

Saumon & Truite de mer : Des outils scientifiques au service de leur protection  
17 & 18 MAI 2022 - Pléneuf Val André (FR – 22)

# Quels impacts potentiels des parcs éoliens offshore sur les salmonidés ?



©Wikipedia

©Normandie heritage

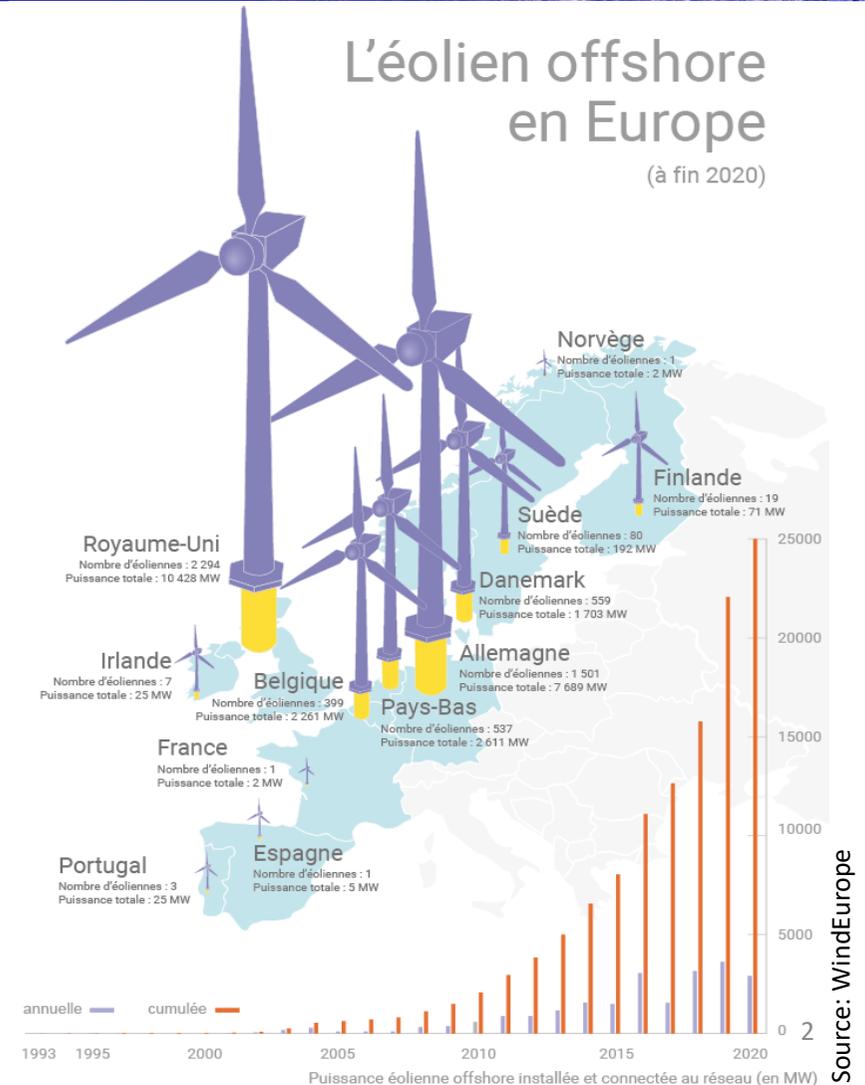


Anthony **ACOU** (UAR PatriNat & Pole R&D MIAME), Antonin **GIMARD** (DF MMN OFB) & Lydie **COUTURIER** (FEM)

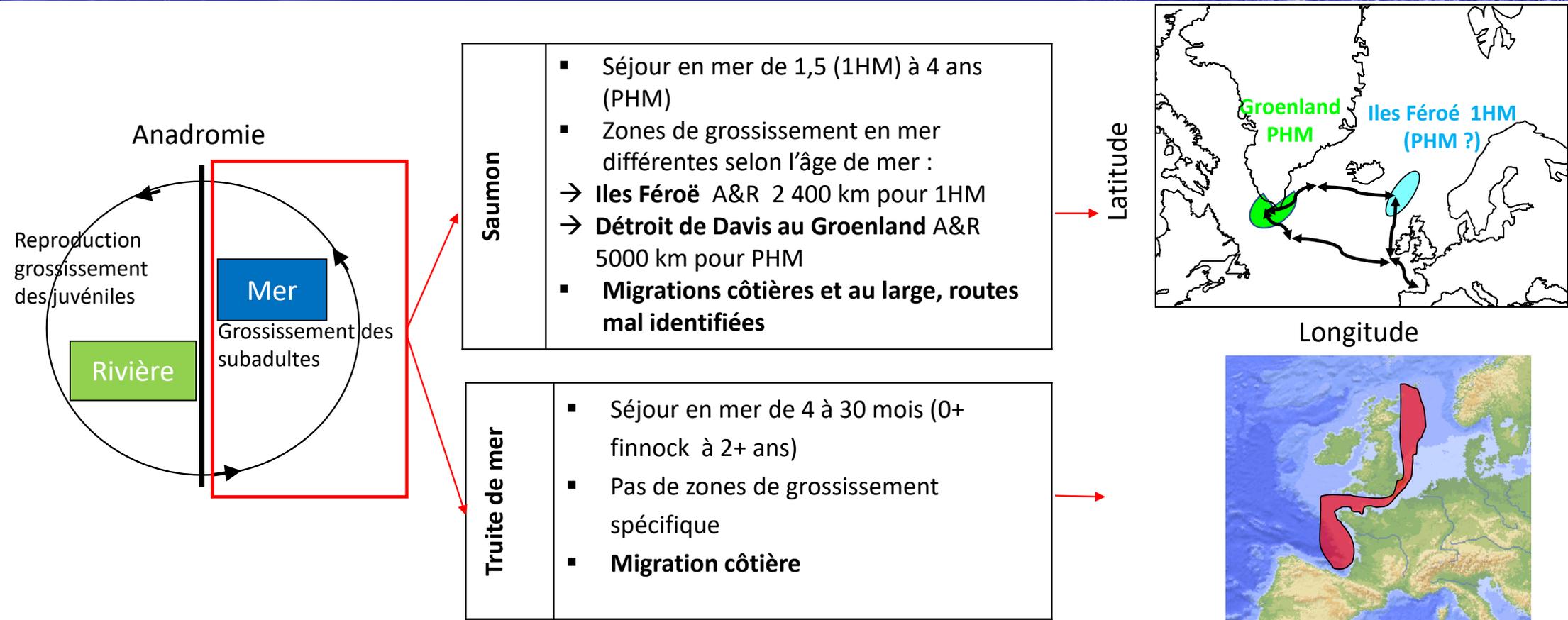


# Nécessité de basculer vers une production d'énergie non carbonée

- **Forte potentialité de l'éolien en mer (vs terre)**  
les vents sont plus forts et plus réguliers, et les éoliennes sont plus grandes et plus puissantes...
- **Etat des lieux du parc européen (2020)**
  - 5402 éoliennes offshore connectées aux réseaux électriques en Europe (**25 GW**)
  - 99% de la production par 5 pays (Royaume Uni, Allemagne, Pays Bas, Belgique, Danemark)
- **France très en retard mais ambitieuse**  
objectif de produire 40% d'électricité d'origine renouvelable d'ici 2030 (19.1% en 2022)  
  
