

The background image shows a vast ocean with several wind turbines in the distance. Two seabirds, possibly terns, are captured in flight in the foreground, their wings spread. The sky is a clear, pale blue. The overall scene suggests a conflict or coexistence between natural wildlife and modern renewable energy infrastructure.

Oiseaux marins et éolien en mer : enjeux et projets de R&D

Sylvain Michel, Agence des aires marines protégées



Plan de la présentation



1. Contexte : développement de l'éolien maritime

- en Europe
- en France

2. Impacts potentiels entre oiseaux et projets éoliens en mer

- typologie des impacts
- impacts induits et indirects
- mesures d'atténuation

3. Analyse des enjeux et de la sensibilité de l'avifaune marine

- enjeux de conservation
- sensibilité aux impacts
- cartographie des enjeux et des sensibilités

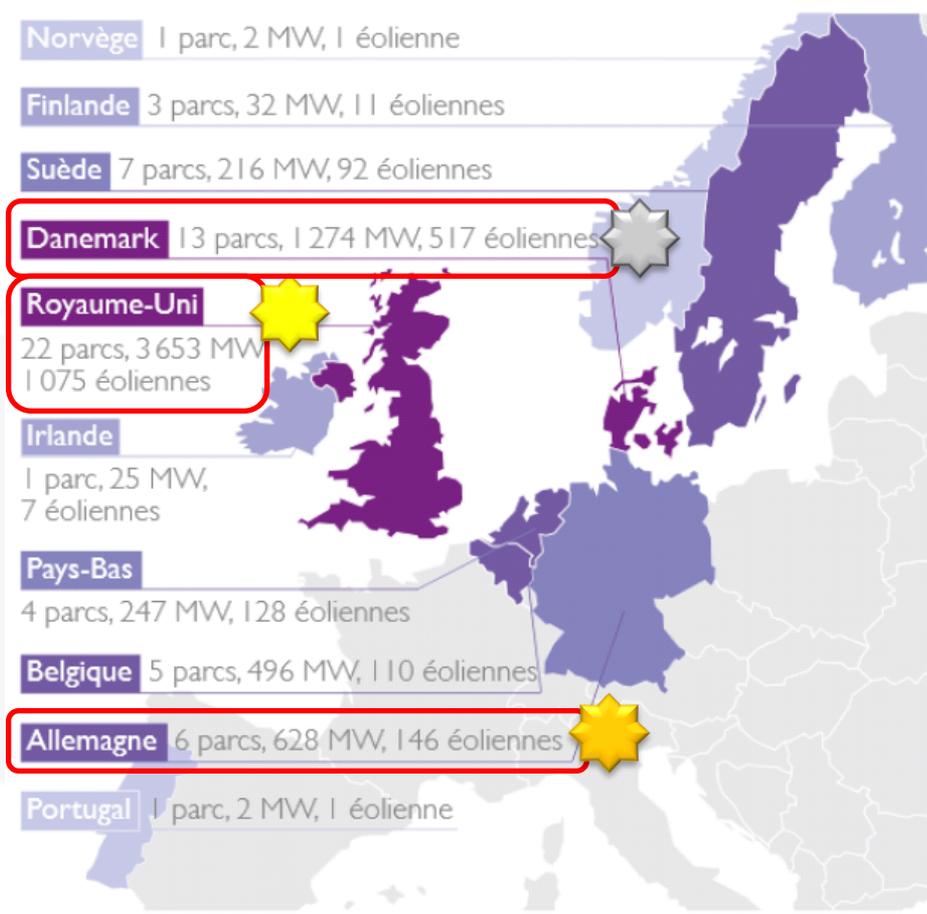
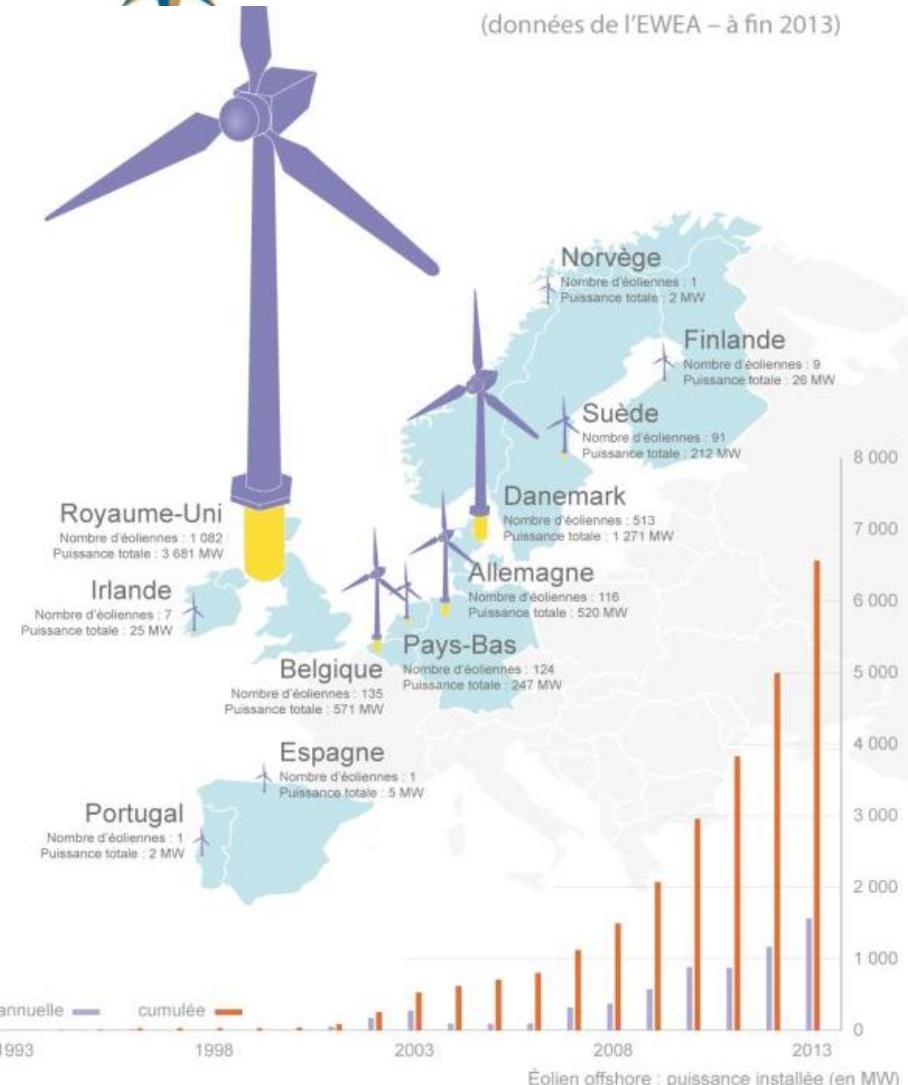
4. Projets de l'Agence en lien avec la problématique

- modélisation régionale des risques de collision
- télémétrie innovante
- radar ornithologique en mer

5. Perspectives : priorités d'actions à moyen terme

Développement de l'éolien en mer en Europe

(données de l'EWEA – à fin 2013)

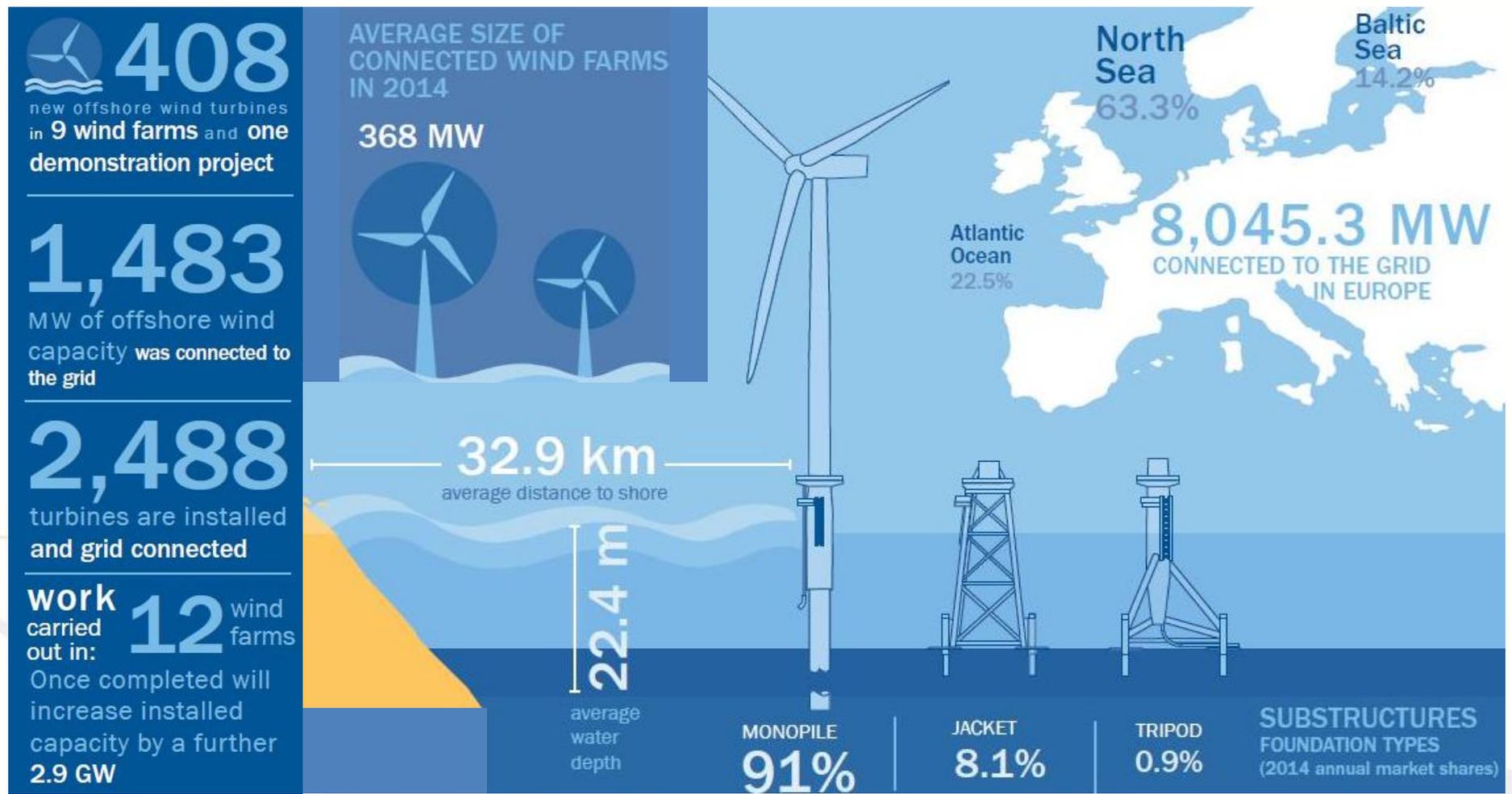


Nombre de parcs éoliens en mer opérationnels en Europe en mars 2014 (capacité en MW, nb d'éoliennes)

Source : ADEME, 2014. L'Énergie éolienne. 32 p.



Situation actuelle de l'éolien en mer en Europe



Statistiques et tendances en 2014 (source : European Wind Energy Agency, janvier 2015)



Projets lancés en France : 1^{er} appel d'offres

- ❑ 2009-2011 : 1^{er} exercice de planification de l'éolien maritime en France
- ❑ 07/2011 : lancement du 1^{er} appel d'offre éolien
- ❑ 01/2012 : dépôts des candidatures
- ❑ 04/2012 : attribution de 4 projets (sur 5)
- ❑ 09/2012 : début des instances de suivi et de concertation
- ❑ 03-07/2013 : débats publics
- ❑ 11/2013 : fin levée des risques
- ❑ 04/2014 : dépôt des pré-dossiers d'autorisation
- ❑ 10/2014 : dépôt des demandes d'autorisation
- ❑ 04/2015 : avis de l'Autorité Environnementale, enquête publique
- ❑ Fin 2015 ? délivrance des autorisations

Lauréats du 1^{er} appel d'offres éolien en mer



DM-DGEC/CAR/11012-1 - avril 2012 - Infographie réalisée par le ministère du Développement durable



Projets lancés en France : 2^{ème} appel d'offres

- ❑ 2012-2013 : exercice de planification pour l'éolien et l'hydrolien
- ❑ 03/2013 : lancement du 2^{ème} appel d'offre éolien
- ❑ 11/2013 : dépôts des candidatures
- ❑ 03/2014 : attribution de 2 projets éoliens
- ❑ 11/2014 : début des instances de suivi et de concertation
- ❑ 04-08/2015 : débats publics

