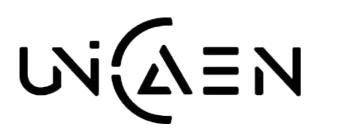
État des lieux : la Manche



- Professeur émérite, enseignant-chercheur au laboratoire M2C (Morphodynamique Continentale et Côtière), **Université de Caen Normandie**
- ✓ Spécialisé dans l'océanographie, l'écologie benthique du domaine côtier
- Étude de l'effet du changement climatique sur l'environnement marin dans la Manche







Eoliennes offshore: environnement côtier et biodiversité marine

Jean-Claude DAUVIN UMR CNRS M2C Université de Caen Normandie

jean-claude.dauvin@unicaen.fr

Caractéristiques générales de la Manche

La Manche mer épicontinentale peu profonde (50 m) avec des marées mégatidales (> 12 m en baie du Mont St Michel), carrefour biogéographique et un seul grand estuaire celui de la Seine.

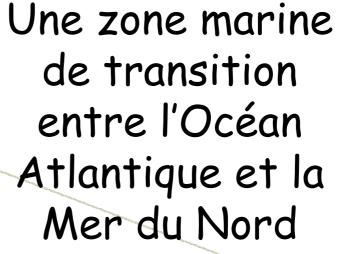
La Manche

North

Sea

Atlantic

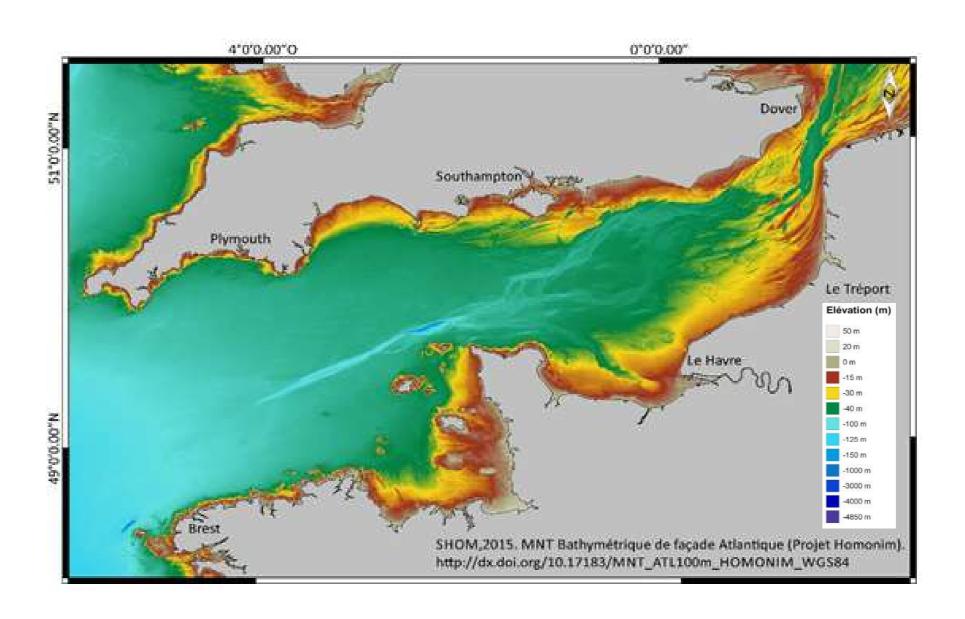
Ocean



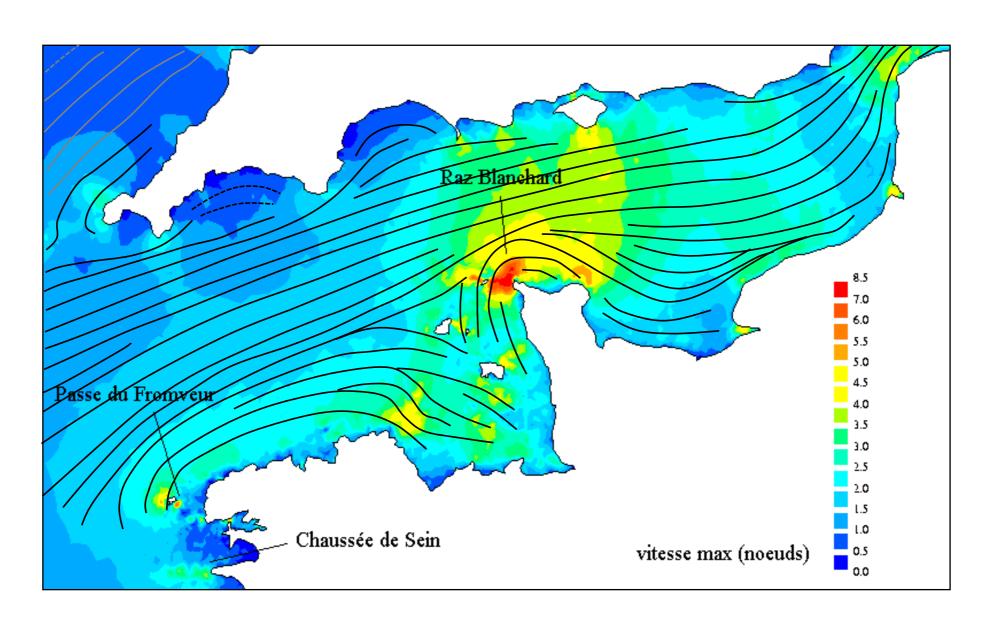


Réseau de paléovallées pendant la dernière glaciation (- 25 ka à 20 ka) ice sheet (North Sea) (England) (France)

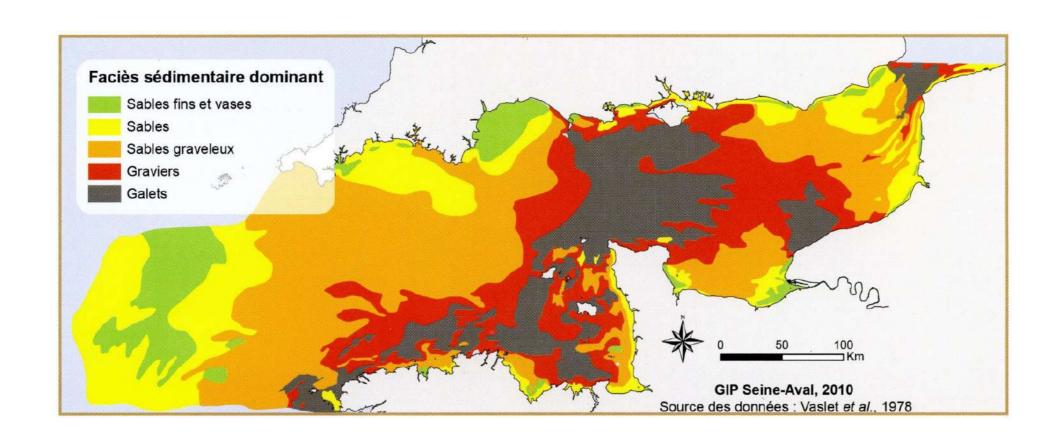
Une mer peu profonde



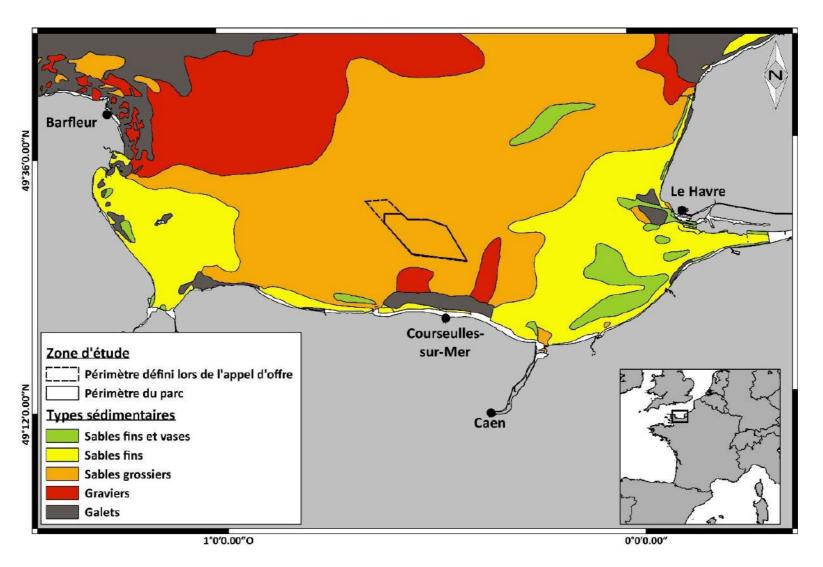
Avec de forts courants de marées



Gradient sédimentaire : témoin de la circulation tidale



En baie de Seine une couverture sédimentaire dominée par les sédiments grossiers



Un espace maritime aux usages multiples

Nombreuses activités en Baie de Seine

Parc éolien



Dépôts et dragages des sédiments



Récifs artificiels



Extraction de granulat



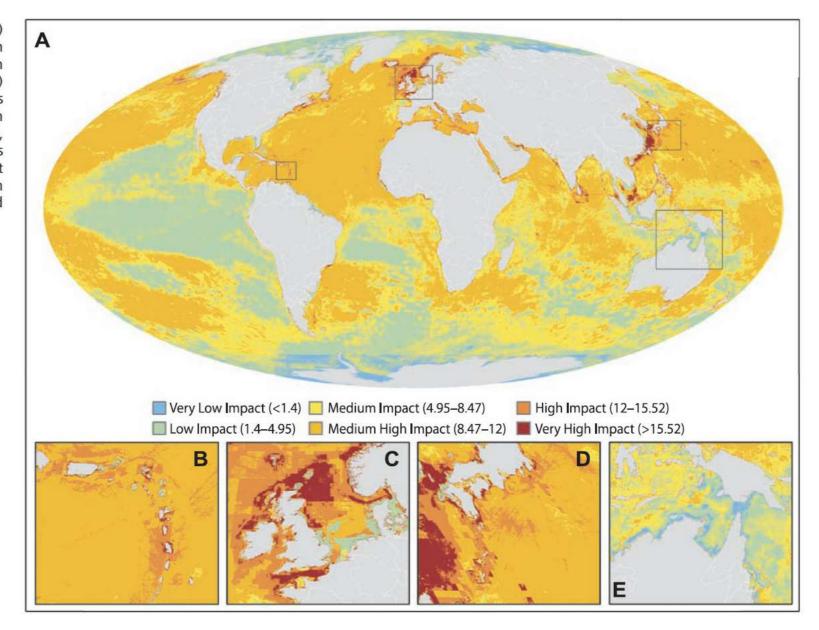
Pêche



Port 2000 Le Havre

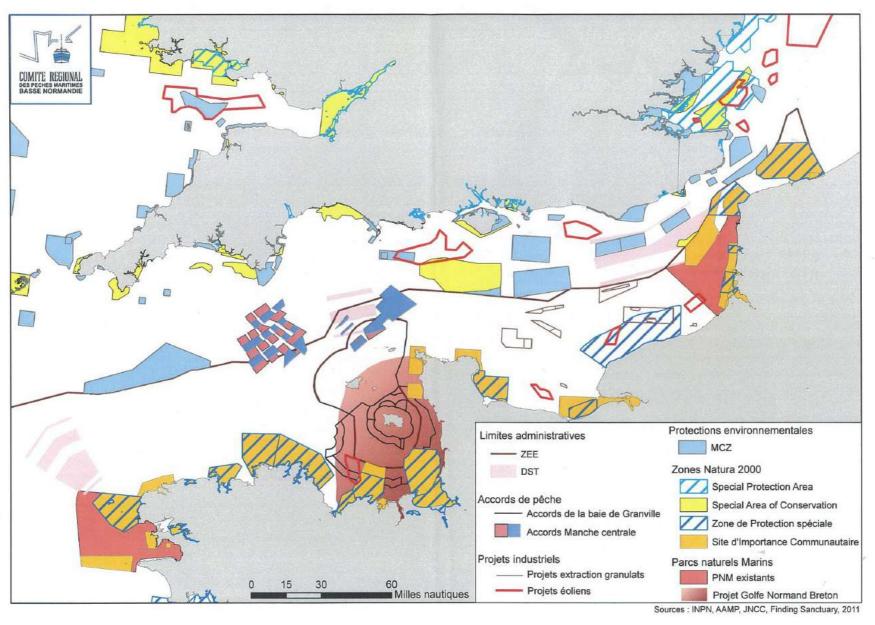


Fig. 1. Global map (A) of cumulative human impact across 20 ocean ecosystem types. (Insets) Highly impacted regions in the Eastern Caribbean (B), the North Sea (C), and the Japanese waters (D) and one of the least impacted regions, in northern Australia and the Torres Strait (E).



From Halpern et al., 2008. Science 319, 948-952

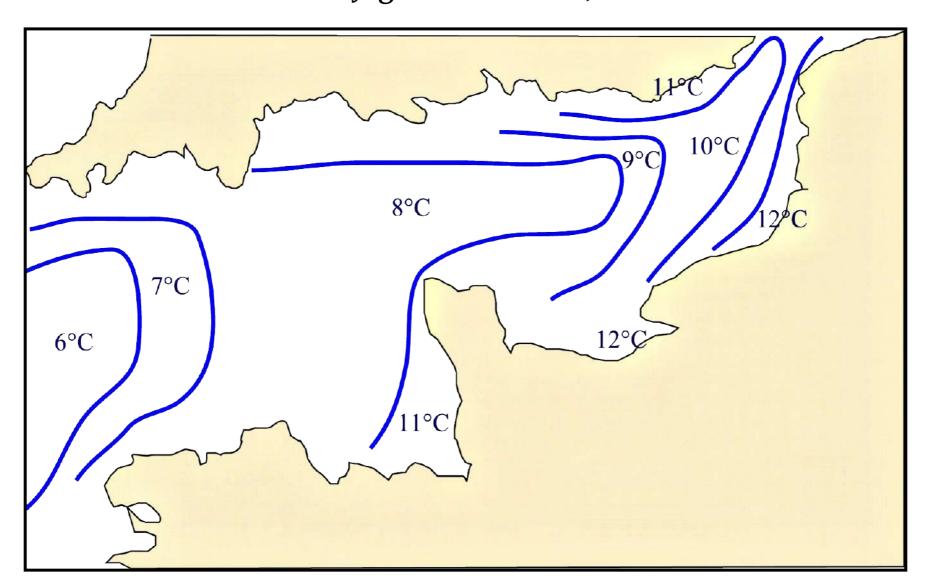
Cumuls d'activités et de zones protégées en Manche



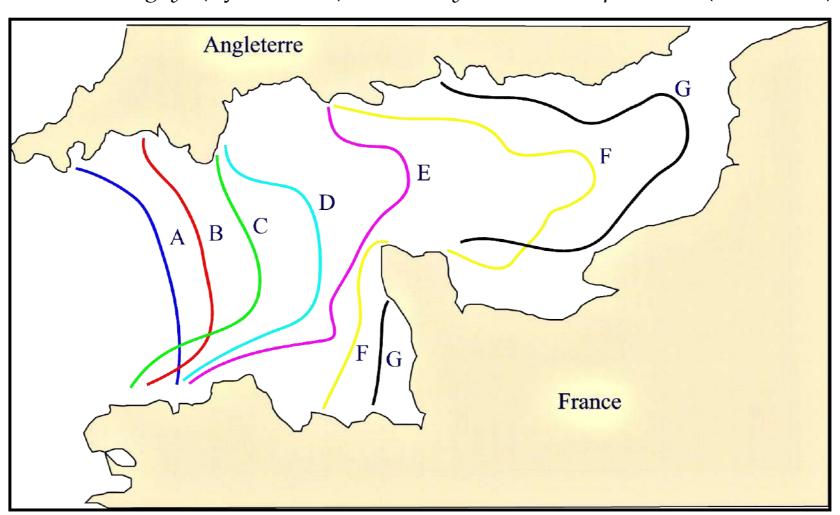
Merci à Daniel Lefèvre, Comité Régional des Pêches de Basse Normandie

Connaissance sur la biodiversité marine

Courbes montrant les amplitudes des températures de surface (en °C) : différences entre les isothermes de février et août (d'après Lumby, 1935 et Jegou & Salomon, 1991).



Distributions climatiques de quelques espèces de macrofaune sessile (D'après Cabioch *et al.*, 1977b). Limites successives d'ouest en est de : A : *Porella compressa* (spongiaire), B : *Diphasia pinaster* (hydrozoan), C : *Thuiaria articulata* (hydrozoan) ; D : *Lafoea dumosa* (hydrozoan) ; *Caryophyllia smithi* (cnidarian), F : *Sertularella gayi* (hydrozoan) et G : *Rhynchozoon bispinosum* (cnidarian).



Un carrefour biogéographique

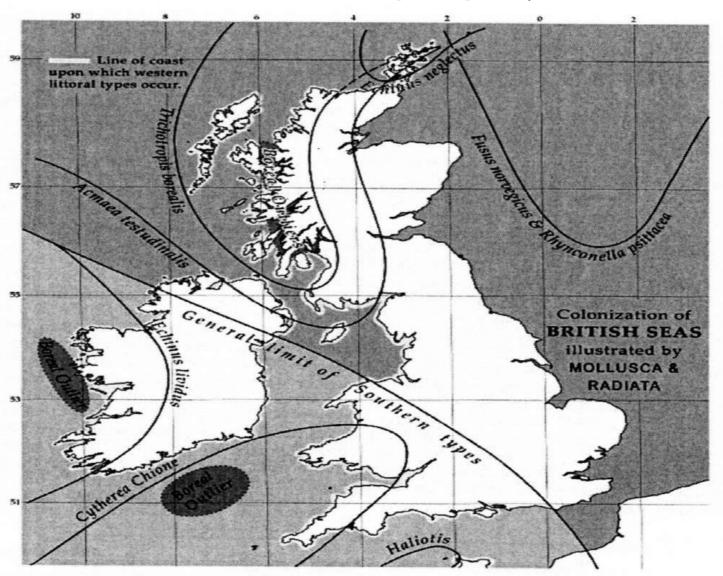


Figure 1. Biogeographical characteristics of the coast of the British Isles, including the range limits of some species. Redrawn from Forbes (1858) and including absence of the island of Anglesey as in the original publication. Acmaea testudinalis is now Tectura testudinalis (a limpet); Cytherea chione is now Callista chione (a bivalve molluse); Echimus lividus is now Paracentrotus lividus (purple sea urchin); Fusus norvegicus is now Volutopsis norwegicus (a snail); Haliotis is Haliotis tuberculata (the ormer); Rhynconella psittacea is now Hemithiris psittacea (a snail); Trichotropis borealis (a snail) retains the same name; Echimus neglectus is now Strongylocentrotus

La Normandie une extraordinaire diversité marine

3000 espèces d'invertébrés

400 algues

280 oiseaux

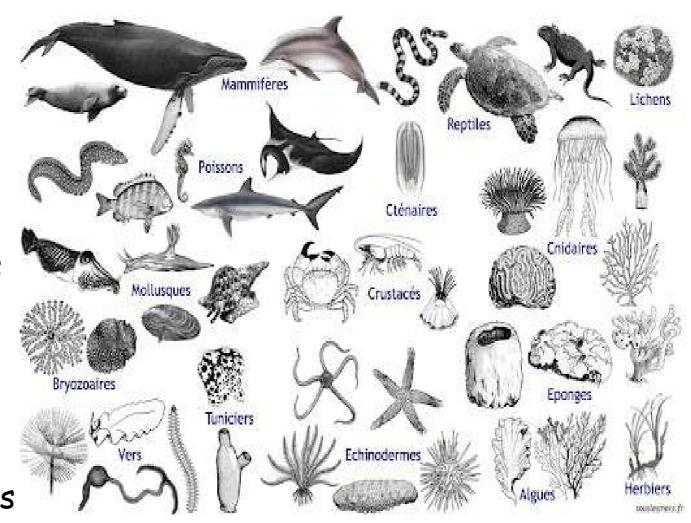
180 poissons

10 mammifères

5 tortues

2 phoques

2 phanérogames



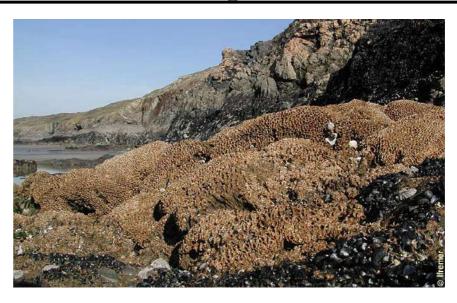
Des habitats marins à haute valeur patrimoniale



Herbier de Zostera marina



Forêt de Laminaria



Récif de Sabellaria



Banc de maerl, Sarah Fowler JNCC

Des espèces venues d'ailleurs



Crabe sanguin



Crabe à pinceaux



Crépidule

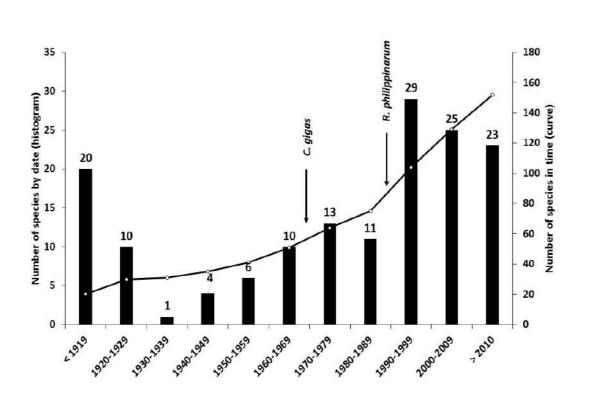


Sargasse

Un enrichissement par des espèces introduites

Nombreuses signalisations d'espèces introduites depuis 1990

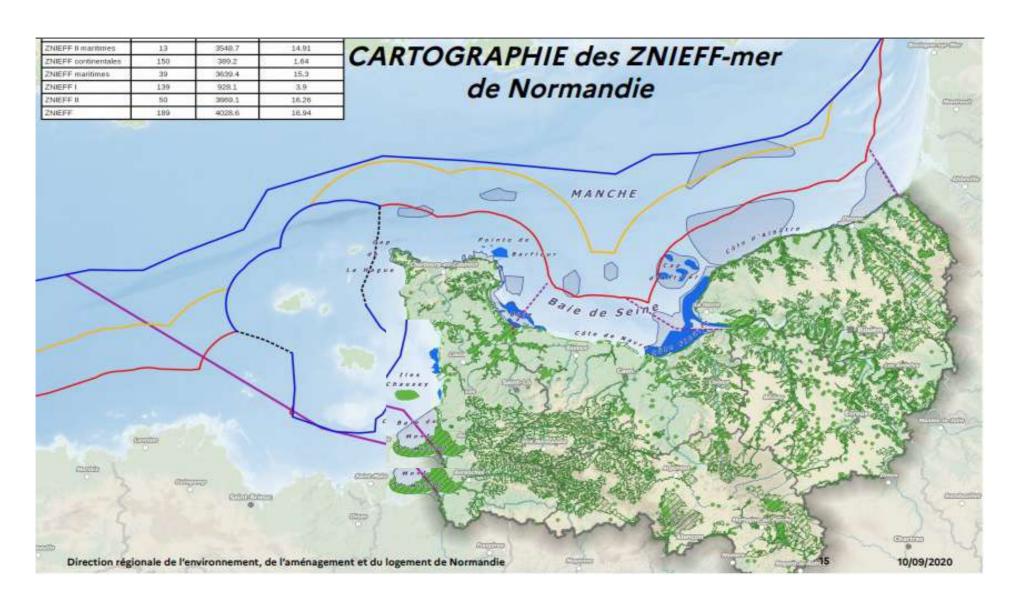
Projets financés par AESN



Sur les 152 espèces introduites recensées en 2018 en Normandie la première signalisation en France provient :

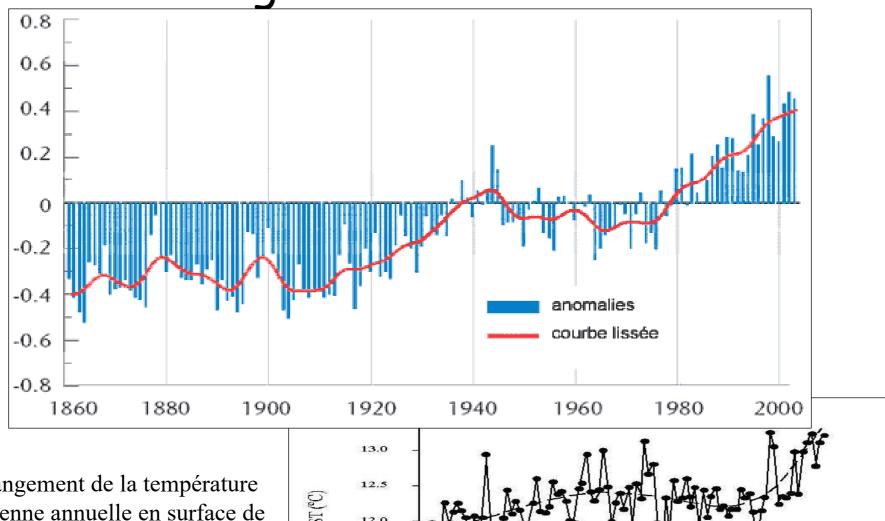
- 14,5 % du port du Havre;
- 34,4 % de Normandie (excepté le Havre);
- 51,1 % d'autres régions françaises.

