances		?	Faible	MOYENNE
	Physico-chimie des eaux marines ↗ T°C eau ↘ pH ↘ O ₂ dissous	Altération de l'abondance et la répartition des espèces proies exploitées par les sternes Variations dans le recrutement des proies de la mouette tridactyle (GREMILLET et al., 2009) : - la population de langons (une des proies principales des oiseaux marins) a diminué dans l'Atlantique Nord-est (surpêche et changement climatique) + valeur énergétique en baisse - les mouettes se rabattent alors sur les populations d'entéure de mer (croissance numérique considérable dans les eaux nord-européennes grâce à l'influence de l'augmentation de 0,5°C de la T° de l'eau) qui sont pourtant peu énergétiques + difficiles à avaler pour les juvéniles (HARRIS et al., 2007)	Moyenne	Les sternes ne plongent pas mais se nourrissent à la surface de l'eau = plus grande difficulté à se battre sur d'autres proies car les poissons tendent à descendre vers des eaux plus profondes pour chercher la fraîcheur L'augmentation de la pop d'entéure ne sera sûrement pas une alternative valide pour compenser la diminution des proies originelles	Compétition trophique avec les pêcheries (plus particulièrement sur les sites d'hivernage des sternes, en Afrique de l'Ouest)	Faible	Moyenne	
	Température air ↗ T°C moyenne ↗ nmb jours chauds & vagues de chaleur	Sternes : Pas de cause de surmortalité majeure en situation de canicule (JACOB, 2022) Goélands : - en période de fortes chaleurs, risque de voir un succès reproducteur de la colonie de goélands (abandon du nid / risque mortalité aviaire accrue chez les poussins et adultes sur nid) (DAWSON et al., 1976)	Moyenne	Taille de la plage de tolérance thermique, variable selon les espèces (JIGUET et al., 2006)		Faible	Moyenne	
Limicoles hivernants-migrateurs (courlis cendré, huîtrier-pie)	Niveau marin + 11 cm ≤ niveau moy. ≤ + 14 cm	Déplacement de l'étagé méditerranéen (variations des superficies intertidales) = évolution voire disparition des zones d'alimentation des limicoles = contrainte concernant l'objectif de conservation de l'espèce ? (GODET, LUCZACK, 2012) Changement de géomorphologie des estuaires (estuaires de plus en plus ouverts) = changement de la granulométrie de leurs domaines intertidaux de substrat meuble (sédiments de plus en plus grossiers, cad sable et non plus vase) = changement de la macrofaune benthique (AUSTIN & REHFISH, 2003) Quid de la capacité de reposoir : pourrait-elle disparaître si submersion ? (lagunes, etc à moins de 10km de la vasière ?)	Moyenne	Recolonisation spontanée de la mosaïque d'habitats littoraux le long d'un gradient bathymétrique (GODET et al., 2012) Capacité de déplacement des limicoles importante	Facteurs anthropiques qui bloquent l'extension et la transgression de la mer Chasse	Moyenne	Faible	FAIBLE
	Physico-chimie des eaux marines ↗ T°C eau ↘ pH ↘ O ₂ dissous	Acidification = conséquences néfastes sur les mollusques = diminution des stocks de proies pour les limicoles (GUINOTTE & FABRY, 2008)	Moyenne	Manque de connaissances		?	Moyenne	
	Température air ↗ T°C moyenne ↗ nmb jours chauds & vagues de chaleur	Directement Les besoins métaboliques des limicoles sont directement liés aux conditions environnementales auxquelles il sont soumis (température, vent, etc.) (TRIPILET et al., 2012) : diminution du risque de mortalité si la température moyenne hivernale est plus élevée Indirectement Le benthos intertidal tend à être plus accessible pour les limicoles lors de conditions de températures douces (profondeur d'enfouissement moindre) (GODET et al., 2012) Les températures influent davantage sur l'abondance des oiseaux s'alimentant en substrat meuble (courlis) que ceux s'alimentant en substrat dur (bécasseau violet, huîtrier pie) (REHFISH et al., 2004)	Faible	L'ensemble d'une population hivernante peut se déplacer vers le nord à la faveur d'hivers doux, ou vers le sud lors d'hivers rigoureux (GODET et al., 2012), phénomène lié à de jeunes oiseaux qui « coloniseraient » de nouveaux sites d'hivernage alors que les individus adultes continueraient d'hiverner sur sites méridionaux traditionnels Capacité à modifier leur phénologie de migration : date d'arrivée et de départ des sites d'hivernage, de migration, de reproduction (GODET et al., 2012) mais variable selon les limicoles		Moyenne	Faible	

PARAMÈTRES climatiques hydrologiques	VULNERABILITÉ							
	SENSIBILITÉ de l'objet		CAPACITÉ D'ADAPTATION globale		Vulnérabilité de l'objet par paramètre	Vulnérabilité globale de l'objet au CC		