Investissement massif dans éolien offshore  
→ **2,4 GW en 2023**  
→ **de 5,2 à 6,2 GW en 2028**



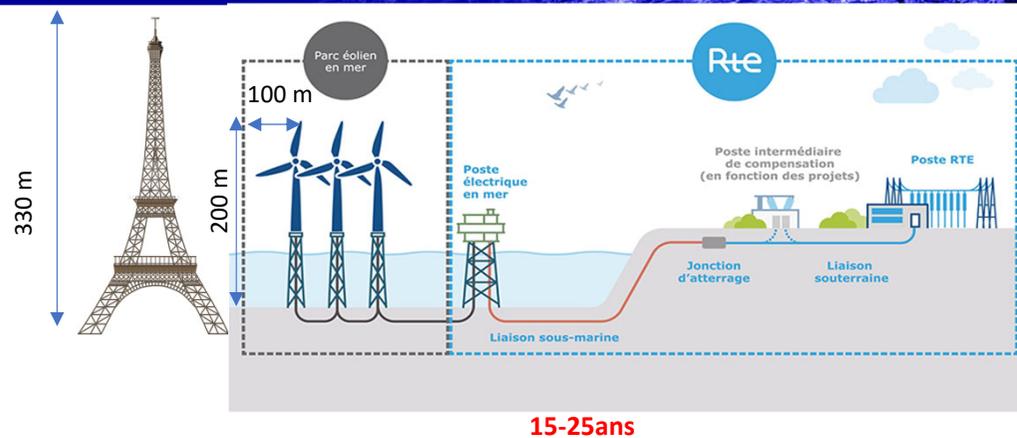
# Migration pélagique côtière et/ou large des salmonidés



- Utilisation de stimuli environnementaux (courants, gradients de température, champs magnétiques terrestres, son, etc.) pour s'orienter et naviguer...
- Quel(s) impact(s) de l'éolien offshore sur ces espèces migrantes ?

# Considérations spatiales et temporelles

- **Localisation sur le corridor migratoire**
- **Ampleur du projet**
  - Surface du parc, nombre et hauteur des éoliennes
  - Longueur du réseau de câbles sous marins
  - ...



## Phase du projet

### 1. Prospection



Techniques acoustiques



Ferage  
Carottage



© France energie marine

### 2. Construction / 4. Démantèlement

Navire jack-up pouvant servir à l'installation de fondations posées  
(photo : K. E. Vinding / Pixabay)