Un patrimoine naturel marin : réalisation de l'inventaire ZNIEFF-mer en Normandie

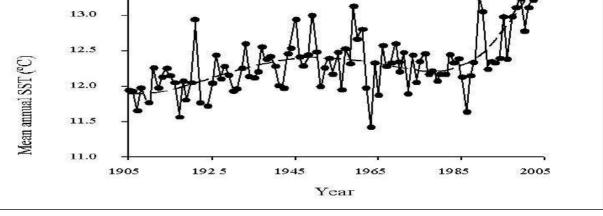


Effets attestés du Changement Climatique sur la biodiversité marine

Changement Global



Changement de la température moyenne annuelle en surface de l'eau de mer en Manche ouest 1905-2003 (d'après Genner *et al.*, 2004).

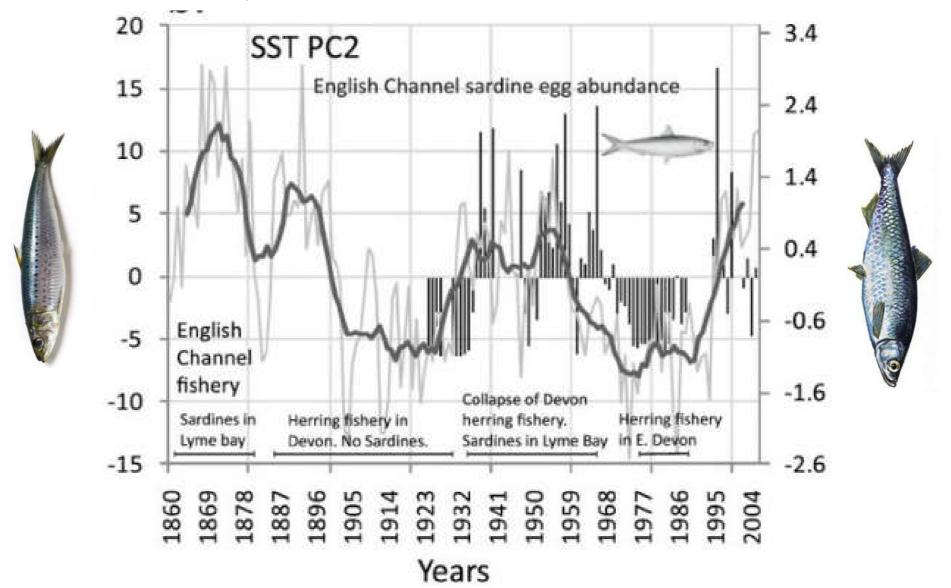


GIEC normand : quel climat en Normandie en 2100?



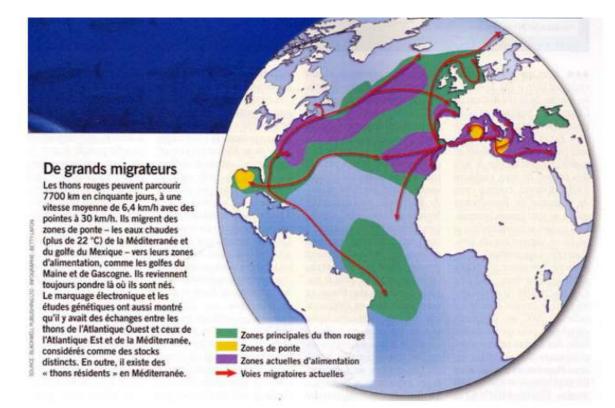
C'est la question posée à 23 experts scientifiques du GIEC Normand qui ont mis en commun leurs travaux de recherche pour appréhender le changement climatique de manière prospective et pluridisciplinaire, dont les effets du CC sur la biodiversité marine (Nathalie Niquil & Jean-Claude Dauvin).

Alternance de sardine (période chaude) et du hareng (période froide) en Manche

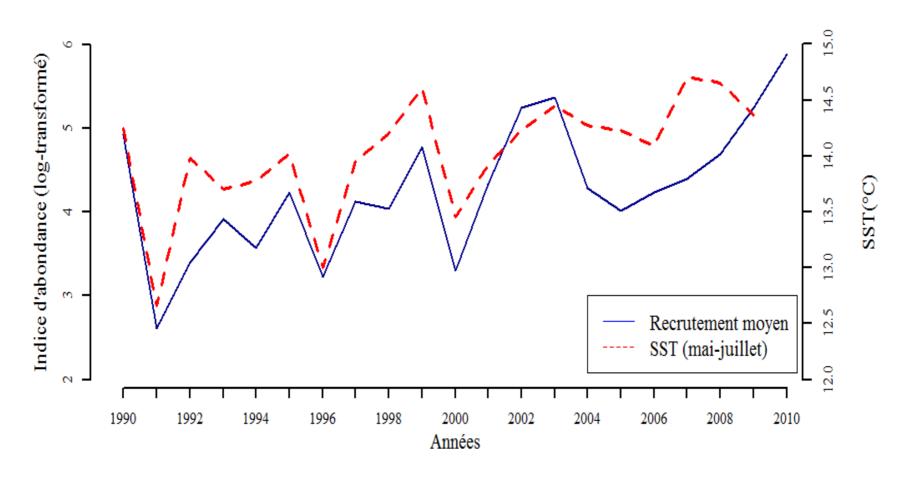


Retour du thon rouge en Manche

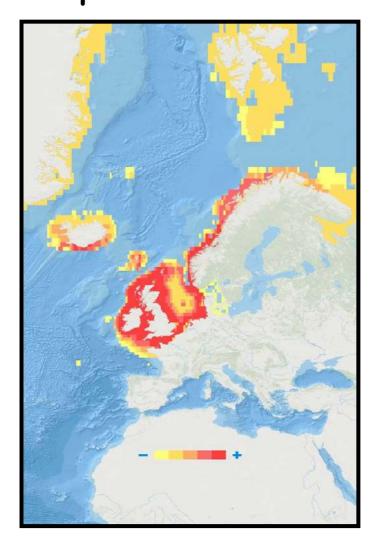




Des effets positifs: la coquille Saint-Jacques en baie de Seine



Effets négatifs de l'élévation des températures automnales sur la reproduction du bulot *Buccinum undatum*



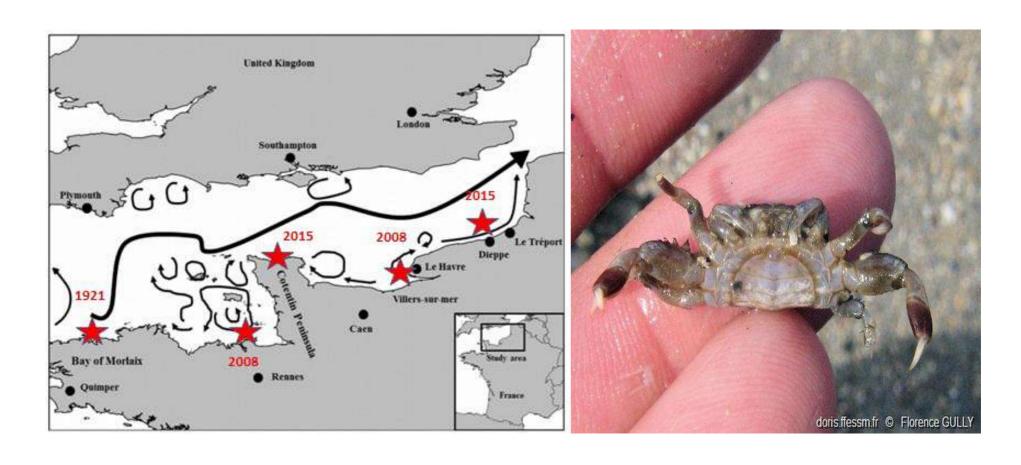


Reproduction de l'huître japonaise introduite en Normandie et colonisation de substrats durs en relation avec l'augmentation des températures estivales des eaux et formation de récifs naturels

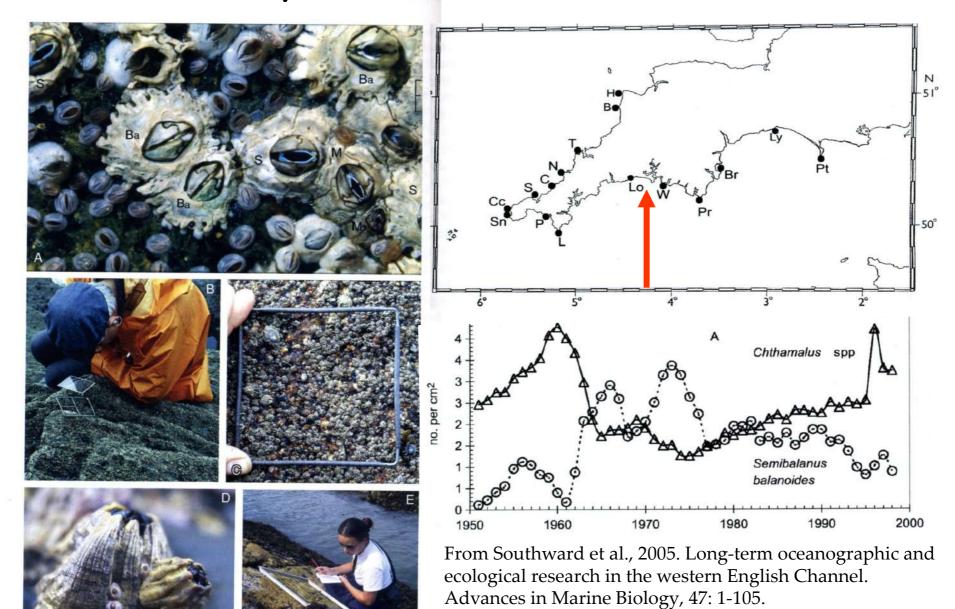




Progression en Manche orientale du crabe *Asthenognathus* atlanticus avec les dates de premières observations (D'après Pezy & Dauvin, 2017).



Les cirripèdes des substrats durs

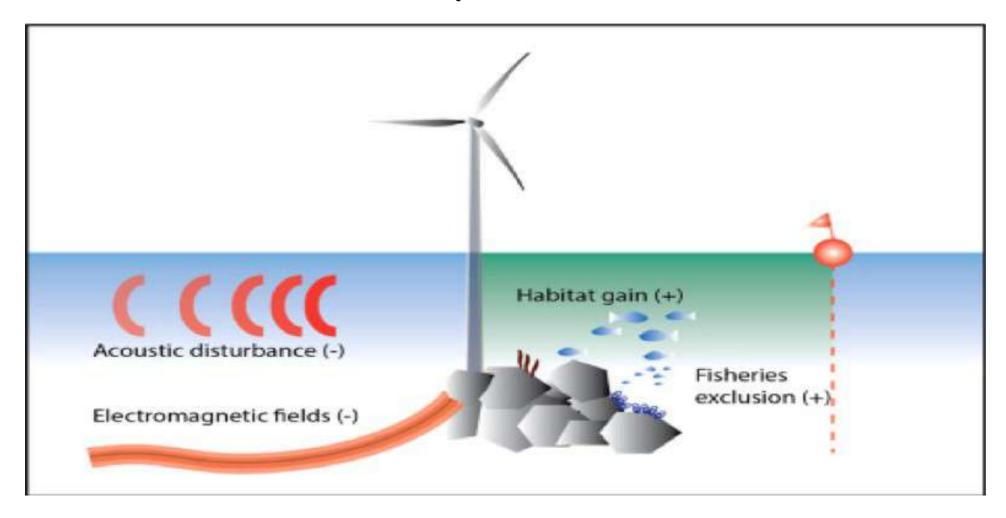


Les Energies Marines Renouvelables

Effets possibles

```
Modification de la circulation atmosphérique et courantologie
Modification de la distribution des sédiments :
Effets des champs électriques et magnétiques des câbles sous-
marins;
Effets des anodes sacrificielles sur la qualité de l'eau ;
Propagation du bruit sous l'eau;
Impacts divers liés à la maintenance du site (dérangement);
Interférence avec les activités de pêche notamment celles aux
arts traînants : réduction de la surface exploitable ;
Impact sur les ressources halieutiques.
```

Principaux effets



Importance d'une démarche BACI pour identifier les effets des implantations des parcs d'éoliennes sur les habitats benthiques de substrat meuble

- Before : état des communautés avant implantation des éoliennes : variabilités saisonnières et pluriannuelles.
- · After : suivi des communautés après l'arrêt de la production électrique.
- Control: stations de contrôle permettant de juger des variabilités naturelles de sites non soumis aux activités humaines sur le long terme (au moins 30 ans).
- Impact : résistance, résilience et capacités de restauration des communautés et des écosystèmes sous pression anthropique.

Impact majeur au niveau de la biodiversité de l'écosystème: effet récif

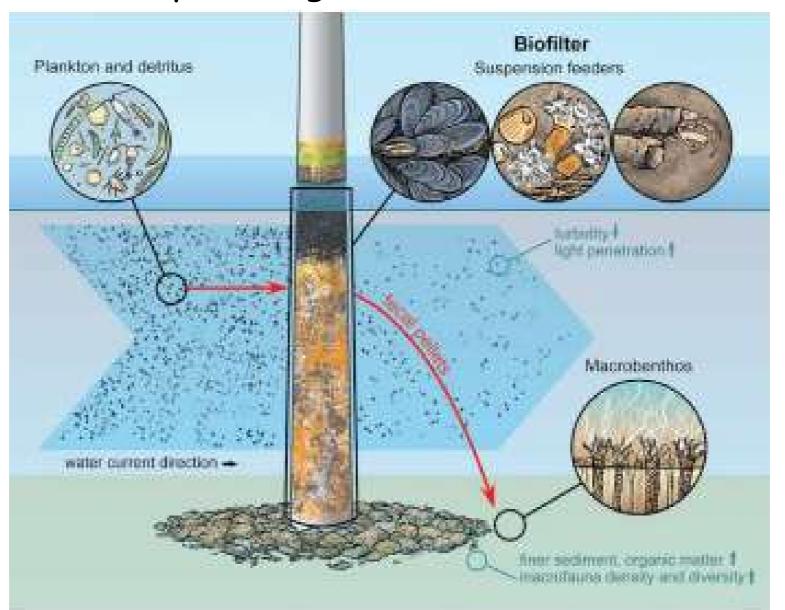
Difficulté de prédire cet effet récif dépendant du type d'infrastructure et de la longueur des enrochements des câbles



Effet récif

- Création d'un néo-substrat dur dans un environnement sédimentaire : établissement d'une nouvelle communauté benthiques
- Accumulation de biomasses (bivalves et crustacés)
- Nourriceries pour poissons
- Accroissement de l'activité trophique et de la maturité de l'écosystème
- · Attraction des top prédateurs

Un nouvel écosystème basé sur des suspensivores d'après Degraer et al., 2020



Une nécessité comparer les expériences acquises ailleurs notamment en Atlantique nord: participation à un groupe de travail du Conseil International de l'Exploration de la Mer (CIEM) sur les effets des EMR sur les organismes benthiques et les poissons vivant près du fond

Un défi majeur pour les scientifiques : étudier le cumul des impacts pour minimiser les empreintes anthropiques

- 1. Ressources halieutiques et cultures marines
- 2. Aménagements : ports...
- 3. Risques de pollution marine : pétrole, PCB (stockage dans les sédiments)..
- 4. Autres activités marines : granulats, dépôts de dragage, éoliennes, récifs artificiels...
- 5. Espèces non-indigènes et invasives
- 6. Biodiversité marine et changement climatique

Autant de questions qui sont traitées dans le GIS ECUME : Effets Cumulés en Mer créé fin 2020.

Merci de votre attention

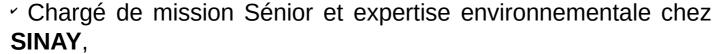


Dieu grec Éole

Table Ronde 1 : Recueillir les données environnementales



- Chef du département des énergies marines renouvelables chez **Biotope**,
- Consultant en énergies renouvelables et biodiversité
- Spécialisé dans les projets d'**énergies éoliennes**, pilote l'état initial de l'environnement sur la zone "Centre Manche" (mammifères marins, avifaune, chiroptères, bruit sous-marin)



- Pilote l'état initial de l'environnement sur la zone "Centre Manche" (poissons, mollusques, crustacés, habitats benthiques et bruit aérien)
- Membre du Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel de Normandie (CSRPN)





- Chargé de mission «Usages industriels, aménagements maritimes et gestion du milieu marin»
- ✓ Office Français de la Biodiversité,
 Direction Normandie Délégation de façade
 Manche Mer du Nord





Projet de parc éolien en mer Centre Manche AO8 Colloque environnement

Etat initial de l'avifaune, des mammifères marins, de la mégafaune marine et des chiroptères

05/05/2022



SOMMAIRE

- 1. Contexte
- 1.1 Quoi, pourquoi ? Objectifs et cadre méthodologique
- 1.2 Comment? Acquisitions de nouvelles données et valorisation de données existantes / bibliographie

- 2. Protocoles d'expertises zone Centre Manche
- 2.1 Expertises pour les oiseaux
- 2.2 Expertises pour les mammifères marins et la mégafaune marine
- 2.3 Expertises pour les chiroptères
- 2.4 Synthèse et organisation

PARTIE 1

Contexte et cadre général



QUOI?

Caractériser présence et activités des groupes d'espèces suivants :

- Oiseaux marins nicheurs, hivernants, migrateurs (oiseaux pélagiques et côtiers)
- Oiseaux terrestres migrateurs ou en déplacement local



















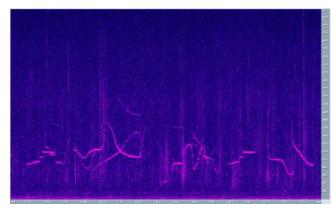
QUOI?

Caractériser présence et activités des groupes d'espèces suivants :

- Oiseaux marins nicheurs, hivernants, migrateurs
- Oiseaux terrestres migrateurs ou en déplacement local
- Mammifères marins (dauphins, marsouins, phoques)
- Autres grands pélagiques (requins, grands poissons)
- Chiroptères (migration principalement + déplacements locaux)











POURQUOI?

1/ Elaborer état initial de l'environnement:

- Diversité d'espèces
- Phénologie de présence
- Types d'activités, comportements
- Distribution géographique
- Densités

2/ Permettre l'élaboration demandes d'autorisation environnementale :

- Evaluation des enjeux de conservation
- Caractérisation des impacts prévisibles
- Alimenter la démarche Eviter / Réduire / Compenser (ERC)



POURQUOI?

3/ Servir de base de comparaison pour suivis à long terme (*Before / After*)

- Permettre de caractériser les principaux effets connus
 - Modifications d'habitats
 - Effets comportementaux / effet déplacement / effet barrière
 - Mortalité (=> modélisations)
- Travailler à l'échelle d'aires d'étude adaptées à la mégafaune (espèces mobiles, vastes territoires) et au suivi des impacts
- Tenir compte de la comparabilité et reproductibilité des protocoles

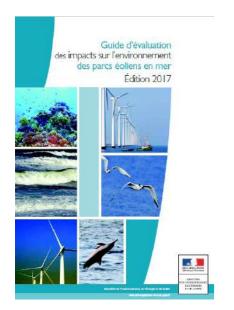
1.2 Comment



1/ Acquérir de nouvelles données par des protocoles adaptés, reconnus, standardisés:

- Conformes aux guides méthodologiques et recommandations
- Protocoles discutés et ajustés suite échanges comités techniques (Centre Manche)

2/ Se baser sur **retours d'expérience internationaux** (méthodes d'expertises, traitements des données, caractérisation des impacts, programmes de recherche, conférences scientifiques...)













DUTCH GOVERNMENTAL OFFSHORE WIND ECOLOGICAL PROGRAMME







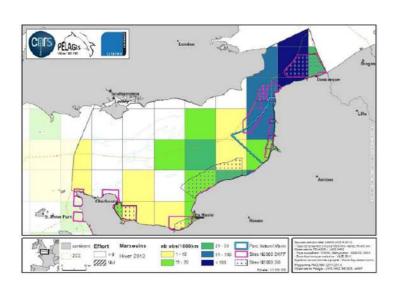


1.2 Comment

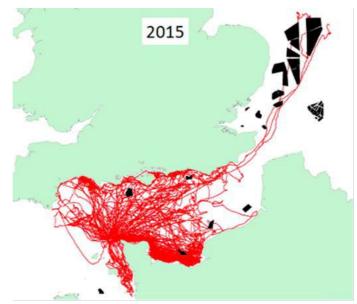


3/ Valoriser les connaissances et données existantes :

- Synthèse bibliographique Manche, France et Sud Angleterre
- Données issues de publications scientifiques et programmes de recherche
- Données issues d'études de parcs éoliens proches



Taux de rencontre en nombre d'observations pour 1000 km d'effort, pour les Marsouins communs observés lors de la campagne SAMM 1 (hiver 2011/2012).



