



EOLIEN EN MER : ÉTUDE HALIEUTIQUE POUR L'IMPLANTATION DE L'ÉOLIEN EN MER DANS LE GOLFE DU LION

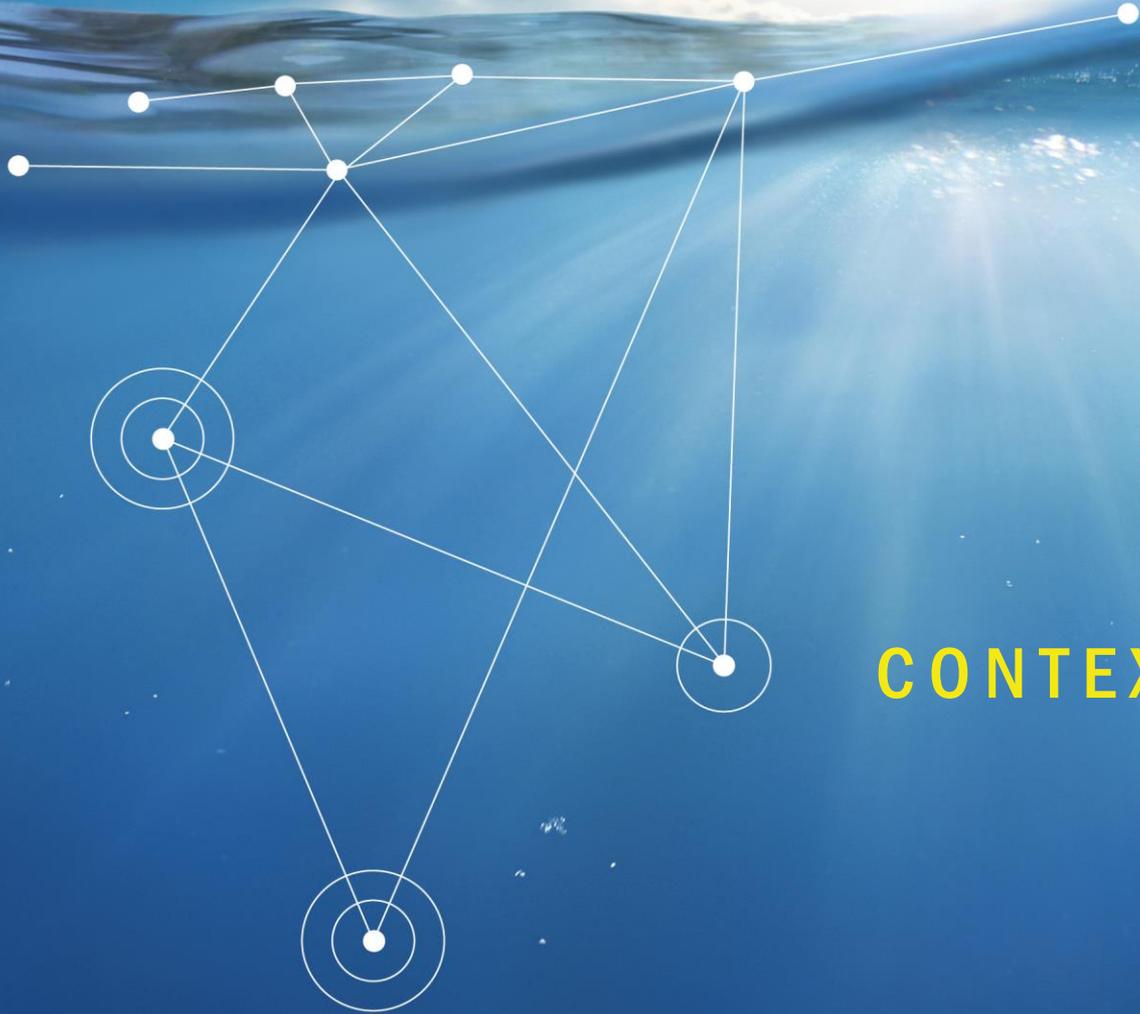


TAREK HATTAB
SANDRINE VAZ
PAULINE DE ROCK



AMANDINE THOMAS
ERWANN QUIMBERT

JOURNÉE ANNUELLE SEXTANT
22/06/2021



CONTEXTE

Convention Ifremer-DGEC (Direction générale de l'énergie et du climat)

Convention relative à l'appui scientifique et technique apporté par l'Ifremer au MTES pour le déploiement de projets d'EMR (2019-2023)

- Appui en assistance à maîtrise d'ouvrage, pour la réalisation des états initiaux de l'environnement des futurs projets éoliens en mer

Sur les domaines de compétences de l'Ifremer :

- Qualité de l'eau et des sédiments (contaminants)
 - Habitats benthiques
 - Ressources halieutiques
-
- Processus de participation du public

Principales étapes d'un projet de parc :

Loi pour un État au service d'une société de confiance (ESSOC, 2018)

Le ministre en charge de l'énergie saisit la CNDP pour organiser la **participation du public en amont** de la procédure de mise en concurrence

- 01/ Définition de la macro-zone de l'appel d'offre (Etat)
- 02/ Débat public (CNDP, Etat)
- 03/ Lancement appel d'offre (Etat)
- 04/ Etat initial environnemental (Etat)
- 05/ Désignation lauréat (Etat)
- 06/ Etude d'impact (Lauréat)
- 07/ Autorisations environnementales (Etat)
- 08/ Etat de référence (Lauréat)
- 09/ Travaux (Lauréat)
- 10/ Exploitation (Lauréat)
- 11/ Démantèlement (Lauréat)

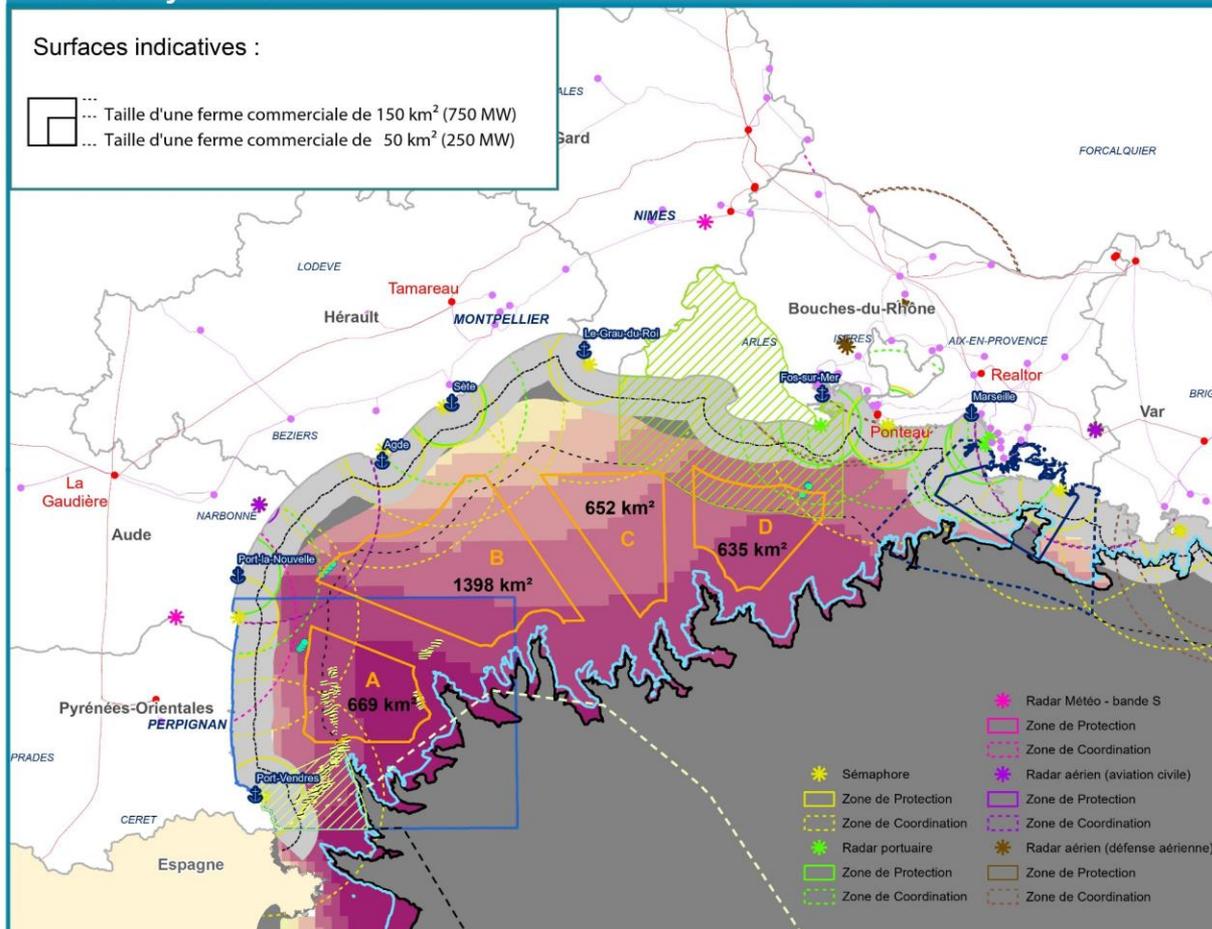
Zone à potentiel éolien en mer proposée au débat

Le développement de l'éolien flottant en Méditerranée
Annexe III du document de planification (juin 2018)

Carte de synthèse

Surfaces indicatives :

- Taille d'une ferme commerciale de 150 km² (750 MW)
- Taille d'une ferme commerciale de 50 km² (250 MW)



Réseau RTE

- Poste 225 kV
- Poste 400 kV

Ligne

- Ligne 225 kV
- Ligne 400 kV

Vitesse moyenne du vent à 100 m d'altitude (m/s)