	Est-ce que la variation du paramètre climatique ou hydrologique (lié au CC) peut affecter l'objet ?	Appréciation	Capacité d'adaptation intrinsèque (pat.nat.) ou extrinsèque Est-ce que, de lui-même, l'objet a la capacité de faire face à la variation du paramètre climatique ou hydrologique ?	Pressions non climatiques Existe-t-il des pressions non climatiques qui peuvent affecter la capacité d'adaptation intrinsèque de l'objet ?			Appréciation	
Anatidés hivernants-migrateurs (eider, bernache)	Niveau marin + 11 cm ≤ niveau moy. ≤ + 14 cm	Montée du niveau de la mer = quelle reconfiguration de l'équilibre entre sites de reposoir et sites d'alimentation ? (intrication prairies, schorre et slikke nécessaires constitue la ressource trophique des anatidés) (MARQUET & PETIT, 2020) + évolution des conditions offertes par les reposoirs de haute mer (niveau d'eau haut = favorable aux anatidés) Hausse de la salinité = évolution de la ressource trophique bénéfique pour les bernaches par exemple ?	Faible	Capacité de modifier leur route migratoire pour se rabattre sur les autres zones humides de leur aire de distribution = ils peuvent s'adapter rapidement aux variations de niveaux d'eau (Eybert, Bonnet, Hédin, 2007).	Moyenne	Faible	MOYENNE	
	Physico-chimie des eaux marines ↗ T°C eau ↘ pH ↘ O ₂ dissous	Variations de recrutement des d'invertébrés dont les moules (proies principales de l'eider), sensibles au changement climatique (Häkkinen et al., 2022) Altération de l'abondance des ressources alimentaires (macrofaune benthique et herbier, pour la majeure partie des espèces) (GODET et al., 2012)	Moyenne	Limite sud de l'aire de répartition de l'eider en France métropolitaine : bassin d'Arcachon Certaines espèces comme la Bernache cravant sont néanmoins capables d'adapter leur régime alimentaire selon la disponibilité de la ressource et "switcher" sur une ressource alternative, présente sur le site ou à proximité.	Moyenne	Faible		
	Température air ↗ T°C moyenne ↗ nmb jours chauds & vagues de chaleur	Hausse des températures : - bénéfique pour les anatidés = baisse de la mortalité et réduction des besoins énergétiques - mais un été prolongé + faible niveaux d'eaux (RAMIREZ & al., 2018) Une augmentation de la température hivernale pourrait être liée à un avancement de la date d'arrivée en France de l'eider (Lehikoinen, Kilpi & Öst 2006) Pour certaines espèces comme la Bernache cravant, la douceur de l'hiver influencerait le succès reproducteur au travers de la condition corporelle des animaux : mise en évidence d'un lien direct entre disponibilité de nourriture des zones d'hivernage et taille des nichées au cours de la saison de reproduction (LAUDELOUT et al., 2014).	Moyenne	Manque de connaissances	?	Moyenne		
Puffin des Baléares (procellariidé présent en période inter-nuptiale)	Niveau marin + 11 cm ≤ niveau moy. ≤ + 14 cm	Les puffins dépendent des conditions de vent pour planer et utiliser le moins d'énergie possible. Les changements de force, de direction et de régimes des vents pourraient avoir un impact important sur leur consommation d'énergie et leurs routes migratoires (Häkkinen et al., 2022)	Moyenne	Manque de connaissances	?	Moyenne	MOYENNE	
	Physico-chimie des eaux marines ↗ T°C eau ↘ pH ↘ O ₂ dissous	Variations de recrutement des poissons proies = modification de la distribution et de la disponibilité des principales proies (petits pélagiques : anchois, sardines) qui se déplacent vers le nord depuis les années 1990 en raison du réchauffement des eaux de surface, ce qui influe sur l'évolution des populations de plancton (DUPUY & SALLE, in prep ; LUCZAK et al., 2011) Température de l'eau : le puffin est sensible à une augmentation des eaux en dehors du gradient 16-18°C (YESOU, 2003)	Moyenne	Capacité du puffin, d'affinité méridionale, à se déplacer et à progresser vers le nord à la recherche de zones de pêche plus éloignées de son aire de reproduction (YESOU, 2003) = aire de répartition en période postnuptiale qui s'étend jusqu'aux eaux fraîches du sud de l'Angleterre Mais cela peut avoir des répercussions sur sa balance énergétique, sur l'état physiologique des reproducteurs, voire sur la survie des oiseaux Espèce opportuniste : le puffin peut aussi exploiter les rejets de pêche (proies démersales) issus de la pêche au chalut (YESOU, 2003)	Compétition trophique avec les pêcheries (GREMILLET et al., 2018): + exemple de la pêche de plaisance (pêchant du thon) qui se développerait en Manche en raison de la remontée du thon en Atlantique = dérangement puffin ?	Moyenne		Faible
	Température air ↗ T°C moyenne ↗ nmb jours chauds & vagues de chaleur	Manque de connaissances	?	Manque de connaissances	?	?		