Distribution spatiale des Fous de Bassan d'Aurigny en 2011-2015 (Warwick-Evans et al., 2017)



Localisation des parcs éoliens en mer en exploitation ou en construction les plus proches de la zone de projet (Source : https://www.4coffshore.com/offshorewind/).

PARTIE 2

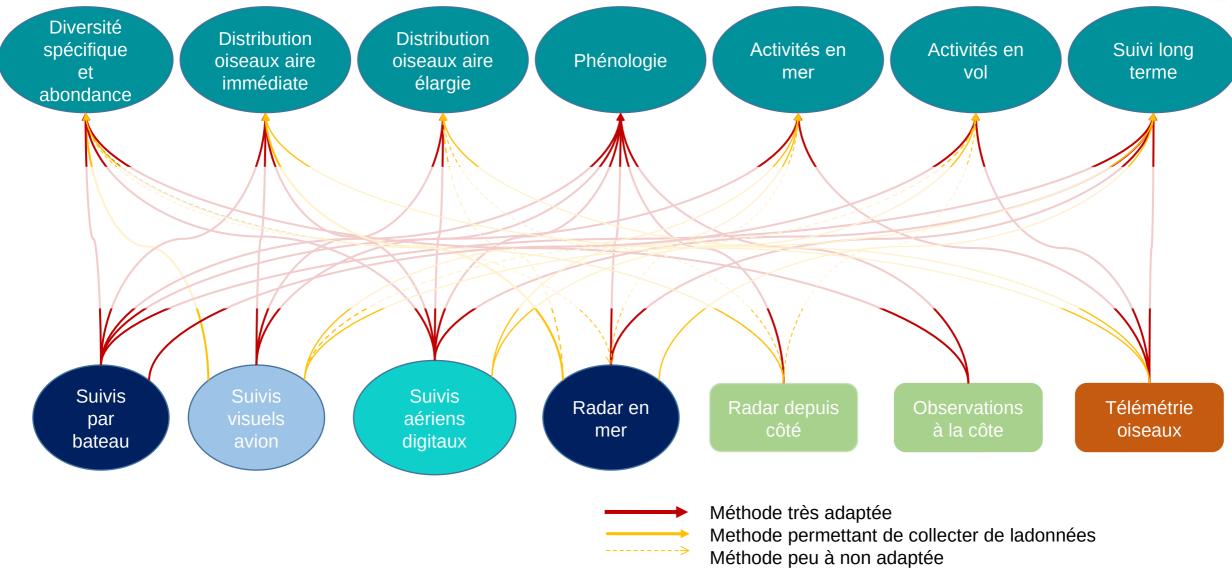
Protocoles d'expertises pour la zone de projets éolien en mer Centre Manche – Oiseaux, mammifères marins, chiroptères



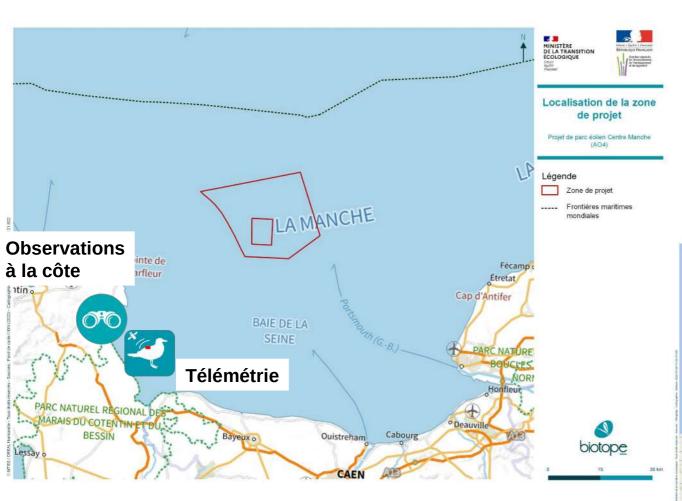
Plusieurs méthodes étudiées :

- Expertises visuelles par bateau
- Expertises visuelles par avion
- Expertises aériennes digitales
- Télémétrie sur oiseaux marins
- Expertises visuelles depuis la côte
- Expertises par radar sur bouée en mer (à l'étude)











Bateau (aire d'étude immédiate)







Avion (aire d'étude élargie 20km rayon)



Techniques	Suivi par bateau	Suivi aérien visuel	Suivi digital (2 techniques / programme OWFSOMM)
Aires d'étude	Zone de projet (500 km² / 250 km transects, 2,5 km IT)	Aire d'étude large (20 km rayon) (3700 km², 750 km transects, 5 km IT)	Aire d'étude large (15 km rayon) (2675 km², 550 km transects, 5 km IT)
Vitesse de déplacement / Altitude / Durée	20 / 25 km/h 2 jours	~170/180 km/h, 600 pieds (180 m) 1 jour	~ 200km/h, Haute altitude (HiDef) : 1800 pieds (500 m) / Basse altiutude (Hytech) : 180m
Conditions météo- océaniques	Etat de mer ≤ 3, Vent≤ 4 Bft, visibilité, absence pluie	Plafond nuageux, visibilité, état de mer ≤ 3, vent ≤ 4 Bft	Plafond nuageux, visibilité, état de mer ≤ 4, vent ≤ 4-5 Bft
Efforts (Centre Manche)			
Mode de détection			
Largeur de fauchée			
Perturbation oiseaux sensibles			
Phases de projet			
Collecte et analyse des données			
Utilisation en EMR	a. ZaPana a sana a sana da la Nasa a	ndie Centre Manche AO8 – Colloque environne	-meni - 05/05/2022 17



Techniques	Suivi par bateau	Suivi aérien visuel	Suivi digital (2 techniques / programme OWFSOMM)
Aires d'étude	Zone de projet (500 km² / 250 km transects, 2,5 km IT)	Aire d'étude large (20 km rayon) (3700 km², 750 km transects, 5 km IT)	Aire d'étude large (15 km rayon) (2675 km², 550 km transects, 5 km IT)
Vitesse de déplacement / Altitude / Durée	20 / 25 km/h 2 jours	~170/180 km/h, 600 pieds (180 m) 1 jour	~ 200km/h, Haute altitude (HiDef) : 1800 pieds (500 m) / Basse altiutude (Hytech) : 180m
Conditions météo- océaniques	Etat de mer ≤ 3, Vent≤ 4 Bft, visibilité, absence pluie	Plafond nuageux, visibilité, état de mer ≤ 3, vent ≤ 4 Bft	Plafond nuageux, visibilité, état de mer ≤ 4, vent ≤ 4-5 Bft
Efforts (Centre Manche)	2 fois / trimestre, 2 années	Tous les mois, 2 années	4 sessions (1 an)
Mode de détection	3 observateurs		2 techniques : 4 caméras (HiDef) / 4 app. Photo (Hytech)
Largeur de fauchée	300 m chaque côté	200 m chaque côté (oiseaux), > 300 m (mam marins)	HiDef : 500 m au total Hytech : 400 m au total
Perturbation oiseaux sensibles	Forte	Modérée	Haute altitude : aucune Basse altitude : modérée
Phases de projet	Toutes	Etat initiaux et pré-construction (pas possible en survol éoliennes)	Haute altitude : toutes Basse altitude : avant construction
Collecte et analyse des données	Observations humaines. Pas verifiable après sortie		Analyse humaine ou semi-automatisée, vérifiable
Utilisation en EMR	Fréquent	Très variable selon pays	Fréquent. Obligatoire dans certains pays

Projet de parc éolien en mer au large de la Normandie Centre Manche AO8 – Colloque environnement - 05/05/2022

18

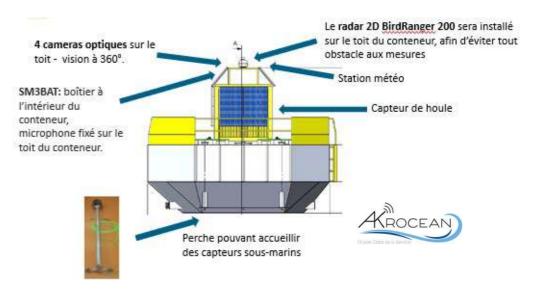


Expertises par radar sur bouée en mer (à l'étude) :

- Technologie FLY'RSEA (Akrocean)
- Radar 2D Diadès marine
- Récolte de données en continu jour et nuit

Capteurs envisagés :

- Caméra optique (en continu)
- Acoustique aérienne pour chiroptères
- Acoustique passive sous-marine
- Météo (en continu)
- Sonde multi-paramètres (turbidité, pression...)



Synthèse du dispositif instrumental de suivi d'une bouée (exemple du flotteur Akrocéan).



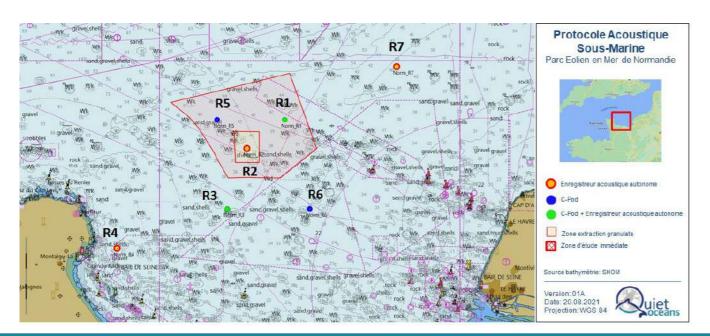
Radar 2D BirdRanger 200 (radôme, radar 2D et processeur)

2.2 Expertises mammifères marins



Plusieurs protocoles:

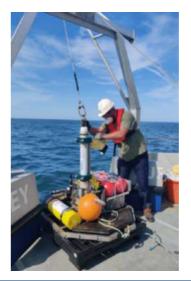
- Expertises visuelles par bateau
- Expertises visuelles par avion
- Expertises aériennes digitales
- Expertises par acoustique sous-marine
- Télémétrie sur phoques







Balises GPS/GSM à l'arrière de la tête d'un phoque veau-marin (à gauche) et d'un phoque gris (à droite). Crédits photos : Yann Planque, Cécile Vincent (CNRS)



Cage instrumentée avec dispositifs pour expertise acoustique sous-marine (crédit : Quiet-Oceans)

2.3 Expertises chiroptères



Protocoles:

- Enregistreurs acoustiques sur ferries
- Expertises sur bouée en mer (à l'étude)



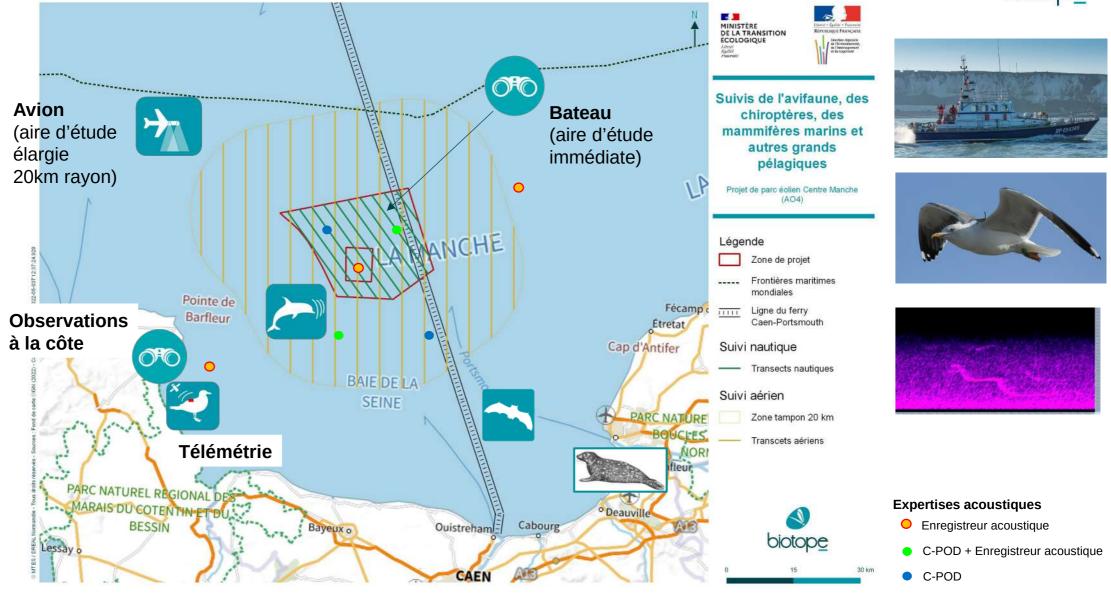


Ligne de ferry Caen-Portsmouth Parc éolien au large de la Normandie pelagiques, tortues marines et bruit sous-man Zone d'étude retenue à l'issue du débat public Frontières maritimes Trajet ferry Cherbourg en Cotontin e

Dispositif acoustique installé sur ferry

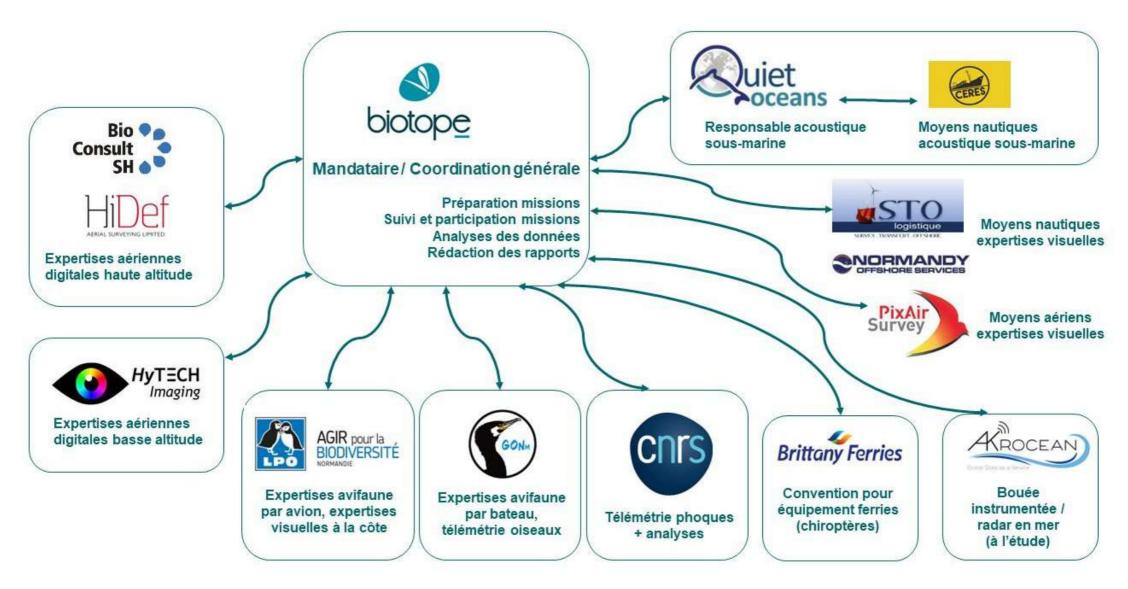
2.4 Synthèse et organisation





2.4 Synthèse et organisation





Merci de votre attention

Contact: Florian Lecorps
Responsable service
Energies marines renouvelables
flecorps@biotope.fr



Groupement

Partenaires AO 4 : halieutique, habitats, qualité de l'eau, bruit aérien et patrimoine.

















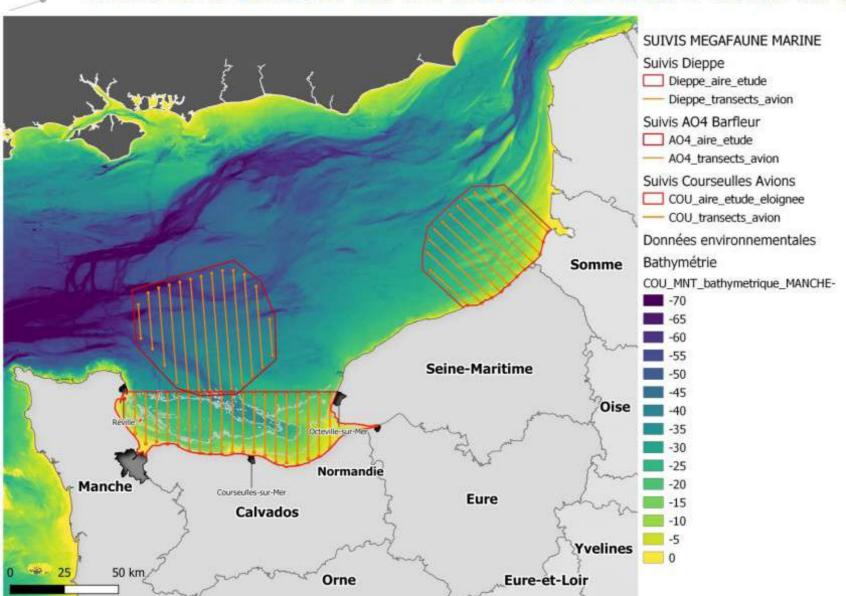






Mégafaune marine

Suivis aériens avec observateurs embarqués





Acoustique sous-marine

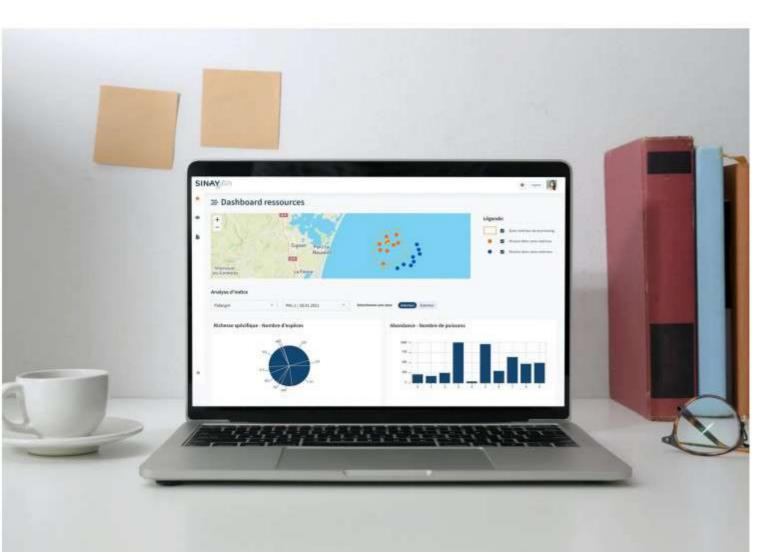
Détection des mammifères marins en temps réel pendant les travaux







Approche transversale, multi-paramètres et multi-sites, visualisation des résultats et alertes en temps-réel







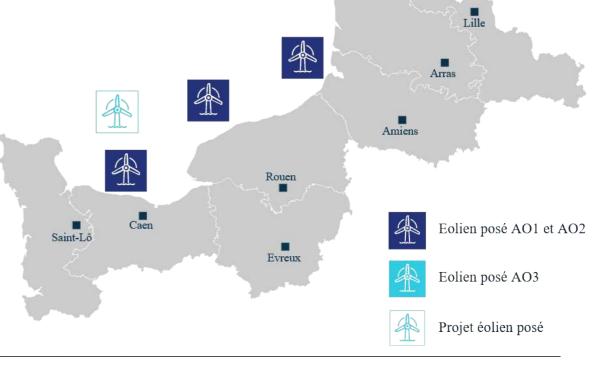


L'Office Français de la Biodiversité



Etablissement Public jeune (1er janvier 2020), rattaché au Ministère de la Transition Ecologique, et au Ministère de l'Agriculture.

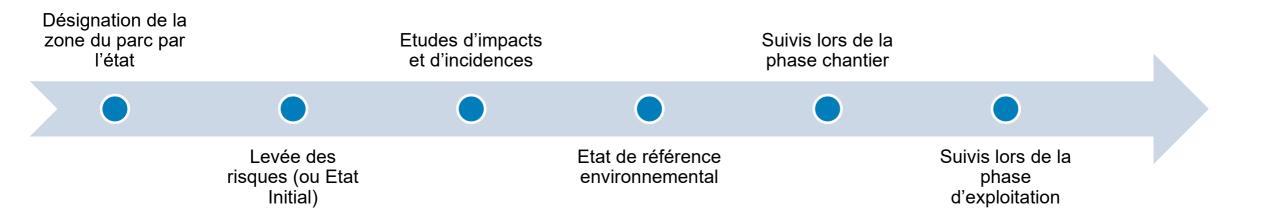
L'OFB intervient, sur demande des services de l'état, en tant qu'expert Biodiversité. La Délégation de Façade Manche Mer du Nord est une équipe dédiée au milieu marin, intervenant au droit des régions Normandie et Hauts de France.







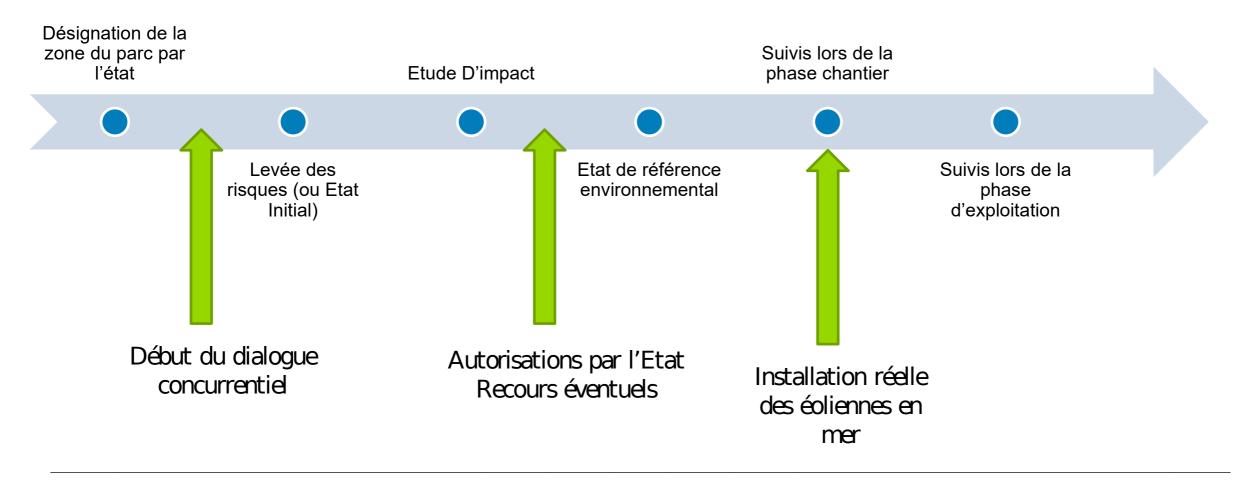
Les études environnementales - Quand sont elles produites?