5 - 6	7.5 - 8	9.5 - 10
6 - 6.5	8 - 8.5	10 - 10.5
6.5 - 7	8.5 - 9	
7 - 7.5	9 - 9.5	

Macro-zone

- Distance de 10km de la côte
- Eolienne ferme pilote
- ⚓ Port
- Ligne bathymétrique - 200 m
- Ligne bathymétrique - 350 m
- Limite des 3 milles
- Limite des 12 milles
- Limite de la ZEE française
- Limite de la ZEE espagnole
- Coeur de parc du Parc national des Calanques
- Aire d'adhésion du Parc national des Calanques
- Parc Naturel Marin
- Dunes sableuses sous-marines profondes

Natura 2000 - Directive oiseaux

- Camargue
- Cap Béar - Cap Cerbère

● Radar Météo - bande S

□ Zone de Protection

□ Zone de Coordination

● Radar aérien (aviation civile)

□ Zone de Protection

□ Zone de Coordination

□ Zone de Coordination

● Radar portuaire

□ Zone de Protection

□ Zone de Protection

□ Zone de Coordination

□ Zone de Coordination

● Sémaphore

□ Zone de Protection

□ Zone de Coordination

● Radar aérien (défense aérienne)

□ Zone de Protection

□ Zone de Coordination

Pour en savoir plus : www.geolitoral.developpement-durable.gouv.fr

Source - Copyrights :
RTE
AFB
Météo France - Modèle AROME (2004 - 2013)
Courants de marée du Shom
Bathymétrie projet Honorim - Shom
Pays limitrophes - EEA
GEOFLA® - ©IGN Paris - Reproduction interdite



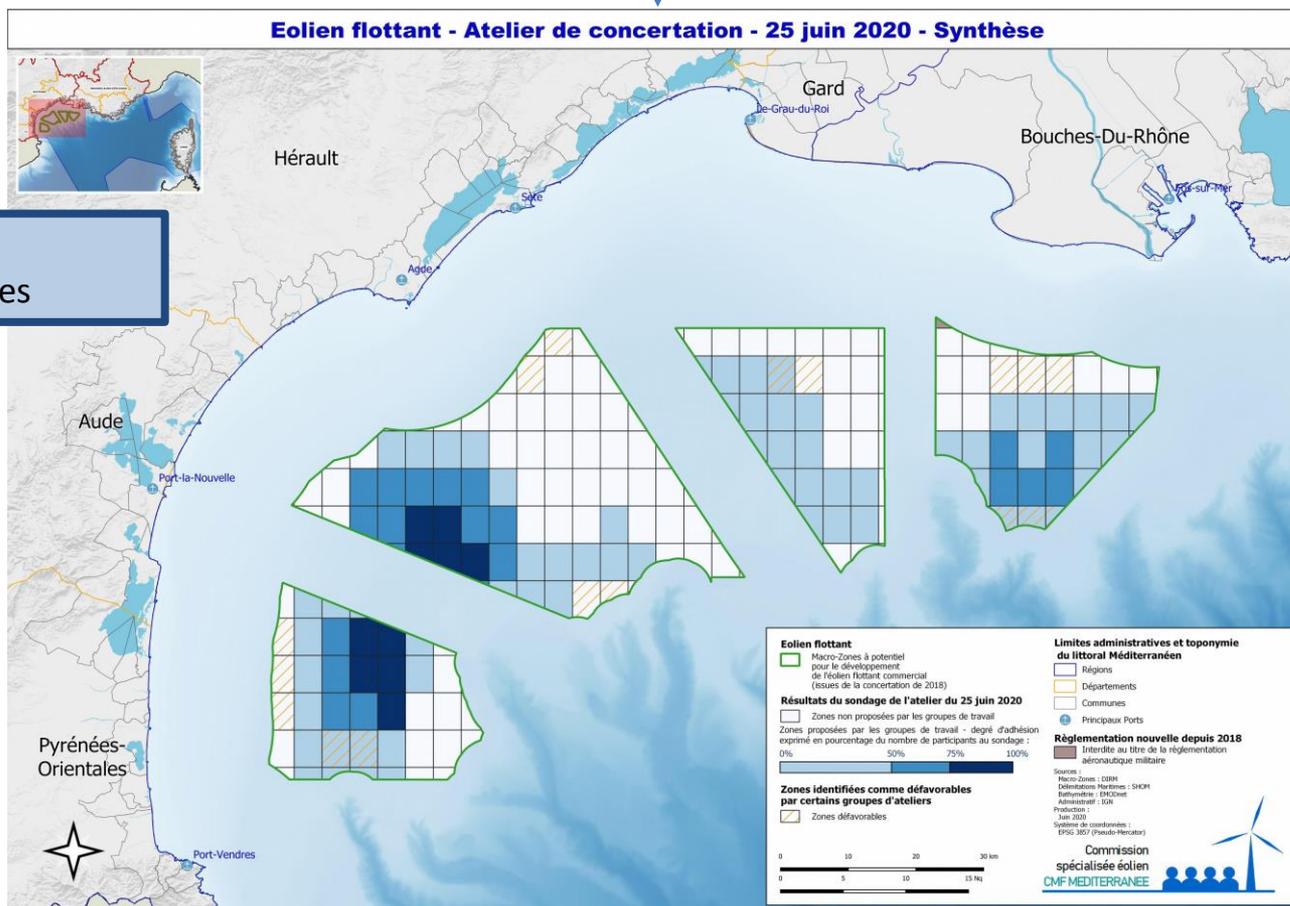
Suite de la concertation pour trouver les zones préférentielles

Concertation des acteurs
et élaboration de cartes
par enjeu
Nov 2019 – juin 2020

Concertation des acteurs ensemble
sous le format d'atelier multi-acteurs
Juin 2020



Identification de zones préférentielles



Spatialisation des risques d'effets - Méthode globale

1) Répertorier les espèces/habitats présents dans l'aire d'étude

2) Carte d'enjeu

- L'enjeu traduit les préoccupations patrimoniales relatives aux espèces en présence.
- Prend en compte : la vulnérabilité, la densité et la part de la population du secteur.
- Caractérisé par sa valeur intrinsèque - totalement indépendant du projet.

3) Prise en compte de la sensibilité à un parc éolien

- Risque de perte/dégradation de la valeur de l'enjeu du fait de la réalisation d'un projet de parc d'éoliennes en mer.
- Évaluée notamment grâce au retour d'expérience des parcs déjà construits en Mer du Nord et dans la Manche.

4) Carte de synthèse des risques d'effets

- ! **Risques d'effets ≠ impacts (on ne connaît pas les caractéristiques du parc)**
- Conséquence potentielle d'un effet sur l'environnement si un projet été construit.
- Le risque d'effet est obtenu en croisant la valeur définie pour l'enjeu et celle pour la sensibilité.

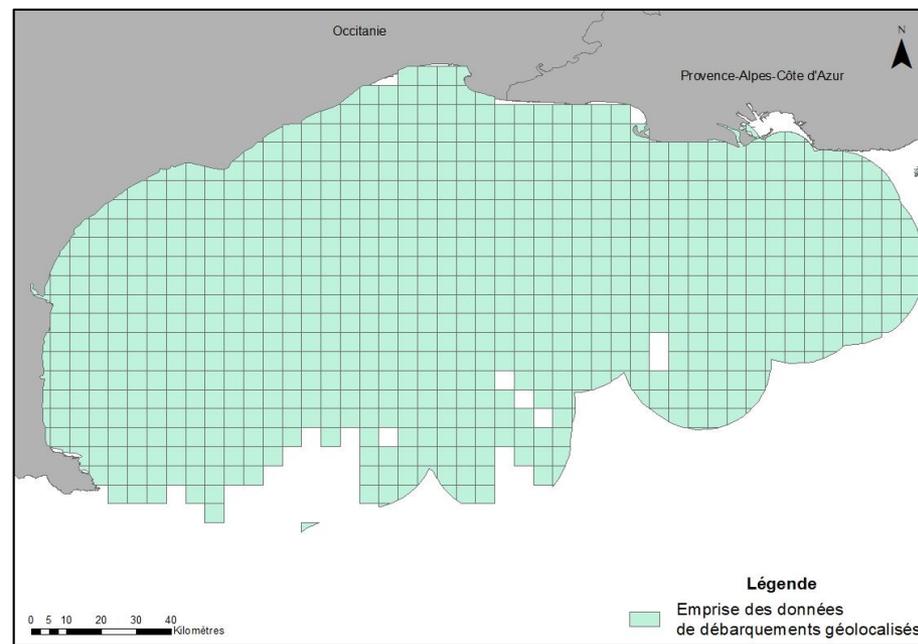
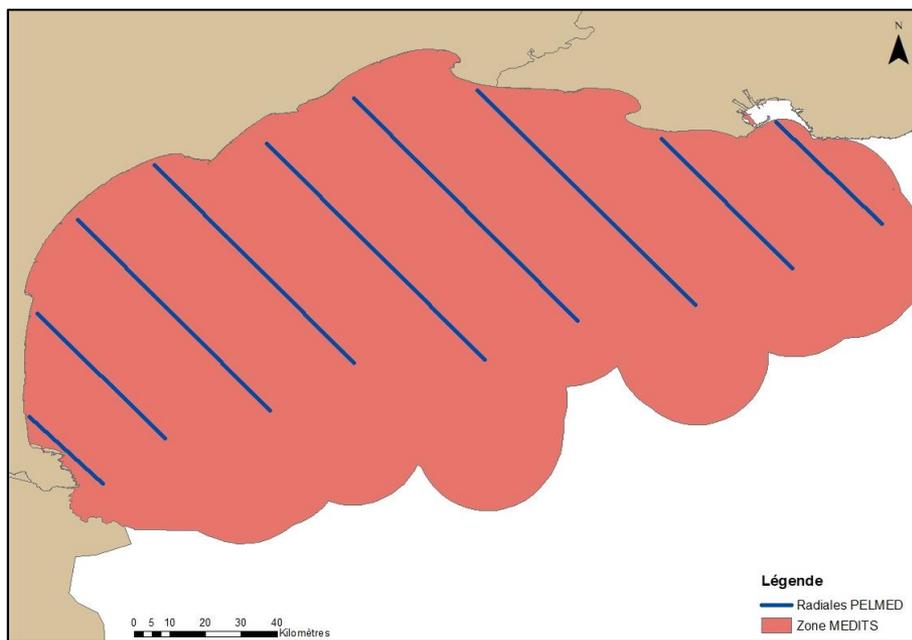
Objectifs de l'étude