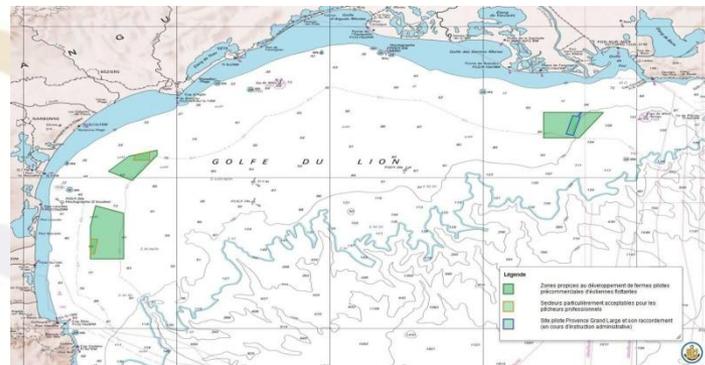
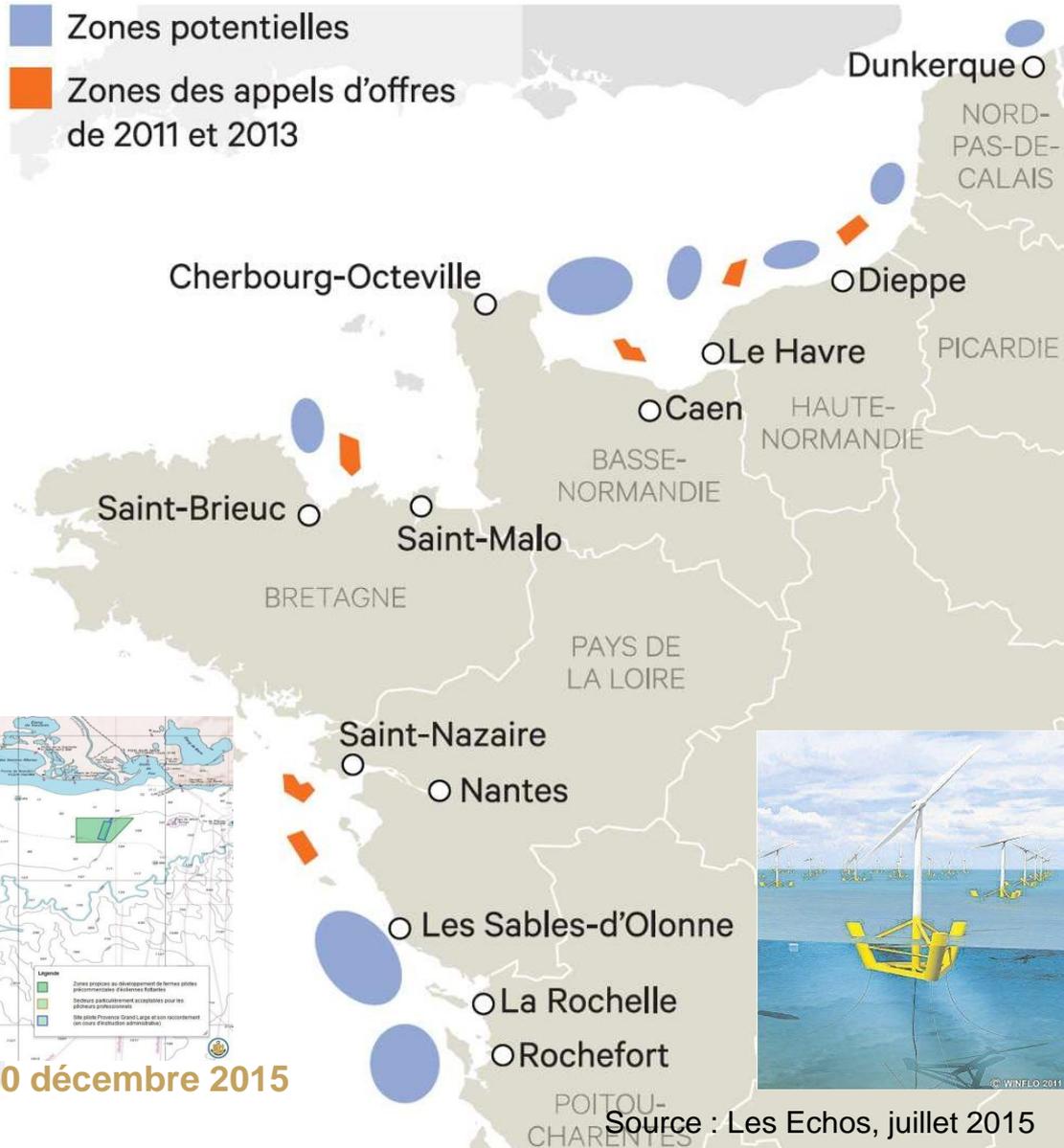
Étapes / délais	1 ^{er} AO	2 ^{ème} AO
Dépôt candidatures	6 mois	8 mois
Analyse candidatures	3 mois	4 mois
Levée des risques	T0+18 mois	T0+24 mois
Dossiers provisoires	T0+24 mois	30 mois
Demandes réglementaires	T0+30 mois	36 mois
Autorisations	T0 + 3,5 ans	T0 + 4,5 ans
Mise en service 1 ^{ère} tranche	T0+6 ans	T0+7,3 ans





Projets futurs en France : 3^{ème} appel d'offres

- ❑ 2015 : 8 zones « de moindres contraintes » identifiées pour l'éolien fixe
 - 6 en Manche
 - 2 en Atlantique
- ❑ Report de l'AO au 3^{ème} trimestre 2017 : 0,5 à 3 GW (1 à 6 parcs)
- ❑ 07/2015 : lancement de l'AMI « fermes pilotes éoliennes flottantes » portant sur 4 zones
 - 1 en Atlantique
 - 3 en Méditerranée



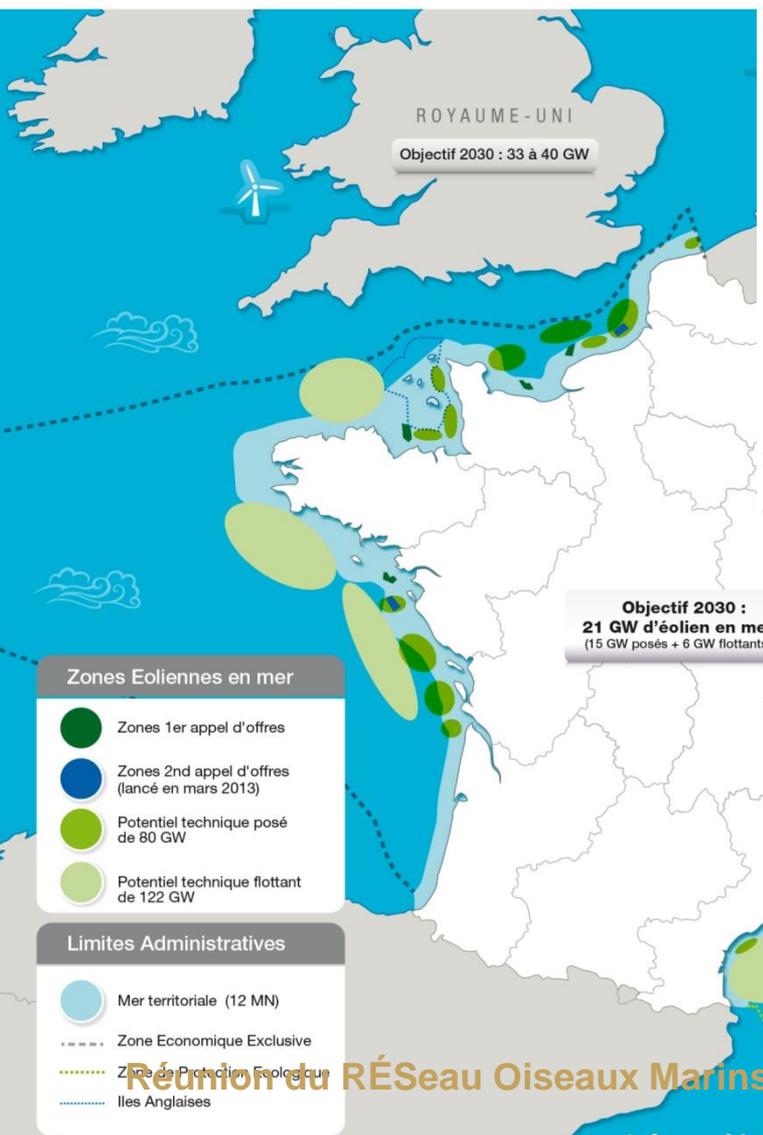
Réunion du RESeau Oiseaux Marins, 10 décembre 2015

Source : Les Echos, juillet 2015



Perspectives en France

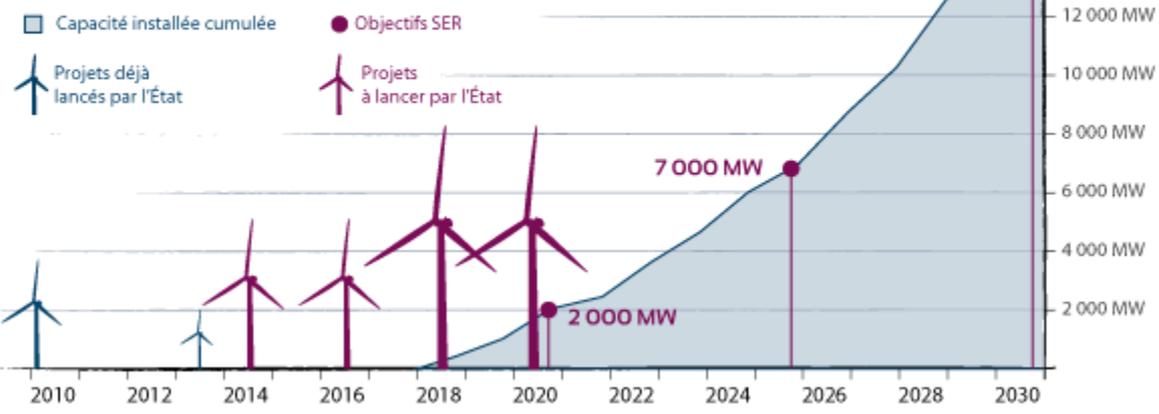
Zones favorables à l'éolien en mer posé et flottant



FEUILLE DE ROUTE 2030

ÉOLIEN EN MER

Hypothèses : profondeur maximale 50m, accès à la Zone Économique Exclusive



Objectif 2030 :
21 GW d'éolien en mer
(15 GW posés + 6 GW flottants)

Attributions :

- ✓ 2 GW opérationnels en 2020 (301 éoliennes)
- ✓ 3 GW en 2023 (425 éoliennes)

Projections :

- 2026 : 6 GW en 2026
- 2030 : 15 GW éolien fixe + 6 GW éolien flottant

Potentiel technique : 80 GW

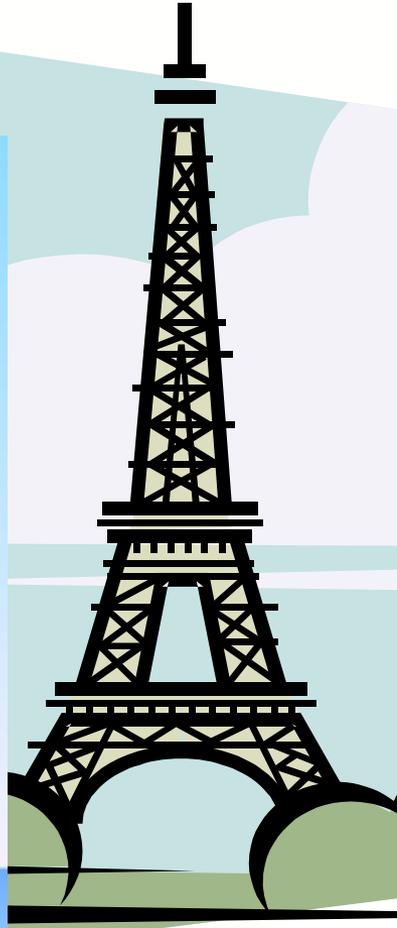
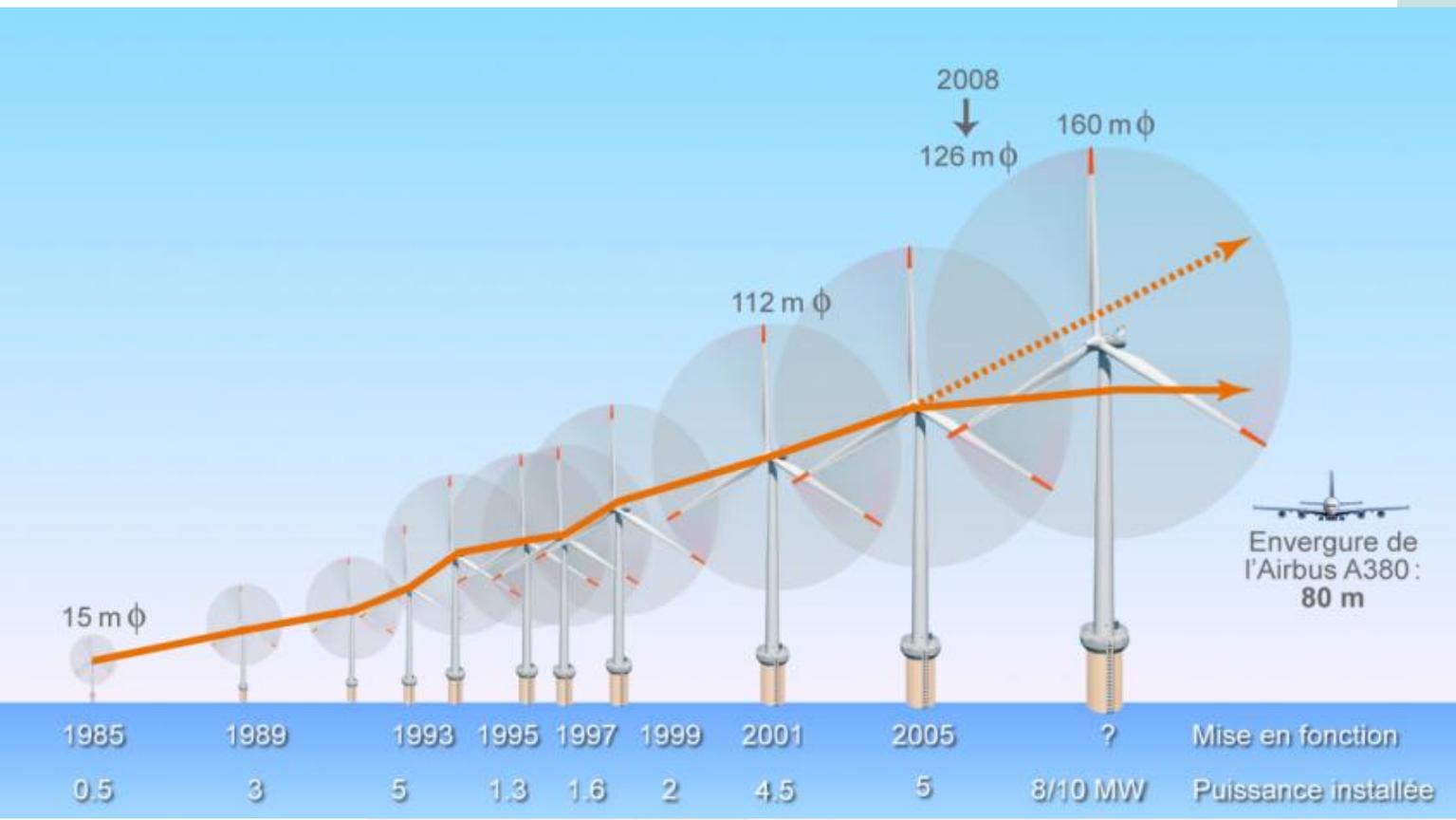
(d'après FEE)





Évolution technologique des éoliennes en mer

Plus puissantes (8 MW), donc pales plus longues (90m) et plus hautes (215m), mâts plus espacés (hauteur x 6) et moins nombreux





Comparaison des projets du 1^{er} et du 2^{ème} appels d'offres

Caractéristique	1 ^{er} AO	2 ^{ème} AO
Nb éoliennes	75 à 83	62
Hauteur éolienne	175 m	215 m
Espacement éoliennes	900 à 1300 m	1200 à 1800 m
Puissance éolienne	6 MW	8 MW
Puissance parc	450 à 498 MW	496 MW
Superficie	50 à 78 km ²	83 à 92 km ²
Raccordement sous-marin	15 à 33 km	? km
Distance côte	>10 km	>12 km
Profondeur	15 à 45 m	17 à 35 m
Fondations	Mono-pieu ou gravitaire	Jacket
Installation	Battage, forage ou pose	Forage ou battage ?