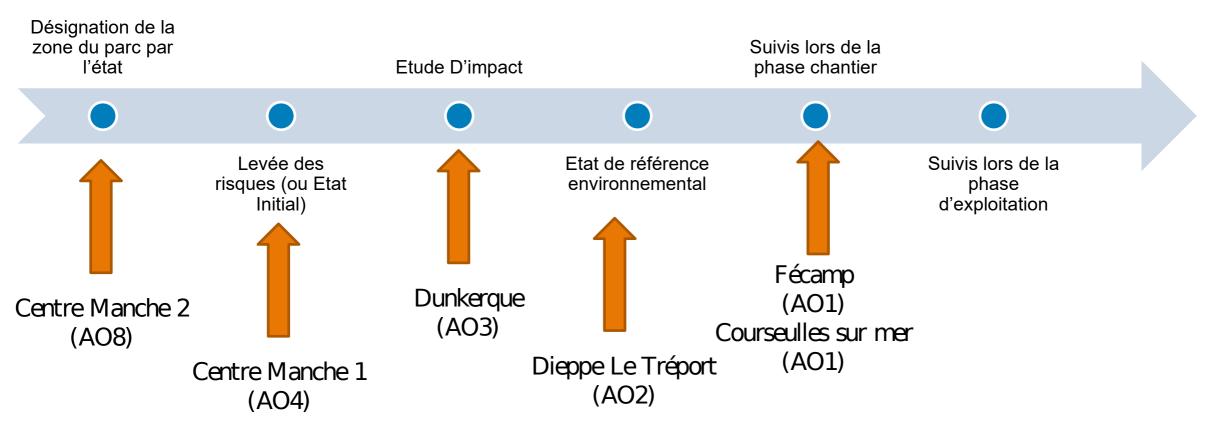
Les études environnementales - Quand sont elles produites?







Les études environnementales - Quand sont elles produites?

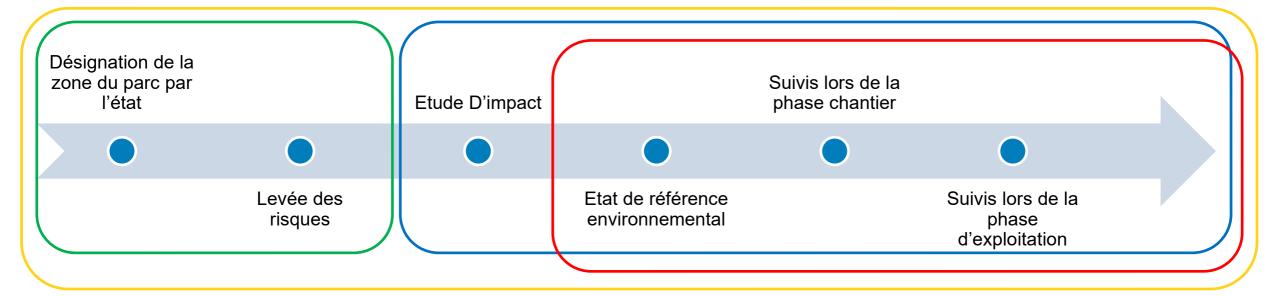


Rappel calendaire: AO1=2011; AO2=2013; AO3=2015; AO4=2020; AO8=2022





Les études environnementales - Comment sont elles cadrées/portées?



Porté et cadré par l'Etat (Ministère Environnement)

Cadré par l'Etat (Services Instructeurs)
Porté par l'industriel

Cadré Conseils Scientifiques

Dans le futur : cadrage du Conseil Scientifique de Façade Manche - Mer du Nord à chaque étape





Les études environnementales - Intégrer les évolutions

- 1. Evolutions liées aux changements de réglementations, ce qui fait que peu de parcs ont un calendrier similaire.
- 2. Evolutions aux avancées technologiques et aux modifications de projets (qui modifient les suivis).
- 3. Le défi du permis enveloppe : suivis qui devront encore s'adapter au pire scénario







© GECC © OFB

Table ronde 2 (1):

Impacts, effets des parcs éoliens : le vrai, le faux et les incertitudes

Courants et sédiments - Biofouling et corrosion

Câbles sous-marins





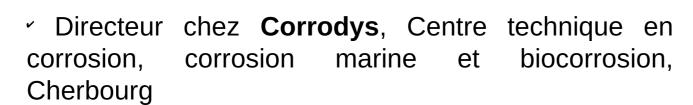
- ✓ Professeure, enseignante-chercheuse au laboratoire M2C
 (Morphodynamique Continentale et Côtière), Université de Caen Normandie
- Spécialisée dans l'océanique côtier et dans le développement des énergies marines renouvelables

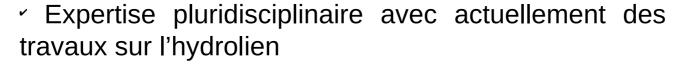


- Professeur, directeur de LUSAC (Laboratoire universitaire des sciences appliquées de Cherbourg), Université de Caen Normandie
- Spécialisé dans la physique numérique, la dynamique des fluides et géophysique



- Chargé de recherche à France Énergies Marines
- Biologiste marin, cadre de recherche en approche écosystémique









Chercheur, Laboratoire d'écologie benthique côtière, **IFREMER**, Brest

Projet **SPECIES** sur l'interaction des câbles sousmarins avec l'environnement et suivis associés

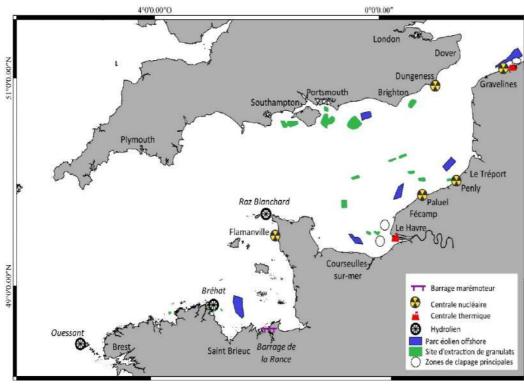
Chargé d'affaires environnement et concertation marin, **RTE**

Pilotage des études environnementales pour le développement de liaisons sous-marines





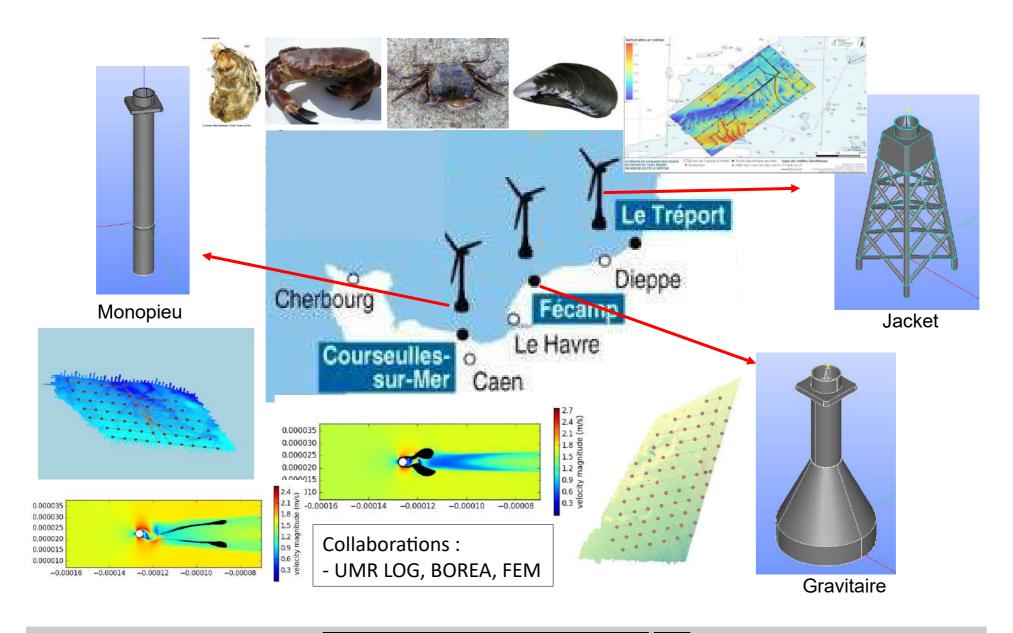
Sites d'études et activités de recherche EMR



D'après Pezy, 2020

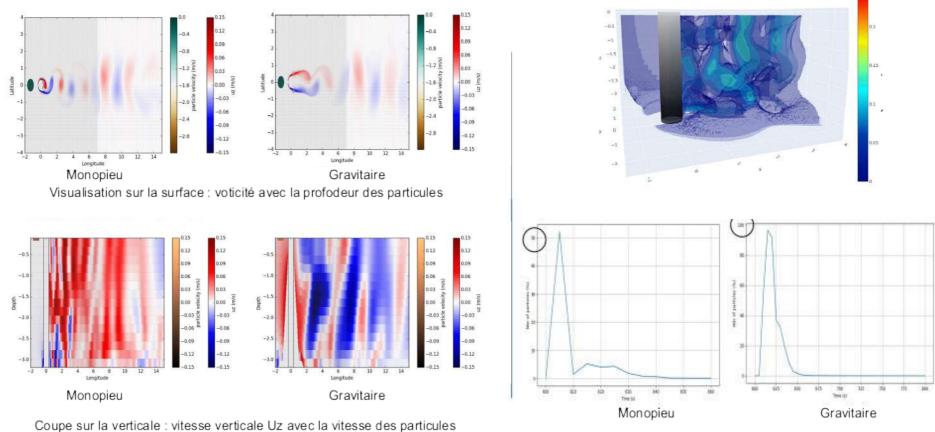
- 1. Impact des éoliennes en mer :
- * sur la **biodiversité**
- Effet récif
- Approche et modélisation écosystémique
- * sur la dynamique hydro-sédimentaire
- 2. Caractérisation de la **ressource** hydrolienne dans le Raz Blanchard :
- Cisaillements horizontaux et verticaux de courant
- Etats de mer
- Impact des interactions
 hydrodynamiques (vagues-courantturbulence) sur le productible
 hydrolien
- Impact du **biofouling**
- + caractérisation du **benthos** et de la **dynamique sédimentaire**

Impacts des fondations éoliennes sur la dispersion larvaire



Impacts des fondations éoliennes sur la dispersion larvaire

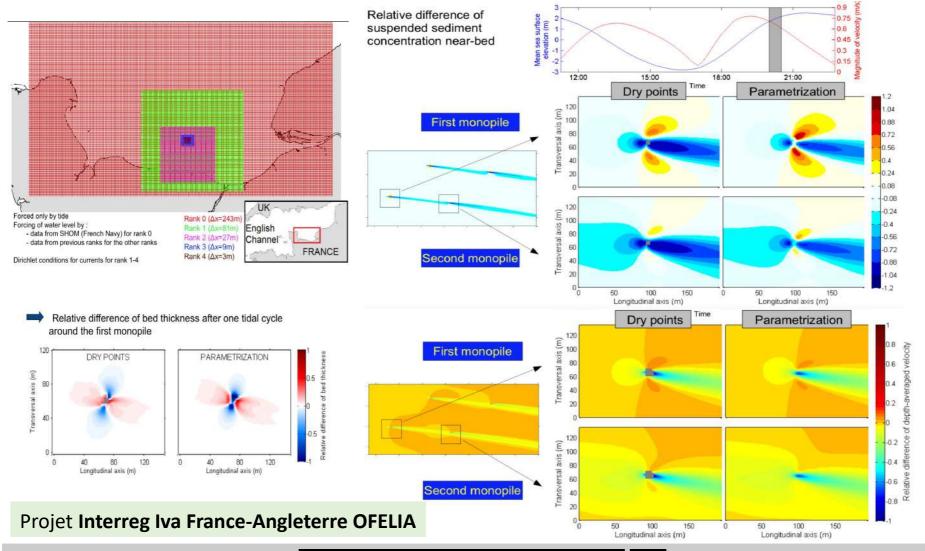
Thèse de S. Ajmi (2020-2023) : Rôle des parcs éoliens en mer en baie de Seine étendue sur la dispersion larvaire et la connectivité



Temps de rétention des particules

Impacts des fondations éoliennes sur la dynamique hydro-sédim.

Post-doctorat de A. Rivier (2014-2015): Paramétrisation de l'effet sur l'environnement hydrosédimentaire des fondations éoliennes de type monopieu. Application au parc de Courseulles s/mer.





UNIVERSITÉ CAEN NORMANDIE

Colloque Environnement –Eolien en mer, Cherbourg le 5 mai

LUSAC – Un laboratoire tourné vers les énergies renouvelables et l'environnement

GUILLOU Sylvain S.

University of Caen, Applied Sciences laboratory of Cherbourg (LUSAC)
60 rue Max-Pol Fouchet 50130 Cherbourg-en-Cotentin France
Director of LUSAC lab.





TRIVC

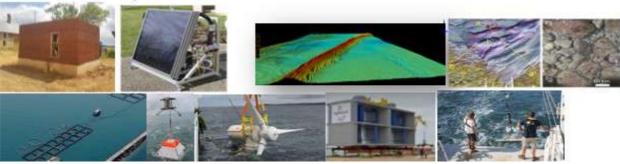
Structure et objectifs

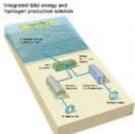
- ☐ Présents sur Cherbourg (site universitaire et CNAM) et St-Lô
- ☐ Organisation du LUSAC autour de trois thématiques:
 - ☐ Efficacité énergétique et Transferts Thermiques
 - Ecoulements et Environnement
 - Stockage de l'énergie électrique et matériaux
- Applications visées
 - ☐ Energies marines renouvelables
 - ☐ Hydrogène décarbonnée dans le bâtiment & le transport
 - ☐ Refroidissement Passif et stockage thermique
 - ☐ Stockage et gestion de l'énergie électrique
 - ☐ Impact des activités humaines sur l'environnement marin















Equipe : Ecoulements et Environnement

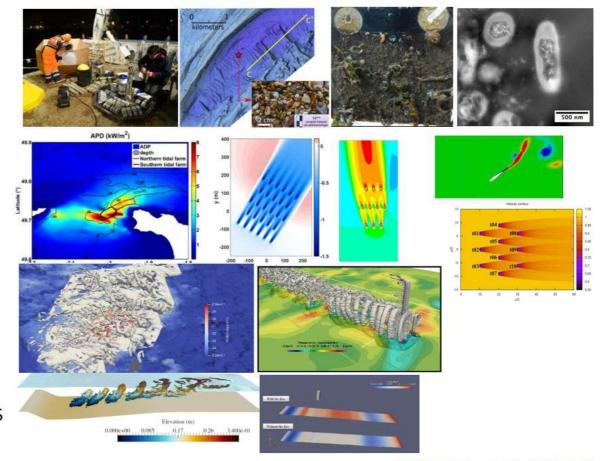


Ecoulements et EMR

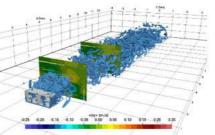
- Caractérisation des masses d'eau et des sédiments, du biofilm sur les structures
- Contaminations métalliques
- □ Interactions écoulements-machinesenvironnement (turbulence, sédiments, IFS ...)
- Optimisation de la récupération d'énergie

■ Moyens :

- Mesures in situ (ADCP/ADV, prélèvements eau et sédiment, mesures géophysiques ...)
- ☐ Modèles in-vitro, mesures en laboratoire (XRF, CHS ,...)
- Modélisations numériques Locales et Régionales (Turbulence, sédiments, IFS ...)
- Tunnel hydrodynamique











Colloque Environnement – Nouveau parc éolien en mer en Normandie

Deuxième table ronde sur les impacts environnementaux des parcs éoliens: Corrosion et biofouling

Impacts environnementaux des protections anticorrosion: projets de recherche ANODE et ECOCAP

Georges Safi France Energies Marines

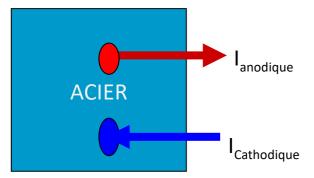
Principes de la corrosion et de la protection cathodique (PC)



Corrosion généralisée :

- Des surfaces du métal sont cathodique ou anodiques
- I anodique = courant de corrosion





Protection cathodique (PC):

- Déplacer la zone anodique sur l'anode
- Rendre cathodique toute la surface de l'acier

SORTIE DE COURANT = CORROSION

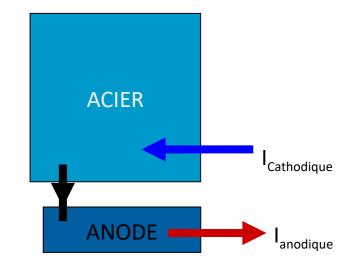
Réactions à la cathode :

$$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$$

$$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$$

Réactions à l'anode :

$$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^{-}$$





Principes de la corrosion et de la protection cathodique (PC)



Domaines d'applications industriels de la PC : structures portuaires, naval civil et militaire, EMR, robotique, offshore

pétrolier, ...





























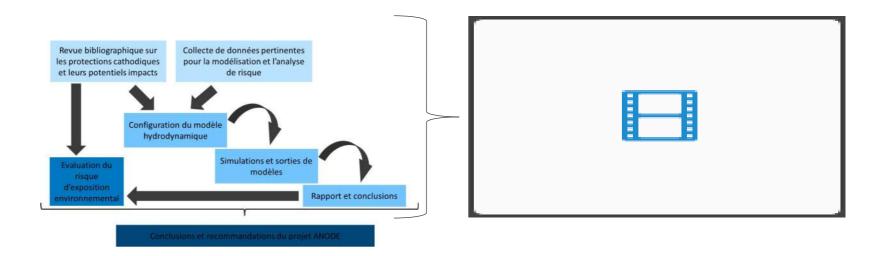








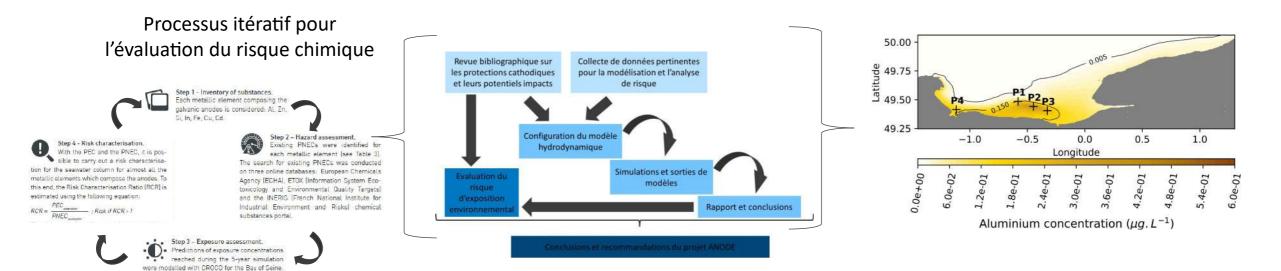




Avec le soutien complémentaire de la Région

investissements d'Avenir (ANR-10-IEED-0006-30).

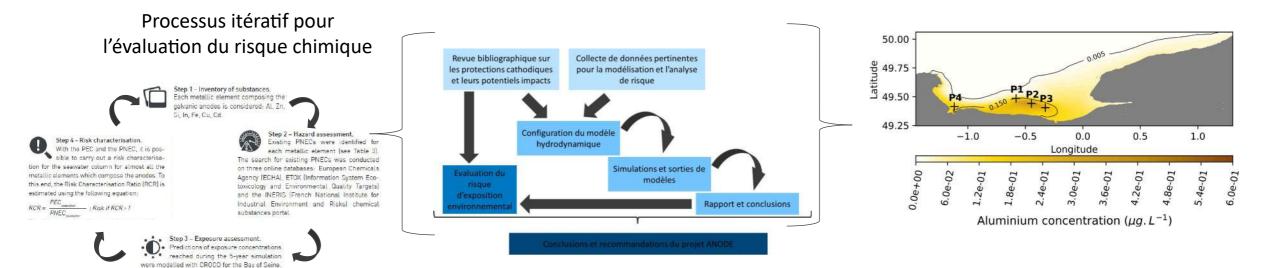




Over this domain, the results extracted for the 4 locations P1, P2, P3 and P4 were considered for the risk assessment as they describe the exposure inside the farm, in the vicinity of it and in an area of interest. The maximum inputs found at these locations are summarised in Table 4. To estimate protective predicted environmental concentrations (PECs) in the seawater column, the maximal inputs of the anodes and the initial environmental concentrations of each metallic element in the vicinity of the wind farm must be

added together.





Métaux	Concentrations maximales (µg.L ⁻¹)	Seuils de toxicité (µg.L-¹)	Pourcentages (Concentration / Seuil)
Zinc (Zn)	6,82 . 10-2	3,00	2,27 %
Fer (Fe)	1,05 . 10-3	1,60	0,07 %
Silicium (Si)	1,23 . 10-3	-	-
Indium (In)	4,84 . 10-4	40,6	1,2 . 10 ⁻³ %
Cuivre (Cu)	3,73 . 10 ⁻⁵	2,64	1,4 . 10-3 %
Cadmium (Cd)	2,50 . 10 ⁻⁵	0,21	1,2 . 10-2 %

Concentrations maximales atteintes par les métaux composant les anodes : très faible par rapport à leur seuils de toxicité respectifs

Point S	courte (2 jours)	longue (2 semaines)
P1	0,76 μg.L ⁻¹	0,33 μg.L ⁻¹
P2	0,96 μg.L ⁻¹	0,67 μg.L ⁻¹
Р3	0,74 μg.L ⁻¹	0,49 μg.L ⁻¹
P4	0,44 μg.L ⁻¹	0,33 μg.L ⁻¹

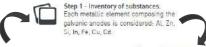
Pas de conclusion sur l'aluminium car seuils PNEC existants non robustes

Over this domain, the results extracted for the 4 locations P1, P2, P3 and P4 were considered for the risk assessment as they describe the exposure inside the farm, in the vicinity of it and in a rere of interest. The maximum inputs found at these locations are summarised in Table 4. To estimate protective predicted environmental concentrations (PECs) in the seawater column, the maximal inputs of the anodes and the initial environmental concentrations of each motalitic element in the vicinity of the wind farm must be

added together



Processus itératif pour l'évaluation du risque chimique



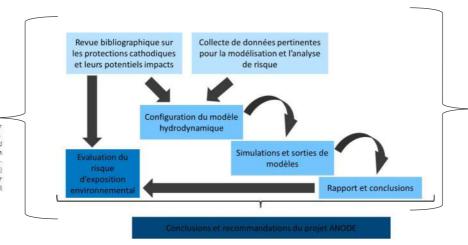
Step 4 - Risk characterisation. With the PEC and the PNEC, it is possible to carry out a risk characterisation for the seawater column for almost all, the metallic elements which compose the anodes. To this end, the Risk Characterisation Ratio (RCR) is estimated using the following equation:

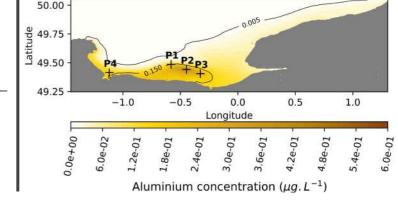
RCR = PNEC secretor ; Risk if RCR >

Step 2 - Hazard assessment.
Existing PNECs were identified for each metallic element [see Table 3].
The search for existing PNECs was conducted on three online databases: European Chemicals Agency (ECHA). ETOX (Information System Economics) and Empirical Exponential Display Tames 1.