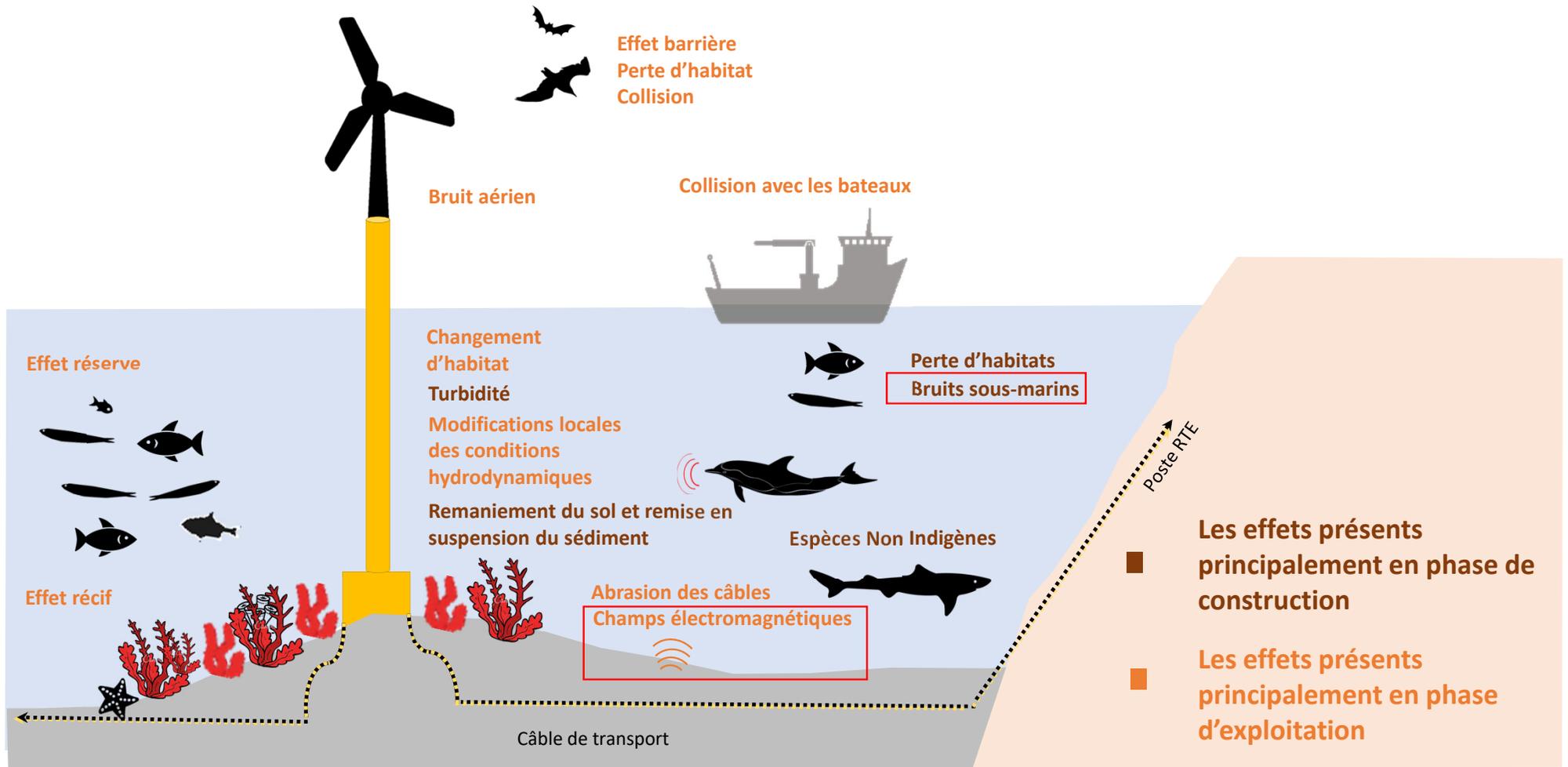


### 3. Exploitation

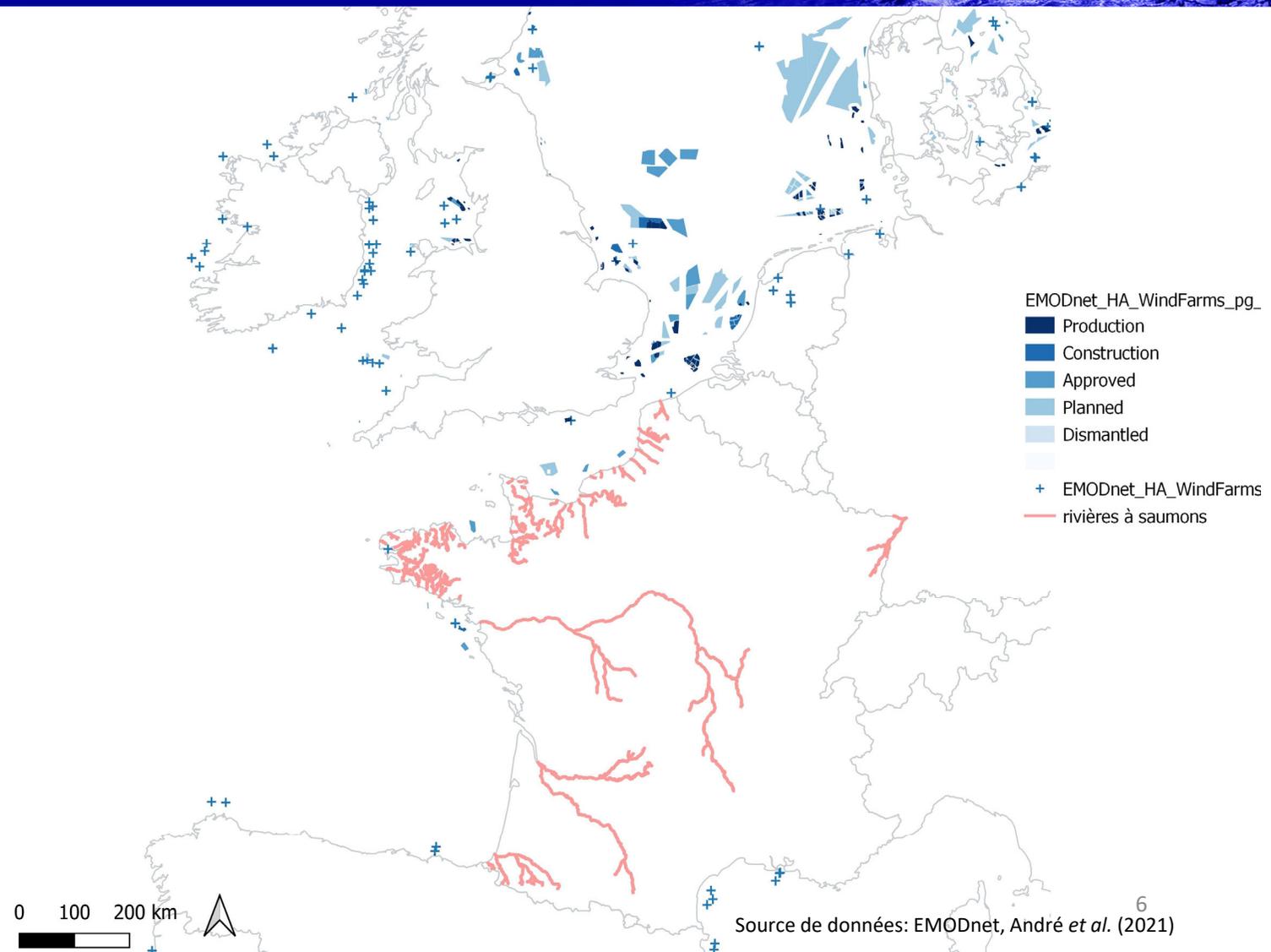


© XXX

# Effets et impacts écologiques d'un parc éolien offshore (PEO) et de son raccordement

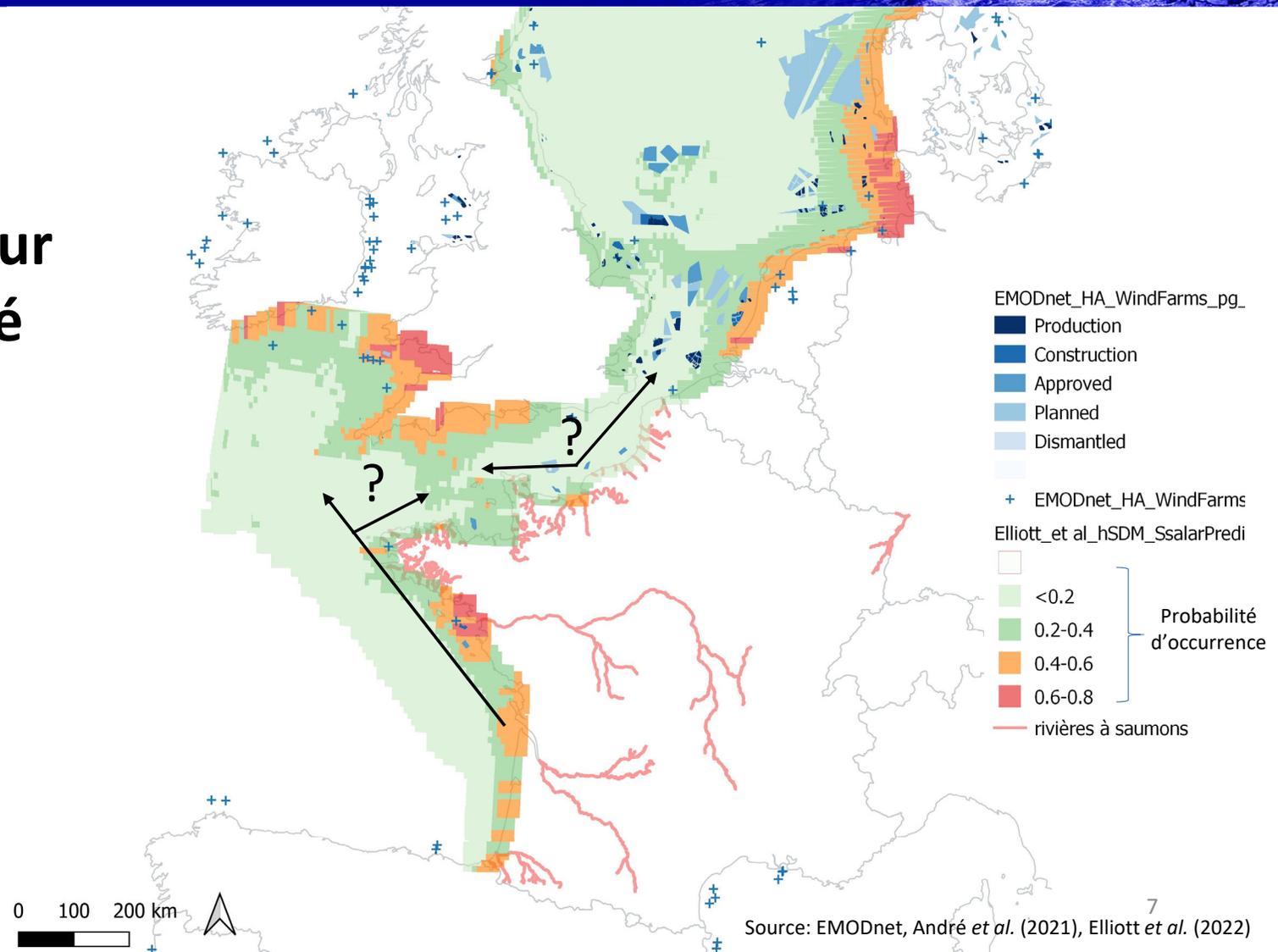


# Des EMR sur le(s) voie(s) migratoire(s) du saumon ?



# Des EMR sur le(s) voie(s) migratoire(s) du saumon ?

Quelle(s) route(s) pour atteindre le îles Féroé ou le Groenland ?