- (1) Evaluation et caractérisation du risque associé à l'implantation d'un parc EMR pour les espèces halieutiques
- (2) Protection des zones fonctionnelles halieutiques

Données utilisées

- Campagnes halieutiques: MEDITS et PELMED

- Données de pêche (débarquements géolocalisés)



Méthode pour les cartes de distribution (densité des espèces)

- ❑ Cartes avec interpolation:

Campagne MEDITS → Krigeage (grille raster)

Campagne PELMED → Krigeage anisotrope (grille raster)

- ❑ Cartes sans interpolation:

Densité moyenne sur la période d'étude (points shape)

Carte annuelle

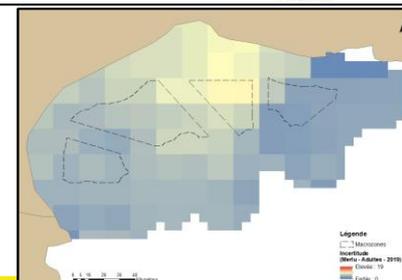
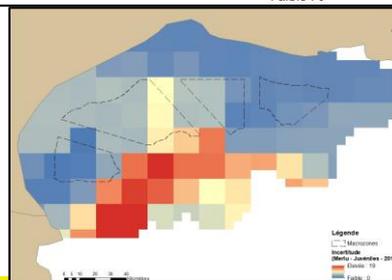
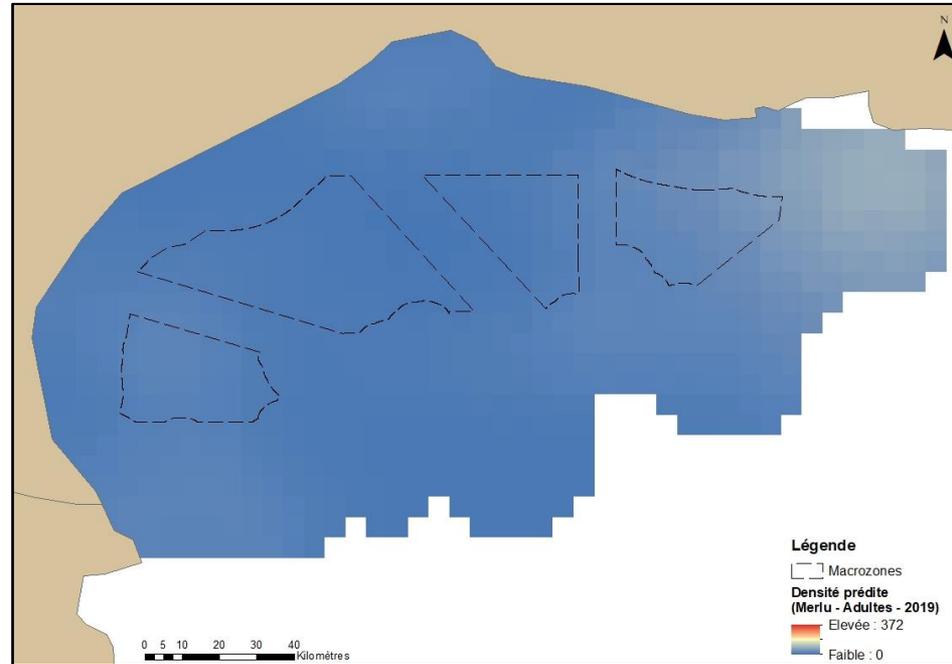
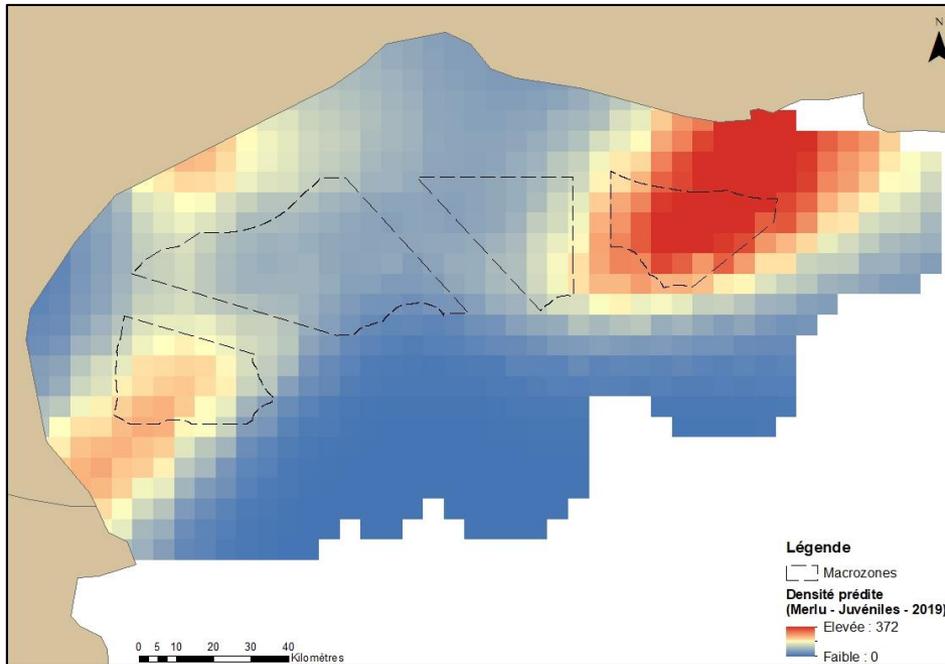
Méditerranée



Merlu - 2019

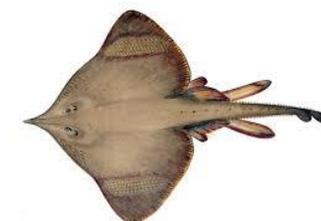
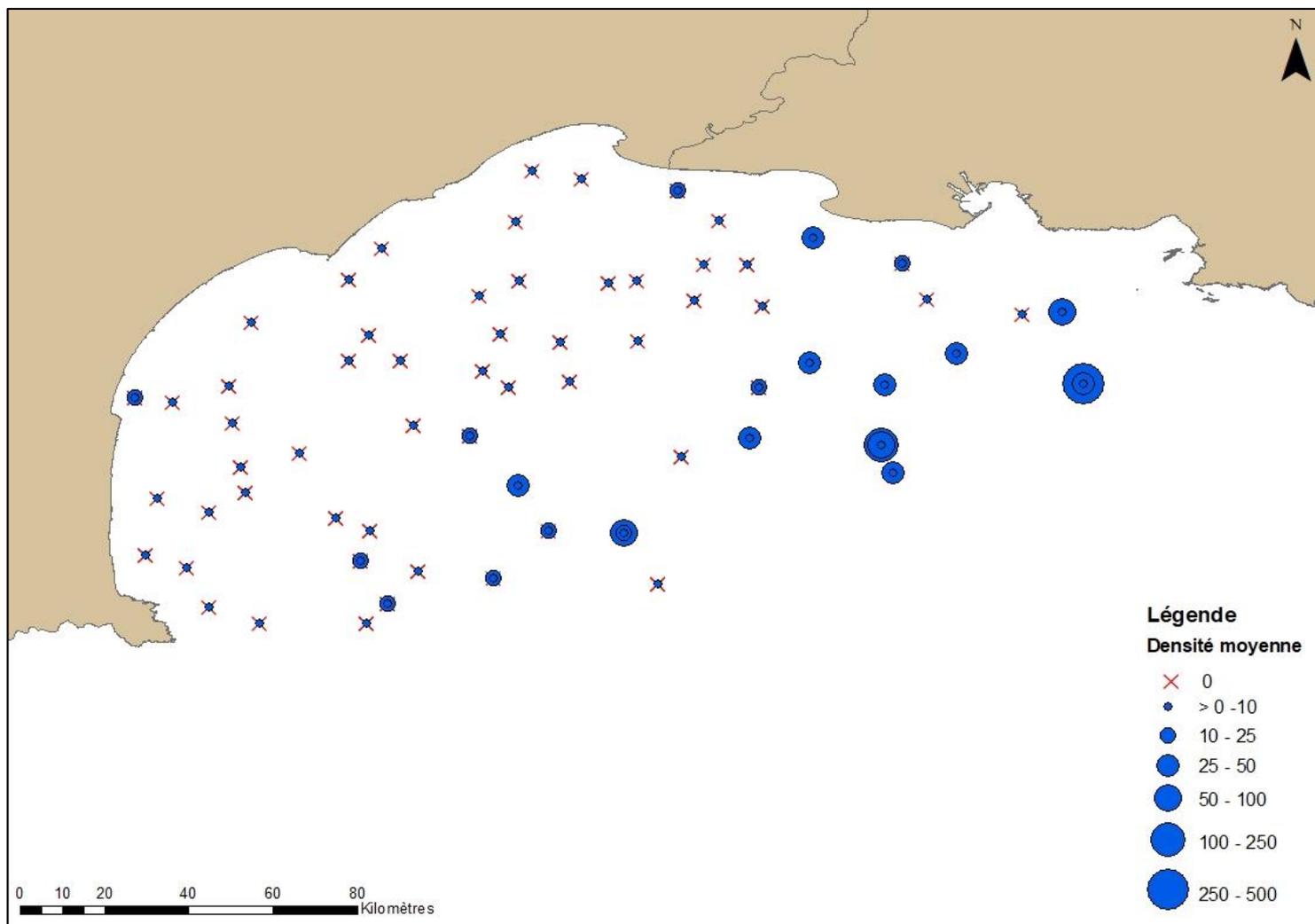
Juveniles