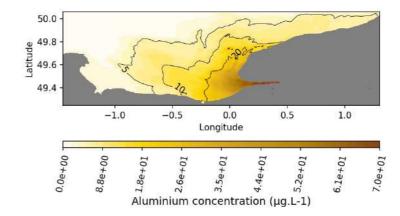
on three online databases: European Chemicals Agency (ECHAI, ETOX (Information System Ecotoxicology and Environmental Quality Targets) and the INERIS (French National Institute for Industrial Environment and Risks) chemical substances portal.

Step 3 - Exposure assessment. Predictions of exposure concentrations reached during the 5-year simulation were modelled with CROCO for the Bay of Seine Over this domain, the results extracted for the 4 locations P1, P2, P3 and P4 were considered for the risk assessment as they describe the exposure inside the farm, in the vicinity of it and in an area of interest. The maximum inputs found at these locations are summarised in Table 4. To estimate protective predicted environmental concentrations (PECs) in the seawater column, the maximal inputs of the anodes and the initial environmental concentrations of each metallic element in the vicinity of the wind farm must be added together





Comparaison avec les apports naturels de la Seine: 10 à 30 fois inférieur (dans la zone du parc)



Point S	Exposition courte (2 jours)	Exposition longue (2 semaines)
P1	0,76 μg.L ⁻¹	0,33 μg.L ⁻¹
P2	0,96 μg.L ⁻¹	0,67 μg.L ⁻¹
Р3	0,74 μg.L ⁻¹	0,49 μg.L ⁻¹
P4	0,44 μg.L ⁻¹	0,33 μg.L ⁻¹



https://www.france-energies-marines.org/projets/anode/

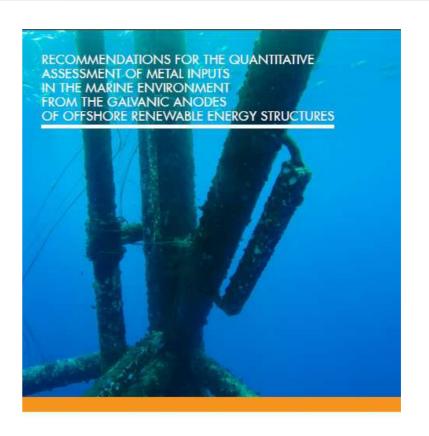
RESSOURCES

Fiche résultats (PDF)

Webinar de restitution des résultats

Session Questions & Réponses (PDF)

Rapport de recommandations (PDF en anglais)







Suite: ECOCAP

- Révision de la PNFC Aluminium
- Conclure sur le risque chimique de l'aluminium issu des parcs EMRs
- Etudier les risques potentiels avec les Protections Cathodiques à courant imposé (ICCP) et les peintures anticorrosion

Impacts environnementaux des protections anticorrosion

Etudier le risque de contamination des réseaux trophiques marins

https://www.france-energies-marines.org/projets/ecocap/

ECOCAP

Analyse écotoxicologique des protections cathodiques pour évaluer le risque chimique des éléments libérés par les anodes galvaniques et le courant imposé sur le milieu marin et ses réseaux trophiques

Durée: 36 mois | Lancement: 2021 | Budget total: 2 189 k€

CONTEXTE

Les protections cathodiques - telles que les anodes galvaniques (GACP) et les courants imposés (ICCP) - ainsi que les peintures anticorrosion sont largement utilisées pour prévenir la corrosion des matériaux métalliques immergés dans l'eau de mer. Ces méthodes, bien qu'efficaces, conduisent à la libération d'une grande quantité d'éléments chimiques dans l'environnement marin, dont l'effet nocif potentiel, encore mal évalué, préoccupe les autorités environnementales et la société civile. Les effets écotoxicologiques potentiellement induits par les éléments libérés sur l'environnement marin et les réseaux trophiques étant encore méconnus, il apparaît nécessaire d'étudier en profondeur l'impact environnemental de ces protections.

OBJECTIF

Produire une base de connaissances sur les impacts ironnementaux potentiels des protections anticorrosio couramment utilisées dans l'industrie des énergies marine renouvelables, notamment les protections cathodiques à anodes galvaniques (GACP), les protections cathodiques à courant impose (ICCP) et les peintures anticorrosion

RÉSULTATS ATTENDUS

- Une évaluation du risque chimique de l'aluminium dans
- Des expériences en laboratoire pour évaluer le risque chimique du cocktail d'éléments libérés par les GACP utilisant une anode à base d'aluminium.
- Une première description complète des éléments et des composés (chloro)bromés libérés par les systèmes ICCP et
- Une première étude écotoxicologique comparative sur la toxicité des protections cathodiques de type GACP et ICCP.
- Des outils destinés aux acteurs de la filière EMR pour (1) simuler la dispersion des éléments issus des GACP et ICCP et (2) étudier le transfert potentiel des éléments libérés
- Des recommandations sur l'utilisation des systèmes de protection cathodique et des revêtements anticorrosion dans les projets futurs.

Avec le soutien financier des régions Provence-Alpes-Côte d'Azur, Bretagne et Normandie.











ÉTAPES DE LA CHAÎNE DE VALEUR



CONTENU SCIENTIFIQUE

Une revue bibliographique et un audit des pratiques actuelles en matière de protections cathodiques et de peintures anticorrosion.

Une série d'expériences en laboratoire pour :

- Évaluer le risque chimique de l'aluminium issu des GACP et libéré dans l'eau de mer.
- Étudier l'impact des cocktails d'éléments libérés par les GACP et ICCP sur les organismes
- Caractériser tous les éléments et les composés (chloro)bromés libérés par les systèmes ICCP et leur stabilité dans l'eau de mer.

Mettre à jour et développer des modèles pour :

- Simuler la dispersion des éléments issus des GACP et ICCP (modèle hydrodynamique).
- Étudier le transfert trophique des éléments issus des GACP et/ou ICCP dans les réseaux alimentaires (modèle trophique).

Publication d'un rapport de recommandations pour les acteurs de la filière EMR





Ce projet bénéficie d'un financement de l'Etat français de 348 k€ géré par l'Agence nationale de la recherche au titre au Programme des Investissements d'Avenir







Merci pour votre attention









CORROSION ET BIOFOULING

Colloque Environnement Cherbourg le 05/05/2022

> Hervé GUEUNE Directeur CORRODYS







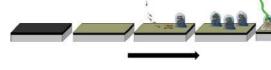






Eoliennes et milieu marin











- Milieu marin = milieu agressif (chimie, biologie, courant...)
- Durabilité des infrastructures = réduction de l'impact environnemental
- Impact environnemental à considérer tout au long du cycle de vie d'un parc (fabrication, installation, exploitation, démantèlement)
- Utilisation de systèmes de protection : revêtement et/ou protection cathodique
- Zones immergées = substrat pour la colonisation par biofouling



Innovation permanente matériau/revêtement pour accroitre leur durabilité et réduire l'impact environnemental

Exemple Test et qualification

➤ En laboratoire
Développement de nouveaux revêtements à partir de biopolymère marin



> En milieu naturel : test de revêtements







1 mois 1 an 3 ans

R&D CORRODYS

- Amélioration/standardisation méthode de caractérisation
- Développement de tests intermédiaires entre le laboratoire et l'in-situ incluant l'impact environnemental
- Gestion des données et analyses





Les impacts écologiques potentiels des câbles électriques sous-marins



Antoine Carlier (IFREMER; DYNECO-LEBCO)



Qu'est-ce qu'un câble électrique sous-marin?



Figure 3.1 Exemples de câbles électriques sous-marins modernes

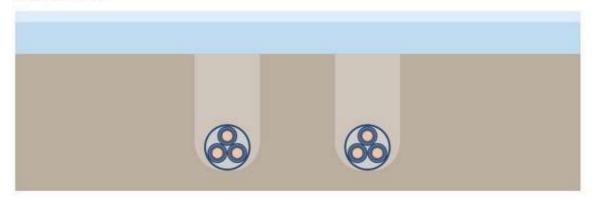
À gauche: Câble c.a. à trois phases avec armure métallique double couche. Au centre: Câble CCHT à double conducteur pour le projet NorNed, reliant la Norvège et les Pays-Bas (580 km, 450 kV). À droite: Câble de type Möllerhöj du projet Kontek, entre le Danemark et l'Allemagne (170 km, 400 kV, 600 MW c.c.).

Source : Adapté de Worzyk, 2009.

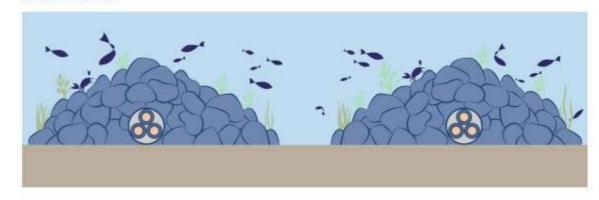
Comment sont installés les câbles électriques sousmarin ?

 Impacts de l'installation variables selon la technique de pose

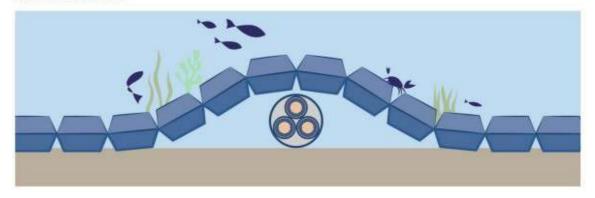
ENSOUILLAGE



ENROCHEMENT

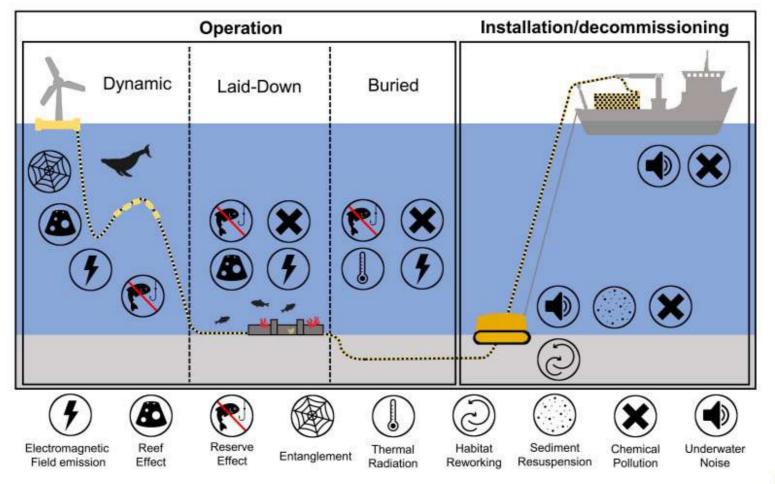


MATELAS BÉTON



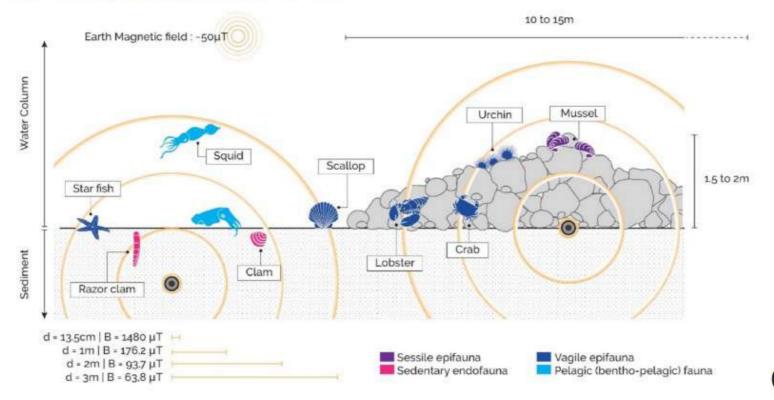
Les effets possibles sur le milieu marin

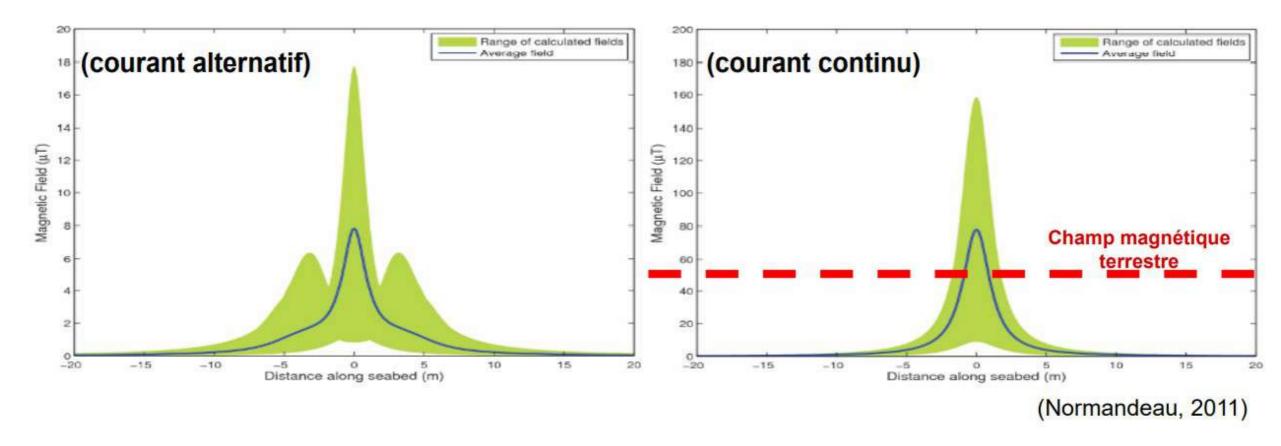
 Dépendent des caractéristiques du câble, des conditions naturelles locales, des techniques de pose, de la phase du projet



Les espèces marines sont-elles **sensibles** aux champs électro-magnétiques ?

- · Certaines, oui.
- Champs électriques : requins, raies, anguilles
- Champs magnétiques : requins, raies, saumons, anguilles, langoustes, écrevisses, cétacés, tortues marines





L'intensité du CEM décroît rapidement (spatialement)

Résultats d'expérimentations



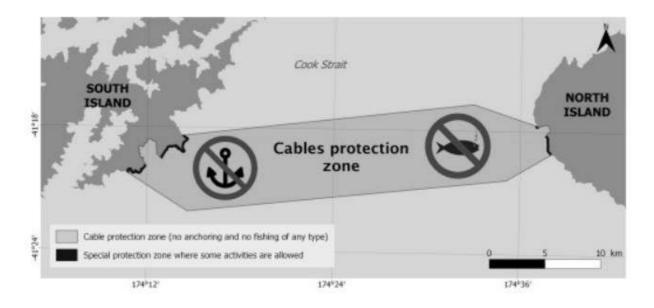
- Les homards juvéniles n'ont pas présenté de changement de comportement lorsqu'ils ont été soumis à un gradient de CM.
- Leur capacité à trouver un abri n'a pas été affectée par une exposition d'une semaine à des CM.

Les études précédentes montrent des résultats hétérogènes :

- Changement subtile du comportement pour Homarus americanus (65 μΤ)
 (Hutchison et al. 2018)
- Attirance d'écrevisses pour CM artificiel (Orconectes limosus ; 800 μT)
 (Tański et al. 2005)
- Attirance de tourteau pour CM artificiel (Cancer pagus ; 2,800 μΤ)
 (Scott et al. 2018)
- Répulsion de langouste des Caraïbes pour CM artificiel (Panulirus argus; 320 μΤ)
 (Ernst and Lohman 2018)

Y a-t-il une zone d'exclusion des activités autour des câbles ?

- Oui, souvent ; 200 à 500 de chaque côté.
- Peut engendrer un impact indirect, bénéfique pour l'écosystème marin : l'effet « réserve »
- Lorsque des activités humaines impactantes (pêche aux engins trainants; mouillages) sont interdits dans le corridor du câble



Les câbles jouent-ils un rôle d'habitat?

Pour quelles espèces ?



 Acquis du projet de recherche collaboratif SPECIES (2017-2020):

https://www.france-energies-marines.org/ nos-actualites/articles/restitution-desresultats-du-projet-species/



SYNTHESE DES CONNAISSANCES SUR LES IMPACTS DES CABLES ELECTRIQUES SOUS-MARINS: PHASES DE TRAVAUX ET D'EXPLOITATION

Etude du compartiment benthique et des ressources halieutiques











Table ronde 2 (2):

Impacts, effets des parcs éoliens : le vrai, le faux et les incertitudes

Mammifères marins -

Coquille Saint-Jacques

Oiseaux marins, oiseaux migrateurs et chauve-souris



Ingénieure de recherche en analyse spatiale et modélisation d'habitat, **Observatoire Pelagis, CNRS,** La Rochelle Université

Recherche sur les parcs éoliens et les populations de mammifères marins et sur les impacts acoustiques



- Fondatrice et responsable de **Cohabys**, ADERA, La Rochelle Université
- Spécialisée dans la mégafaune marine et de ses interactions avec les activités humaines



Chargé de mission « usages industriels et aménagements maritimes », **OFB - Office français de la biodiversité**



Engagé avec le groupement Biotope (études environnementales relatives à la zone Centre-Manche) : observations, études et relevés de données



- √ Spécialisée dans la biologie et l'écologie marine
- Réalise les études environnementales relatives au raccordement de la zone "Centre-Manche" pour RTE)



Réunion publique - Colloque environnement

5 MAI 2022 - CHERBOURG



Auriane VIRGILI, Vincent RIDOUX



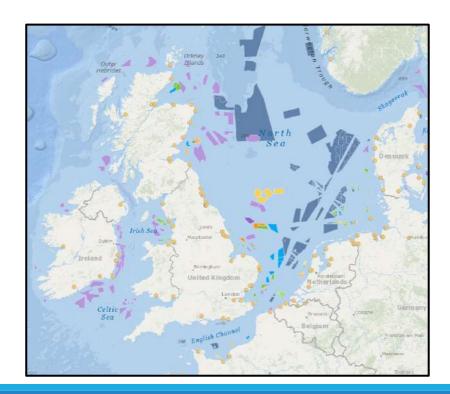
• Intensification du développement des énergies marines renouvelables et de l'éolien en mer



- Intensification du développement des énergies marines renouvelables et de l'éolien en mer
- Impact potentiel sur les espèces marines



- Intensification du développement des énergies marines renouvelables et de l'éolien en mer
- Impact potentiel sur les espèces marines
- O Activité éolienne en mer très bien étudiée en mer du Nord

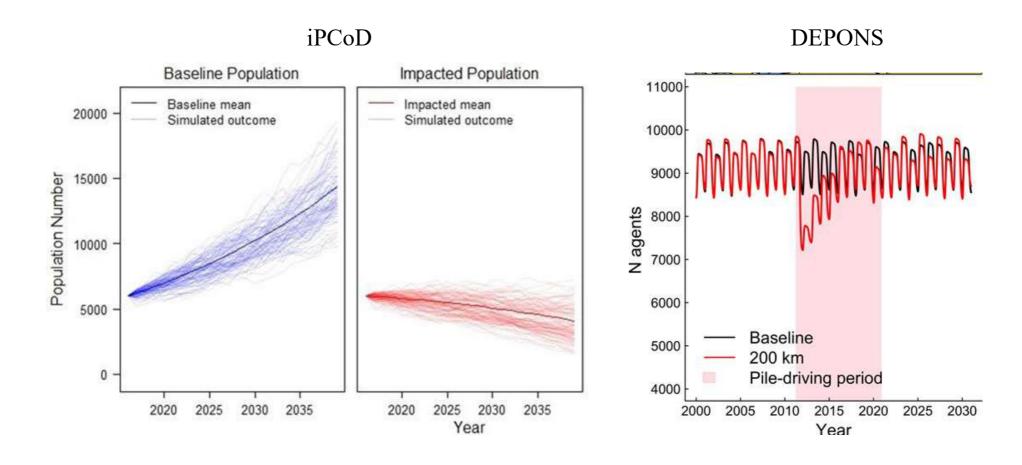


- O Intensification du développement des énergies marines renouvelables et de l'éolien en mer
- Impact potentiel sur les espèces marines
- O Activité éolienne en mer très bien étudiée en mer du Nord
 - ➤ 2 approches développées pour estimer l'effet potentiel du développement des parcs éoliens en mer et l'effet cumulé : modèles d'impact populationnel
 - → DEPONS (Disturbance Effects of Noise on the Harbour Porpoise Population in the North Sea)
 - → iPCoD (interim Population Consequences of Disturbance)





• Ces deux modèles permettent de simuler l'effet de la construction de parcs éoliens sur les populations de mammifères marins



- Ces deux modèles permettent de simuler l'effet de la construction de parcs éoliens sur les populations de mammifères marins
- O Nécessitent de nombreuses informations (taux de survie et de naissances, âge de première mise bas, réponse à l'exposition au bruit, taille de la population potentiellement exposée...)