# Des EMR sur le(s) voie(s) migratoire(s) du saumon ?

www.nature.com/scientificreports

**scientific reports**

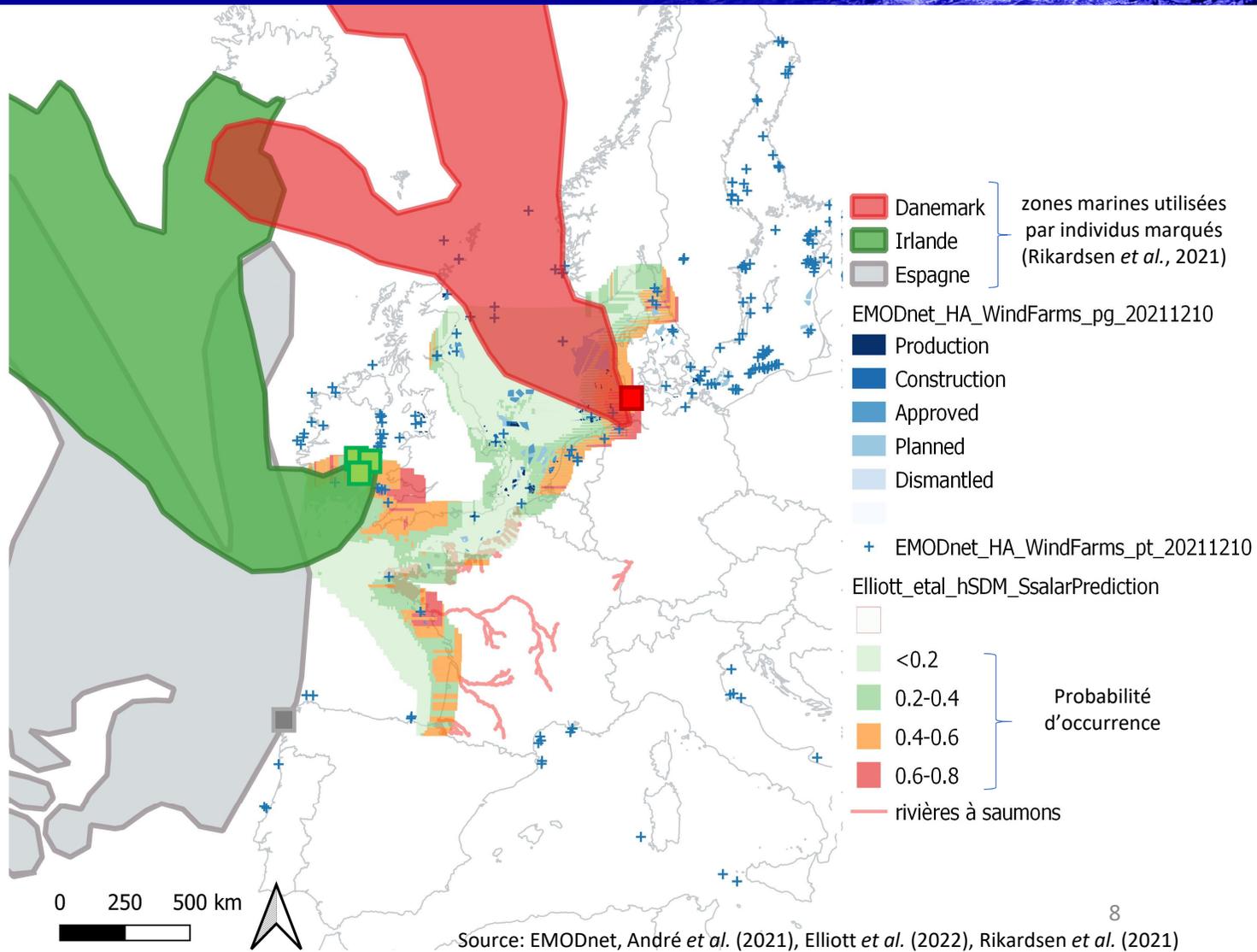
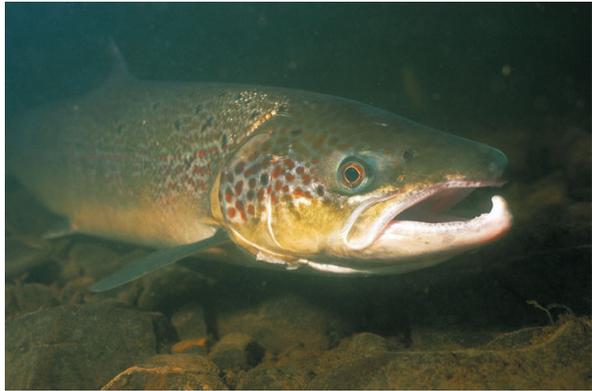
OPEN **Redefining the oceanic distribution of Atlantic salmon**

Audun H. Rikardsen<sup>1,3</sup>, David Righton<sup>2</sup>, John Fredrik Strøm<sup>1</sup>, Eva B. Thorstad<sup>1,3</sup>, Patrick Gargan<sup>4</sup>, Timothy Sheehan<sup>5</sup>, Finn Økland<sup>1</sup>, Cedar M. Chittenden<sup>1</sup>, Richard D. Hedger<sup>1</sup>, Tor F. Næsje<sup>1</sup>, Mark Renkawitz<sup>6</sup>, Johannes Sturlaugsson<sup>6</sup>, Pablo Caballero<sup>7</sup>, Henrik Baktoft<sup>8</sup>, Jan G. Davidsen<sup>9</sup>, Elina Halttunen<sup>1</sup>, Serena Wright<sup>2</sup>, Bengt Finstad<sup>10</sup> & Kim Aarestrup<sup>9</sup>

