SHeAReWATER

Programme de Suivi à la Voile de la Mégafaune Marine du Talus de la Mer Celtique

Mission Août 2021



Julien RENOULT – Tangi LEBOT – Charlotte BIGARD
Christophe De FRANCESCHI – Boris DELAHAIE – Paul DUFOUR
Jean-Charles DELATTRE – Louis SALLE – Frédéric VEYRUNES

Les oiseaux sont incontestablement les animaux de la métropole française dont la diversité est la mieux connue. Une exception concerne toutefois l'avifaune pélagique lointaine qui transite aux limites de notre Zone Économique Exclusive (ZEE). Ces dernières années, l'amélioration des connaissances en identification et l'augmentation de la pression d'observation ont permis de découvrir la présence de nouvelles espèces d'oiseaux marins dans le Nord-Est de l'Atlantique, appartenant aux familles des labbes (Stercorariidés), pétrels, puffins (« Shearwater » en anglais, à l'origine du nom du projet) et océanites (Procellariiformes). Ces observations sont réalisées avec une grande régularité, pour la plupart depuis la Galice en Espagne, et dans une moindre mesure depuis les pointes de Grande Bretagne. Bien que ces espèces soient absentes de la liste des oiseaux de France métropolitaine, il est probable qu'elles séjournent régulièrement dans notre territoire. Plus important, il est même possible que la limite occidentale de la ZEE métropolitaine française constitue une zone d'alimentation majeure pour ces espèces, ainsi que pour d'autres espèces pélagiques telles que le Puffin des Baléares (*Puffinus mauretanicus*) pour lequel un Plan National d'Action a été lancé en 2021 (https://oiseaux-marins.org/accueil/projets/pna-puffin). Malheureusement, à ce jour aucune campagne d'inventaire en haute mer utilisant une méthodologie adaptée à l'identification et au recensement de ces oiseaux durant leur passage migratoire n'a été mise en œuvre en France, ni même en Europe.

Le programme SHeAReWATER, porté par l'association Skravik, a pour objectif de combler cette lacune par une série d'explorations, à la voile, du talus continental de la mer Celtique situé en Zone Natura 2000 à environ 300 km au large de la Bretagne. Cette région du talus constitue une zone importante d'upwelling, où les eaux profondes chargées en nutriments remontent en surface, créant une chaîne alimentaire dominée par la mégafaune pélagique dont les oiseaux font partie. Plus précisément, il s'agit de la zone d'upwelling de la ZEE la plus lointaine des côtes métropolitaines, donc potentiellement la région de notre territoire la plus importante pour la faune pélagique lointaine. Le programme a pour objectif principal d'identifier les espèces d'oiseaux pélagiques visitant la partie française du talus afin d'établir leur statut d'occurrence. Un autre défi que se propose de relever le programme SHeAReWATER est la mise en place d'un protocole permettant d'estimer, sur le long terme, l'évolution de l'abondance de ces espèces en prenant en compte les contraintes et les avantages d'une navigation à la voile. En plus des oiseaux, le programme s'intéresse à la mégafaune marine de surface incluant notamment les grands (rorquals) ainsi que les petits (dauphins, marsouins, globicéphales) cétacés, les tortues luths, requins pèlerins et autres requins pélagiques, les grands poissons osseux tels que les thons et les poissons lunes.

SHeAReWATER est un programme de recherche et d'exploration naturaliste qui a pour ambition de s'inscrire dans la durée grâce à des missions d'exploration biennales. Ce document présente les résultats de la première expédition du programme SHeAReWATER, qui s'est déroulée du 21 au 29 août 2021, et qui visait avant tout à évaluer l'atteignabilité des différents objectifs du programme.

Toutes les photos illustrant ce rapport ont été prises durant la mission d'août 2021.



Sternes pierregarins

Sommaire

Naissance du programme 4
L'association Skravik 4
Une première mission dans le Golfe de Gascogne en 2017 4
Méthodologie 5
La zone d'étude 5
L'équipage 9
Le bateau 10
Collecte des données 11
Protocole transect 11
Protocole appâtage 13
Données opportunistes 14
Estimation des distances de détection 14
Résultats 16
Déroulé de la mission 16
Synthèse générale des observations 21
Synthèse par espèce 22
Océanite tempête 23
Océanite de Wilson 25
Fou de Bassan 27
Morus bassanus 27
Fulmar boréal 29
Puffin des Baléares 31
Puffin des Anglais 33
Puffin majeur 35
Puffin fuligineux 37
Grand Labbe 39
Petits labbes 41
Goéland brun 43
Autres animaux 47
Discussion 50
Des espèces pélagiques toujours mystérieuses 50
Résultats principaux 50
Des espèces toujours à rechercher 51
Estimation de l'abondance à la voile 53
Conclusions 60
Références 63