- Ces deux modèles permettent de simuler l'effet de la construction de parcs éoliens sur les populations de mammifères marins
- O Nécessitent de nombreuses informations (taux de survie et de naissances, âge de première mise bas, réponse à l'exposition au bruit, taille de la population potentiellement exposée...)
- O Difficilement applicable en France (manque de données)



Objectif du projet BRUICUME

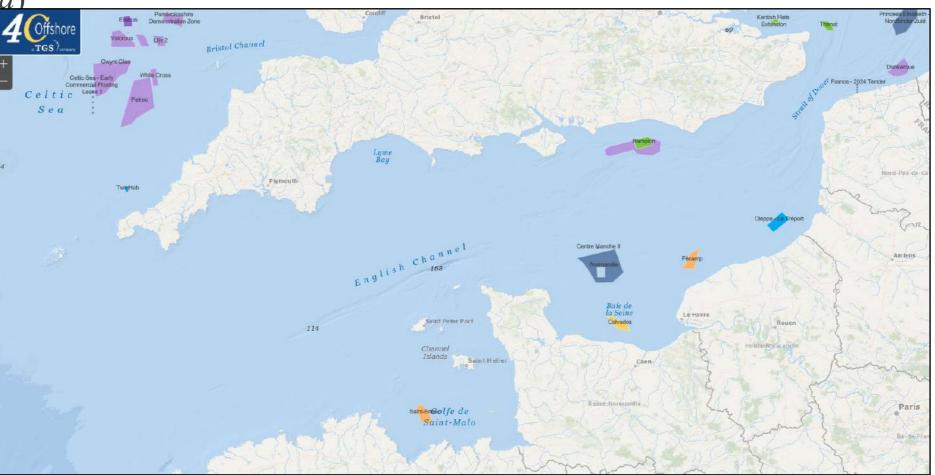
Proposition d'une approche méthodologique pour estimer le nombre d'animaux potentiellement impactés par des activités de construction qui auraient lieu isolément ou conjointement au sein d'un ou de deux parcs éoliens en Manche



Matériel et méthodes

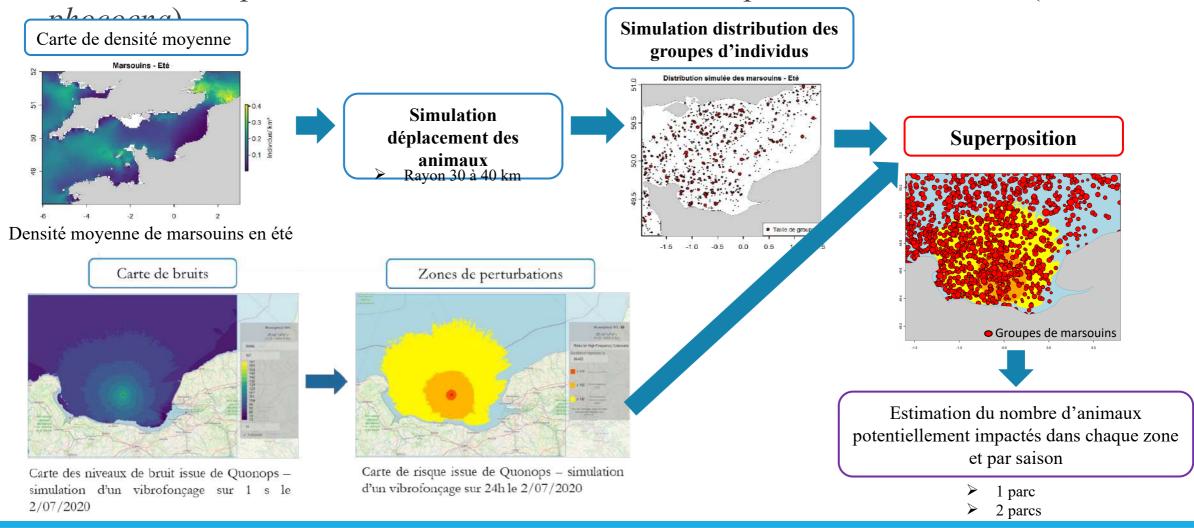
o Focus sur les parcs de Courseulles-sur-Mer et Fécamp et sur les marsouins (*Phocoena*

phocoena)

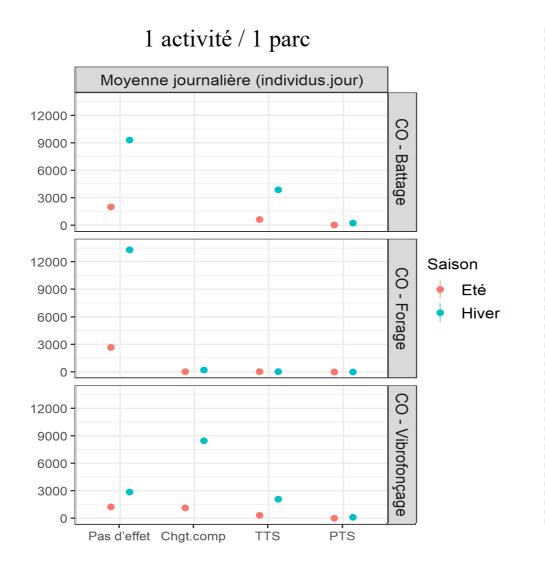


Matériel et méthodes

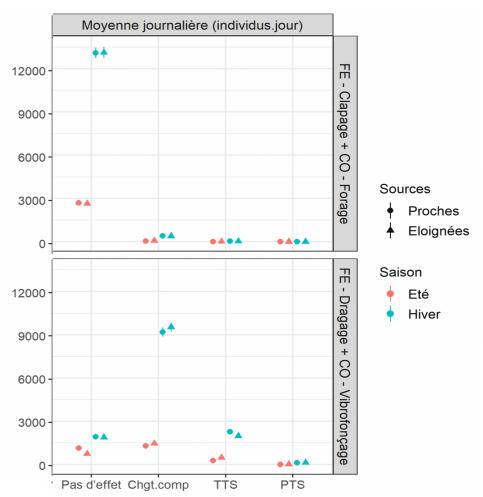
o Focus sur les parcs de Courseulles-sur-Mer et Fécamp et sur les marsouins (*Phocoena*



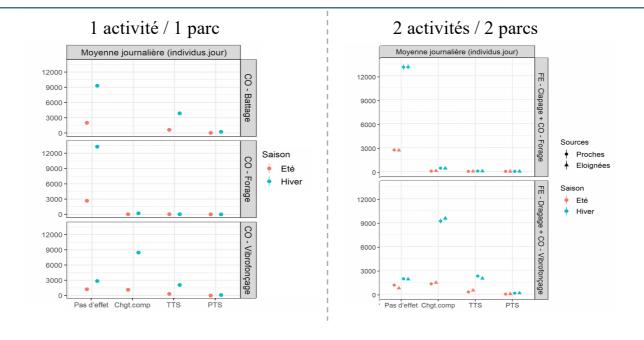
Résultats



2 activités / 2 parcs



Résultats



- Nombre d'animaux potentiellement exposés plus important en hiver
- Activités de battage et vibrofonçage plus impactantes que le forage, le dragage et le clapage
- Effet notable du cumul d'activité sur les deux parcs accentué si les sources sont éloignées

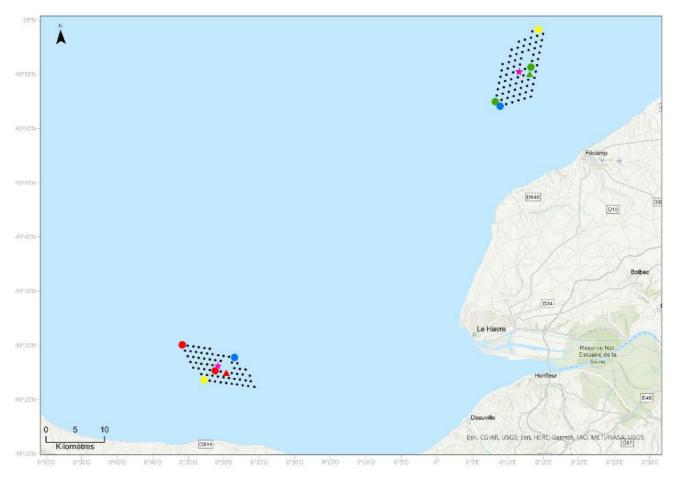
Merci de votre attention



Contact: auriane.virgili@univ-lr.fr

Matériel et méthodes

Différents scénarios



Localisations des sources de bruit des différents scénarios simulés

Discussion

- Avantages et limites de la méthode :
 - Estimation du nombre d'animaux potentiellement impactés, comparaison des activités, estimation d'un effet cumulé
 - Déplacement des individus non modélisé, pas d'estimation sur la durée totale des travaux
 - Accès difficile aux données, analyses limitées
- Améliorations envisageables :
 - Cartes de distributions saisonnières
 - > Autres espèces
 - > Autres simulations (dates, sources...)
 - Meilleure connaissance des activités
 - Prise en compte d'éventuelles mesures de mitigation
 - > Prise en compte d'un réel effet cumulé



Colloque Environnement CPDP Centre Manche 2

Ludivine Martinez



COHABYS

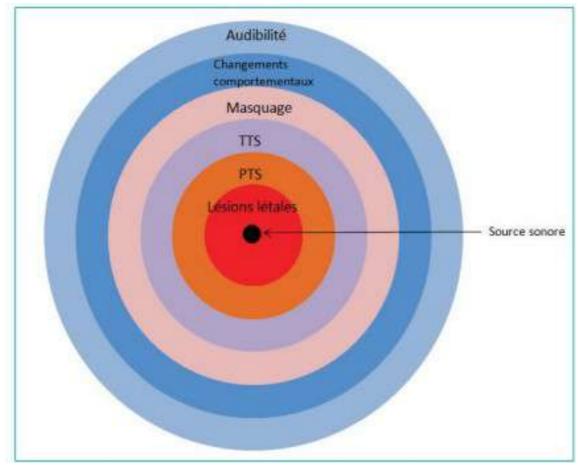
ADERA – LA ROCHELLE UNIVERSITE Institut du Littoral et de l'Environnement 2 rue Olympe de Gouges, 17000 La Rochelle - FRANCE Web: http://cohabys.fr/en





Pourquoi s'intéresser au bruit ?

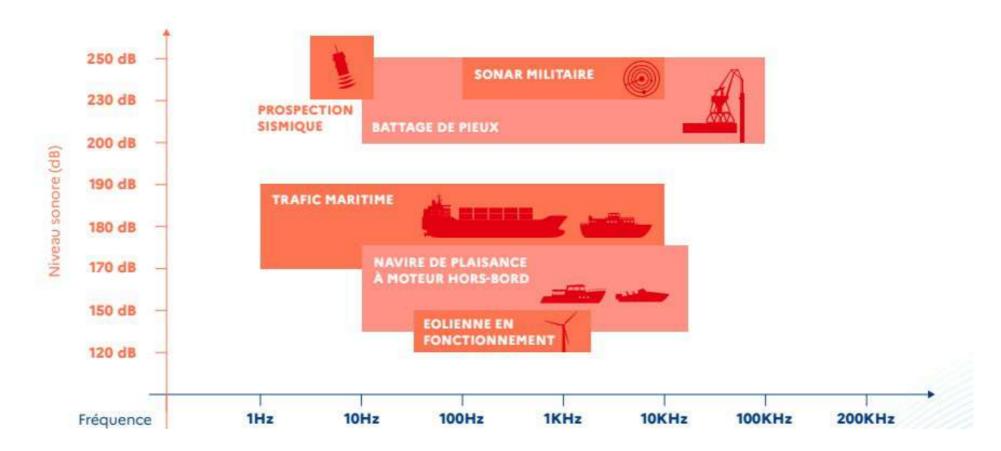
Le son, vecteur essentiel d'informations pour la faune marine = une sensibilité accrue pour de nombreuses espèces



MTE, 2020 d'après Richardson, 1995

Exemples d'activités génératrices de bruit

Représentation sous forme des niveaux sonores en fonction des fréquences concernées

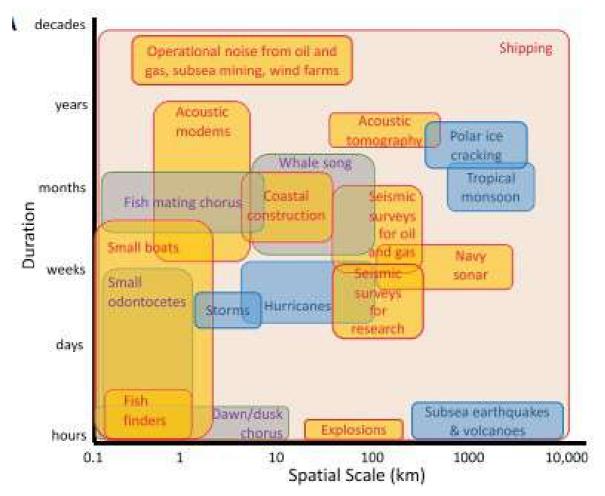


Infographie: IFAW

Exemples d'activités génératrices de bruit

Représentation sous forme de la durée des émissions en fonction de l'emprise spatiale

concernée



Source: Duarte et al., 2021



Projet éolien « Centre Manche 2 »
Concertation préalable
Colloque « environnement », 5 mai 2022

Impacts des parcs éoliens : le vrai, le faux et les incertitudes Cas de la faune volante



La faune volante, qu'est-ce que ça recouvre ?

Focus sur les espèces de grande taille :

- Oiseaux marins (résidants, nicheurs, hivernants, migrateurs)
- Oiseaux terrestres (en migration)
- Chauves souris (chiroptères)
- ... la plupart sont des espèces protégées.







Quelques statistiques sur l'état de ces espèces (France métropolitaine) :

- 32% des espèces d'oiseaux nicheurs sont menacées.
- Les populations d'oiseaux communs spécialistes ont diminué de 24% en 30 ans (1989-2019).
- Les populations de chauve-souris ont diminué de 54% de 2006 à 2019.

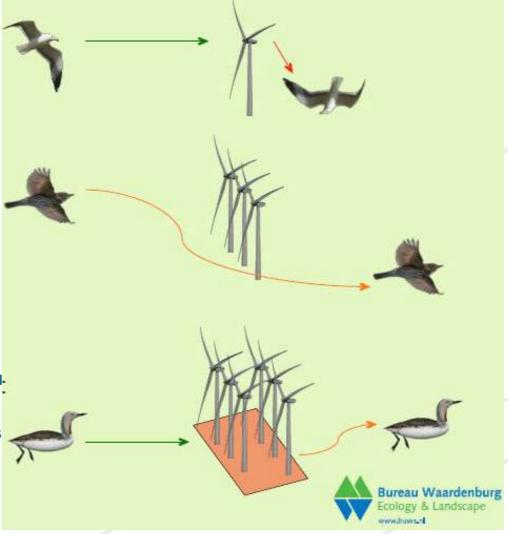
Sources : Observatoire National de la Biodiversité, UICN-France



Quels sont les effets des éoliennes en mer sur ces espèces ?

On distingue 3 types d'effets principaux :

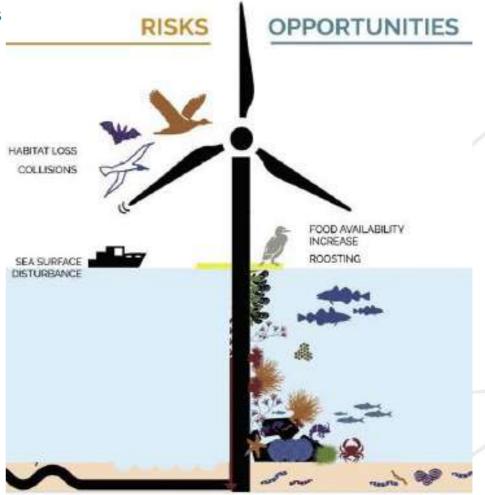
- ☐ Risque de collision / barotraumatisme
- Concerne les oiseaux / chiros en vol
- Résidants ou en migration
- Conséquence : mortalité directe (adultes)
- ☐ Dérangement / effet « barrière »
- Concerne les oiseaux / chiros en vol
- Résidants ou en migration
- Conséquences : dépense énergétique, baisse de la survie (adultes et jeunes)
- Perte/modification de zones fonctionnelles (habitats)
- Concerne les oiseaux marins sur/sous l'eau-
- Résidants principalement
- Conséquence : disponibilité des ressources alimentaires



Quels sont les effets des éoliennes en mer sur ces espèces ?

D'autres effets a priori secondaires :

- Dérangement par les activités humaines (travaux, maintenance)
- ☐ Perturbation lumineuse : répulsion ou attraction des migrateurs et chiros
- ☐ Effet « reposoir » des fondations et de la station électrique
- Effet « récif » des fondations : apparition de nouvelles espèces, concentration des proies
- ☐ Effet « réserve » : disponibilité des proies (en cas d'interdiction de la pêche, avec risque de report)
- Modifications des masses d'eau : turbidité, gradient de température
- Modifications des communautés biologiques : plancton (végétal et animal), espèces vivant sur le fond (coquillages, crustacés, poissons, etc.)



Adapté de Vrooman et al., 2019

Les éoliennes sont-elles des « hachoirs à oiseaux »?



Crédits : Yann Souche

Les éoliennes sont-elles des « hachoirs à oiseaux »?

En moyenne (tous sites confondus), par an :

- une éolienne terrestre tue entre 0 et 40 oiseaux ;
- une éolienne marine tuerait environ 20 oiseaux migrateurs ;

MAIS pour l'éolien en mer, pas de récupération des cadavres, donc les estimations reposent sur des modèles (avec de fortes incertitudes).

Le risque de collision est très variable selon le comportement de vol, donc selon :

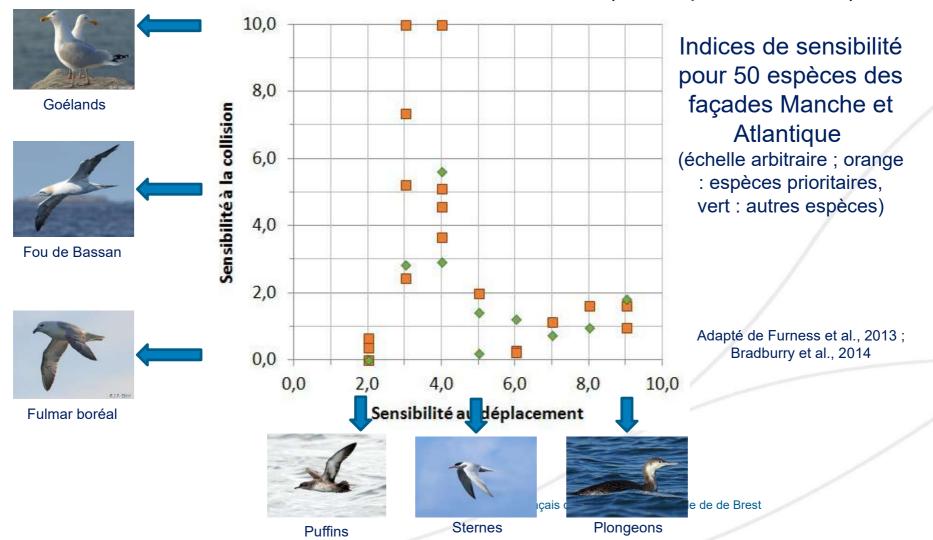
- l'espèce,
- le site,
- la période de l'année,
- l'activité,
- les conditions météos,
- ...

Des évaluations sont donc nécessaires pour chaque projet, avec de préférence un suivi *in situ*.



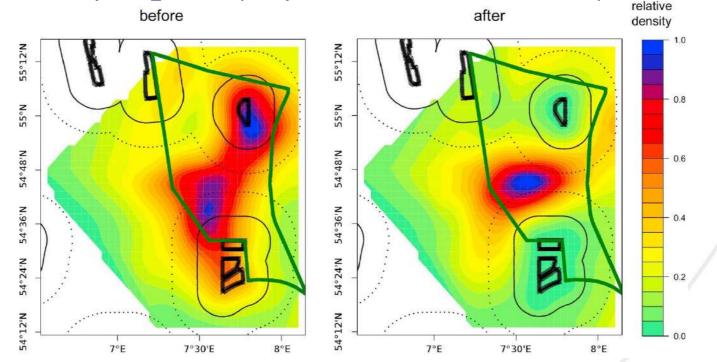
Les collisions constituent-elles le principal impact sur les espèces volantes ?

Certaines espèces sont peu exposées aux collisions, mais très sensibles aux modifications de leurs habitats (=« déplacement »).



Les collisions constituent-elles le principal impact sur les espèces volantes ?

Exemple : effet de 5 parcs éoliens allemands sur la distribution spatiale des plongeons (d'après Mendel et al., 2019)



Traits: vert: zone Natura 2000, noir: parcs éoliens, fin/pointillé: 10/20 km des parcs

-> Evitement par les oiseaux jusqu'à 16 km de distance des éoliennes.

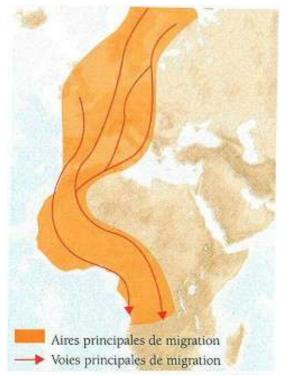
Source: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.053

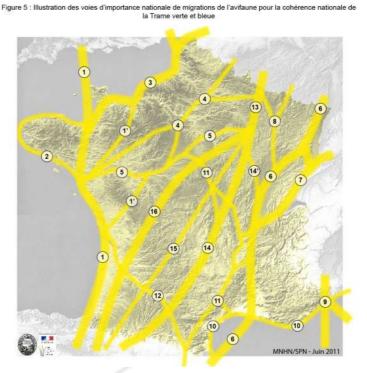
Les espèces migratrices sont-elles affectées par les éoliennes en mer ?

- Beaucoup d'oiseaux marins migrent.
- La plupart des oiseaux terrestres migrent.
- Les chauves-souris migrent, y compris par la mer.

Certaines espèces longent la bande côtière, mais d'autres traversent les étendues marines en ligne droite, donc peuvent croiser des éoliennes au

large.

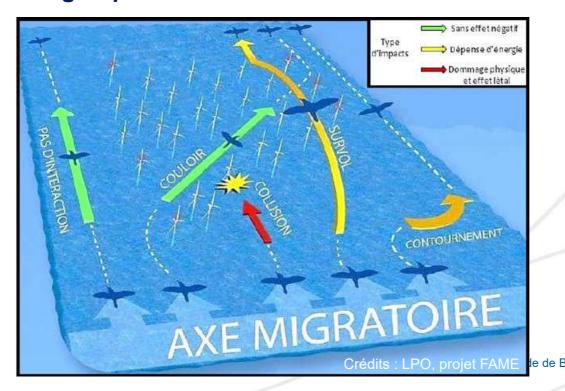




Sources: www.migraction.net; MNHN/Service du Patrimoine Naturel

Les espèces migratrices sont-elles affectées par les éoliennes en mer ?

- Les hauteurs de vol sont souvent très élevées, mais parfois dans la gamme de hauteur des éoliennes (20 à 250 mètres).
- Les conditions environnementales peuvent réduire la capacité des animaux à détecter les éoliennes ou à les éviter (nuit, précipitations, nuages bas, vent fort, ...).
 -> risque de collision
- Certaines espèces contournent les éoliennes sur de grandes distances.
 - -> surcoût énergétique



Est-il possible de limiter les impacts des éoliennes en mer sur la faune volante ?

Oui! A différentes étapes d'un projet :

✓ Par le choix de la zone (planification spatiale) :

Eviter les zones fonctionnelles (alimentation, repos, mue, corridors, ...)

✓ Par le choix du calendrier de travaux :

Limiter le dérangement pendant les périodes les plus sensibles (hivernage, mue, etc.)

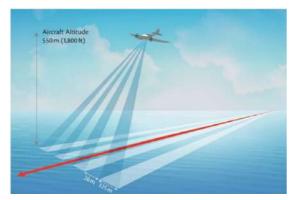
✓ Par la conception du projet :

Limiter l'attraction (éclairage, plateformes, etc.)

Augmenter la visibilité des pales (couleur en bout de pale)

Détecter les situations à fort risque de collisions (flux migratoires, météo, ...)

Déclencher le ralentissement ou arrêt des éoliennes en cas de nécessité



Suivi aérien digital de la mégafaune



Radar ornithologique + acoustique



de la bio

Système de détection des collisions

Merci de votre attention!