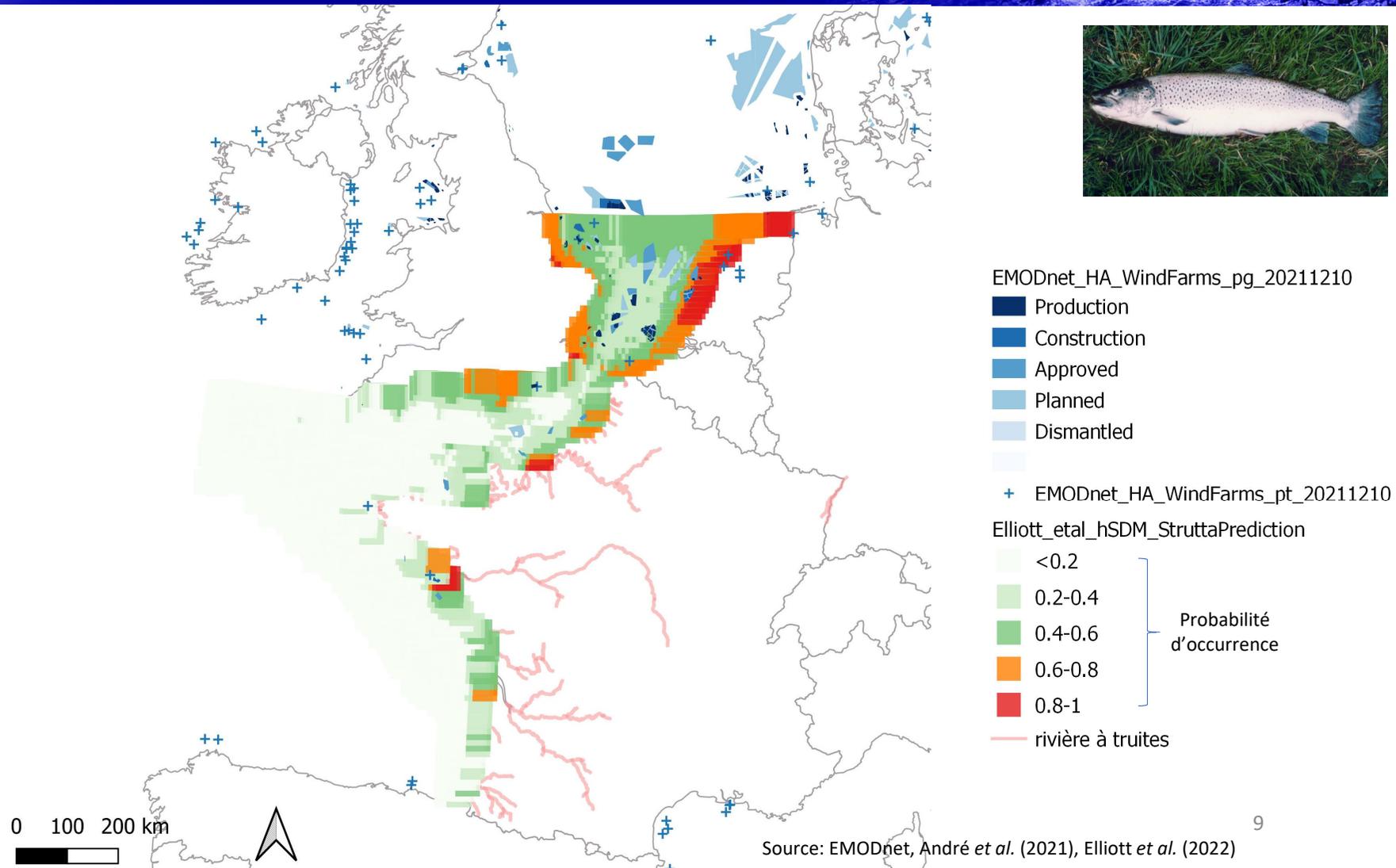
Scientific Reports | (2021) 11:12266 | <https://doi.org/10.1038/s41598-021-91137-y> nature portfolio



- Marquage de post-reproducteurs (70-100 cm; 2,5-7 kg)
- Quid des smolts ?

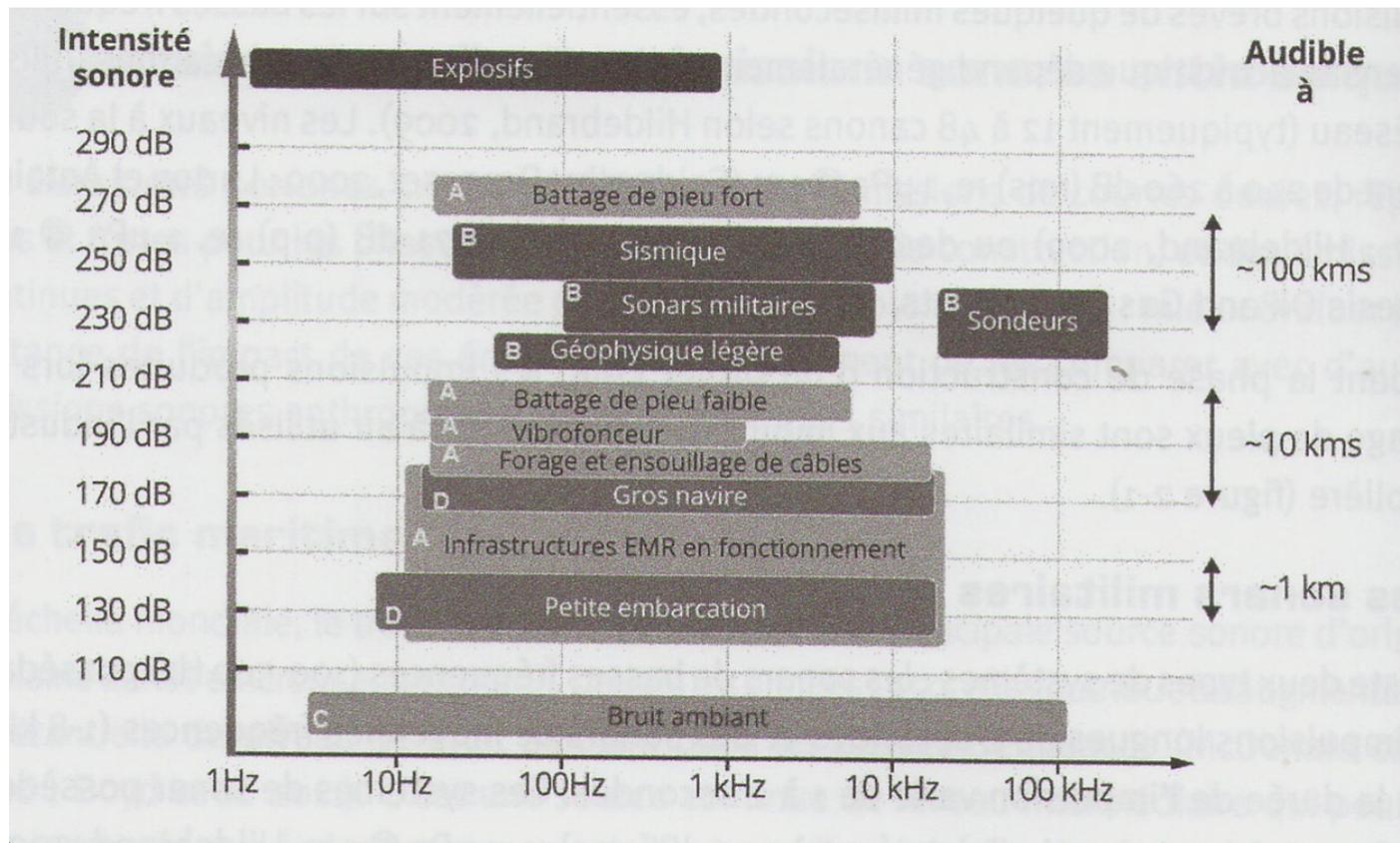


# Des EMR sur le(s) voie(s) migratoire(s) de la truite de mer ?



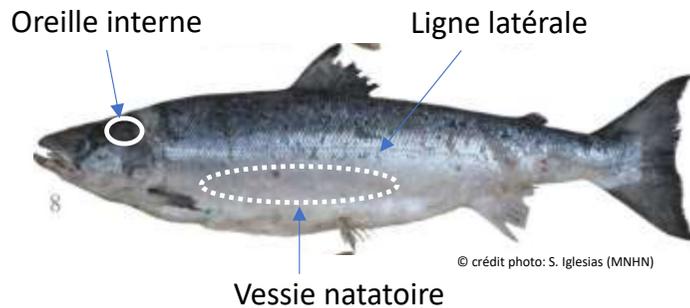
# Production sonore des PEO

Caractéristiques des sources sonores des **projets éoliens offshore (A)** comparées à d'autres émissions sonores humaines (B) au bruit ambiant naturel (C) et trafic maritime seul (D)