Adultes



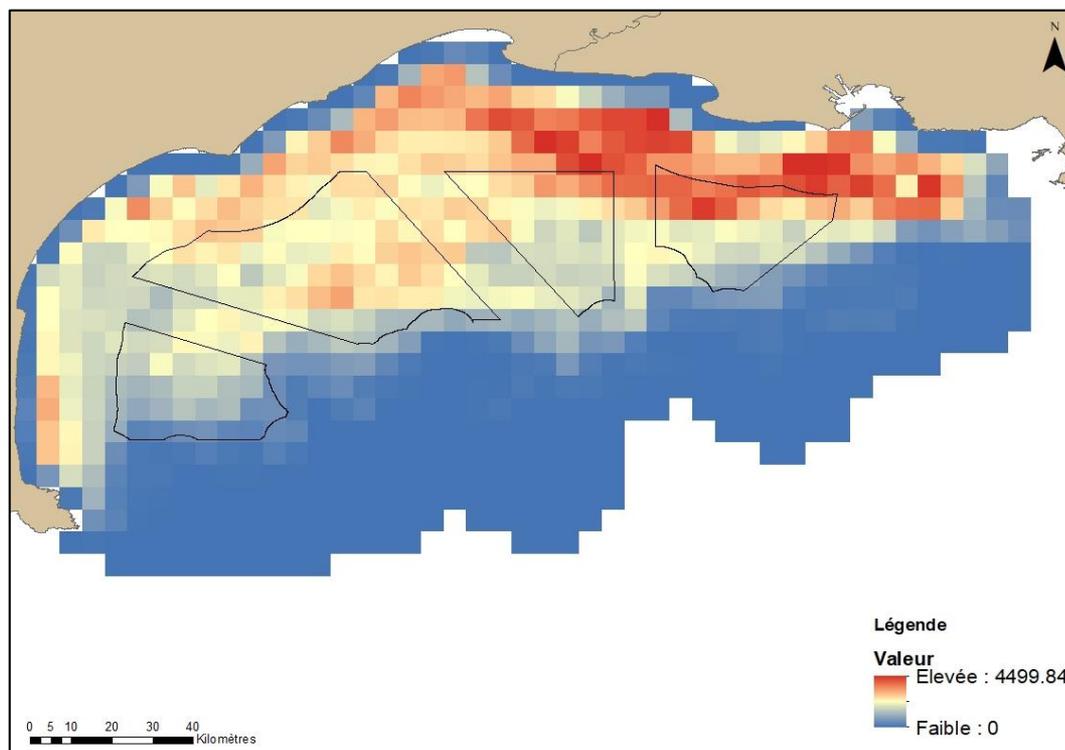
Carte de densité sans interpolation

14 espèces de sélaciens

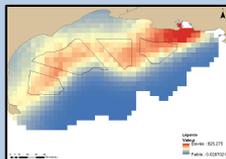


A partir des données géolocalisées de pêche

- Calcul de la capture par unité d'effort annuelle par espèce



Étapes pour obtenir le risque d'effet



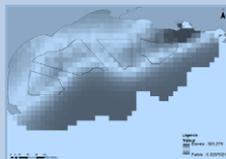
Représentativité Campagnes halieutiques

Par stade de vie (juvénile/adulte) OU
Par espèce

$$RC = \frac{\textit{densité macrozones}}{\textit{densité totale}}$$

Par
Espèce

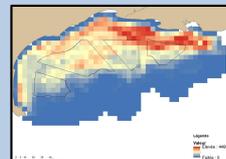
Étapes pour obtenir le risque d'effet



Représentativité
Campagnes halieutiques

Par stade de vie (juvénile/adulte) OU
Par espèce

$$RC = \frac{\text{densité macrozones}}{\text{densité totale}}$$



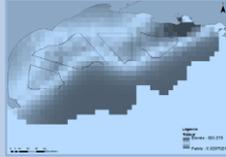
Représentativité
Pêche

Par espèce

$$RP = \frac{\text{capture macrozones}}{\text{capture totale}}$$

Par
Espèce

Étapes pour obtenir le risque d'effet



Représentativité
Campagnes halieutiques

Par stade de vie (juvénile/adulte) OU
Par espèce

$$RC = \frac{\text{densité macrozones}}{\text{densité totale}}$$



Représentativité
Pêche

Par espèce

$$RP = \frac{\text{capture macrozones}}{\text{capture totale}}$$

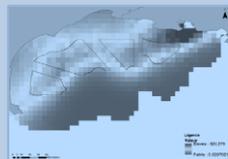
Vulnérabilité
(IUCN, Evaluation stocks)

Par espèce

$$v = 0 \text{ à } 1$$

**Par
Espèce**

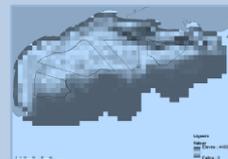
Étapes pour obtenir le risque d'effet



Représentativité
Campagnes halieutiques

Par stade de vie (juvénile/adulte) OU
Par espèce

$$RC = \frac{\text{densité macrozones}}{\text{densité totale}}$$



Représentativité
Pêche

Par espèce

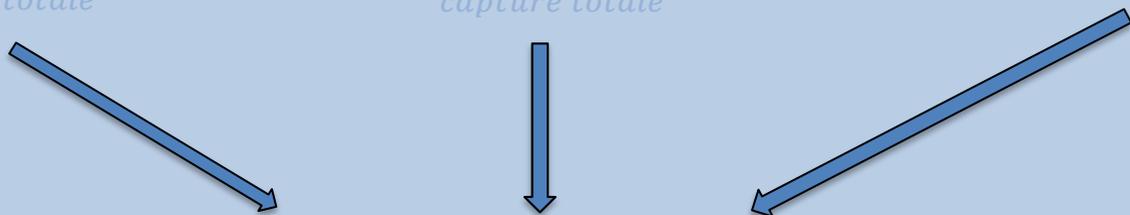
$$RP = \frac{\text{capture macrozones}}{\text{capture totale}}$$

Vulnérabilité
(IUCN, Evaluation stocks)

Par espèce

$$V = 0 \text{ à } 1$$

Par
Espèce



Responsabilité de l'espèce

Calcul intégrant l'enjeu exploitation
moyenne (¼ représentativité pêche + ¼ représentativité campagnes + ½ vulnérabilité)

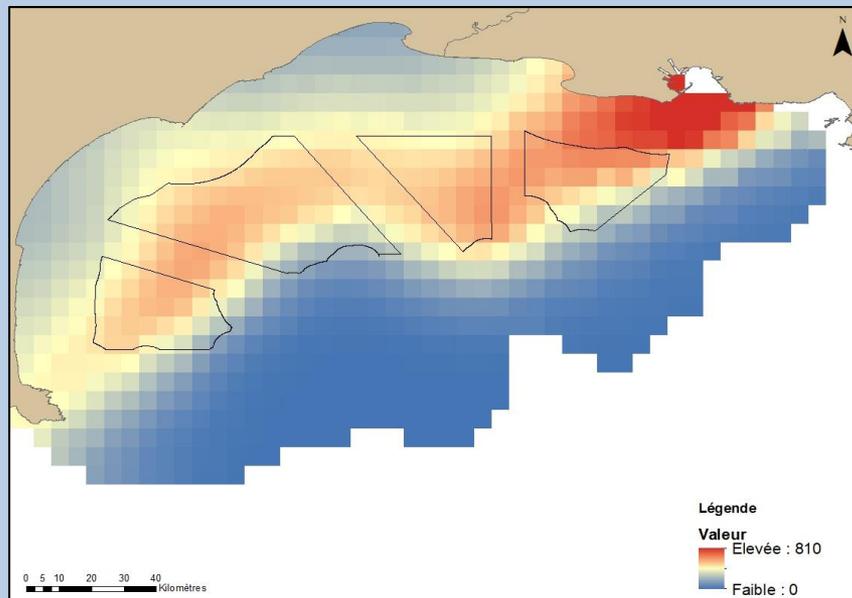
$$\text{Responsabilité} = \frac{((RC+RP)/2) + V}{2}$$

Evaluation de l'incertitude: ré-échantillonnage par bootstrapping

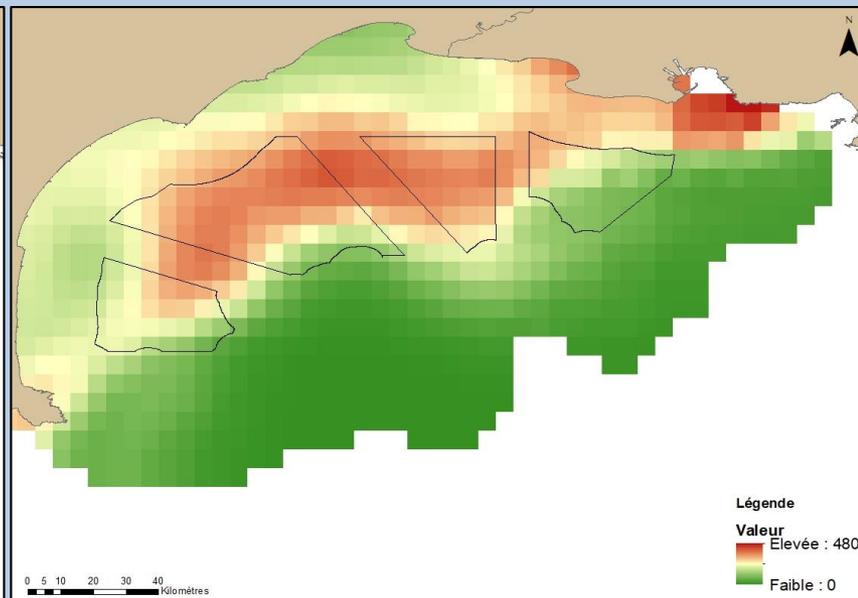
- Permet l'intégration de l'incertitude
- Création d'un nouvel échantillon par tirage aléatoire à partir de l'échantillon initial
- Ré-échantillonnage constant