La coquille Saint Jacques

Colloque Environnement Impacts des parcs éoliens : le vrai, le faux et les incertitudes CHERBOURG, le 05 mai 2022

Aurélie JOLIVET, TBM environnement



Quels sont les effets potentiels d'un parc éolien et de son raccordement

En phase de construction



Perte d'habitats

Augmentation de la turbidité

Remise en suspension de sédiments potentiellement pollués

Bruit



En phase d'exploitation

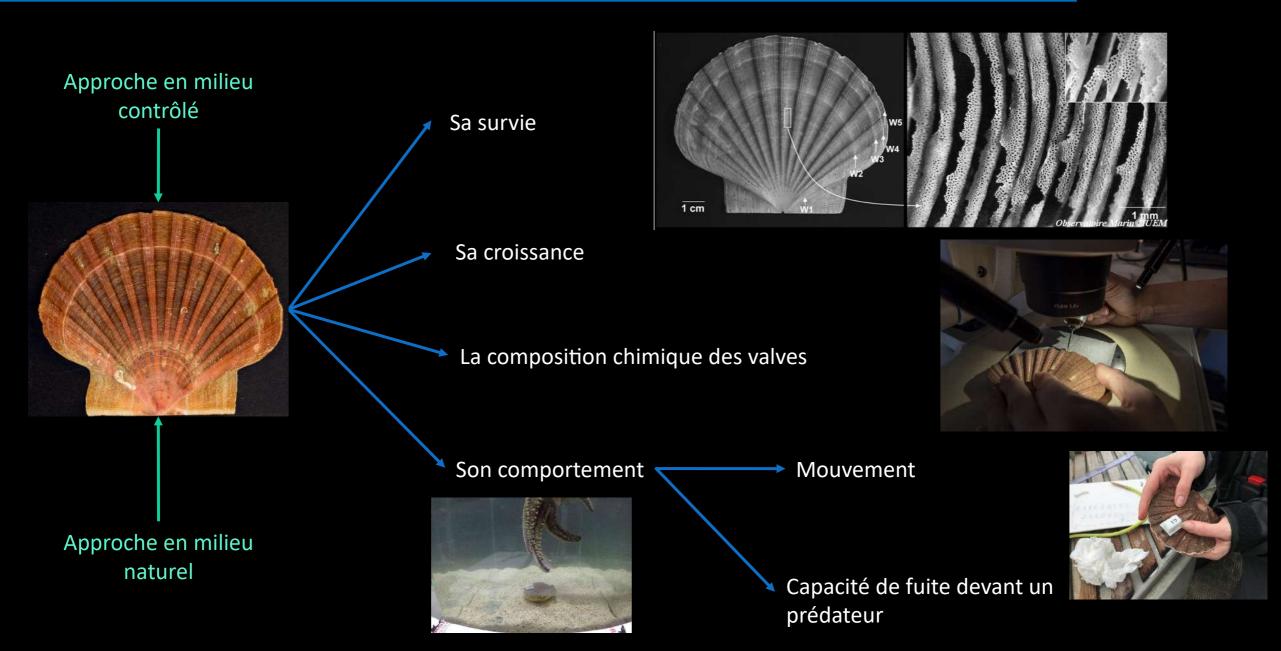


Perte d'habitats

Bruit

Champs magnétiques

Comment mesurer ces effets sur la coquille ?



Projet Benthoscope II : Mesure des effets du bruit en milieu contrôlé

















Est-ce que la coquille perçoit le son ?

Oui aux basses fréquences (50-500 Hz)

- ⇒ Comparables à d'autres espèces (pétoncles, moules)
- ⇒ Perception probable via le manteau



Emission de bruits de bateau à des intensités variant de 120 à 150 dB re. $1\mu Pa^2$

Observatoire Marin CIUEM

Mouvements lents et faibles amplitudes

Réponses à des bruits impulsionnels ?

Emissions jusqu'à 170 dB re. 1μPa², niveau comparable à 500 m de la source

Toutes expérimentations : Pas de mortalité, pas de réponse de stress ou de fuite

Mouvements rapides

OASICE: Suivi de la réponse des CSJ aux travaux de pose de câble

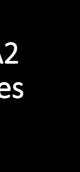




ACOUSTIQUE
Mesure du bruit engendré
par les travaux : +15 (80 m) à
+40 dB (20 m)



2019 : Suivi des travaux d'IFA2 2022 : Suivi travaux Courseulles En cours





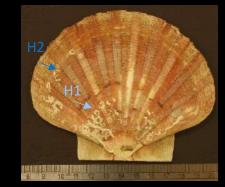
Pas de pollution par métaux

lourds mais indicateurs de

forts apports fluviaux

CHIMIE

ENVIRONNEMENT Forte turbidité Mai-Juin



CROISSANCE
Ralentissement pendant
travaux puis retour à la
normal



COMPORTEMENT
Perte du rythme jour/nuit
Moins de mouvements
Puis retour à la normal

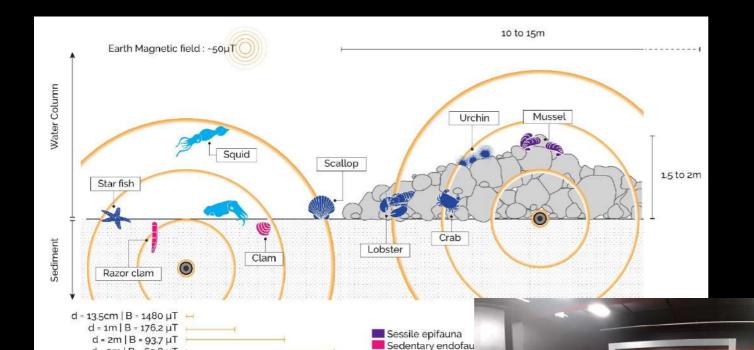
Projet SPECIES

d = 3m | B = 63,8 µT



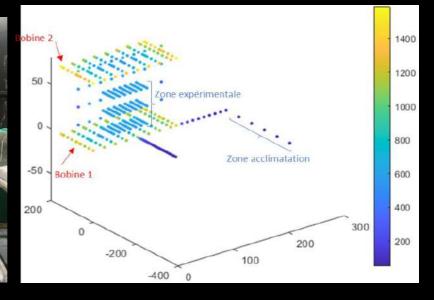
CIFRE L. Albert





Soumettre des coquilles en milieu contrôlé à des champs de 80 et 600 µT

Pas de mortalité Baisse d'activité Conservation de la capacité à réagir et à bouger

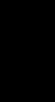


OASICE: Suivi de la réponse des CSJ pendant l'exploitation



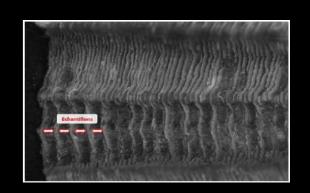
En cours





2021 : Suivi d'IFA2 en fonctionnement











Conclusions

Le FAUX : Pas de mortalité observée Pas de fuite des coquilles



Le VRAI:

Effet du bruit ou de la turbidité vérifiés

- Effet sur la croissance possible lors de passage de bateau (type câblier) ou de forte turbidité mais avec un retour à la normal rapide
- Une réponse plus forte à des bruits type battage

Les INCERTITUDES:

Effet des champs magnétiques
En milieu contrôlé : baisse d'activité mais pas des capacités
In situ? Sur le long terme?

Table ronde 3

Activités humaines, multiplication des parcs éoliens, changement climatique : comment apprécier le cumul des effets sur le milieu marin ? Quels retours d'expérience d'autres pays ?

- Apprécier les effets cumulés par la modélisation
- Présentation du Conseil scientifique GIS éolien en mer

(Dieppe-le-Tréport)



- Directrice de recherche, **CNRS**, **Boréa** Laboratoire de biologie des organismes et des écosystèmes aquatiques, Université de Caen Normandie
- ravaille sur la modélisation et la caractérisation des propriétés de fonctionnement de réseaux trophiques en milieu littoral

- Professeur émérite, Laboratoire CNRS M2C, Université de Rouen Normandie
- Spécialisé dans la dynamique sédimentaire estuarienne,
 côtière et de plateforme
- Président du conseil scientifique du GIS éolien en mer, ancien président du GIS SIEGMA (Suivi des impacts de l'extraction de granulats marins)









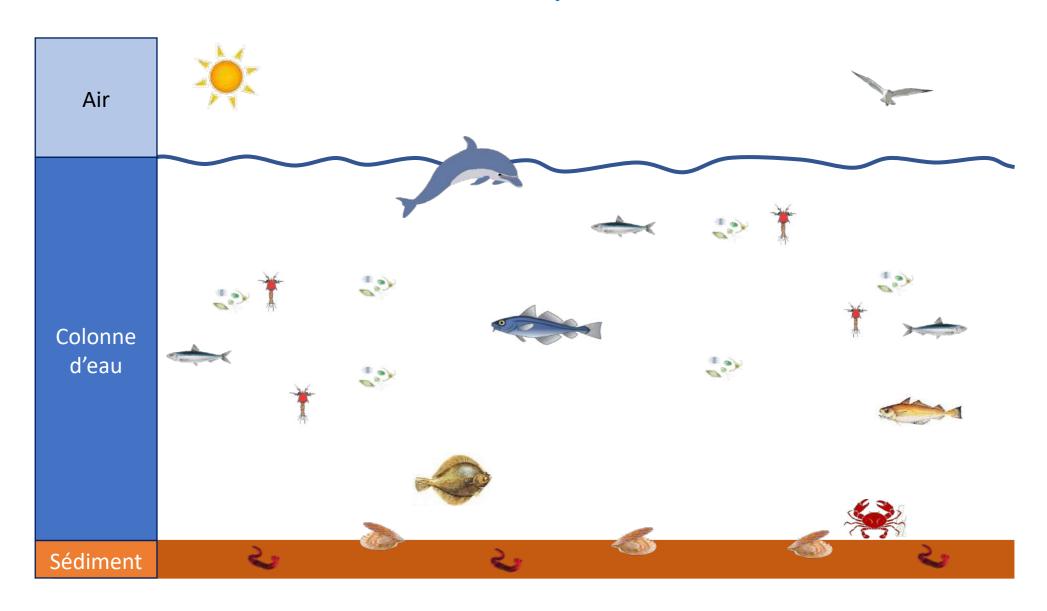




Modélisation des impacts écosystémiques des éoliennes en mer : Quel cumul d'impacts avec les effets des changements climatiques ?

> Nathalie NIQUIL, UMR BOREA Thèse de Quentin NOGUES

Modéliser l'écosystème marin



Modéliser l'écosystème marin

Les compartiments trophiques



Phytoplancton



Zooplancton



Invertebrés Bivalves



Invertebrés Déposivores



Invertebrés Predateurs



Poissons plats



Poissons Benthivores



Poissons Planctivores



Oiseaux marins



Poissons Piscivores

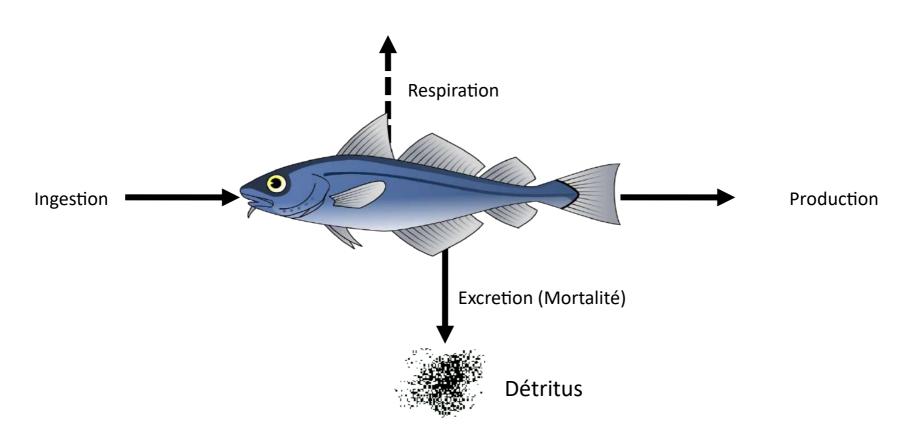


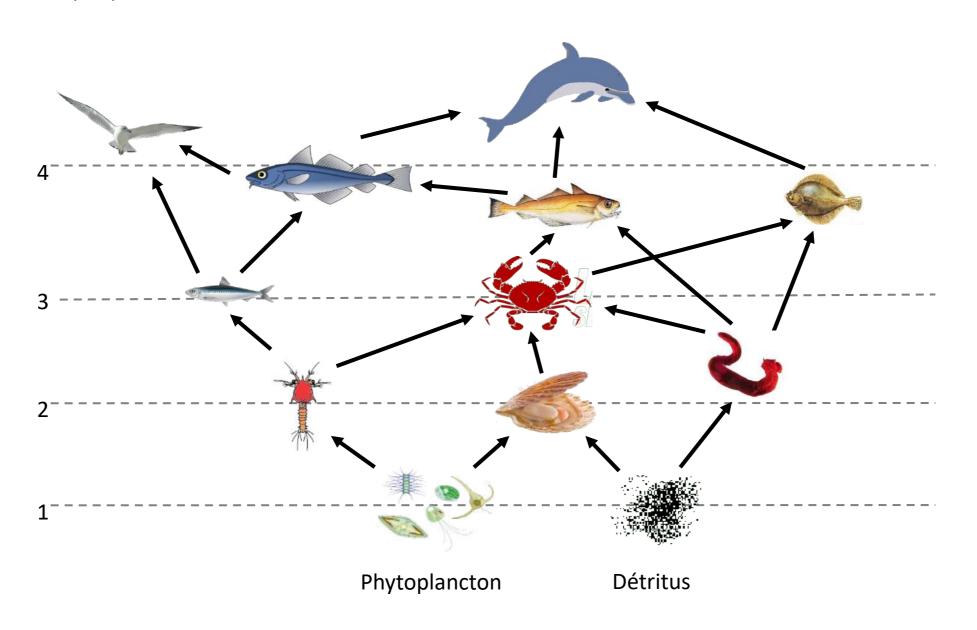
Mammifères marins

Modéliser l'écosystème marin

Les compartiments trophiques

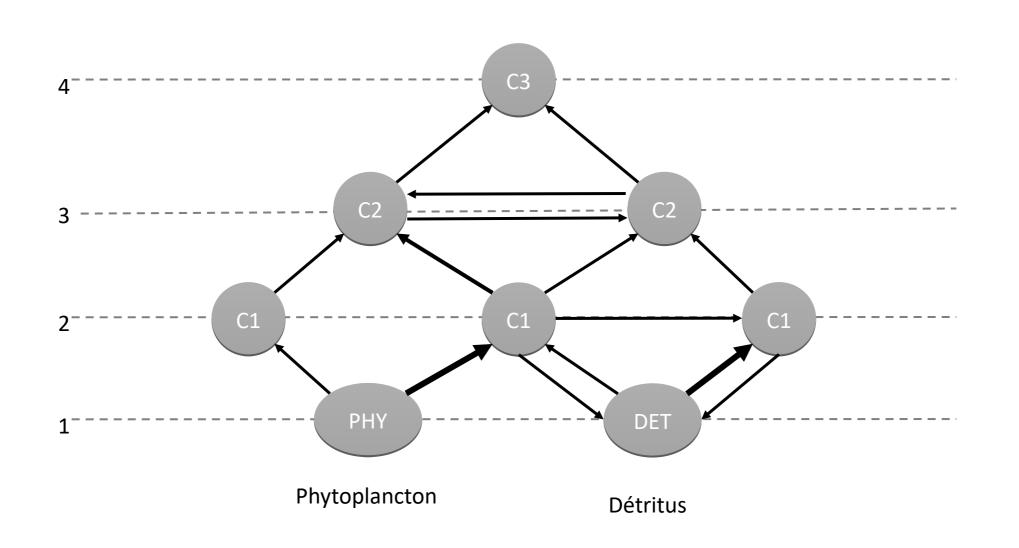
Flux de matière organique





Le réseau trophique

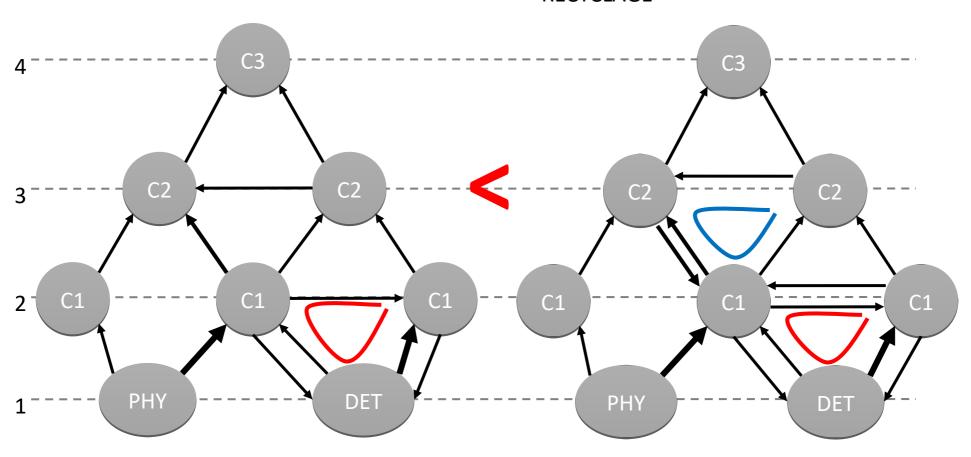
Ecological Network Analysis L'analyse des reseaux écologiques



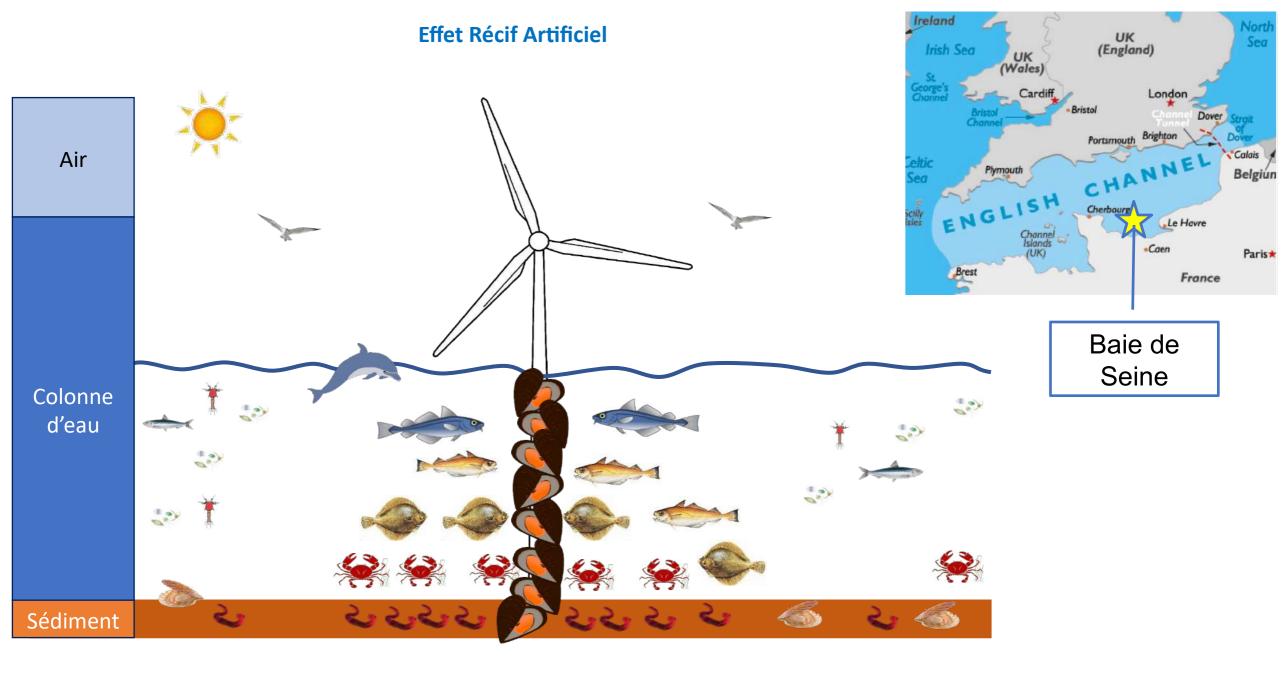
Le réseau trophique

Ecological Network Analysis L'analyse des reseaux écologiques

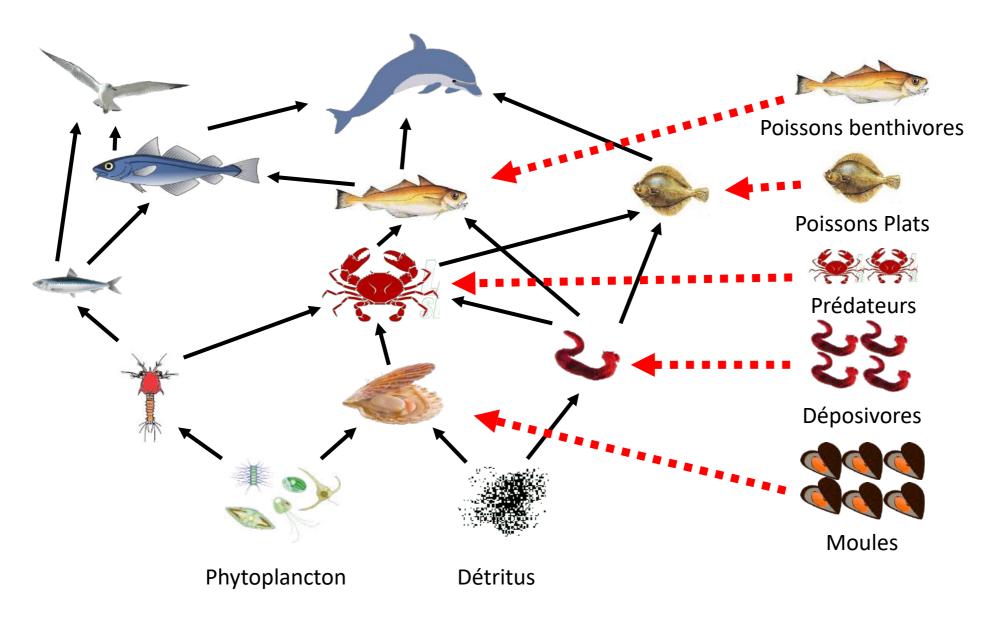
RECYCLAGE



Autres indices : Omnivorie, Niveau Trophique Moyen, Redondance des Flux, Détritivorie / Herbivorie ...



Effet Récif Artificiel



Nogues et al. 2020, Ecological Indicators

Modèle en 2 dimensions de la Baie de Seine



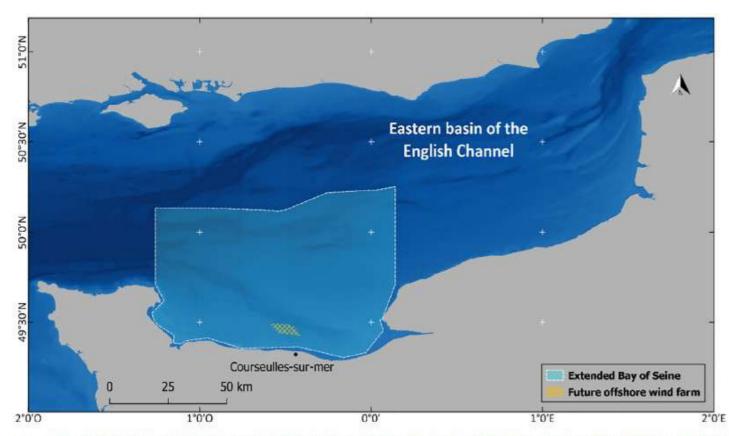


Fig. 1. Map of the study area "extended Bay of Seine" (eBoS) and the location of the future Courseulles-sur-Mer offshore wind farm.