Éolienne Haliade 150 (6 MW)



Éolienne Adwen 8 MW





Impacts sur l'avifaune de l'éolien en mer

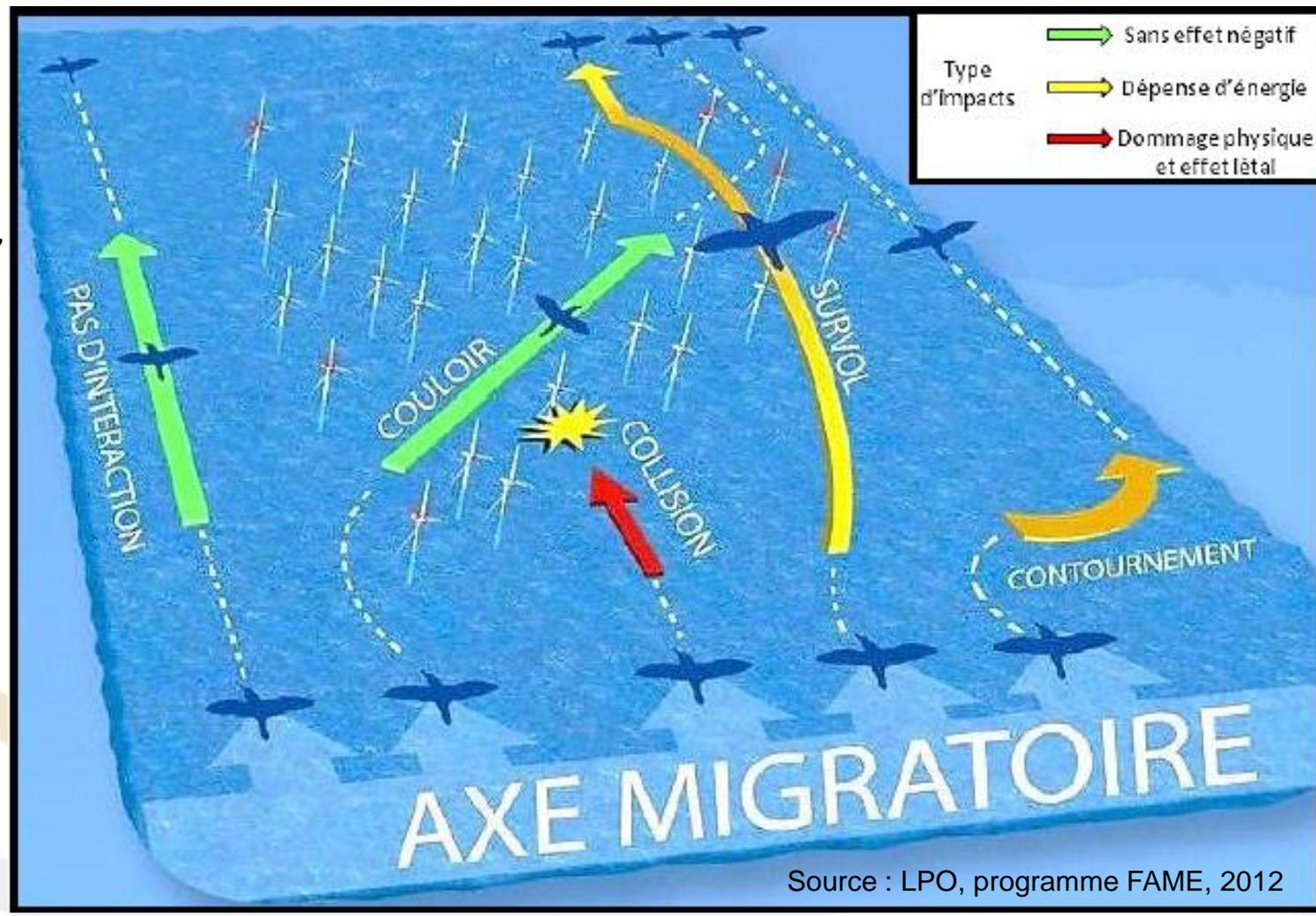
Risque de collision (+ barotraumatismes)

Modifications des trajectoires (migrations, alimentation) :

- effet barrière
- surcoût énergétique

Modifications de zones fonctionnelles (alimentation, repos, mue) : perte/création + atterrissage des câbles (nidification, alimentation, repos)

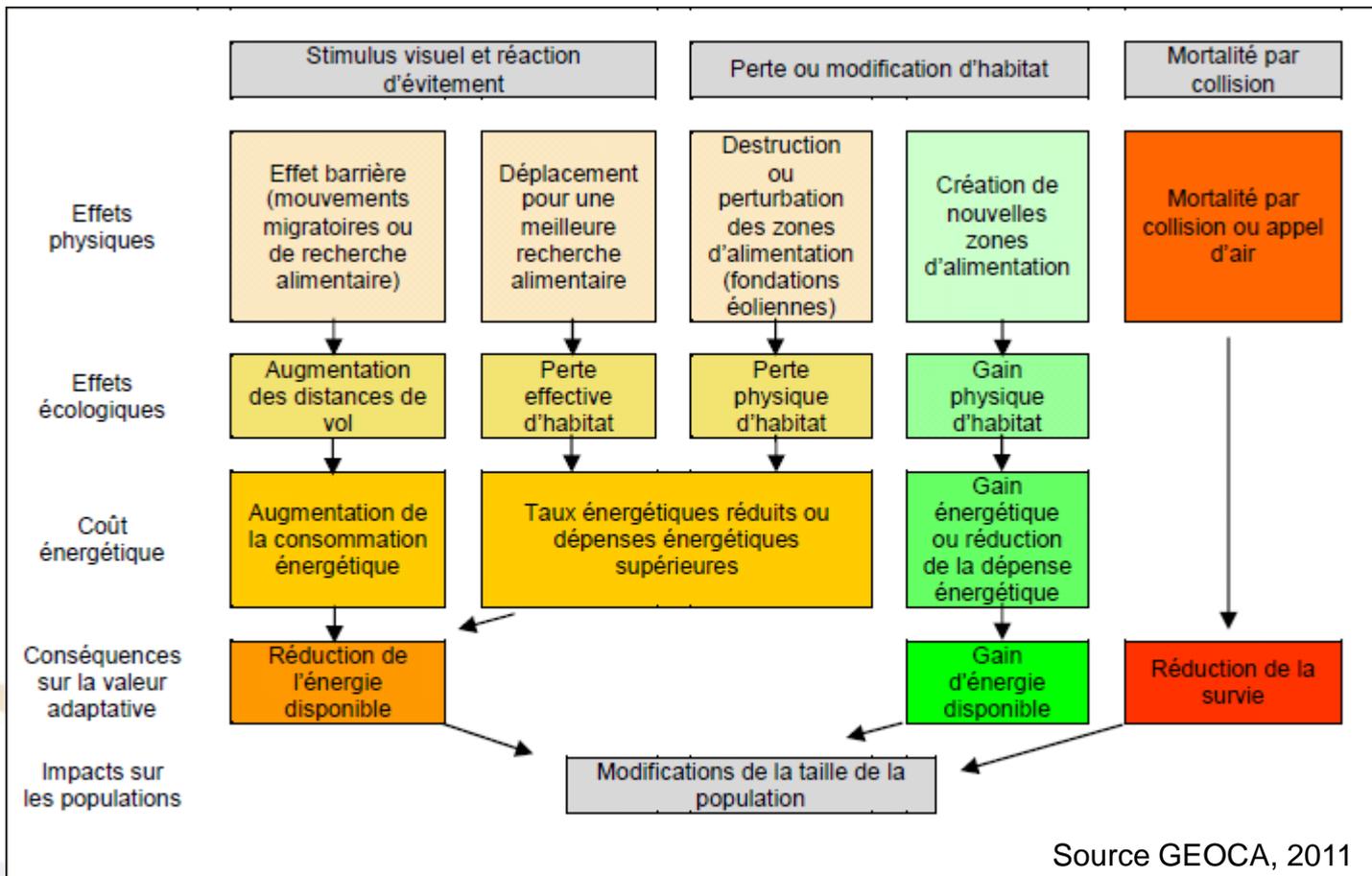
Modifications des ressources trophiques (composition, abondance)



Source : LPO, programme FAME, 2012



Impacts sur l'avifaune de l'éolien en mer



Différents niveaux d'incidences d'un parc éolien sur les populations d'oiseaux (adapté de Fox. et al. 2006)



Effet « reposoir » : positif ?



Gulls resting on a jacket foundation during the construction of Phase 2 & 3 of the Thorntonbank wind farm.

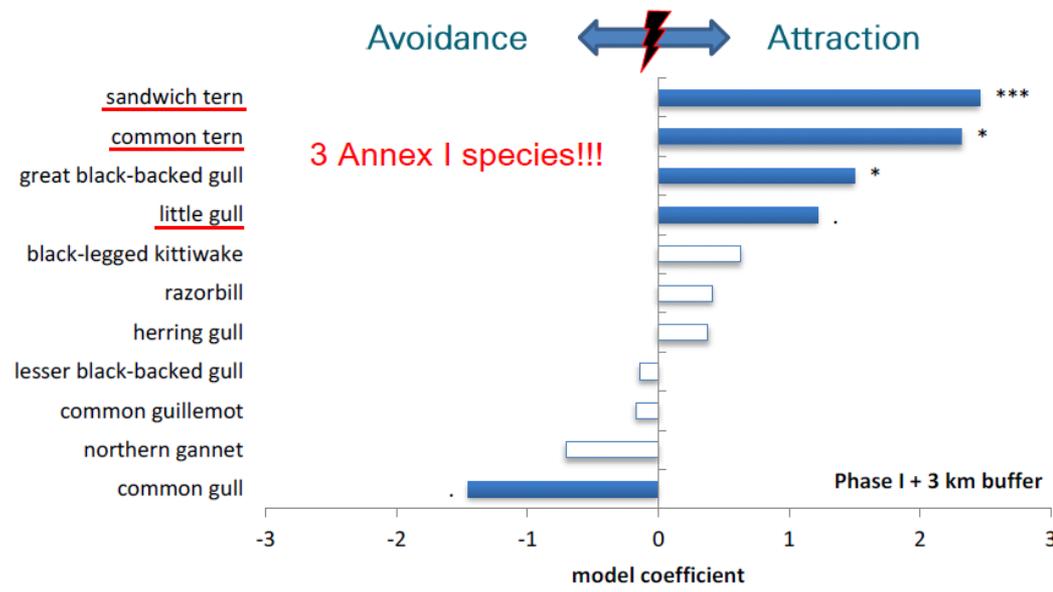
Potentiellement positif, mais augmente les risques de collision !



Effet « récif » : positif ?



Impact modelling Thorntonbank Source : MUMM, 2013



Étude BACI sur le parc de Thorntonbank, Belgique :
 Modèle de risque de collision (Band, 2012) : moyenne 2,4 collisions/an/turbine
 Radar : flux d'oiseaux intenses -> 21 collisions en 1 nuit



Mesures d'atténuation des impacts

Risque de collision (+ barotraumatismes)

Modifications des trajectoires (migrations, alimentation) :
- effet barrière
- surcoût énergétique

Modifications de zones fonctionnelles
(alimentation, repos, mue) : perte/création + atterrissage des câbles (nidification, alimentation, repos)

Modifications des ressources trophiques
(composition, abondance)

Évitement : des zones fonctionnelles, des voies migratoires
-> diagnostic écologique & planification spatiale

Réduction des collisions :

- optimiser l'implantation des éoliennes (orientation, couloirs)
- adapter la hauteur des pales
- améliorer visibilité (éclairage, peinture)
- effaroucher : répulsifs sonores
- réguler : arrêt des rotors en cas de flux massif

Réduction des pertes d'habitats :

- aménagements de reposoirs
- optimisation de l'effet récif
- réglementation de la pêche

Compensation ?

- restauration de zone de nidification



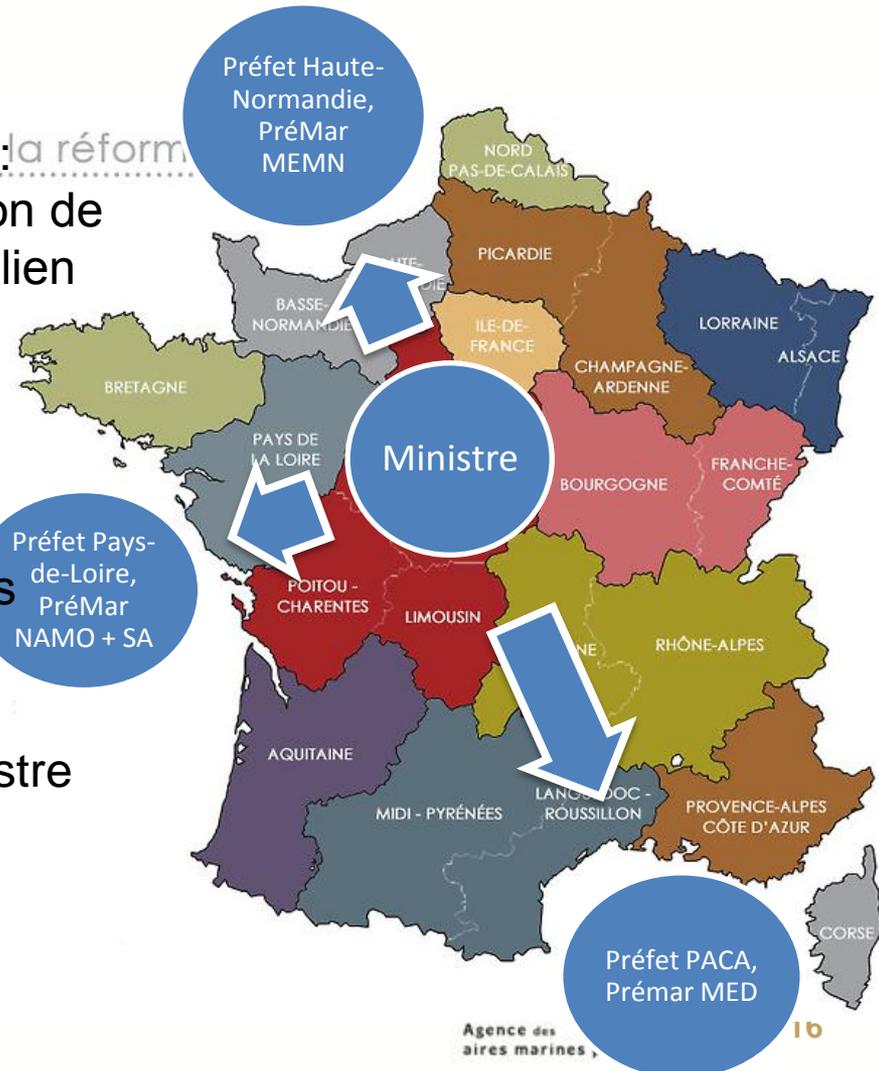
Evaluation des enjeux de l'avifaune

Planification de l'éolien 2014-2015 :

Instruction de la Ministre du 7 juillet 2014 : la réforme
 « travail de concertation pour l'identification de zones propices au développement de l'éolien en mer »

2 objectifs :

- Préparation d'un appel à manifestation d'intérêt pour des fermes pilotes éoliennes flottantes (juin 2015)
- Préparation du 3^{ème} AO éolien fixé (2nd semestre 2015, reporté au 3^{ème} trimestre 2017)