Evaluation de l'incertitude

Carte densité moyenne 2015-2019



Ecart-type

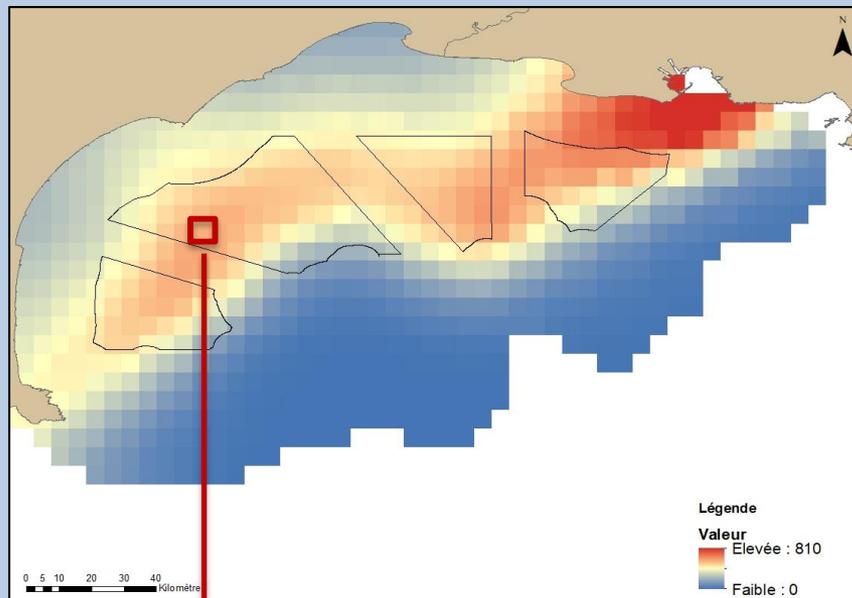


Par

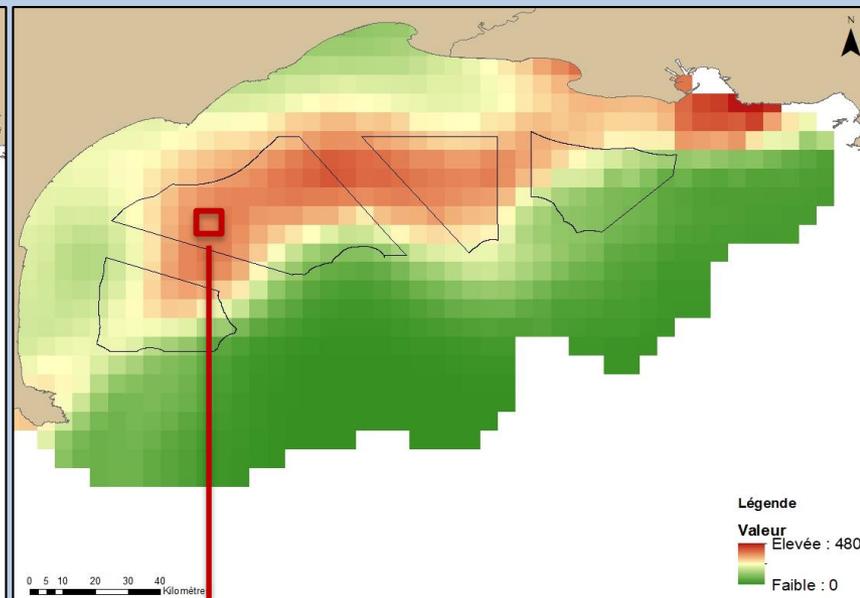
Espèce

Evaluation de l'incertitude

Carte densité moyenne 2015-2019



Ecart-type



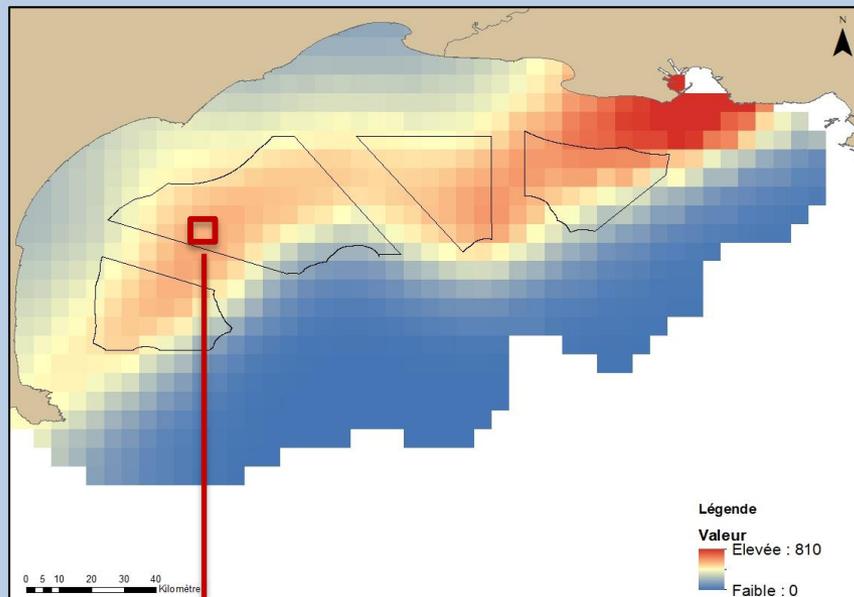
Par

Espèce

Pour ce pixel, la densité est de 467 et l'écart-type est de 331.
 Création d'un intervalle [- 331 : 331] avec 100 valeurs
 Sélection aléatoire d'une valeur à l'intérieur : - 30

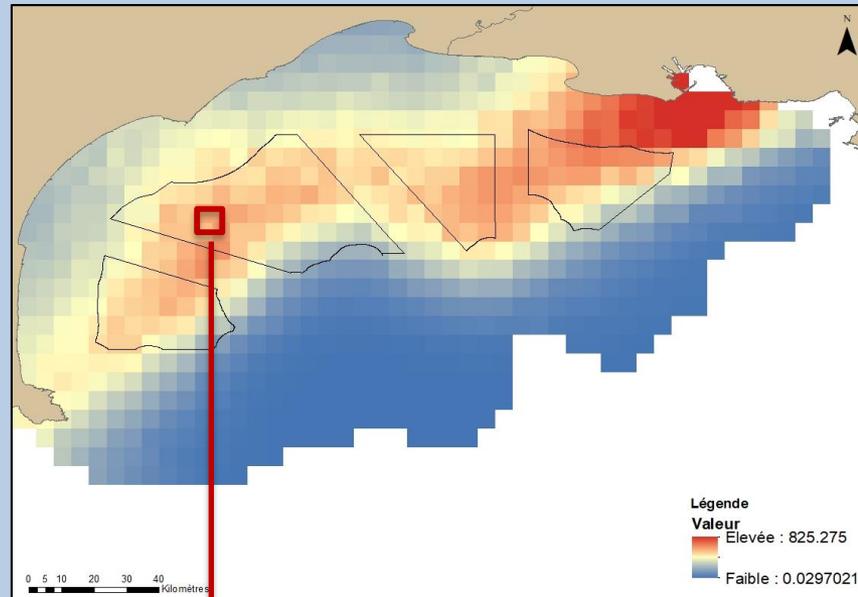
Evaluation de l'incertitude

Carte densité moyenne 2015-2019



Valeur initiale : 467

Carte de densité bruitée



Valeur bruitée : 437

Ajout de la valeur aléatoirement choisie à la carte initiale
Création d'une carte bruitée qui prend en compte l'écart type

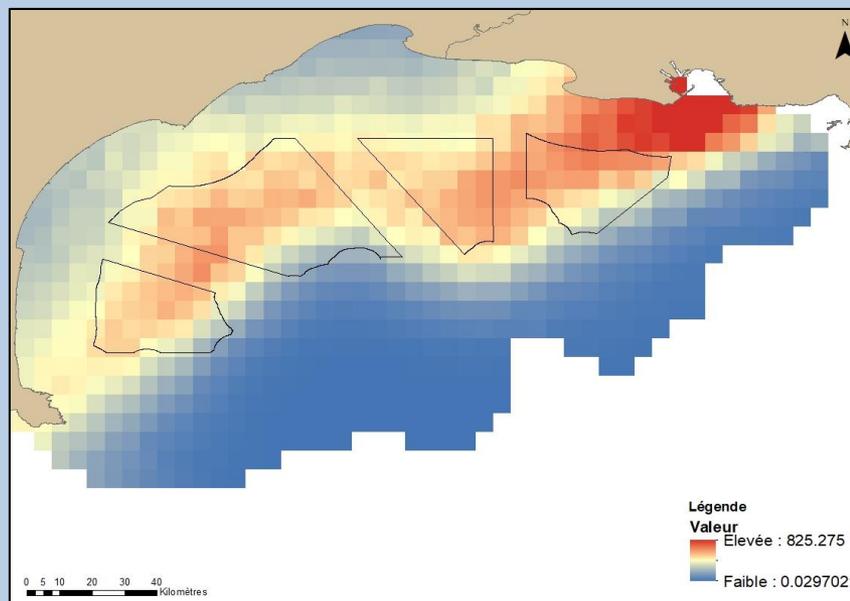
Par
Espèce

Evaluation de l'incertitude

Par

Espèce

Carte de densité bruitée



C'est à partir de cette nouvelle carte que nous allons calculer tous les indices et étapes permettant d'obtenir le risque d'effet.