Source: Chauvaud *et al.*, 2018

# Audition des salmonidés



## Performance du système auditif

| Groupe  | Espèces                 | Fréquences perçues                    |
|---|-------------------------|---------------------------------------|
| VN absente ou réduite                                       | Requins, poissons plats | < 1 kHz                               |
| VN non connectée  | Salmonidés<br>Thons     | < 1 – 800 Hz<br>50 – 1,1 kHz          |
| VN connectées à l'oreille interne via les osselets de Weber | Carpes, silures         | Jusqu'à 4 kHz                         |
| VN se prolonge jusqu'à l'oreille interne                    | Clupéiformes: aloses    | Jusqu'à 180 kHz pour alose savoureuse |

Source: Poper et Fay, 2011

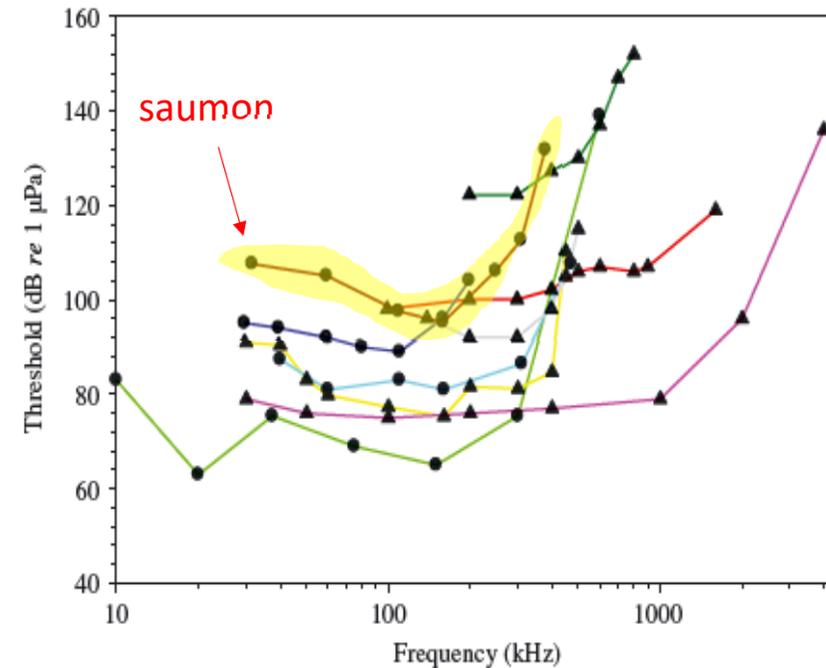
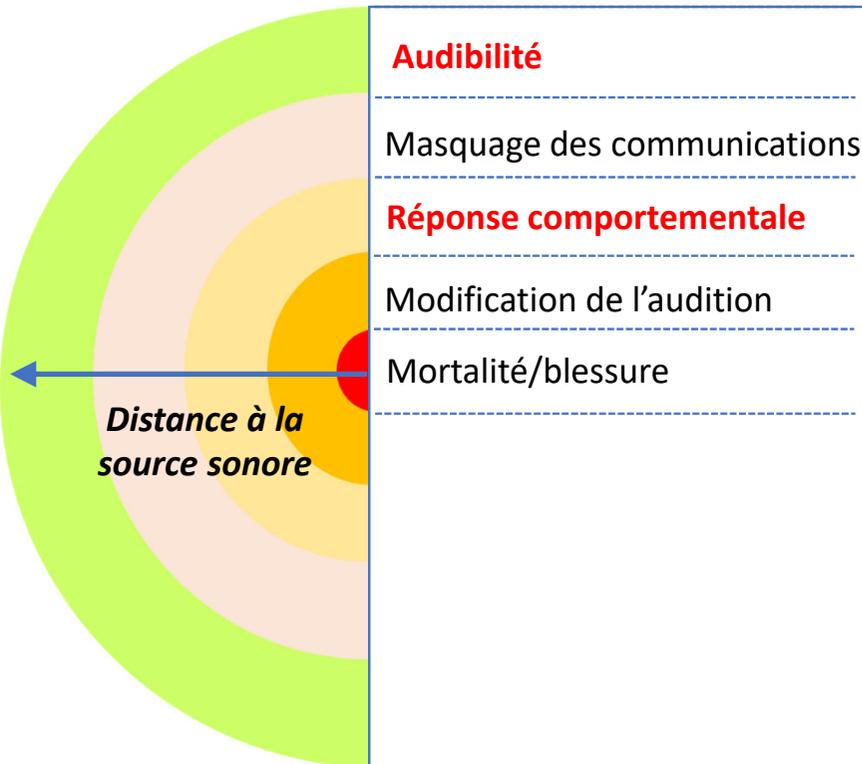


FIG. 1. Audiograms of teleosts regularly occurring in U.K. waters:  $\blacktriangle$ , *Dicentrarchus labrax* (Nedwell *et al.*, 2004);  $\bullet$ , *Gadus morhua* (Offit, 1974);  $\blacktriangle$ , *G. morhua* (Hawkins & Myrberg, 1983);  $\bullet$ , *Limanda limanda* (Chapman & Sand, 1974);  $\blacktriangle$ , *Clupea harengus* (Enger, 1967);  $\bullet$ , *Pollachius pollachius* (Chapman, 1973);  $\blacktriangle$ , *P. pollachius* (Chapman & Hawkins, 1969);  $\bullet$ , *Salmo salar* (Hawkins & Johnstone, 1978);  $\blacktriangle$ , *Raja erinacea* (Casper *et al.*, 2003) (included for comparison of an elasmobranch).

Source: Gill *et al.*, 2012

# Effets des pressions sonores d'un PEO sur les salmonidés

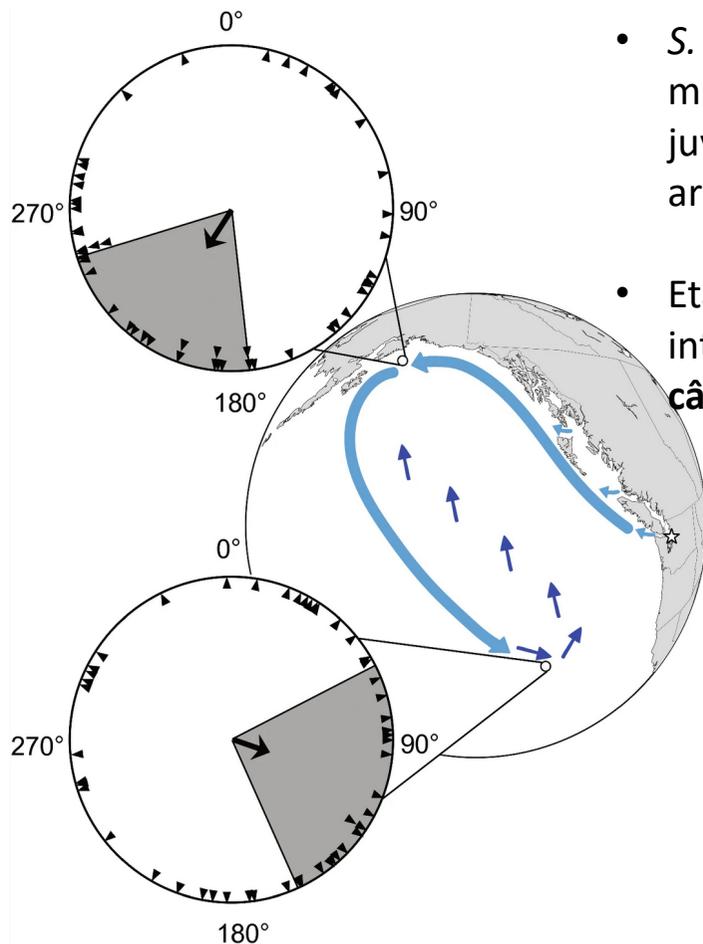


Impact en fonction de la distance à la source sonore  
(adapté de Kikuchi *et al.*, 2020)