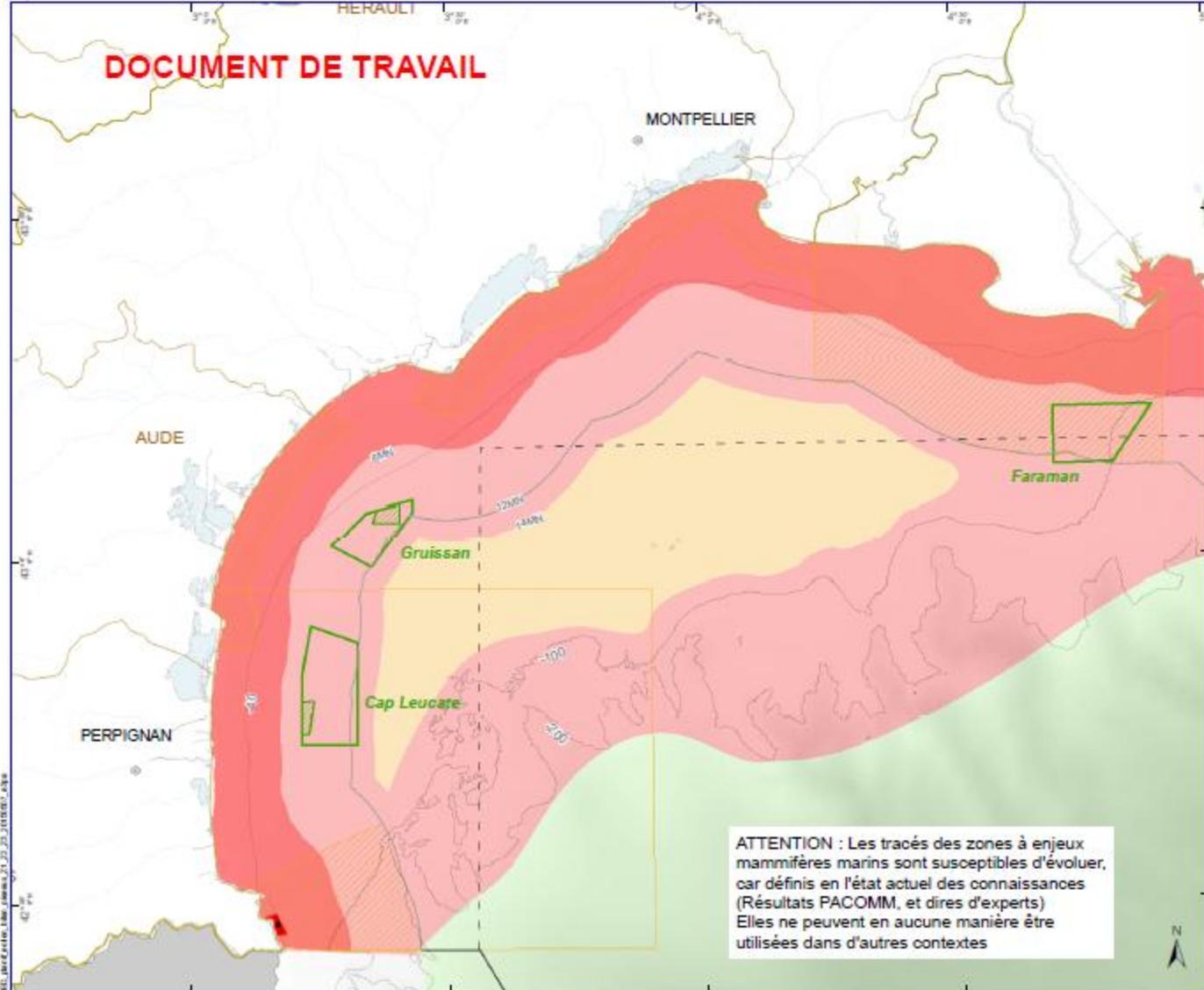




Cartographie des enjeux : Méditerranée

FAÇADE MÉDITERRANÉE - GOLFE DU LION
Planification de l'éolien flottant - Enjeux oiseaux marins

EDITEE LE : 07/05/2015



DOCUMENT DE TRAVAIL

Enjeux oiseaux marins (limites floues)

- Enjeux majeurs
- Enjeux forts
- Enjeux modérés
- Enjeux faibles

AMP (partie marine ayant une finalité de préservation des oiseaux marins)

- Réserve naturelle
- Parc naturel marin
- Site Natura 2000 (DO)

Zones propices au développement de fermes pilotes précommerciales d'éoliennes flottantes

- Zone proposée en enquête publique
- Secteur particulièrement acceptable pour les pêcheurs professionnels

Grands secteurs Natura 2000 au large

- - - Grand secteur Oiseaux -
- | - - Mammifères Marins

Délimitation des espaces maritimes*

- Frontière maritime ou ZEE
- Limite de la mer territoriale française

0 10 20 kilomètres
0 5 10 milles nautiques

ATTENTION : Les tracés des zones à enjeux mammifères marins sont susceptibles d'évoluer, car définis en l'état actuel des connaissances (Résultats PACOMM, et d'ires d'experts) Elles ne peuvent en aucune manière être utilisées dans d'autres contextes

Sources des données :

- Zone à enjeux oiseaux : AMP, d'après discussion expert lors réunion technique du 28/01/2015
- Zones propices à l'éolien flottant : AMP selon Doct de planification éolien soumis à enq. pub., PREMAR et pref PACA, Avril 2015
- AMP: INPN/MNHN ;
- Trait de côte : SHOMIGN Histoire (TCH) V2 2010
- Frontière maritime, 12MN : SHOM, 2010* (ne pas utiliser pour la nav.)
- ZEE : Agence des AMP 2012 (selon coord. décret)
- Déi. terrestres et cours d'eau : IGN, FAO ;
- Bathymétrie : GEBCO-2008.

Système de coordonnées : Lambert 93 / RGF93 / IAG GRS 1980



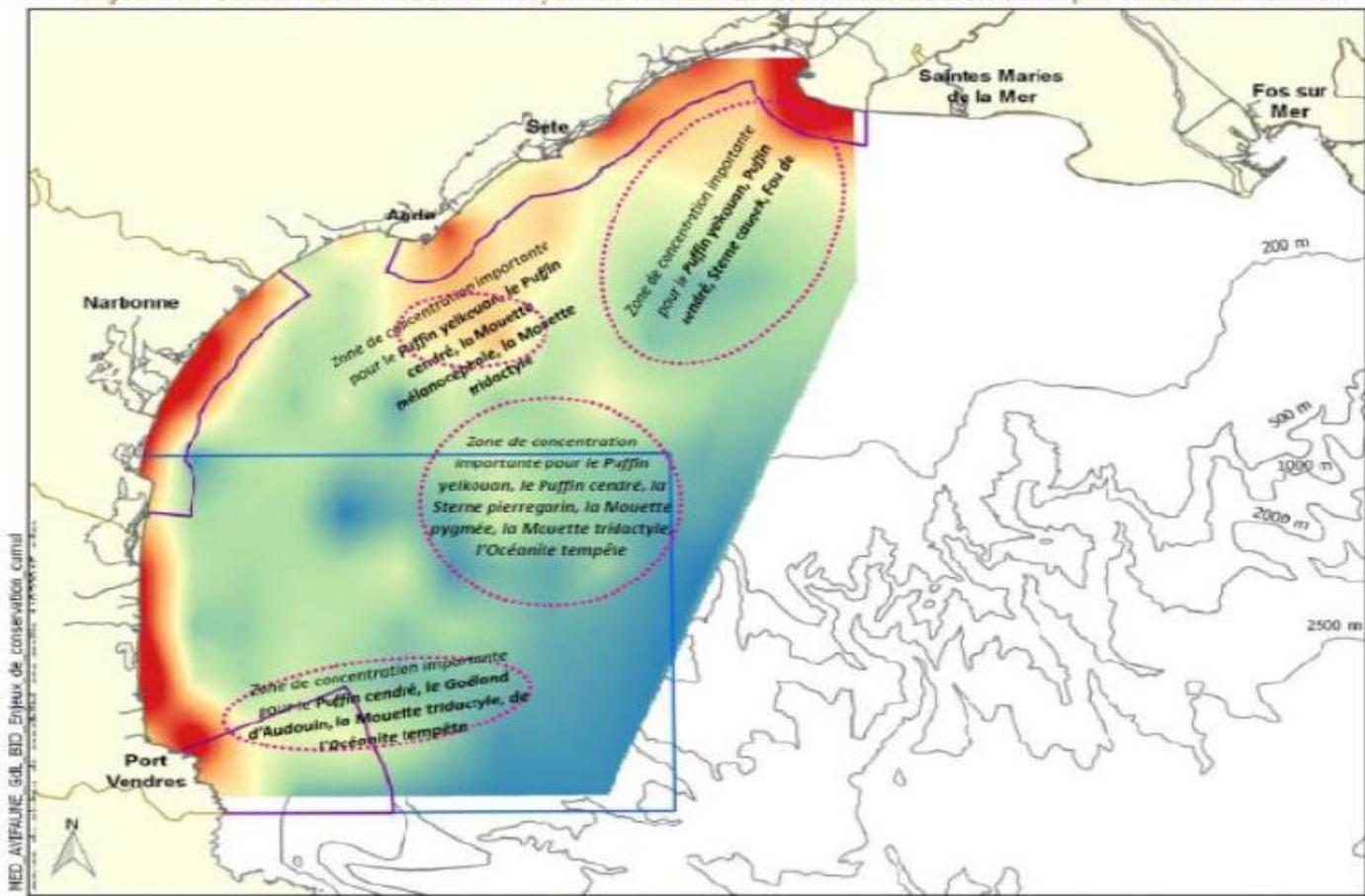


Cartographie des enjeux : golfe du Lion

MEDITERRANEE > GOLFE DU LION

Enjeux de conservation : Cumul moyen du niveau de sensibilité des oiseaux par maille sur l'année

EDITEE LE : 11 / 03 / 2015



Niveau de sensibilité
Lissage par analyse « le voisinage »

Blue	Faible 0
Light Green	Moyen 116
Orange	Fort 335

○ Présence importante d'individus (abondance) d'une ou plusieurs espèces, îles souvent aux upwelling et tête de canyon

Aires marines protégées

- Directive Oiseaux
- PNM du Golfe du Lion

Limite administrative

- Département

0 10 20 kilomètres
0 5 10 milles nautiques

Source des données :
- Etude avifaune - Golfe du Lion, Agence des Aires Marines Protégées / EcoOcéan Institut, Biotopie, 2015 (Elaborée selon les données d'observations : Bateau (EcoOcéan Institut et ses partenaires : OCS, Cybelle planète, AAMPy Aulos (Observatoire PELAGIS, UMS 3482 ULR/CNRS, AAMP, CEBC, SAMM), Imrester (Meridionalis, Ruffray...))
- AAMP : INPN / MHN-FI
- Trait de côte : SHOMIGN Historité (TCH) V2.0
- Bathymétrie : SHOM scanne et vectorisé
- Grille MARSDEN 5' x 5'
Coordonnées : Lambert 93 / RG793 / IAG SRS 1983

Cartographie réalisée par EcoOcéan Institut

Carte n° 108. Enjeux de conservation - Niveaux de sensibilités du Golfe du Lion par secteurs (par maille) sur l'année (janvier - décembre)

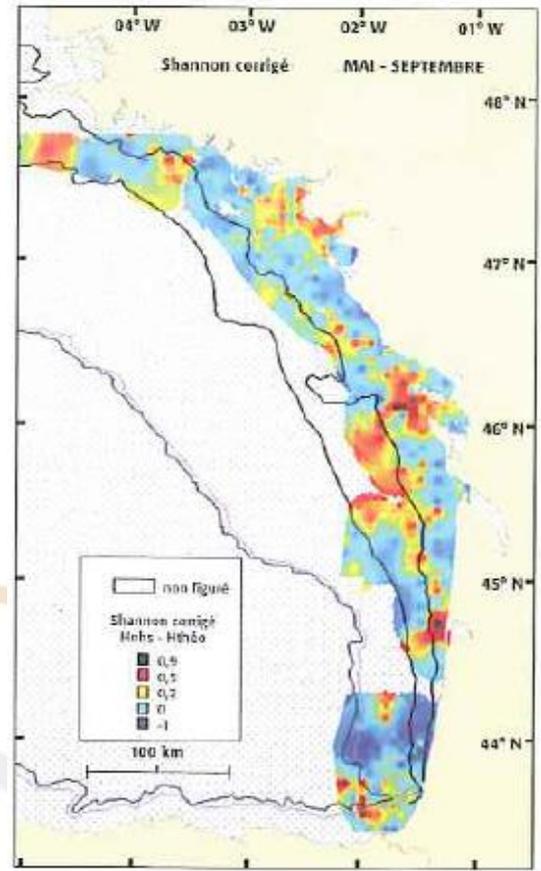


Source : « état des lieux des oiseaux marins du golfe du Lion », Biotopie/EcoOcéan/CEN-LR, 2015
Réunion du RÉSeau Oiseaux Marins, 10 décembre 2015

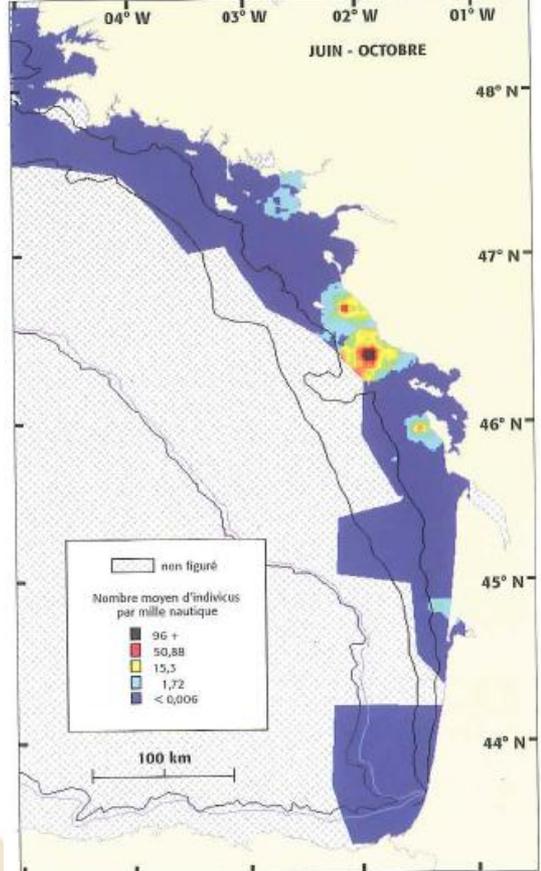


Cartographie des enjeux : golfe de Gascogne

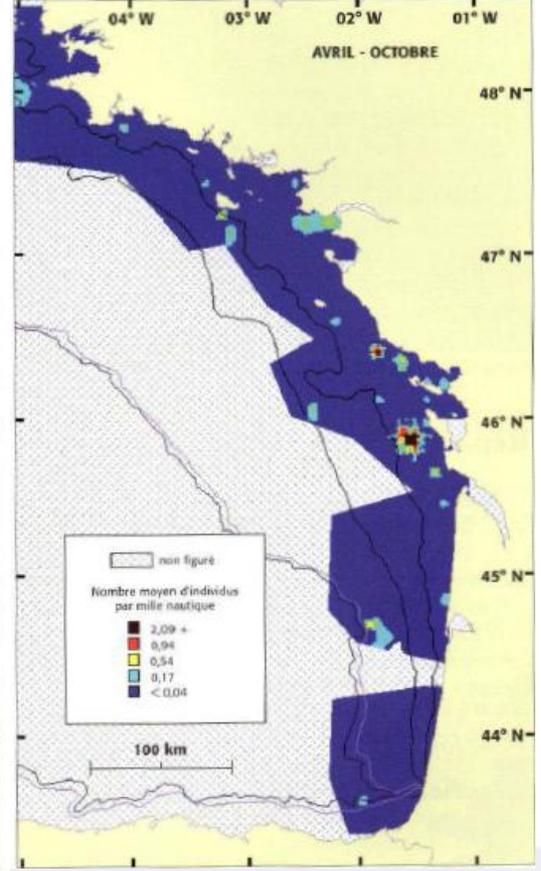
Diversité spécifique en période estivale