Evaluation de l'incertitude

MAIS répétition du processus X fois...

Par

Espèce

Evaluation de l'incertitude

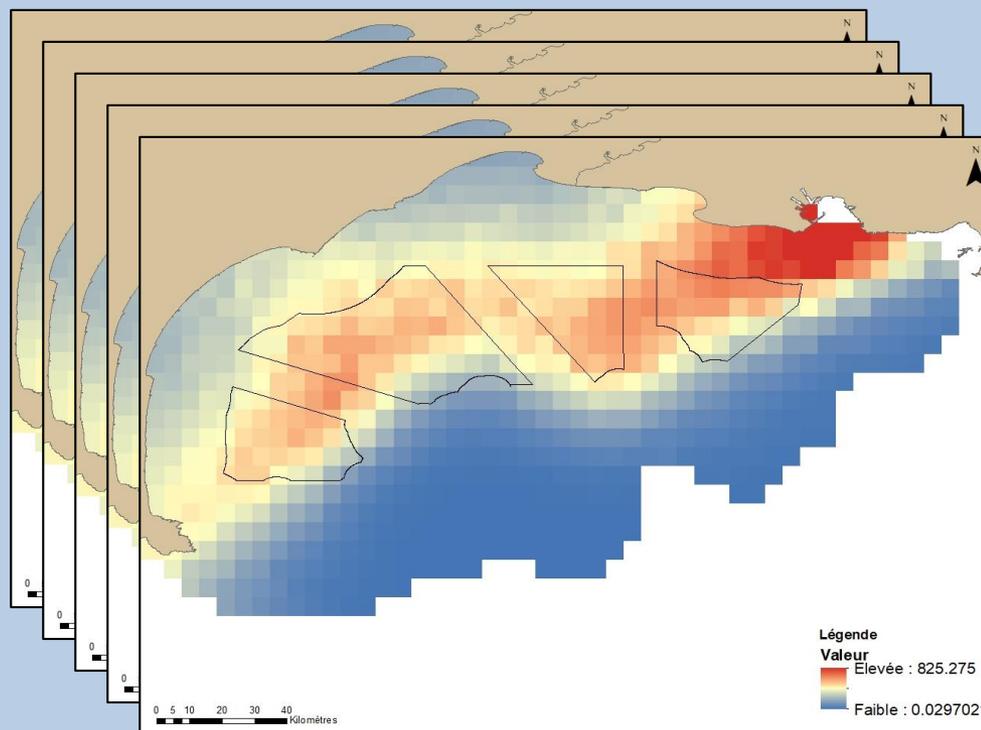
MAIS répétition du processus X fois...

Création d'un intervalle [- 331 : 331] avec 100 valeurs

Sélection de différentes valeurs possibles à chaque fois : - 30, 100, 253, - 309, 5, - 78

= ré-échantillonnage constant

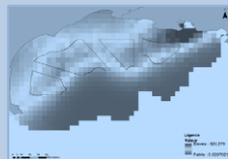
X cartes de densité bruitée possibles



Par

Espèce

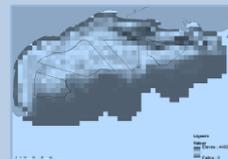
Étapes pour obtenir le risque d'effet



Représentativité
Campagnes halieutiques

Par stade de vie (juvénile/adulte) OU
Par espèce

$$RC = \frac{\text{densité macrozones}}{\text{densité totale}}$$



Représentativité
Pêche

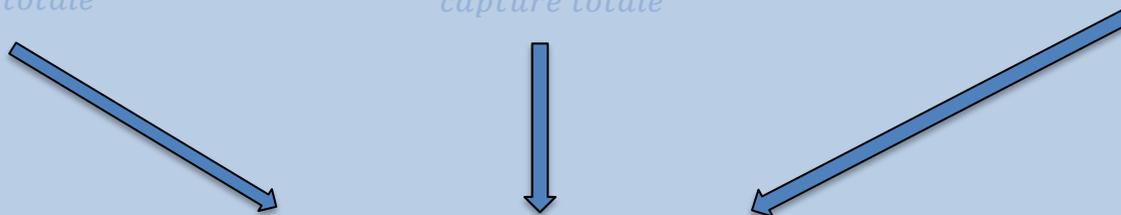
Par espèce

$$RP = \frac{\text{capture macrozones}}{\text{capture totale}}$$

Vulnérabilité
(IUCN, Evaluation stocks)

Par espèce

$V = 0 \text{ à } 1$



Responsabilité de l'espèce

Calcul intégrant l'enjeu exploitation
moyenne ($\frac{1}{4}$ représentativité pêche + $\frac{1}{4}$ représentativité campagnes + $\frac{1}{2}$ vulnérabilité)

$$\text{Responsabilité} = \frac{((RC+RP)/2) + V}{2}$$

Par
Espèce

Étapes pour obtenir le risque d'effet

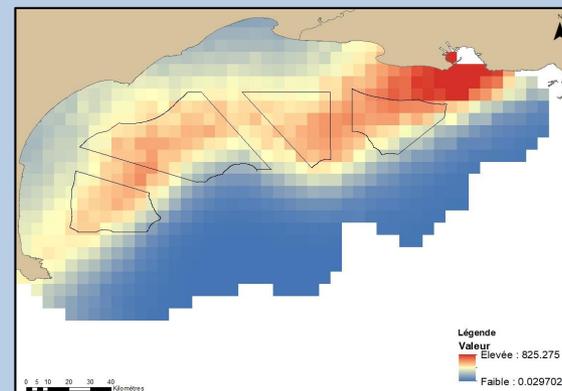
Responsabilité de l'espèce

Par stade de vie ou par espèce

$$\text{Responsabilité} = \frac{((RC+RP)/2) + V}{2}$$

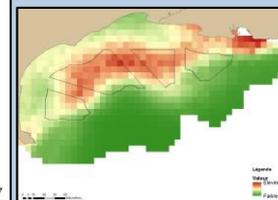
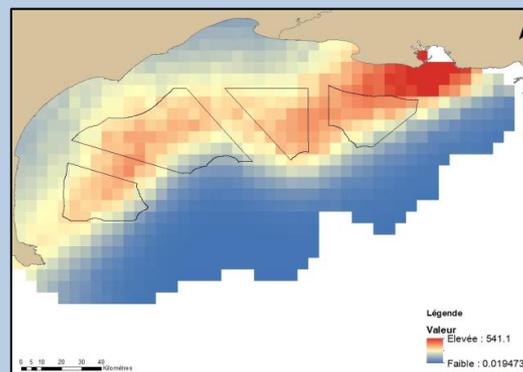
Densité interpolée moyenne
bruitée

Par stade de vie ou par espèce



Multiplication

Enjeu de l'espèce



Par
Espèce

Étapes pour obtenir le risque d'effet

Sensibilité à l'éolien

Matrice de sensibilité à dire d'experts

- Moyenne pondérée des valeurs de sensibilité obtenues pour chaque impact
- Valeur maximale retenue pour obtenir un indice de sensibilité global à l'éolien pour chaque espèce

Par

Espèce

<https://forms.ifremer.fr/lhm/matrice-de-sensibilite-a-leolien-flottant/>

Laboratoire Halieutique Méditerranée

Matrice de sensibilité à l'éolien flottant

Page 1 sur 4

CONTEXTE

Dans le cadre du sixième appel d'offres (AO6) pour l'éolien en mer en France, une étude est réalisée par Ifremer pour identifier les zones de moindre contrainte pour l'ichtyofaune, les mollusques, les crustacés et certains invertébrés benthiques sensibles. Cette étude se focalise sur le Golfe du Lion, en mer Méditerranée mais un grand nombre d'espèces sont également présentes en Atlantique.

L'étude a deux objectifs: 1) évaluer et caractériser le risque associé de ces espèces à l'implantation d'un parc éolien en mer flottant, et 2) protéger les zones fonctionnelles halieutiques et les habitats.

Objectif du questionnaire

Ce questionnaire répond au premier objectif de l'étude et servira à créer une matrice de sensibilité de ces espèces à l'éolien flottant.

La sensibilité est définie comme suit: caractéristique intrinsèque d'une espèce définie par la combinaison de sa capacité à tolérer une pression externe (résistance) et du temps nécessaire à sa récupération suite à une dégradation (résilience).

La sensibilité dans ce questionnaire peut être évaluée comme aucune, faible, modérée, forte ou inconnue.

Ce sondage comporte une page de contexte, une page décrivant un parc éolien flottant et quatre pages portant chacune sur un groupe d'espèce distinct (poisson, mollusque, crustacé, invertébré benthique) et comportant neuf questions chacune (une question par type d'impact de l'éolien). 59 espèces sont évaluées au total.