- Saumons capables de détecter un PEO en phase d'exploitation entre 0,4-0,5 km (Wahlberg et Westerberg, 2005) et 1km (Thomsen *et al.*, 2006), battage de pieu à +s kms.
- **Evitement** des zones à forte intensité sonore (< 10 Hz) des smolts (Knudsen *et al.*, 1994; Mueller *et al.*, 1998) et/ou augmentation du stress (*S. salar*; Sverdrup *et al.*, 1994)
- **Pas ou peu de réponses comportementales/physiologiques** de salmonidés soumis à des bruits simulant des battages de pieu en conditions expérimentales (Nedwell *et al.*, 2006; Harding *et al.*, 2016) ou par modélisation (Mason *et al.*, 2012)
- Aucune évidence d'une perte d'audition (temporaire ou permanente) ou de mortalités/blessures pour individus distants à 400 m (Nedwell *et al.*, 2003; 2006)

# Quel impact de la modification des champs électromagnétiques (CEM) au niveau des câbles de raccordement ?

- *S. salar* utilise les champs magnétiques terrestres pour s'orienter pendant sa migration océanique (e.g. Rommel & McCleave, 1973; Moore *et al.*, 1990). Les juvéniles de *S. trutta* sont sensibles aux champs magnétiques terrestres et artificiels (Formicki *et al.*, 2004; Gill *et al.*, 2012)
- Etat des connaissances suggère que les CEM des raccordements pourraient interférer sur la migration des salmonidés **si leur route migratoire croisait des câbles à des profondeurs < 20 m.**
  - les effets attendus sont (Gill *et al.*, 2010):
    - i) modification temporaire de la direction de nage,
    - ii) évitement significatif de la zone
    - iii) des retards de migration



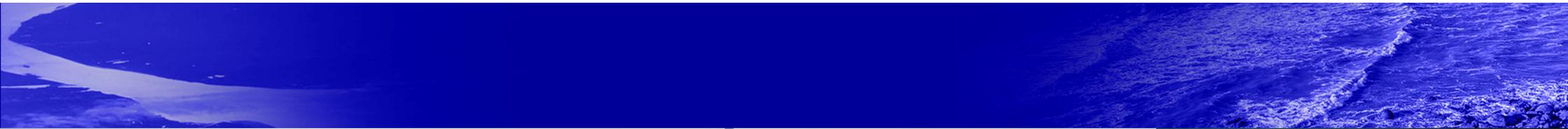
Orientation de juvéniles d'un salmonidé (*O. gorbuscha*) en fonction des champs magnétiques dans le Pacifique (Putman *et al.*, 2020)