Nombre moyen de Puffins des Baléares en période estivale



Nombre moyen de Sternes Pierregarin en période estivale



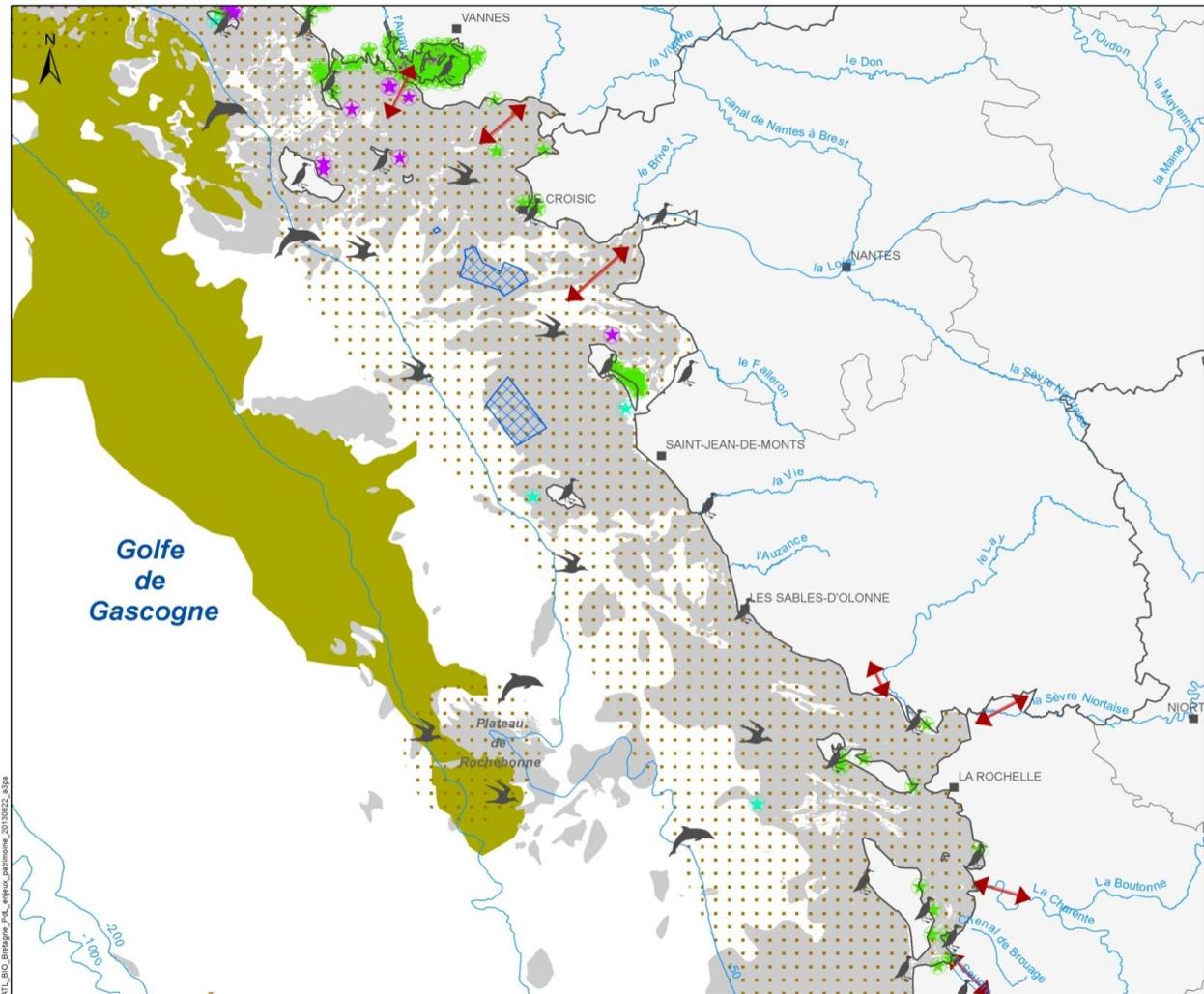
Source : Castège et Hémery, 2009 :



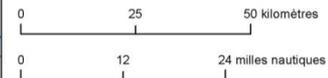
Cartographie des enjeux : nord Gascogne

BRETAGNE SUD - PAYS DE LA LOIRE - POITOU-CHARENTES
 Synthèse concernant le patrimoine naturel à forts enjeux

EDITEE LE : 06/2015



- Energie marine renouvelable, site en projet**
- Site en projet SEM-REV, Saint-Nazaire, Iles d'Yeu et Noirmouter
- PATRIMOINE NATUREL**
- Habitats : secteurs à enjeux identifiés**
- Banc de maërl
 - Récif d'Hermelles
 - Herbier de zostères
 - Grande vasière
 - Habitat marin d'intérêt communautaire
- > Espèces : secteurs à enjeux identifiés**
- Site de nidification Oiseaux marins anatidés, limicoles
 - Zone d'alimentation des oiseaux marins en mer Guillemot, fou de Bassan, puffin, etc.
 - Zone de concentration des oiseaux marins
 - Axe de migration de poissons amphihalins (Anguille/civelle, esturgeon, alose, etc.)
 - Secteur d'observation de mammifères marins



Sources des données :

- EMR : AAMP, multisources 06/2015
- Enjeux espèces : synthèse AAMP d'après l'analyse stratégique régionale Bretagne sud et les travaux de la mission pour un PNM "estuaire de la Gironde - Pertuis charentais"
- Enjeux habitats : habitats OSPAR, JNCC 2013; programme CARTHAM 2012
- Régions : GeoFLA® Régions, IGN 2009
- Départements : GeoFLA® Départements, IGN 2009
- Iso bathes : Carte bathymétrique de l'Atlantique nord-est et du golfe de Gascogne, IFREMER 2004

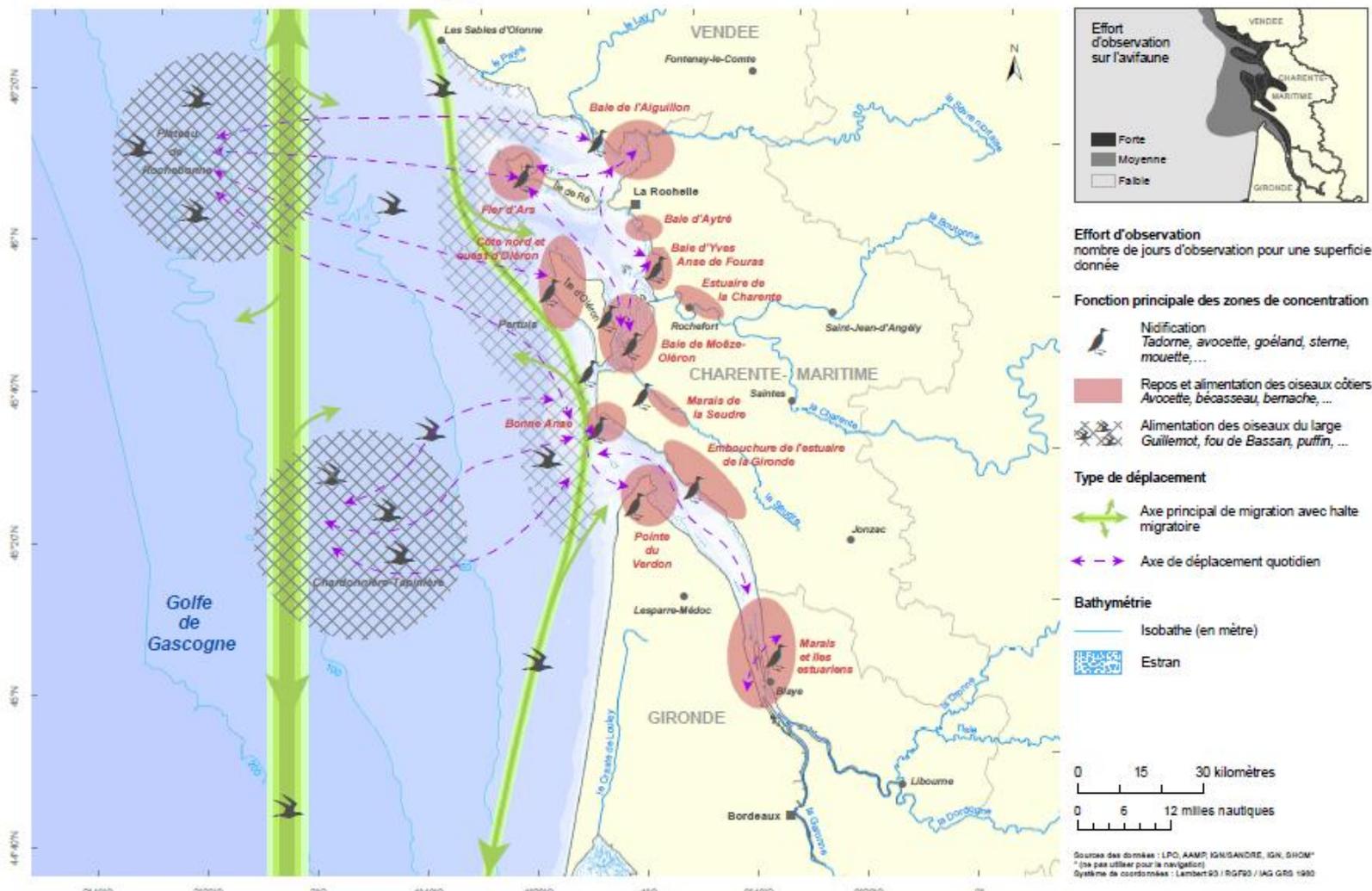
Système de coordonnées : Lambert 93 / RGF 93 / IAG GRS 1980





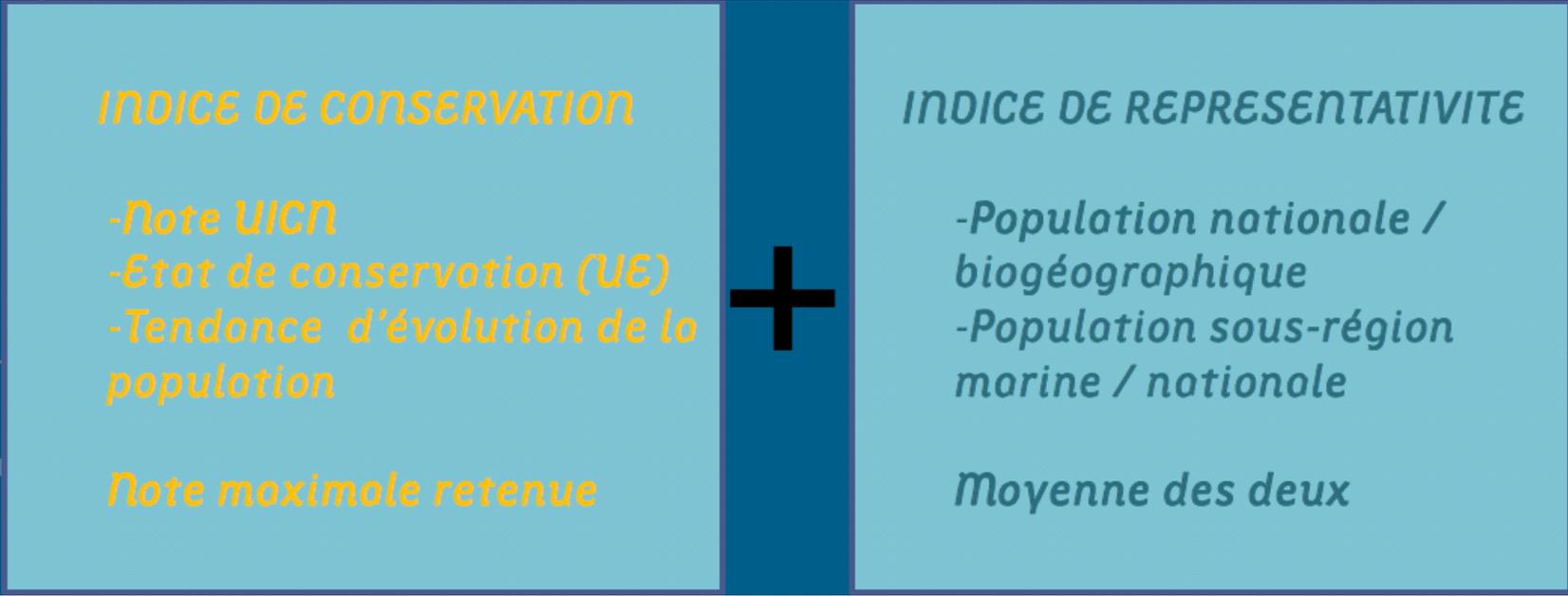
Cartographie des enjeux : Poitou-Charente

Oiseaux : habitats et corridors écologiques





Évaluation des enjeux : patrimonialité des espèces



Exemple : Mouette tridactyle

Loi française : protégée (art.3) -> 1 points
 DO : article 4.2 -> 3 points
 OSPAR -> 2 points
 UICN France : NT (N) -> 1 pts (Monde : 0 points)
 -> indice de conservation = 7 points en nidification,
 6 points en hivernage

Représentativité SRM MMN :
 Nidification : 99% -> 5 points
 Hivernage : 23% -> 2 points
 Total = 12 en nidification / 8 en hivernage
 -> indice de patrimonialité MMN : IP = 12
 (max = 15)