Étapes pour obtenir le risque d'effet

Par
Espèce

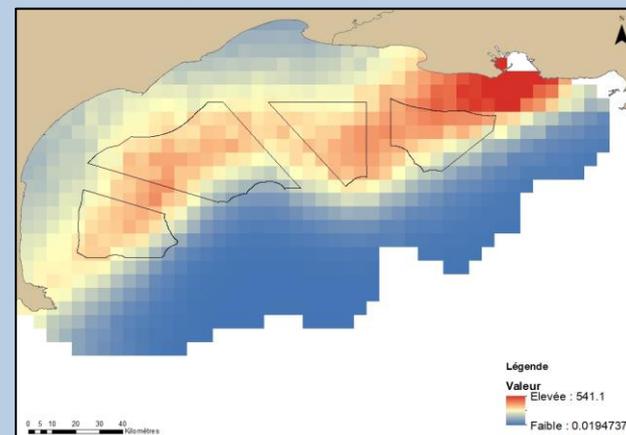
Sensibilité

Matrice de sensibilité à dire d'experts

- Moyenne pondérée des réponses obtenues pour chaque impact
- Valeur maximale retenue par espèce

$$S = \text{maximum}(\text{moyennes pondérées})$$

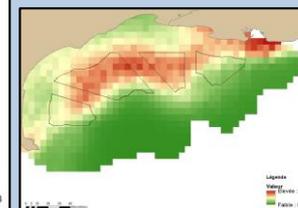
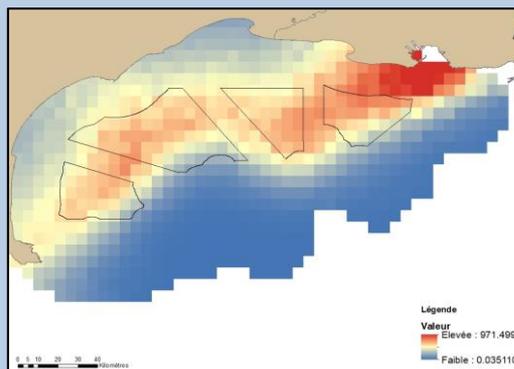
Enjeu de l'espèce



Multiplication

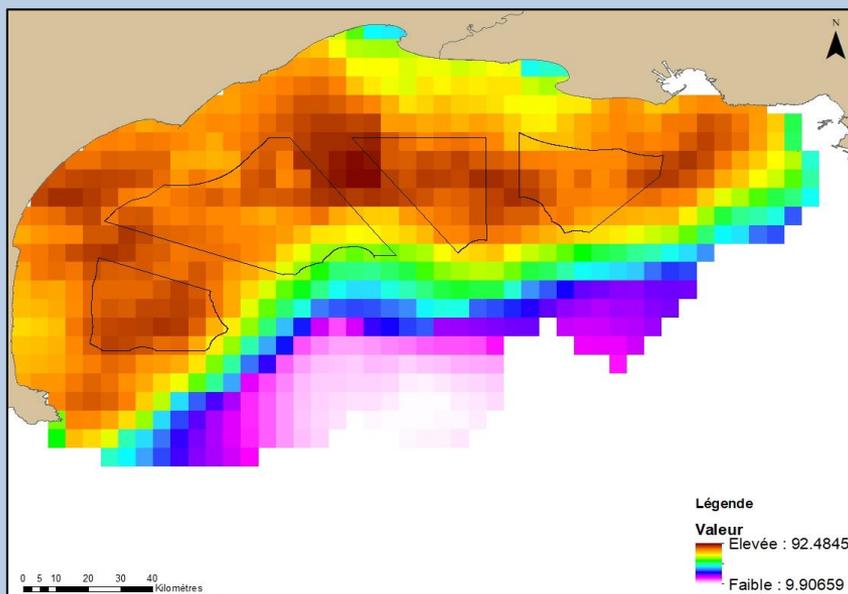
Pondération de l'importance de chaque espèce en fonction de la sensibilité

Risque d'effet de l'espèce

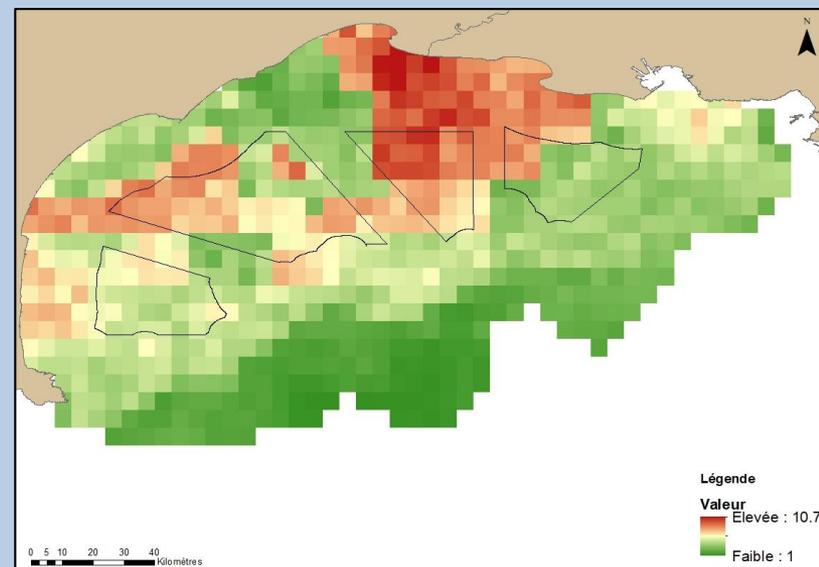


Étapes pour obtenir le risque d'effet

Risque d'effet global (toutes espèces confondues)



Incertitude

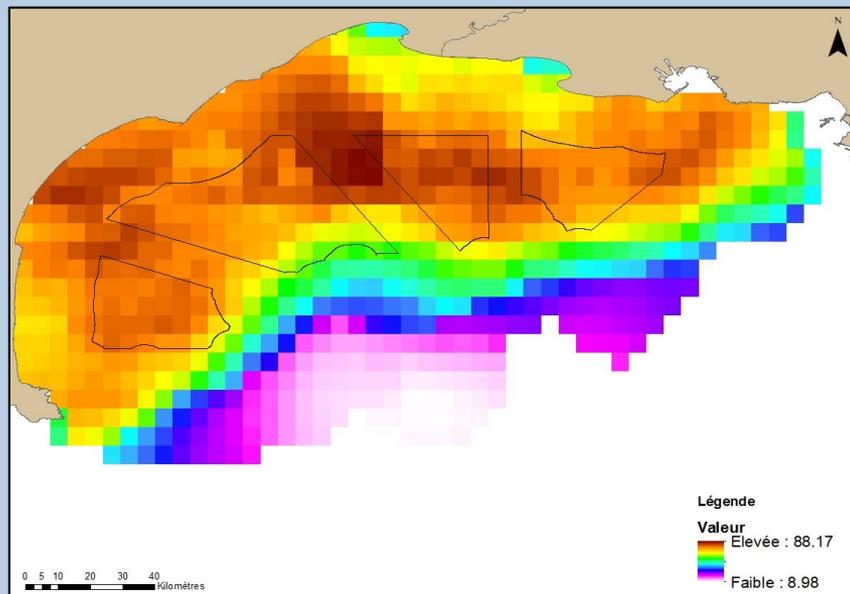


Toutes
Espèces
Confondues

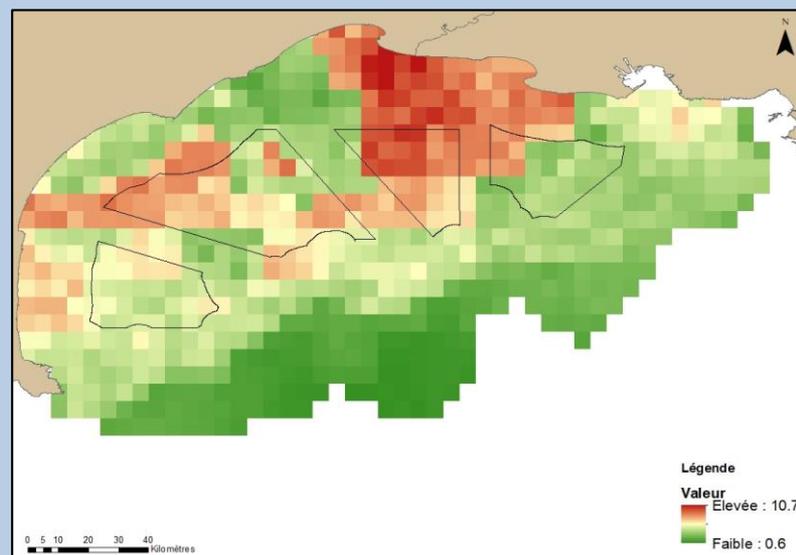
Approche
« raster »

Étapes pour obtenir le risque d'effet

Risque d'effet global sans invertébrés benthiques



Incertitude



Toutes
Espèces
Confondues

Approche
« raster »

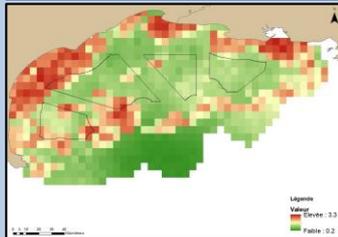
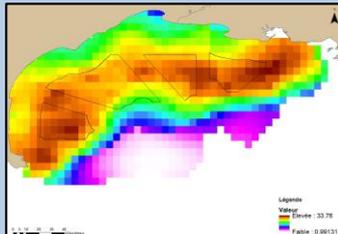
Étapes pour obtenir le risque d'effet

Risque d'effet global décliné par sous-fonction ou groupe

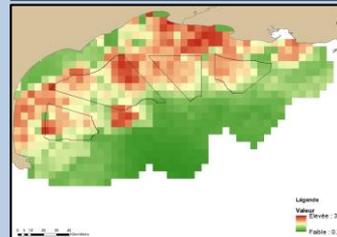
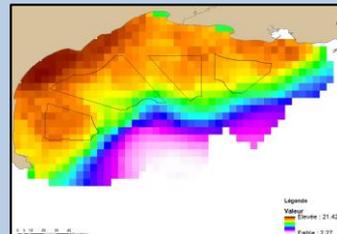
Toutes
Espèces
Confondues