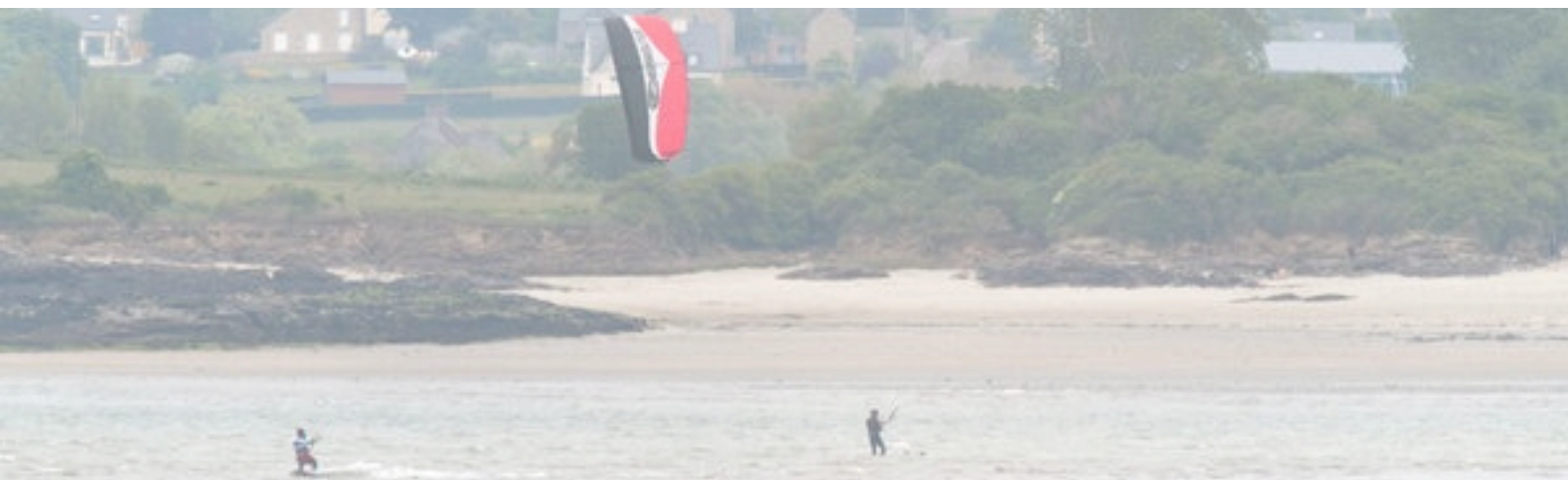
PARAMÈTRES climatiques hydrologiques	VULNERABILITÉ							
	SENSIBILITÉ de l'objet	CAPACITÉ D'ADAPTATION globale		Vulnérabilité de l'objet par paramètre	Vulnérabilité globale de l'objet au CC			
		Capacité d'adaptation intrinsèque (pat.nat.) ou extrinsèque	Pressions non climatiques			Appréciation		
	Est-ce que la variation du paramètre climatique ou hydrologique (lié au CC) peut affecter l'objet ?	Appréciation	Est-ce que, de lui-même, l'objet a la capacité de faire face à la variation du paramètre climatique ou hydrologique ?	Existe-t-il des pressions non climatiques qui peuvent affecter la capacité d'adaptation intrinsèque de l'objet ?	Appréciation			
Chiroptères	Niveau marin + 11 cm ≤ niveau moy. ≤ + 14 cm	Non concerné	Non concerné					
	Physico-chimie des eaux marines ↗ T°C eau ↘ pH ↘ O ₂ dissous	Non concerné	Non concerné					
	Température air ↗ T°C moyenne ↗ nmb jours chauds & vagues de chaleur	La douceur du climat permet à l'espèce de passer la période de léthargie plus facilement (elle peut chasser sans épuiser ses réserves dès qu'il fait plus de 10°C) Sensibilité variable pendant la période de mise-bas : - grand rhinolophe et grand murin : supportent des températures supérieures à 40°C - petit rhinolophe : adeptes de T° plus basses (environ 23°C) - autres espèces : préfèrent des T° inférieures ou plus variables Espèce sensible au stress hydrique Augmentation de la T° = la portion d'espace dans laquelle une chauve-souris peut détecter/traquer ses proies pourrait diminuer en volume de 21% pour les espèces des écosystèmes tempérés	Forte	Présence des chiroptères sous des latitudes plus chaudes en France, jusqu'au pourtour méditerranéen Capacité à migrer = opportunité d'extension du territoire vers le Nord pour certaines espèces qui supportent les fortes températures Capacité d'adaptation des stratégies de chasse : émettre plus fort, à une fréquence inférieure ou chasser sur une plus longue durée (mais alors forte dépense énergétique)	Indirectement : diminution des ressources en insectes liées aux pesticides et à la pollution lumineuse Moyenne	Moyenne	Moyenne	MOYENNE
Macrofaune benthique	Niveau marin + 11 cm ≤ niveau moy. ≤ + 14 cm	Augmentation de l'abondance du macrozoobenthos dans les sites où les niveaux bathymétriques sont plutôt élevés, et diminution de ces abondances dans les zones les plus basses (BEUKEMA, 2002) Hausse du niveau marin = changement de géomorphologie des estuaires (estuaires de plus en plus ouverts) = changement de la granulométrie de leurs domaines intertidaux de substrat meuble (sédiments de plus en plus grossiers, cad sable et non plus vase) = changement de la macrofaune benthique (AUSTIN & REHFISH, 2003) → lien entre granulométrie du sédiment (vaseux, sablo-vaseux ou sableux) et composition de la macrofaune benthique	Faible	Les communautés vont simplement migrer vers de plus hauts niveaux bathymétriques (GODET et al., 2012)		Moyenne	Faible	FAIBLE