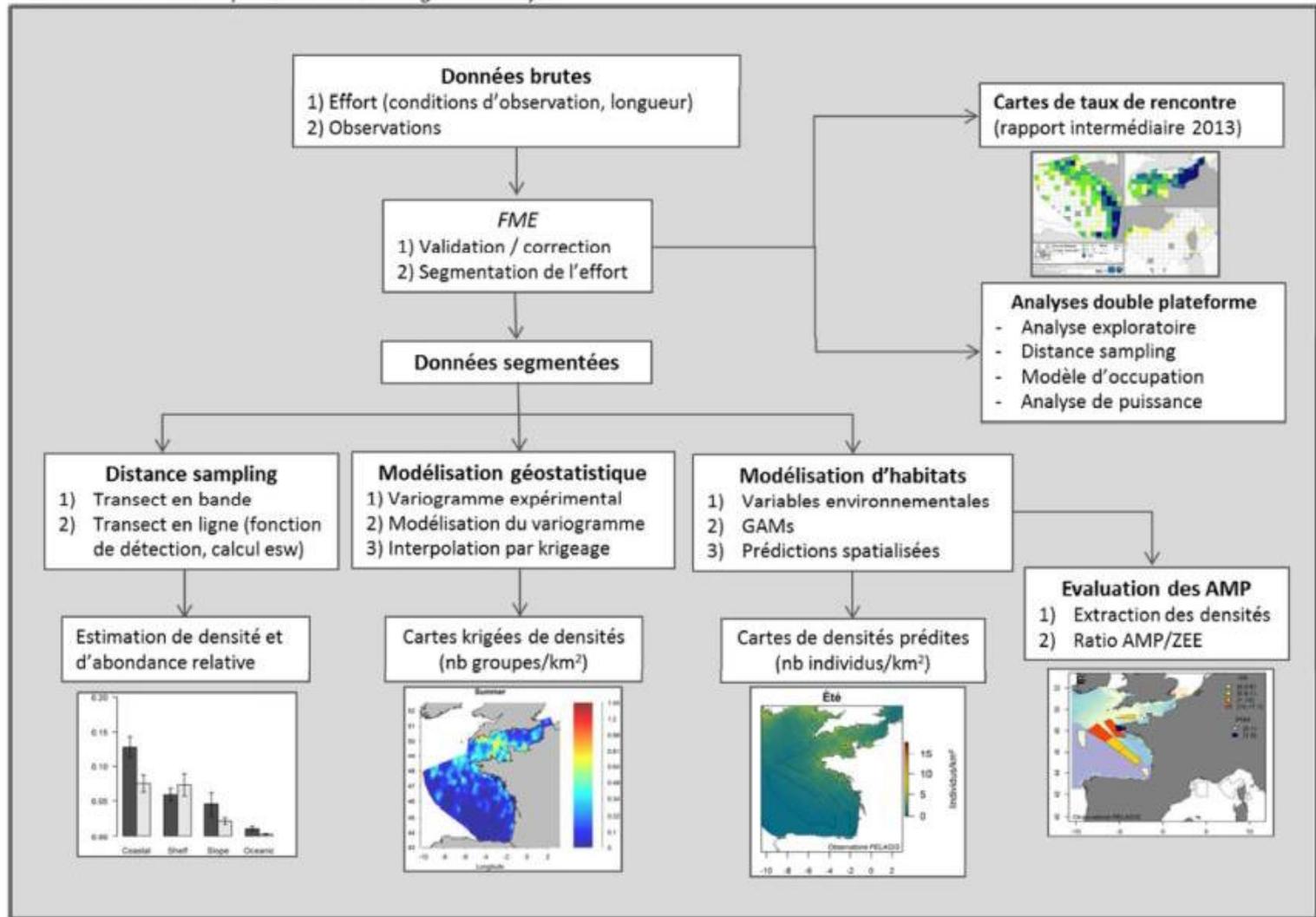


Évaluation des enjeux : patrimonialité des espèces

Nom vernaculaire	Espèce protégée/ chassée	Directive Oiseau	OSPAR	Indice protection (France + N2000 + OSPAR) (P)	UICN Monde (CR > NT)	Statut UICN France	classe nidification (0 à 5)	Représentativité SRM nidification (Rn)	classe hivernage (0 à 5)	Représentativité SRM hivernage (Rh)	UICN (m)	indice conservation n migration	Représentativité SRM (R=max Rn,Rh)	INDICE DE PATRIMONIALITE MANCHE-MER DU NORD (IP = P + R)
Cormoran huppé (sous espèces atlantique)	Protégée (art.3)	Article 4.2		4		LC	4	4	4	4		4	4	8
Fou de Bassan	Protégée (art.3)	Article 4.2		4		NT (N)	5	6	3	3		4	6	10
Fulmar boréal	Protégée (art.3)	Article 4.2		4		LC	4	4	2	2		4	4	8
Grand cormoran (côtiers)	Protégée (art.3)	Article 4.2		4		LC	5	5	1	1		4	5	9
Grand Labbe	Protégée (art.3)	Article 4.2		4		LC	4	0	1	1		4	1	5
Grèbe huppé	Protégée (art.3)	Article 4.2		4		LC	4	0	2	2		4	2	6
Grèbe jougris	Protégée (art.3)	Article 4.2		4		NA	4	0	5	5		4	5	9
Guillemot de Troïl	Protégée (art.3)	Article 4.2	(I)	6		EN (N)	5	8	3	3		6	8	14
Labbe parasite	Protégée (art.3)	Article 4.2		4		LC	4	0	0	0		4	0	4
Labbe pomarin	Protégée (art.3)	Article 4.2		4		LC	4	0	0	0		4	0	4
Macareux moine	Protégée (art.3)	Article 4.2		4		CR (N)	5	9	3	3		4	9	13
Mouette de Sabine	Protégée (art.3)	Article 4.2		4		LC	4	0	0	0		4	0	4
Mouette tridactyle	Protégée (art.3)	Article 4.2	I	6		NT (N)	5	6	2	2		6	6	12
Pingouin torda	Protégée (art.3)	Article 4.2		4		CR (N)	5	9	3	3		4	9	13
Puffin des Anglais	Protégée (art.3)	Article 4.2		4		VU (N)	5	7	1	1		4	7	11
Puffin fuligineux	Protégée (art.3)	Article 4.2		4	1	NA *	4	1	0	0		5	2	6
Puffin majeur	Protégée (art.3)	Article 4.2		4		NA	4	0	0	0		4	0	4
Mouette mélanocéphale	Protégée (art.3)	I		4		LC	1	1	3	3		4	3	7
Mouette pygmée	Protégée (art.4)	I		4		LC	4	0	1	1		4	1	5
Océanite culblanc	Protégée	I		4		NA	4	0	1	1		4	1	5
Océanite tempête	Protégée (art.4)	I		4		NT (N)	5	6	1	1		4	6	10
Plongeon arctique	Protégée (art.3)	I		4		DD	4	0	5	5		4	5	9
Plongeon catmarin	Protégée (art.3)	I		4		DD	4	0	5	5		4	5	9
Plongeon imbrin	Protégée (art.4)	I		4		VU (H)	4	0	5	7		4	7	11
Puffin cendré	Protégée (art.3)	I		4		VU (N)	4	2	0	0		4	2	6
Puffin des Baléares	Protégée (art.3)	I	I	6	1	VU (m) *	4	1	0	0	2	9	3	9
Sterne arctique	Protégée (art.3)	I		4		CR (N)	4	4	1	1		4	4	8
Sterne caugek	Chassée	I		3		VU (N)	2	4	1	1		3	4	7
Sterne de Dougall	Protégée (art.3)	I	I	6		CR(N) NT(m)	5	9	1	1	1	7	9	15
Sterne naine	Protégée (art.3)	I		4		LC	1	1	1	1		4	1	5
Sterne pierregarin	Protégée (art.3)	I		4		VU (N)	1	3	1	1		4	3	7
Goéland marin	Protégée (art.3)	II		1		LC	3	3	3	3		1	3	4
Macreuse brune	Protégée (art.3)	II et III		1		EN (H)	1	0	3	6		1	6	7
Goéland argenté	Chassée	IIB		0		LC	3	3	4	4		0	4	4
Goéland brun	Protégée (art.3)	IIB	(I)	3		LC	3	3	3	3		3	3	6
Goéland cendré	Protégée (art.4)	IIB		1		VU (N)	4	2	4	4		1	4	5
Mouette rieuse	Protégée (art.3)	IIB		1		LC	4	0	3	3		1	3	4
Macreuse noire	Protégée (art.3)	IIB et IIIB		1		LC	4	0	3	3		1	3	4

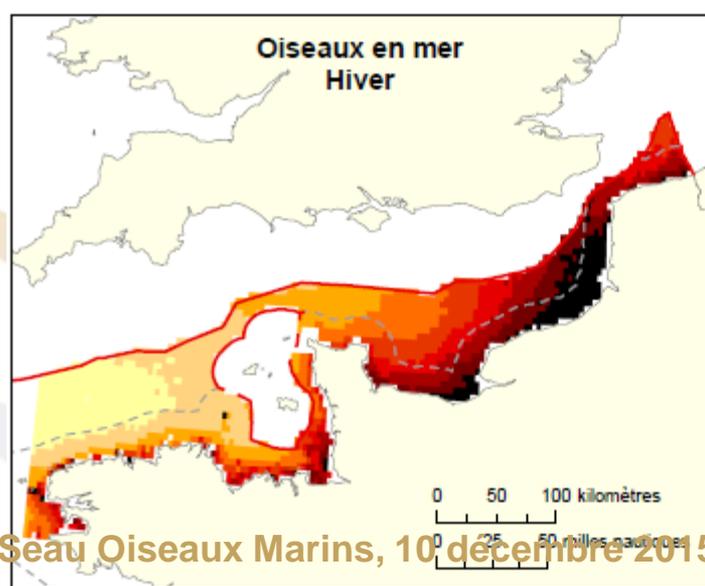
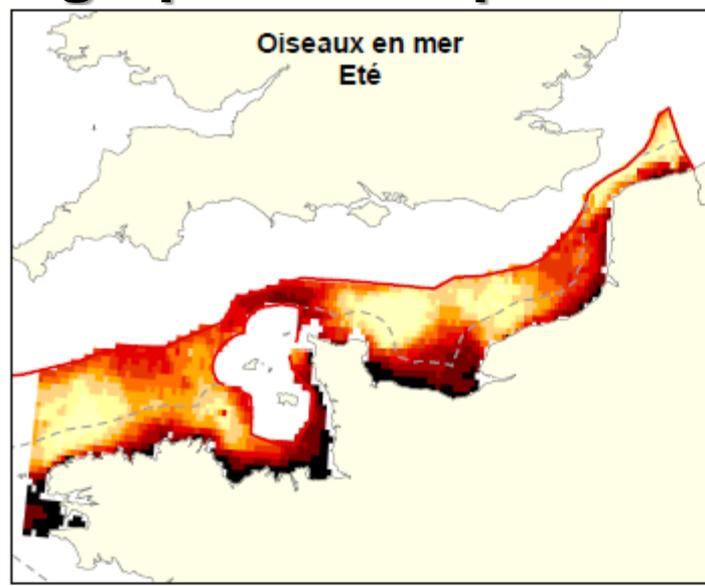


Cartographie de la densité des populations





Cartographie de la patrimonialité des populations



Indice de patrimonialité

$$\sum_{i=1}^n \frac{x_i - \min(x_i)}{\max(x_i) - \min(x_i)} \times t_i$$

$x = \text{espèce}$
 $t = \text{indice de patrimonialité}$

- Espèces concernées dans le calcul**
- Oiseaux marins**
- Aicidés - *Uria aalge*, *Fregata alicia*, *Fregata tinnunculus*
 - Cormorans - *Phalacrocorax carbo*, *Phalacrocorax aristotelis*
 - Fulmar boréal - *Fulmarus glacialis*
 - Goelands gris - *Larus argentatus*
 - Goelands noir - *Larus fuscus*, *Larus marinus*
 - Grand Labbe - *Catharacta skua*
 - Grands puffins - *Calonectris diomedea*, *Puffinus griseus*, *Puffinus gravis*
 - Macreuses - *Melanitta fuscus*, *Melanitta nigra*
 - Mouette pygmée - *Larus minutus*
 - Mouette tridactyle - *Rissa tridactyla*
 - Océanite tempête - *Hydrobates pelagicus*
 - Petits puffins - *Puffinus puffinus*, *Puffinus mauretanicus*
 - Piongeons - *Gavia sp*
 - Sternes - *Sterna paradisaea*, *Sterna sandvicensis*, *Sterna dougalli*, *Sterna albigula*, *Sterna hirundo*
- Mammifères marins**
- Globicephalins - *Globicephala melas*, *Grampus griseus*
 - Grand dauphin - *Tursiops truncatus*
 - Marsouin commun - *Phocoena phocoena*
 - Petits dauphins - *Delphinus delphis*, *Stenella coeruleoalba*
- Attention : les Phocidés (*Phoca vitulina* et *Halichoerus grypus*) ne sont pas pris en compte dans le calcul.**

- Délimitations maritimes**
- - - - Limite de la mer territoriale (12 milles nautiques)
 - - - - Limites selon accords de pêche (Guemesey)
 - — — Délimitation des eaux territoriales ou limite du plateau continental ayant fait l'objet d'un accord bilatéral

Sources des données :

- Indice de patrimonialité : AAMP selon les cartes de modification d'habitats prédictifs réalisées par l'observatoire PELAGIS - programme PACOMM
- Délimitations maritimes : Délimitations indicatives et provinciales de l'espace maritime français métropolitain (d'après données du SHOM et de l'IGN pour les limites officielles et des records réalisés par l'Agence des aires marines protégées), juillet 2008
- Trait de côte : IAD
- Limites régionales : GEOFLAIGN

Système de coordonnées : Lambert 93 / RGF93 / IAG GRS 1980



Évaluation des enjeux : sensibilité des espèces

Furness et al, 2013,
complété par Bradbury et al, 2014

Indice de sensibilité =
risque de collision+ sensibilité au déplacement
(perte d'habitat, dérangement, effet barrière)

Exemple : Mouette tridactyle

Collision :

Indice Furness = 37 -> 4,6/10

Dérangement :

Indice Furness = 4/10

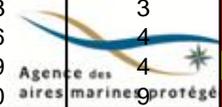
-> indice de sensibilité = 8,6

IS normalisé = 9,2 (max = 15)

Indice de vulnérabilité = 12 + 9,2 = 21,2 points
(max = 30)



Nom vernaculaire	Sensibilité collision (sur 10) (Sc)	Sensibilité déplacement (sur 10) (Sd)	somme indices (IS=Sc+Sd)
Cormoran huppé (sous espèces atlantique)	1,2	6	7,2
Fou de Bassan	5,2	3	8,2
Fulmar boréal	0,4	2	2,4
Grand cormoran (côtiers)	1,1	7	8,1
Grand Labbe	2,4	3	5,4
Grèbe huppé	0,7	7	7,7
Grèbe jougris			
Guillemot de Troïl	0,3	6	6,3
Labbe parasite	2,9	3	5,9
Labbe pomarin	2,9	3	5,9
Macareux moine	0,2	5	5,2
Mouette de Sabine	4,1	5	9,1
Mouette tridactyle	4,6	4	8,6
Pingouin torda	0,2	6	6,2
Puffin des Anglais	0,0	2	2,0
Puffin fuligineux	0,0	2	2,0
Puffin majeur	0,0	2	2,0
Mouette mélanocéphale	5,1	4	9,1
Mouette pygmée	3,7	4	7,7
Océanite culblanc	0,7	4	4,7
Océanite tempête	0,7	2	2,7
Plongeon arctique	1,8	9	10,8
Plongeon catmarin	1,6	9	10,6
Plongeon imbrin	1,6	8	9,6
Puffin cendré	0,0	2	2,0
Puffin des Baléares	0,0	2	2,0
Sterne arctique	1,4	5	6,4
Sterne caugek	2,0	5	7,0
Sterne de Dougall	1,4	5	6,4
Sterne naine	2,0	6	8,0
Sterne pierregarin	2,0	5	7,0
Goéland marin	10,0	4	14,0
Macreuse brune	1,0	8	9,0
Goéland argenté	10,0	3	13,0
Goéland brun	7,3	3	10,3
Goéland cendré	5,6	4	9,6
Mouette rieuse	2,9	4	6,9
Macreuse noire	1,0	9	10,0