Approche
« raster »

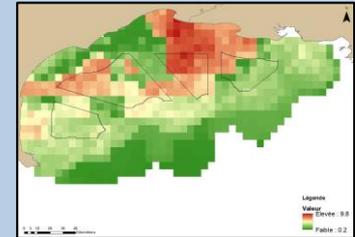
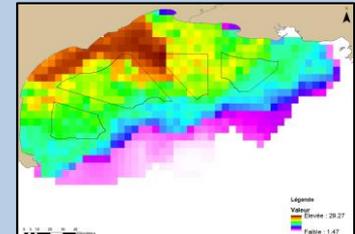
Frayères



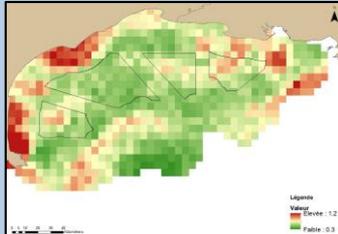
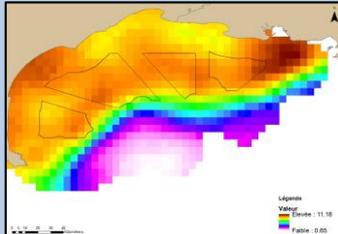
Nourriceries



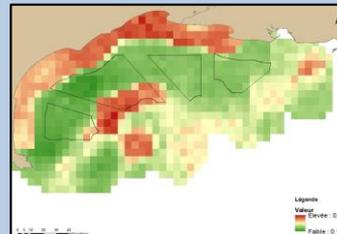
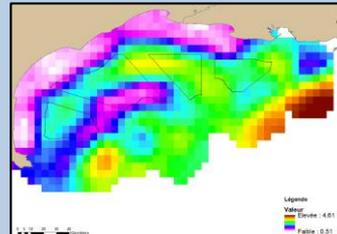
Croissance



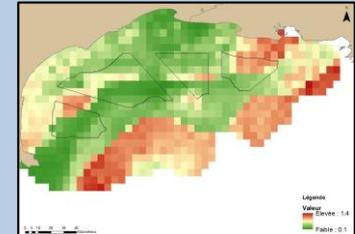
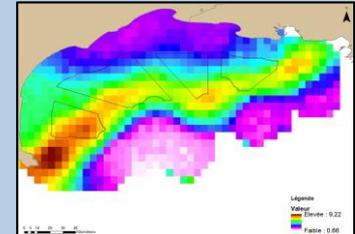
Mollusques



Crustacés



Invertébrés benthiques vulnérables



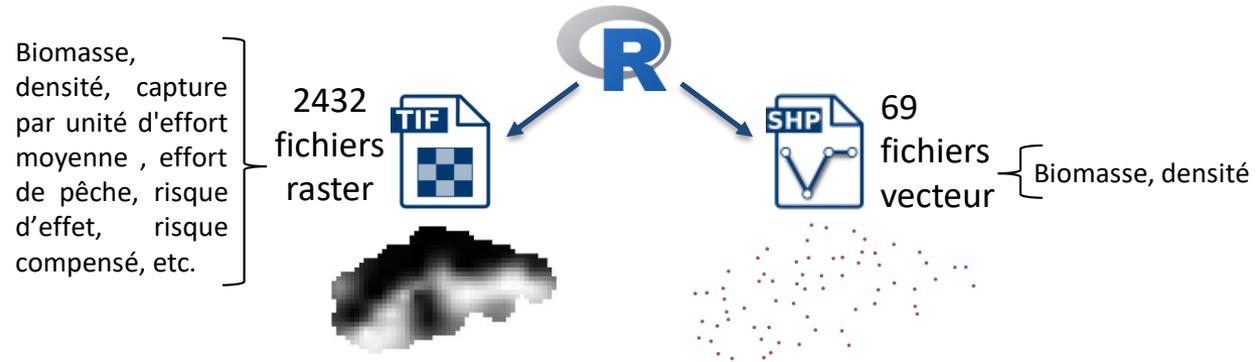
Conclusion

- Risque d'effet plus élevé dans les macrozones A et C
- Risque d'effet le plus élevé dans les zones frayères par rapport aux autres
- Risque d'effet moins élevé dans la macrozone A si pas d'invertébrés benthiques



PUBLICATION DES DONNÉES SUR SEXTANT





Biomasse,
 densité, capture
 par unité d'effort
 moyenne, effort
 de pêche, risque
 d'effet, risque
 compensé, etc.



- python™
- ➔ Définition du système de coordonnées (WGS84 : World Geodetic System 1984)
 - ➔ Génération du fichier MapServer
 - ➔ Création des vignettes pour les fiches de métadonnées des fichiers raster

Biomasse, densité, capture par unité d'effort moyenne, effort de pêche, risque d'effort, risque compensé, etc.



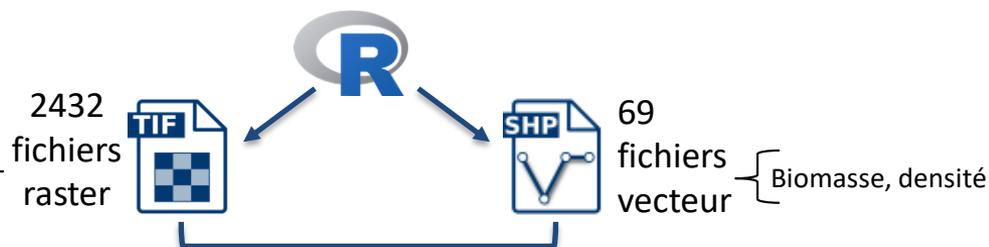
python

- ➔ Définition du système de coordonnées (WGS84 : World Geodetic System 1984)
- ➔ Génération du fichier MapServer
- ➔ Création des vignettes pour les fiches de métadonnées des fichiers raster

MapServer
open source web mapping

- ➔ Publication de 1908 couches en ligne via un service OGC (WMS : Web Map Service)

Biomasse, densité, capture par unité d'effort moyenne, effort de pêche, risque d'effet, risque compensé, etc.



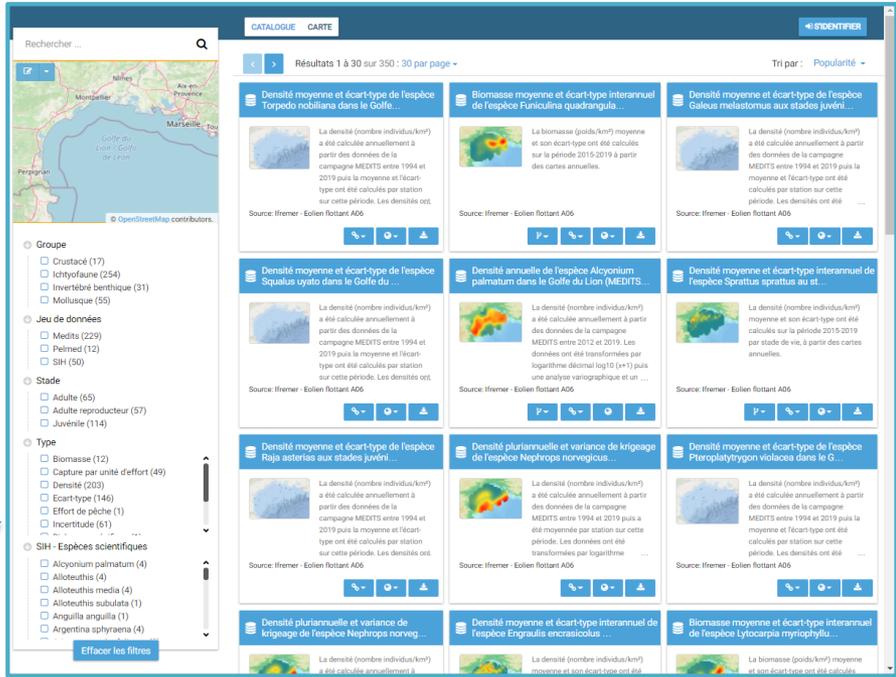
- ➔ Définition du système de coordonnées (WGS84 : World Geodetic System 1984)
- ➔ Génération du fichier MapServer
- ➔ Création des vignettes pour les fiches de métadonnées des fichiers raster



- ➔ Publication de 1908 couches en ligne via un service OGC (WMS : Web Map Service)



- ➔ Catalogue de métadonnées
- ➔ API (Application Programming Interface) dédiée à cette étude
- ➔ Consultation cartographique en ligne
- ➔ Attribution d'un DOI à chaque fiche métadonnée



https://www.ifremer.fr/sextant_doc/pages/eolien_en_mer.html

	Paramètre	Année min	Année max	Nb fiches
RASTER	➤ Biomasse :			
	- annuelle + variance de krigeage annuelle	2012	2019	4
	- moyenne + écart-type interannuel	2015	2019	2
	➤ Densité :			
	- annuelle + variance de krigeage annuelle	1994	2019	76
	- moyenne + écart-type interannuel	2015	2019	25
	- pluriannuelle + variance de krigeage	1994	2019	63
	➤ Capture par unité d'effort moyenne + écart-type	2015	2019	49
➤ Effort de pêche moyen et écart-type	2015	2019	1	
➤ Richesse spécifique et incertitude	2015	2019	1	
➤ Risque compensé global et incertitude	2015	2019	1	
➤ Risque d'effet :				
- global et incertitude	2015	2019	1	
- par espèce et incertitude	2015	2019	58	
VECTEUR	➤ Biomasse moyenne et écart-type	2012	2019	6
	➤ Densité moyenne et écart-type	1994	2019	63
TOTAL :				350

Merci pour votre attention