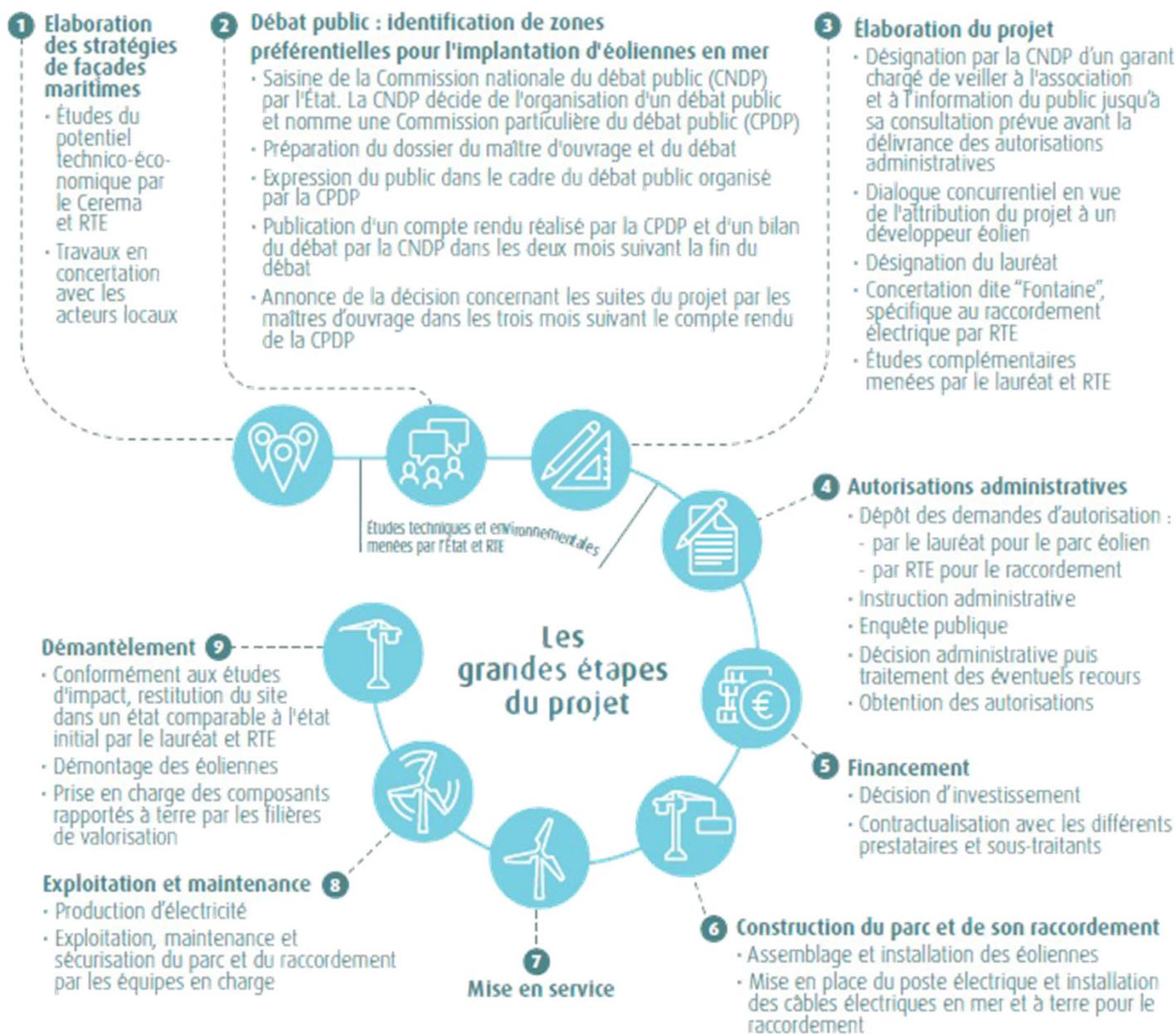
© DR

## Conclusion

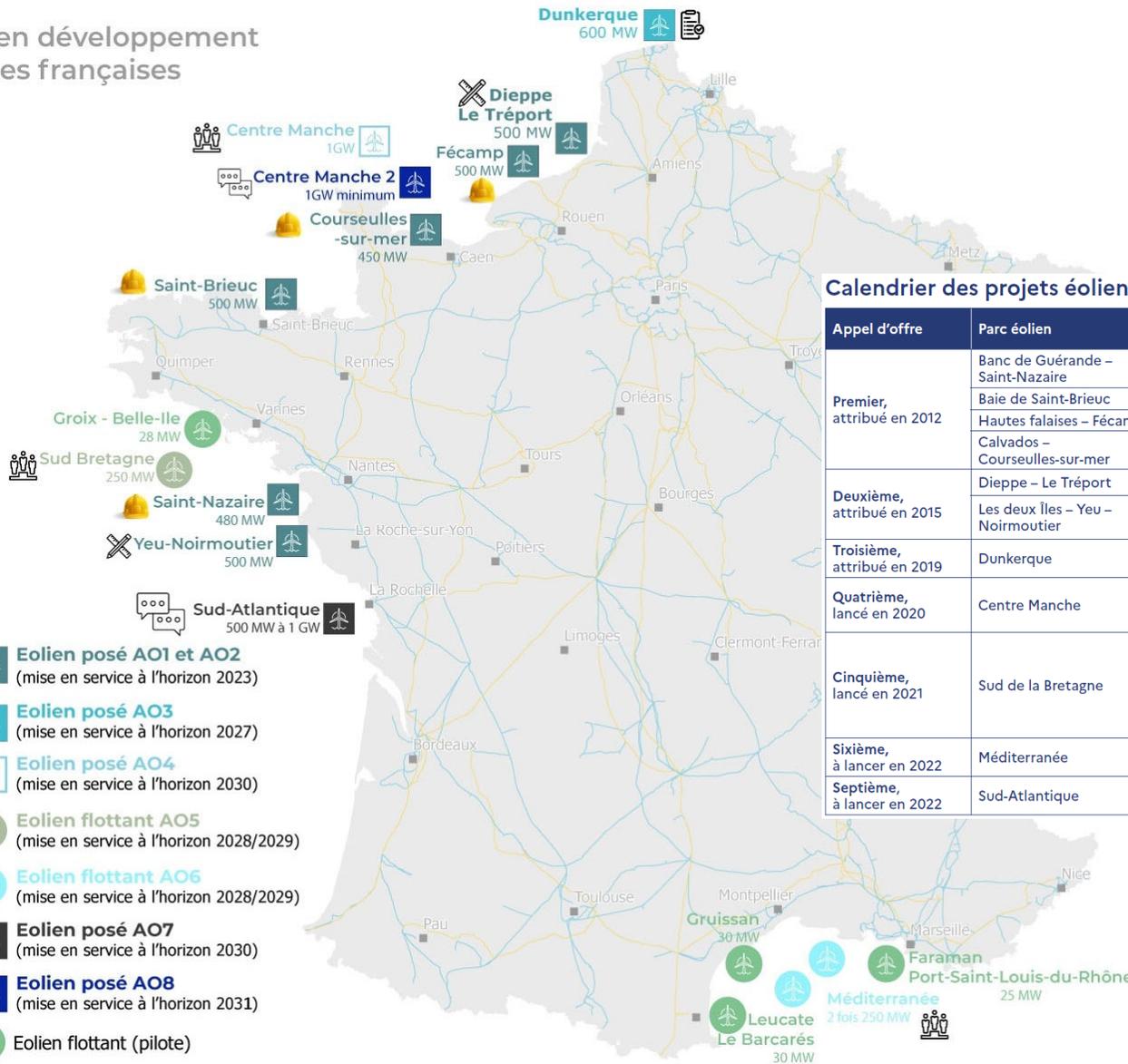
- Manque de connaissance: routes de migration et seuils d'impacts des pressions
- Les impacts acoustiques apparaissent modérés (sauf phase de construction) et localisés
- Les impacts liés aux modifications des CEM sont localisés mais permanents
- Compte-tenu de sa dépendance au milieu côtier, *S. trutta* (notamment les populations de Manche-Mer du Nord) pourrait être plus exposée aux pressions que *S. salar*
- Impacts d'autres pressions (émission lumière, anoxie, pollution chimique, modification habitat/courantologie, etc.) et leur EFFET CUMULÉ sur les corridors migratoires non considérées
- Salmonidés (et amphihalins) sont déjà fragilisés, les impacts de ces pressions « nouvelles » doivent être évalués et pris en compte dans les politiques publiques



**MERCI DE VOTRE  
ATTENTION**



# Projets éoliens en mer en développement sur les façades maritimes françaises



## Calendrier des projets éoliens en mer en France

| Appel d'offre               | Parc éolien                       | État actuel  | Date prévisionnelle de mise en service du parc |
|-----------------------------|-----------------------------------|--|--|
| Premier, attribué en 2012   | Banc de Guérande – Saint-Nazaire  | Travaux  | Fin 2022                                       |
|                             | Baie de Saint-Brieuc              | Travaux  | Fin 2023                                       |
|                             | Hautes falaises – Fécamp          | Travaux  | Fin 2023                                       |
|                             | Calvados – Courseulles-sur-mer    | Travaux  | 2024   |
| Deuxième, attribué en 2015  | Dieppe – Le Tréport               | Développement  | 2026   |
|                             | Les deux Îles – Yeu – Noirmoutier | Développement  | 2026   |
| Troisième, attribué en 2019 | Dunkerque                         | Études et préparation du dossier de demande d'autorisations  | 2027   |
| Quatrième, lancé en 2020    | Centre Manche                     | Dialogue concurrentiel avec les candidats de la procédure de mise en concurrence   | Horizon 2028-2029                              |
| Cinquième, lancé en 2021    | Sud de la Bretagne                | Lancement de la procédure de mise en concurrence avec la publication de l'appel public à la concurrence. Présélection des candidats en vue du dialogue concurrentiel | Horizon 2028-2029                              |
| Sixième, à lancer en 2022   | Méditerranée                      | Débat public   | Horizon 2028-2029                              |
| Septième, à lancer en 2022  | Sud-Atlantique                    | Débat public   | Horizon 2029-2030                              |

### Réseaux électriques existants

- Lignes 225kV
- Lignes 400kV

### Étapes du projet

- Débat public ou concertation
- Mise en concurrence
- En développement
- Obtention des autorisations
- En travaux

**Eolien posé AO1 et AO2**  
(mise en service à l'horizon 2023)

**Eolien posé AO3**  
(mise en service à l'horizon 2027)

**Eolien posé AO4**  
(mise en service à l'horizon 2030)

**Eolien flottant AO5**  
(mise en service à l'horizon 2028/2029)

**Eolien flottant AO6**  
(mise en service à l'horizon 2028/2029)

**Eolien posé AO7**  
(mise en service à l'horizon 2030)

**Eolien posé AO8**  
(mise en service à l'horizon 2031)

**Eolien flottant (pilote)**