Évaluation des enjeux : vulnérabilité à l'éolien

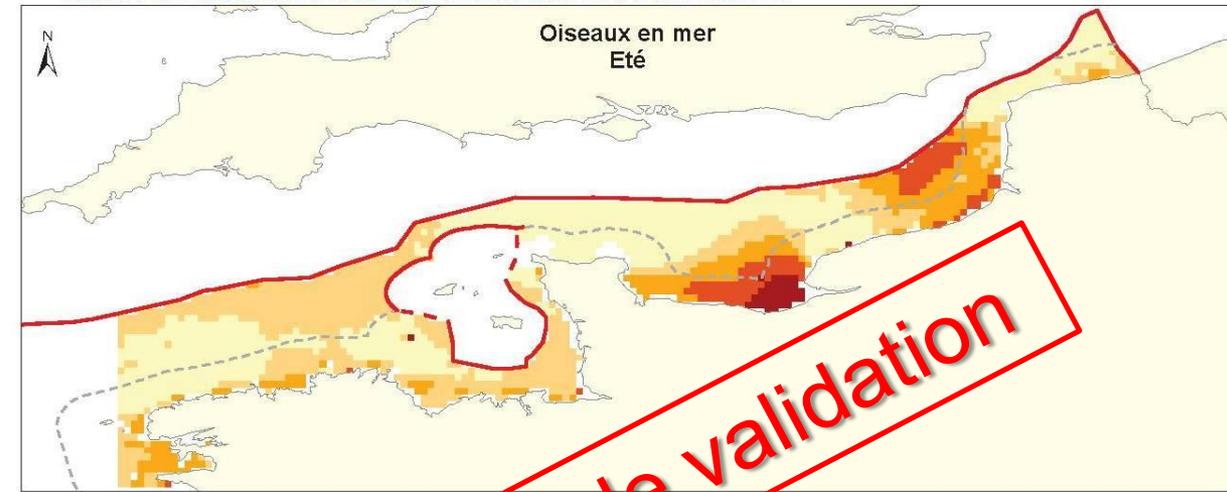
Nom vernaculaire	INDICE DE PATRIMONIALITE MANCHE-MER DU NORD	INDICE SENSIBILITE EOLIEN (max=15)	INDICE VULNERABILITE (IV=IP+IS)
Cormoran huppé (sous espèces atlantique)	8	7,7	15,7
Fou de Bassan	10	8,8	18,8
Fulmar boréal	8	2,5	10,5
Grand cormoran (côtiers)	9	8,7	17,7
Grand Labbe	5	5,8	10,8
Grèbe huppé	6	8,3	14,3
Grèbe jougris	9		
Guillemot de Troïl	14	6,7	20,7
Labbe parasite	4	6,3	10,3
Labbe pomarin	4	6,3	10,3
Macareux moine	13	5,6	18,6
Mouette de Sabine	4	9,7	13,7
Mouette tridactyle	12	9,2	21,2
Pingouin torda	13	6,7	19,7
Puffin des Anglais	11	2,1	13,1
Puffin fuligineux	6	2,1	8,1
Puffin majeur	4	2,1	6,1
Mouette mélanocéphale	7	9,8	16,8
Mouette pygmée	5	8,2	13,2
Océanite culblanc	5	5,0	10,0
Océanite tempête	10	2,8	12,8
Plongeon arctique	9	11,6	20,6
Plongeon catmarin	9	11,4	20,4
Plongeon imbrin	11	10,3	21,3
Puffin cendré	6	2,1	8,1
Puffin des Baléares	9	2,1	11,1
Sterne arctique	8	6,9	14,9
Sterne caugek	7	7,5	14,5
Sterne de Dougall	15	6,9	21,9
Sterne naine	5	8,6	13,6
Sterne pierregarin	7	7,5	14,5
Goéland marin	4	15,0	19,0
Macreuse brune	7	9,6	16,6
Goéland argenté	4	13,9	17,9
Goéland brun	6	11,1	17,1
Goéland cendré	5	10,3	15,3
Mouette rieuse	4	7,4	11,4
Macreuse noire	4	10,7	14,7



Cartographie de la sensibilité à l'éolien des populations d'oiseaux

FACADE MANCHE MER DU NORD
Indice de sensibilité aux éoliennes des Oiseaux marins

EDITEE LE : 02/2015



Indice de sensibilité

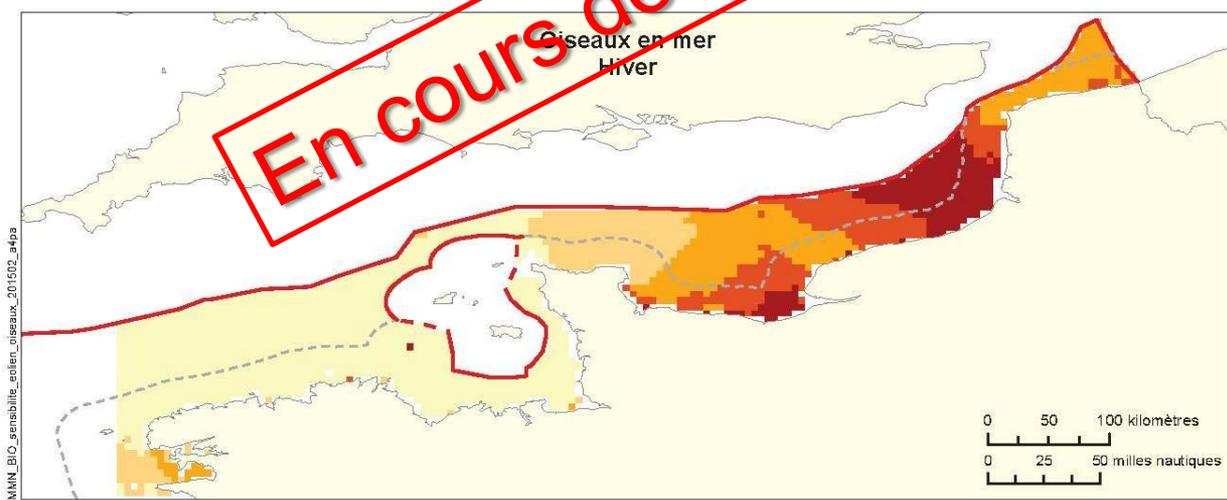
Faible Fort

$$\sum_{i=1}^n \frac{x_i - \min(x_i)}{\max(x_i) - \min(x_i)} \times t_i$$

$x = \text{espèce}$
 $t = \text{indice de sensibilité}$

Espèces concernées dans le calcul
Oiseaux marins
 Alcédés - *Uria aalge*, *Fratercula arctica*, *Alca torda*
 Fulmar boréal - *Fulmarus glacialis*
 Grands puffins - *Calonectris diomedea*, *Puffinus griseus*,
Puffinus gravis
 Mouette pygmée - *Larus minutus*
 Mouette tridactyle - *Rissa tridactyla*
 Océante tempête - *Hydrobates pelagicus*
 Petits puffins - *Puffinus puffinus*, *Puffinus mauretanicus*
 Sternes - *Sterna paradisaea*, *Sterna sandvicensis*, *Sterna dougalli*, *Sterna albifrons*, *Sterna hirundo*

Attention : les espèces d'oiseaux les plus côtières ne sont pas prises en compte dans le calcul.

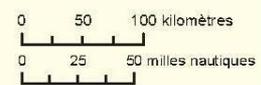


Délimitations maritimes

- - - Limite de la mer territoriale (12 milles nautiques)
- - - Limites selon accords de pêche (Guernesey)
- Délimitation des eaux territoriales ou limite du plateau continental ayant fait l'objet d'un accord bilatéral

Sources des données :

- Indices de sensibilité : AAMP selon les cartes de modélisation d'habitats prédictifs réalisées par l'observatoire PELAGIS - programme PACOMM
- Délimitations maritimes : Délimitations indicatives et provisoires de l'espace maritime français métropolitain (d'après données de SHOM et de l'IGN pour les limites officielles et des records réalisés par l'Agence des aires marines protégées), juillet 2008
- Trait de côte : FAO
- Limites régionales : GEOFLA IGN



MAN_BIO_sensibilite_eolien_oiseaux_201502_44p

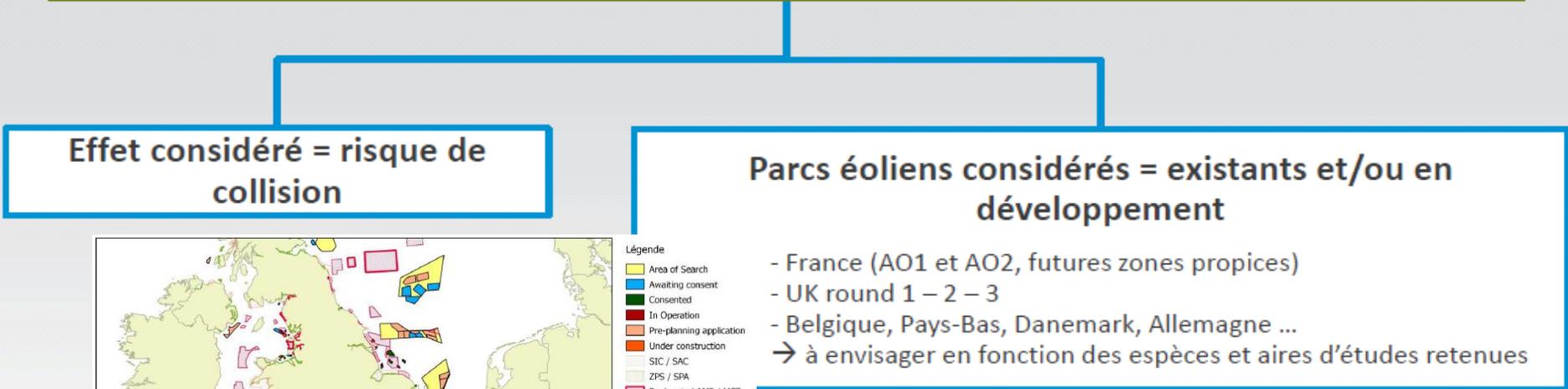


Modélisation des impacts cumulés

Projet PEMARC : Étude des effets cumulés des risque de collisions

partenariat avec Natural Power, Bretagne Vivante et LPO (groupe PÉRISCOPE) et France Energies Marines

Évaluer les effets cumulés des parcs éoliens sur l'avifaune

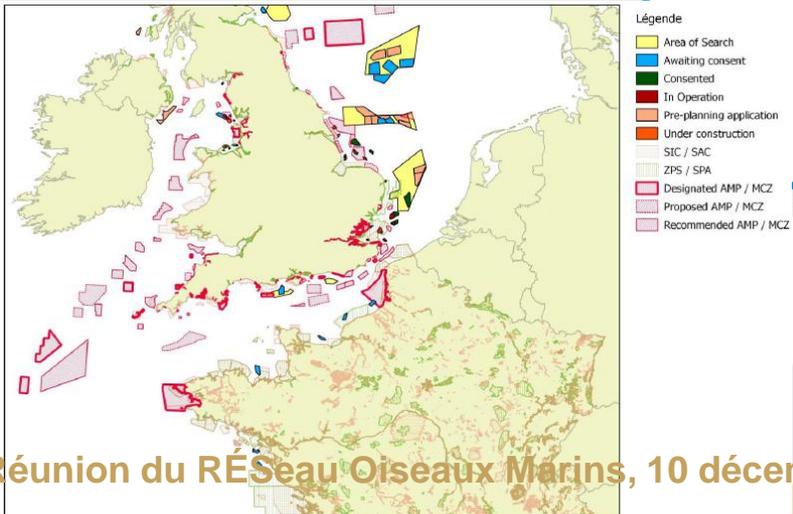


Effet considéré = risque de collision

Parcs éoliens considérés = existants et/ou en développement

- France (AO1 et AO2, futures zones propices)
- UK round 1 – 2 – 3
- Belgique, Pays-Bas, Danemark, Allemagne ...

→ à envisager en fonction des espèces et aires d'études retenues



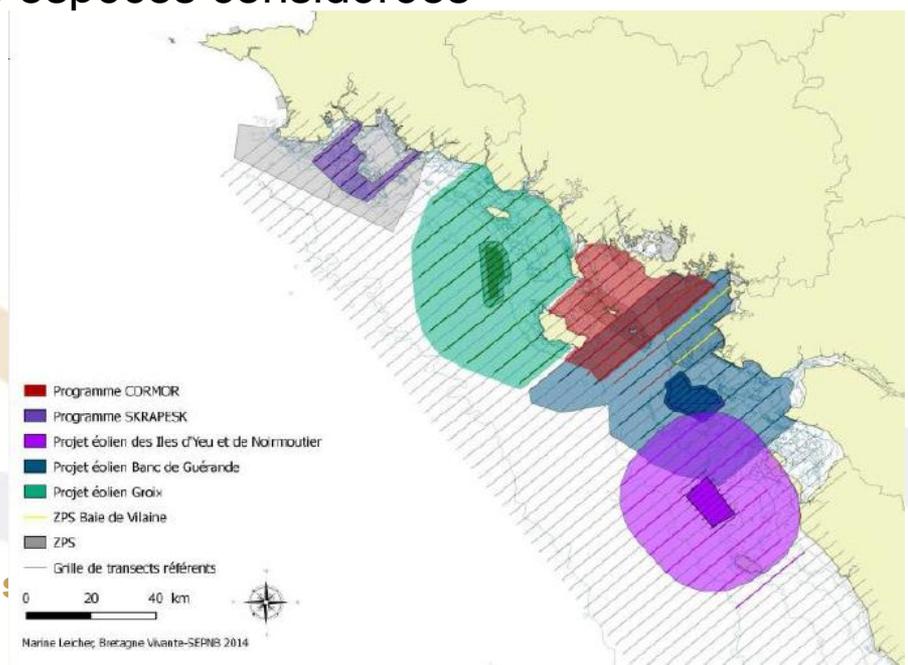


Modélisation des impacts cumulés

Projet PEMARC : Étude des effets cumulés des risque de collisions

3 phases successives :

1. Sélection des espèces susceptibles d'être étudiées sur la base d'une grille d'analyse multicritère
2. Collecte des données relatives à ces espèces (paramètres écologiques) et aux projets de parcs éoliens considérés (caractéristiques techniques)
3. Modélisation biologique des effets cumulés des parcs éoliens sur les populations des espèces considérées