Halouani et al. 2020

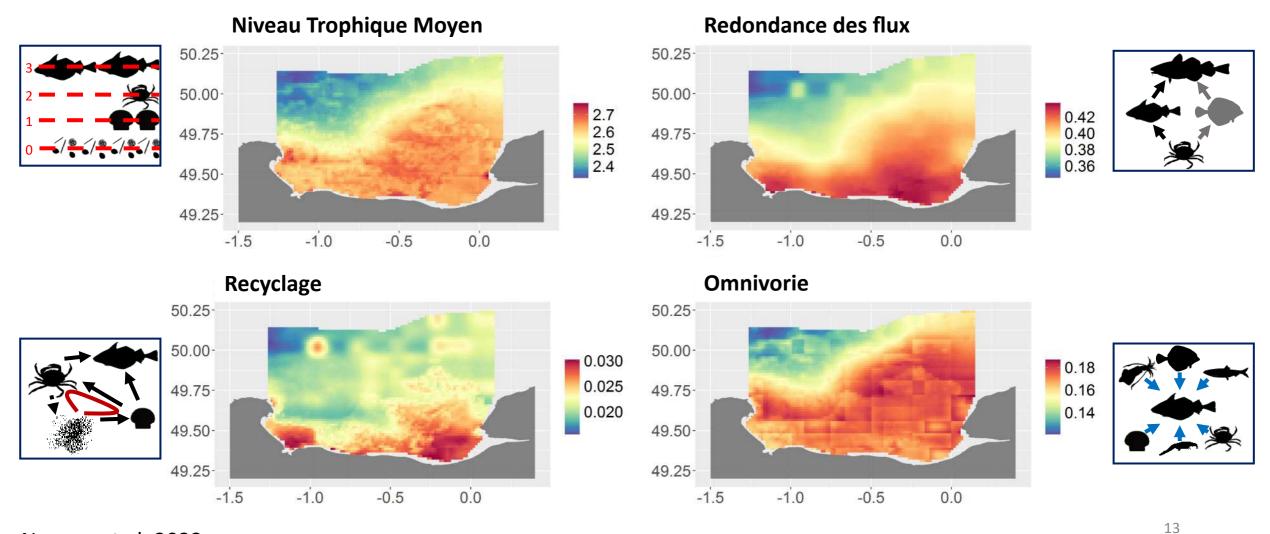
- Modèle en 0D, développé par Aurore Raoux
- Modèle Ecospace développé par Ghassen Halouani
- Développement de cartes d'indices par Emma Araignous

PROJET TROPHIK, France Energie Marine



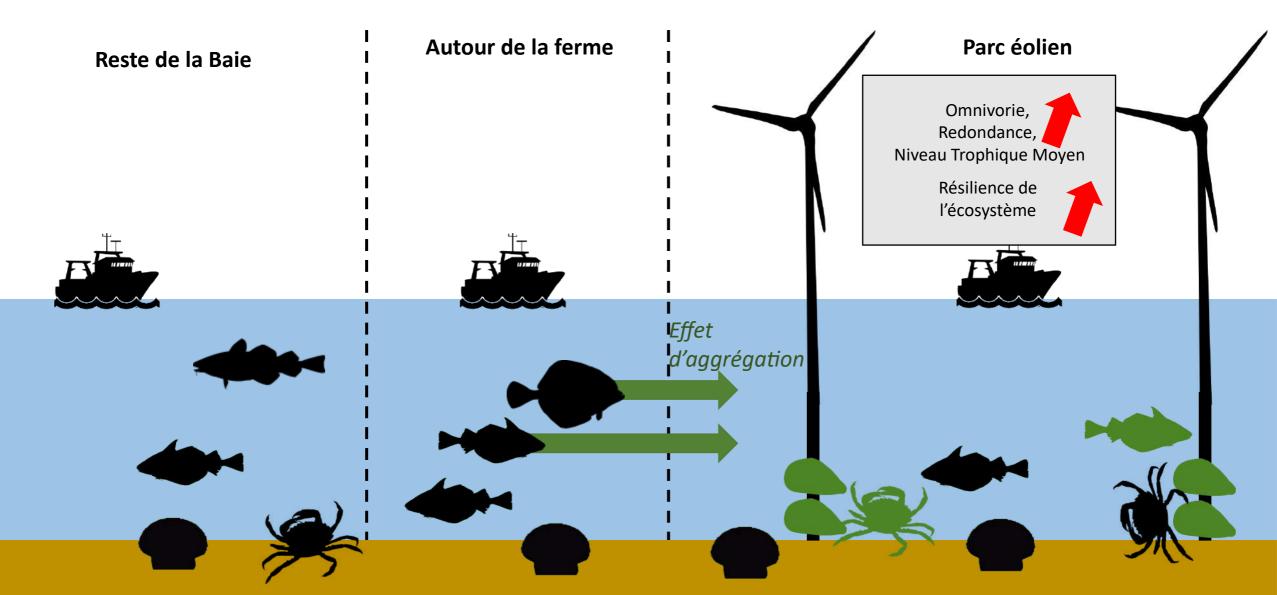
Modèle en 2 dimensions de la Baie de Seine

Situation actuelle:



Nogues et al. 2022

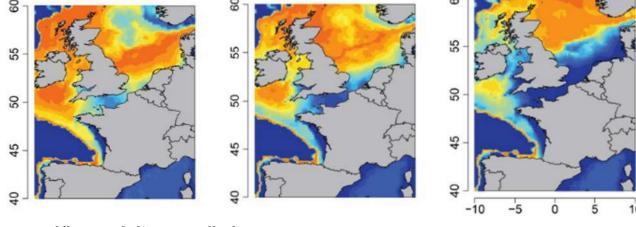
Modèle en 2 dimensions de la Baie de Seine



Le changement climatique : modéliser le futur

Simuler le futur => exemple de la coquille St Jacques

Modèles de répartition



Modélisation de l'aire actuelle de répartition de la coquille St Jacques

Extrapolation de la probabilité de présence en 2100 selon les scénarios RCP 2.6 et 8.5 Ben Rais Lasram et al 2020



Approche multi-modèles avec sélection des « meilleurs »

Prise en compte

- De la T° et salinité, en surface et en profondeur
- Des propriétés des fonds

Possibilité de faire ces cartes pour 70 espèces (Ben Rais Lasram et al 2020).

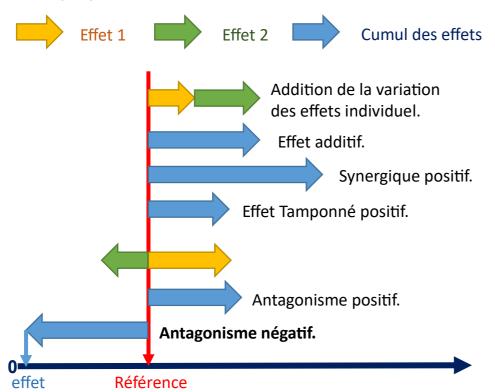
Des modèles à améliorer.

Cumul d'impacts

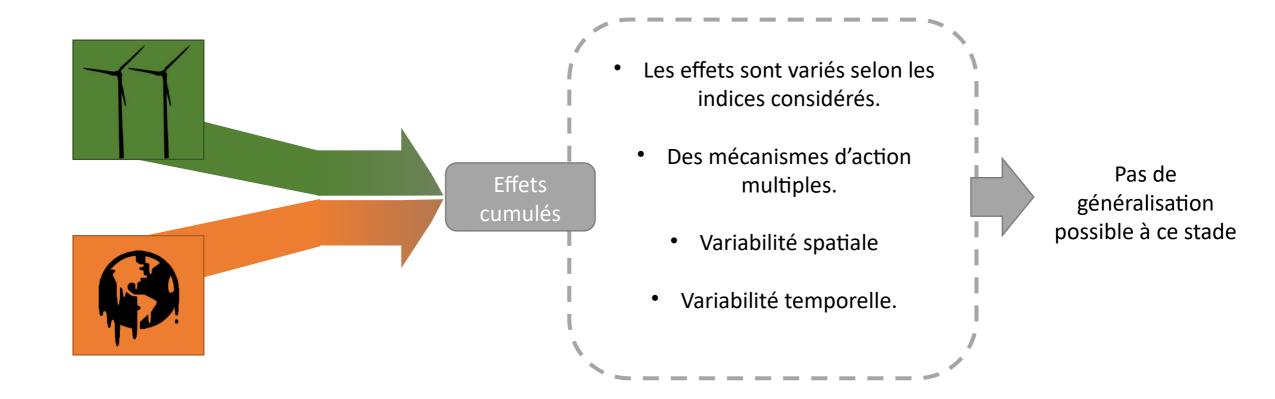
Discrimination du cumul d'impacts :

On regarde la variation par rapport à un état de référence d'une métrique issue d'un modèle de réseau selon plusieurs traitements (effet simple ou multiple).

Exemple pour une biomasse :



Cumul d'impacts



Nogues 2021



Merci pour votre attention

Contact

nathalie.niquil@unicaen.fr



Collaborateurs: Quentin Noguès, Ghassen Halouani, Emma Araignous, Aurore Raoux, Tarek Hattab, Frida BR Lasram, François Le Loc'h, Boris Leroy...



Contexte et objectifs

- Engagement du projet de parc éolien en mer de Dieppe Le Tréport, inscrit dans les arrêtés préfectoraux autorisant la construction
- Avec 3 objectifs principaux :
 - Accompagner les suivis environnementaux du parc en émettant ses avis sur les protocoles et rapports d'études
 - Améliorer les connaissances sur la Manche orientale avec ses propres études environnementales et socio-économiques
 - Diffusion de tous les résultats pour le grand public et la communauté scientifique

Organisation



Séances plénière

S

Comité de pilotage

- Décide des opérations à mener
- Décide du budget correspondant
- Décide des changement d'organisation
- Présidente et viceprésident

Coordinatric e

- Participe à l'élaboration des projets
- Point de contact privilégié
- Partage les données et résultats
- Veille bibliographique et participation à des évènements sur les EMR

Conseil scientifique

- Décide des orientations scientifiques
- Est garant de la pertinence et de la qualité des travaux scientifiques
- Organe consultatif
- Président et viceprésidente





26 Partenaires

6 universités : Caen, La Rochelle, Lille, Littoral Côte d'Opale, Picardie J ules Verne et Rouen

5 établissements publics : Cerema, Dieppe Maritime, Ifremer, OFB et PNM EPMO

11 associations: CHENE, CRPMEM de Normandie, Estran, FNE Normandie, GEMEL, GON, GONm, GMN, GRAPE, Picardie Nature et SER

4 organismes privés : ADERA, Créocéan, FEM et EMDT

Etudes en cours et à venir



- Suivi des goélands nicheurs des falaises cauchoises : recensement et baguage (8 ans)
- Suivi du régime alimentaire des phoques : utilisation de l'ADN metabarcoding en complément de l'analyse des pièces dures retrouvées dans les fèces (août 2021 - mai 2023)
 - Identification du plancton par analyses d'ADN environnemental (mai 2022 – mai 2023)
- Etude des réseaux trophiques : biomasses, flux et variations saisonnières (mars 2022 – décembre 2023)
 - Etudes des relations entre les proies et les prédateurs supérieurs (mars 2023 décembre 2023)
 - Etude des transits en mer des chauves-souris : suivis acoustiques et analyses génétiques (juillet 2022 – décembre 2024)



Ouverture autres façades et international

Membres du CS hors façade Manche: Pays-Bas, La Rochelle, Bordeaux (3/14)

Partenaires au COPIL hors façade Manche: OFB, Ifremer, FEM, Univ. La Rochelle, Univ. Cerema, Créocéan, Cohabys (7/26)

Étude des chauve-souris intégrée aux réseaux existant en Belgique et Pays-Bas, et aux études sur la façade atlantique

Participation au projet FEM OWFSOMM : mégafaune marine sur plusieurs façades



Échanges avec GIS ECUME



SPÉCIAL "COLLOQUE" ORGANISÉ PAR LA DREAL NORMANDIE

JEUDI 5 MAI 2022 À CHERBOURG

Extrait du trimestriel MerVeilleEnergie#7

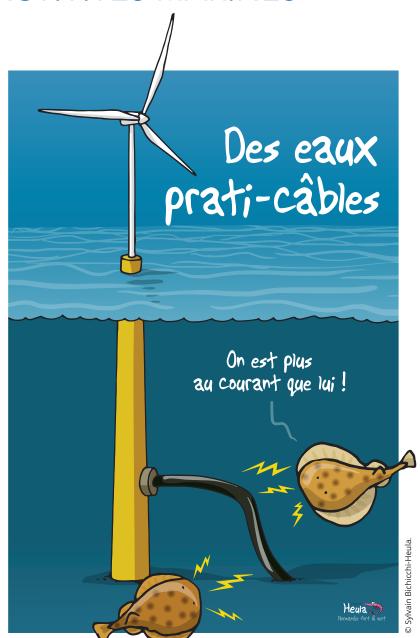
DÉCARBONER L'ÉNERGIE SANS NUIRE À LA VIE ET AUX ACTIVITÉS MARINES

L'opportunité d'implanter un second parc éolien posé au large de la zone issue du débat public sur l'AO4 est soumise à concertation publique jusqu'au 16 mai 2022 par la Dreal Normandie.

entre Manche 2 (A08) serait le cinquième parc éolien posé au large des côtes normandes. Dans ce cadre, la conférence sur « l'environnement » du 5 mai 2022 vise à démontrer que la transition énergétique peut concilier protection de la biodiversité et préservation des métiers de la mer. Les cloisons entre disciplines scientifiques et socio-économiques deviennent plus poreuses. La volonté partagée de répondre aux interrogations du public favorise la prise en compte des retours d'expérience à partir des parcs existants en Europe. La diffusion des avancées scientifiques au sein de la société civile contribue à nous faire collectivement progresser vers une économie décarbonée. Comme nous l'a rappelé le GIEC, nous disposons de peu de temps pour stabiliser le réchauffement à un niveau non dangereux pour nos sociétés. L'un des leviers de cette décarbonation est le développement des énergies renouvelables en mer.

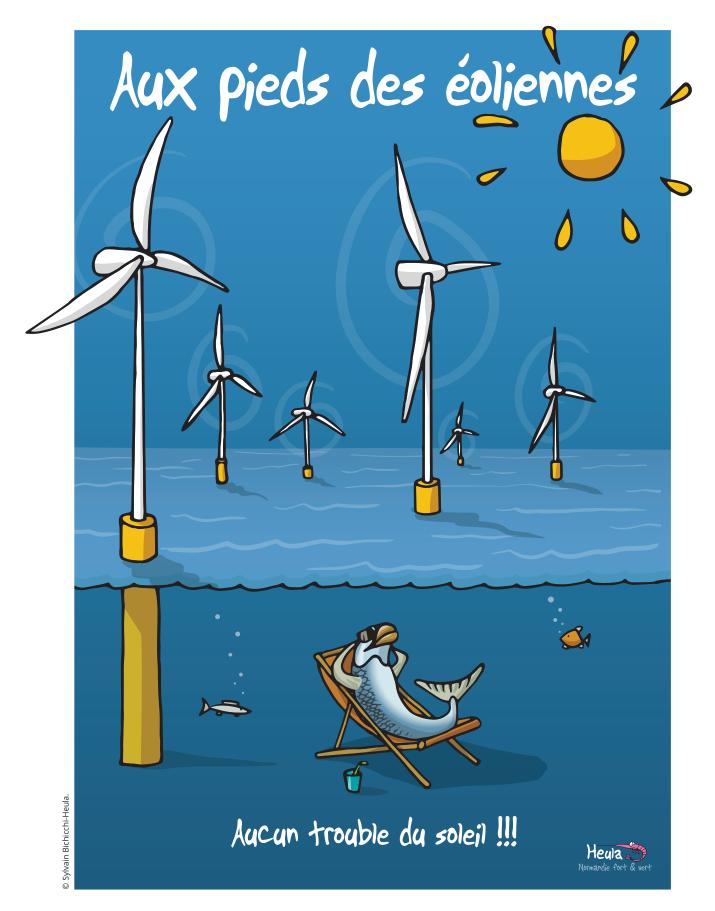
Un sujet sur lequel la région Normandie est en première ligne. Le nombre de projets en cours, l'exigence citoyenne individuelle et associative, l'implantation d'entreprises créatrices d'emplois, la quantité et la qualité des établissements de formation et de recherche... tout démontre l'avance du territoire normand pour maîtriser les aménagements énergétiques au large de ses côtes.

Un remerciement tout spécial à Damien Levallois, DREAL Normandie qui a permis la reproduction pour MerVeille Energie #7 des illustrations spécialement conçues par Sylvain Bichicchi-Heula pour la Concertation préalable Normandie Centre Manche 2. Remerciements également à EDF Renouvelables pour l'illustration de Sylvain Bichicchi-Heula conçue pour le Parc du Calvados, publiée en avant-première à l'occasion du colloque et à LM Wind.



Poser des éoliennes ne suffit pas! Il faut aussi tirer du câble pour collecter les électrons, transformer le courant ainsi généré dans la sous-station marine et transporter l'électricité vers le réseau de transport terrestre, géré par RTE. Pour desservir les 11 parcs éoliens

en mer existants ou à venir, il faudra ainsi immerger 11 lignes sousmarines représentant 255,5 km de câbles en tout ; ces réseaux devront être raccordés à la terre, ce qui nécessitera la pose de 11 lignes souterraines sur une longueur de 155,5 km.



La biodiversité prospère au pied des turbines. Les chercheurs d'Eurofins AquaSense et de The Rich North Sea ont étudié la survie, la croissance et la possibilité de trouver des larves d'huîtres sur Borssele III&IV. Le taux de survie est supérieur à 96 % à la sortie de l'hiver. Pour les poissons et autres espèces marines, Vattenfall et De Rijke Noordzee ont lancé une étude conjointe dans le parc Hollandse Kust Zuid pour déterminer si les espèces utilisent l'inté-

rieur des fondations pour s'abriter et se nourrir.

Nouveau rapport annuel sur « l'impact environnemental des parcs éoliens offshore dans la mer du Nord belge – par l'Institut royal des sciences naturelles de Belgique.

DEMANDEZ LE PROGRAMME!

La conférence se déroule dans le cadre de la concertation préalable pour le projet d'un second parc éolien en mer dans la zone "Centre Manche". Quinze scientifiques partagent leurs connaissances. En lien avec le développement des énergies marines, les formations scientifiques et techniques, l'installation d'entreprises telles que LM Wind filiale de GE à Cherbourg ou Siemens Gamesa au Havre sont au rendez-vous! Mais des retombées socioéconomiques seront attendues par les entreprises normandes ainsi que des développements portuaires et l'électrification des quais, pour les Ports de Normandie ou les ports d'Haropa!

LES TEMPS FORTS de 9 h 30 à 17 h

(en présentiel et à distance)

Damien Levallois Directeur de projets éoliens en mer à la DREAL Normandie. En présence de Benoit Arrivé, Maire de Cherbourg-en-Contentin, 1er vice-président de l'Agglomération du Cotentin en charge du développement économique.

10h00 - ETAT DES LIEUX : la Manche aujourd'hui. Et demain ? Quels effets du changement climatique sur l'environnement marin ?

Pr Jean-Claude Dauvin, Professeur émérite à l'uni-versité de Caen Normandie,

10h30 - 11h30 TABLE RONDE 1

Les données existent... une littérature abondante ne demande qu'à être croisée.

Recueil des données : nouvelles méthodes, nouveaux outils, interdisciplinarité, internationalisation

Florian Lecorps - Biotope, Pascal Hacquebart - Sinay Antonin Gimard - OFB

11h45 - 15h15 - TABLE RONDE 2

Impacts des parcs éoliens : le vrai, le faux et les incertitudes

de 11 h 45 à 13 h - Partie 1

Anne-Claire Bennis Labo Morphodynamique continentale et côtière (UMR - M2C) et Sylvain Guillou Lusac - Université de Caen, Georges Safi France Énergies Marines, Hervé Gueuné Corrodys, Antoine Carlier IFREMER et Damien Saffroy RTE

de 14h - 15h 15 - Partie 2

Auriane Virgili Observatoire PELAGIS et Ludivine Martinez Cohabys (à distance) La Rochelle Université, Sylvain Michel OFB (à distance), Jean-Pierre Frodello LPO Normandie, Aurélie Jolivet TBM environnement/ SOMME.

15h15 - TABLE RONDE 3

Activités humaines, multiplication des parcs éoliens, changement climatique : comment apprécier le cumul des effets sur le milieu marin ? Quels retours d'expérience d'autres pays ?

Nathalie Niquil CNRS ECOFUNC, Pr Robert Lafite UMR - M2C et président du Conseil scientifique GIS éolien en mer (Dieppe-Le Tréport).

16H45 - 17H00 - CONCLUSION PAR LES GARANTS

La concertation est encadrée par trois garants, Dominique Pacory, Jean Trarieux qui assuraient le suivi de l'AO4 (Centre Manche 1) et Laurent Pavard.

La conférence se déroule dans le cadre de la concertation préalable pour le projet d'un second parc éolien en mer dans la zone "Centre Manche", organisée par l'équipe projet dirigée par Damien Levallois, (Directeur de projets éoliens en mer à la DREAL Normandie), assisté de Sébastien Fourmy. energiesdelamer.eu et Mer-Veille-Energie sont partenaires média de la conférence "Concertation préalable" Centre Manche 2.



Une étude publiée en 2018 dans le cadre de ORJIP (Offshore Renewables Joint Industry Programme) a évalué le risque de collision des oiseaux évoluant à proximité du parc éolien marin de Thanet, situé au large des côtes du Kent (Angleterre). Vingt mois durant, les chercheurs ont observé 5 espèces. Finalement,

les ornithologues ont démontré que les oiseaux s'adaptaient : en évitant le parc dans son ensemble, en contournant les turbines par le haut ou le bas, en évitant le moteur ou les pales au dernier moment. Ces travaux ont aussi permis de formuler des recommandations pour les modèles de prédiction des collisions.



MerVeilleEnergie#7 est consacré à « La montée des eaux, menace ou opportunité ? » avec en plus un éclairage spécial sur les énergies marines en Normandie

Pour en savoir plus, consultez les articles publiés par energiesdelamer.eu sur la CPDP Concertation Manche 2 dans la base de données du BUSINESS DIRECTORY

Présidente -Directrice des publications Brigitte Bornemann

Rédacteur en chef Valéry Laramée de Tannenberg

Direction artistique Marie Bondeelle

Éditeur SAS Mer-Veille-Energie 33 (0) 640 540 056

contact@ energiesdelamer.eu 38 route de Leurvean 29840 Porspoder France Siret 844 159 137 R.C.S. Brest Dépôt légal à parution ISSN 2678-8586 www.energiesdelamer.eu

CPPAP 0326 W 93882

Ne peut être vendu

Cohabys et NEREIS Environnement ont rédigé un guide sur les « Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine », pour le ministère de la Transition écologique. On sait désormais qu'en planifiant les travaux à certaines périodes de l'année, en adoptant des techniques peu bruyantes et en éloignant des travaux certaines espèces, on peut sensiblement réduire les inévitables nuisances sonores liées à l'installation de turbines posées.