	Physico-chimie des eaux marines ↗ T°C eau ↘ pH ↘ O ₂ dissous	L'élévation des températures va modifier les cycles de vie de nombreuses espèces benthiques comme les amphipodes (Dauvin et al. 2021) = plus grande précocité de la période de reproduction + modification du cycle biologique Réchauffement des eaux de la Manche : - potentielle extinction locale des espèces d'eaux froides / boréales (e.g. Astarte sulcata, Limaria loscombi, Palliolium tigrinum, buccinum undatum) d'ici 10, 20, 30 ans = modification de leurs limites d'aire de distribution à plus grande échelle (GAUDIN, 2017) - développement de populations d'affinité d'eaux tempérées chaudes (comme le crabe marbré (DAUVIN, 2012) Le développement et l'extension de bancs de crépidules, favorisés par le réchauffement des eaux, peut causer des modifications d'habitats dû à un ensablement (DAUVIN, 2023)	Moyenne	Capacité de dispersion vers des habitats thermiquement plus favorables = remontée vers le Nord de certaines populations boréales Capacité de résilience variable : malgré son exposition à de multiples perturbations, y compris les changements climatiques, la communauté de sables fins envasés a été résistante en termes de composition en espèces (BACOUILLARD et al., 2020) Si l'habitat est intact ou restauré, la capacité de résilience est forte mais à contrario, lorsque l'habitat est modifié dans sa structure physique ou dans sa structure hydrodynamique, la restauration est généralement vouée à l'échec (DAUVIN, 2023)	L'habitat des sédiments grossiers circalittoraux n'est pas continu à l'échelle de la Manche : les espèces de sédiments grossiers sablo-graveleux auront du mal à se déplacer aisément en raison des blocs/cailloutis du nord Bretagne et Manche orientale	Moyenne	Faible	
	Température air ↗ T°C moyenne ↗ nmb jours chauds & vagues de chaleur	Hivers doux (BEUKEMA, 1992) - richesse spécifique et abondance importante - perte de masse des bivalves et une réussite de reproduction plus faible l'été suivant un hiver doux pour ces derniers	Moyenne	Résilience des mollusques plus importantes que d'autres taxons des communautés récifales aux températures élevées (FOSTER et al., 2020)		Moyenne	Faible	



 **Baie de Saint-Brieuc**
© Sébastien Lamy



Fort Latte, Cap Fréhel
© Benjamin Guichard



Pratique du kite-surf à Lancieux
© Laurent Mignaux

www.ofb.gouv.fr