Modélisation des impacts cumulés

Projet PEMARC : Étude des effets cumulés des risque de collisions

partenariat avec Natural Power, Bretagne Vivante et LPO (groupe PÉRISCOPE) et France Energies Marines

Grandes étapes de l'étude et organisation :

1.A Détermination des espèces à étudier (grille multicritère)	PERISCOPE avec le soutien de Natural Power (connaissance des données d'entrée nécessaires)
1.B Collectes des données relatives aux espèces	
1.C Collectes des données relatives aux parcs éoliens	
1.D Détermination de l'échelle / l'emprise géographique de la zone d'étude	
2.A Établissement du modèle biologique de base – i.e. sans parc éolien	NATURAL POWER avec le soutien de PÉRISCOPE (avis d'expert sur les hypothèses et orientations)
2.B Calcul de la mortalité induite par les collisions (CRM), estimation des seuils de mortalité soutenable (PBR)	
2.C Observation des tendances démographiques à moyen et long terme avec/sans parc éolien (PVA)	
3 Interprétation des résultats en termes de risque	Collectif



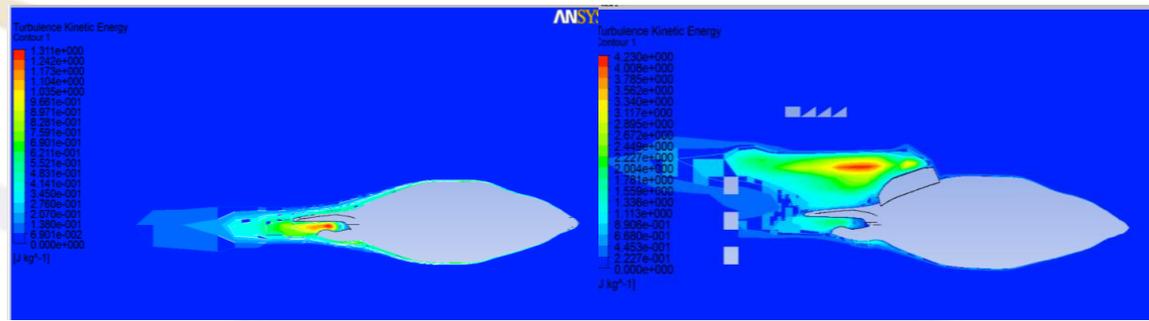
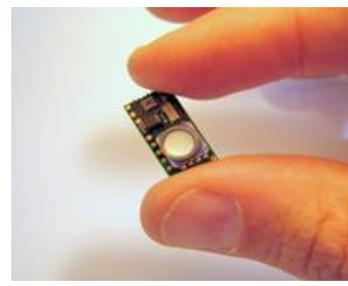
Télémetrie innovante

Projet GEOBIRD : développement et expérimentation d'une balise télémétrique miniaturisée et communicante

partenariat avec IPHC-CNRS, CEFE-CNRS, Bretagne Vivante, EDF-EN, France Energies Marines

Contraintes :

- Poids < 3% de l'oiseau
- Petits puffins = 0,5 kg -> balise < 15 g
- Peu perturbant : aéro/hydrodynamique
- Éviter la recapture -> communicante (réception GSM)
- Longue autonomie -> faible conso électrique, grande mémoire
- Multi-paramètres : température, pression, lumière, accélération,



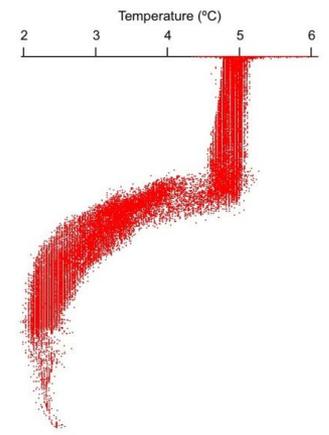
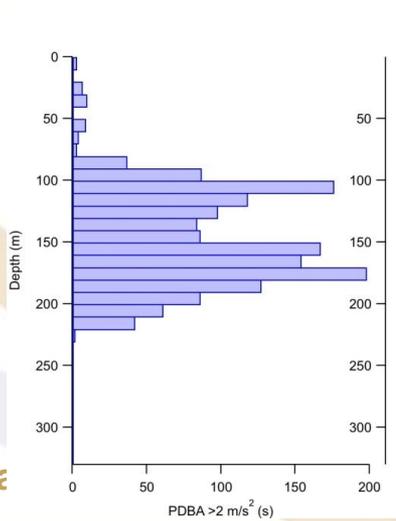
Modélisation de la traînée hydrodynamique d'un manchot, sans et avec bio-logger (énergie de turbulence à 10 m/s)



Télémetrie innovante

Projet GEOBIRD : développement et expérimentation d'une balise télémetrique miniaturisée et communicante

Exemple : bio-loggers sur des guillemots de Troïl



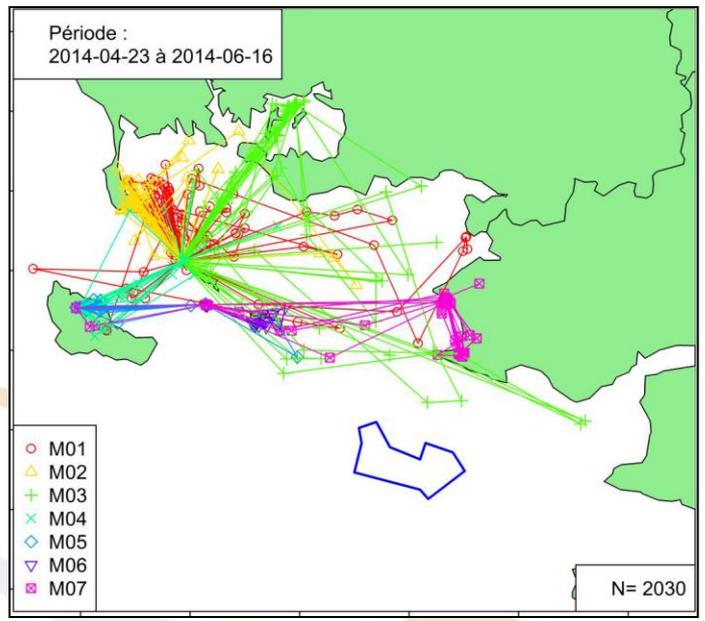


Télémétrie innovante

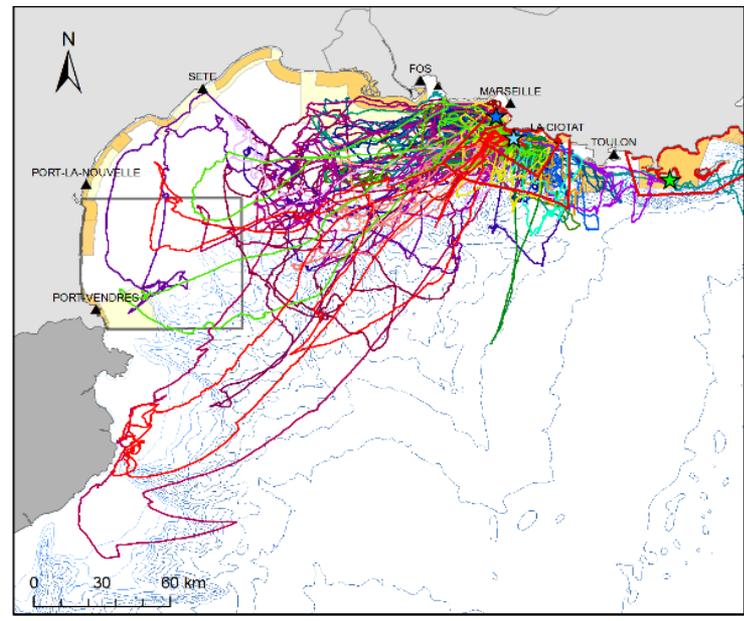
Projet GEOBIRD : développement et expérimentation d'une balise télémétrique miniaturisée et communicante

18 mois de développement technologique et fabrication 10 prototypes

Puis expérimentation sur 2 secteurs : nord Gascogne, îles marseillaises



déplacements des Goélands marins du Mor Braz, au nord du projet de parc éolien au large de Saint-Nazaire (en bleu) (source : groupement Périscope)



déplacements des puffins de Scopoli de la colonie des îles de Riou, au large de Marseille (source : CEFE/CNRS, AAMP, RN Archipel de Riou, CEN PACA).



Observation par radar au large

Bouée SIMEO: développement et expérimentation d'une bouée océanique multi-capteur et communicante

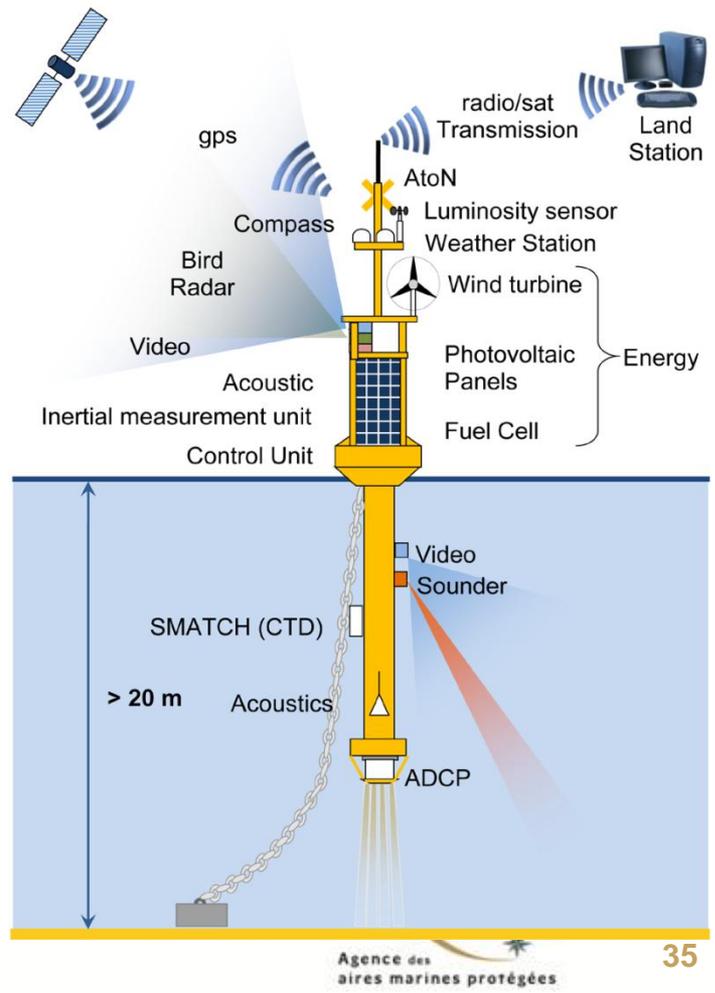
Partenariat entre Biotope, NKE, Ifremer, IRD

Pour les oiseaux :

Combinaison de radar ornithologique, vidéo stéréoscopique (+ microphone ?)

Paramètres à déterminer :

- trajectoires
- espèces (après analyse)
- abondance
- activités biologiques
- hauteur de vol
- interactions avec usages



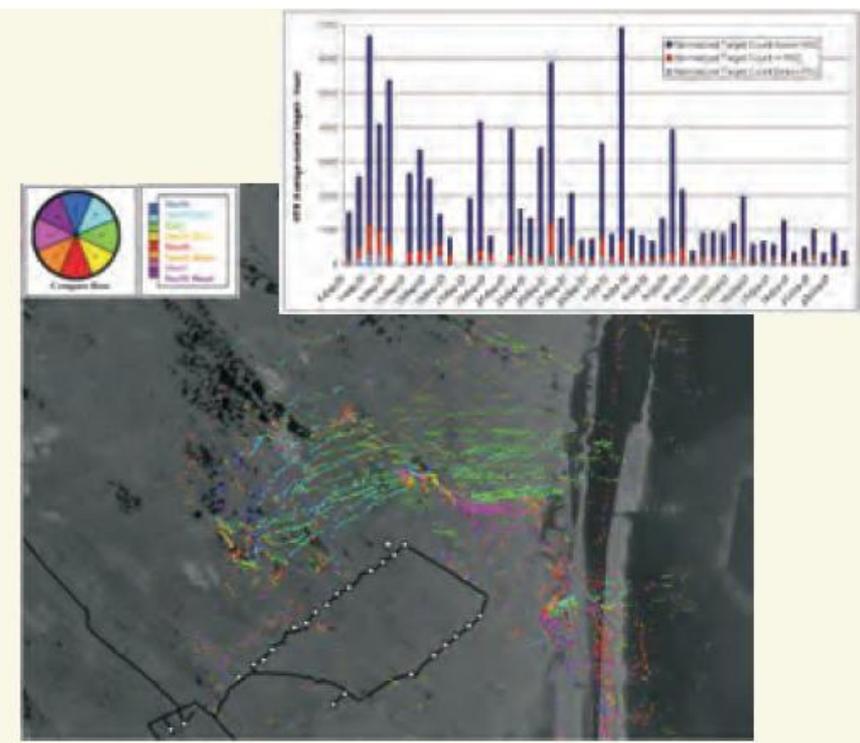


Observation par radar au large



Bird Target Counts Over Survey Period by Size Under Poor Visibility Conditions for Rotor-Swept Altitudes

AGL Band	Small	Medium	Large	Fossil	Total
100	23,308	10,704	1,804	180	36,000
200	22,624	10,740	1,804	384	35,432
250	20,798	8,804	1,420	338	32,068
300	11,824	6,880	944	368	20,116
350	12,068	6,364	772	272	19,476
400	3,216	1,636	132	48	5,132
Total	93,838	45,828	9,976	1,888	148,288



Source : DeTect Inc.



Observation par radar au large

Bouée SIMEO: développement et expérimentation d'une bouée océanique multi-capteur et communicante

- 1^{ère} expérimentation réalisée en baie de Douarnenez en été 2015
- envisagée dans le PNM golfe du Lion au printemps 2016
- possible dans le cadre de l'Interreg Atlantique « oiseaux marins » : mêmes instruments, autre plate-forme ?





Perspectives

Lacunes identifiées :

- ❑ Sensibilité des espèces à l'éolien :
 - Risque de collision :
 - variabilité géographique, saisonnière, diurne
 - espèces non étudiées en mer du Nord
 - Déplacement de population :
 - connaissance des zones fonctionnelles, des couloirs migratoires
 - sensibilité au dérangement
- ❑ Méthode d'évaluation et de cartographie des enjeux :
 - hiérarchisation des enjeux des espèces
 - agrégation des espèces, des types d'impacts

Actions à mener à moyen terme (2-5 ans) :

- Détermination des hauteurs de vol, des zones fonctionnelles
- Modélisation des impacts cumulés : à l'échelle bio-géographique, incluant le dérangement et les impacts indirects (attraction, interaction avec la pêche, ...)

NB : nécessite l'utilisation des données acquises par les développeurs éoliens