Naissance du programme

L'association Skravik

Créée en 2017 par un docteur en ornithologie, un docteur en cétologie et un guide naturaliste, tous spécialistes de la faune pélagique, l'association Skravik Expéditions a pour vocation première la mise en place de campagnes d'études et d'observations naturalistes (voir facebook @skravikprojet). En incluant ses propres études et ses collaborations avec d'autres organismes, l'association compte à son actif différentes missions hauturières au large des côtes françaises (Oiseaux pélagiques – Golfe de Gascogne 2017 ; Diables de mer – Corse 2019 et 2020 avec l'association Ailerons ; Capture de puffins – Golfe du Lion avec le CNRS).

L'association Skravik porte par ailleurs un projet entrepreneurial coopératif qui a pour vocation de créer un armement de voiliers de travail modulables au service de différentes activités. Son objectif est de remettre le travail à la voile au cœur des activités professionnelles de la mer. En 2022, elle a expérimenté un premier voilier de travail polyvalent pêche et expertise environnementale.

Une première mission dans le Golfe de Gascogne en 2017

En août 2017, l'association Skravik a réalisé une première mission d'exploration en voilier de la région sud du Golfe de Gascogne avec pour objectif i) de tester la faisabilité des inventaires en mer à bord d'un voilier monocoque de petite taille ; ii) de tester un protocole d'inventaire scientifique basé sur l'appâtage et adapté à l'identification et au recensement des oiseaux pélagiques lors de séjours longue-durée en voilier, et iii) de réaliser un inventaire des oiseaux et mammifères marins le long du talus continental.

La mission a été réalisée à bord d'un voilier monocoque de 38 pieds avec 5 observateurs et 1 observateur-skipper (l'ensemble de l'équipe de 2017 fait partie de l'équipage du programme SHeAReWATER). Au cours de cette mission, le talus continental a été parcouru depuis le Gouff de Capbreton au Sud jusqu'à la latitude de Belle-île au Nord. De plus, le plateau de Rochebonne a été échantillonné au début et à la fin de la mission.

Cette mission fut un succès à plusieurs titres. Nous avons pu réaliser un très grand nombre d'observations d'oiseaux (diversité et abondance) et mammifères marins tout au long du séjour, dont un nombre exceptionnel d'Océanites de Wilson (*Oceanites oceanicus*). La méthode d'échantillonnage par appâtage à l'aide d'une bouée s'est révélée être très efficace et nous a conduit à publier un article dans la revue *Dutch Birding* (Renoult et al., 2018) afin de partager cette méthode originale avec la communauté ornithologique.

Les résultats très encourageants de cette mission ont participé à la genèse du programme SHeAReWATER et nous ont permis d'améliorer notre proposition en palliant à certains points faibles : nombre d'observateurs et de skippers, taille du voilier, méthodes d'inventaires.

Méthodologie

La zone d'étude

Sur la base de données d'observations à l'échelle Européenne, nous faisons l'hypothèse que certaines espèces d'oiseaux pélagiques ne transitent au sein de notre territoire que dans la zone pélagique lointaine située chez nous le long d'une ligne joignant la Galice et les pointes britanniques (voir détails pour chaque espèce ci-dessous), lors de leur passage estival en Atlantique Nord (principalement entre mi-août et mi-septembre). Cette ligne traverse la limite occidentale de la ZEE au niveau du talus continental de la Mer Celtique, à environ 300 km à l'ouest des côtes bretonnes, dans une région délimitée par le Haut-fond Du Castor, Shamrock Valley et l'Escarpement de Trevelyan. La topographie accidentée de cette région est propice aux upwellings typiquement associés à la présence de macrofaune marine (Castège et Hémery, 2009). La campagne de suivi aérien SAMM a ainsi montré que cette région est l'une des plus importantes dans notre ZEE pour la présence estivale du Fou de Bassan, mais aussi pour celle des grands cétacés et des requins (Petex et al., 2014). La zone d'étude est située à l'intérieur de la zone Natura 2000 « Mers Celtiques – Talus du Golfe de Gascogne » (FR5302015, en vert sur la carte).

La zone d'étude marque par ailleurs la limite nord du Golfe de Gascogne, dont la moitié méridionale est connue pour la richesse de sa faune marine pélagique (Castège et Hémery, 2009), mais également pour les déchets plastiques flottants qui s'y accumulent (Pereiro et al., 2019). La nature ascendante et cisaillante du courant du talus de la mer Celtique pourrait lui conférer un rôle de barrière guidant les déchets vers le sud du golfe, mais permettant au centre du talus d'être relativement préservé de cette pollution durant l'été (Van Sebille et al., 2020 ; Oumières et al., 2018).

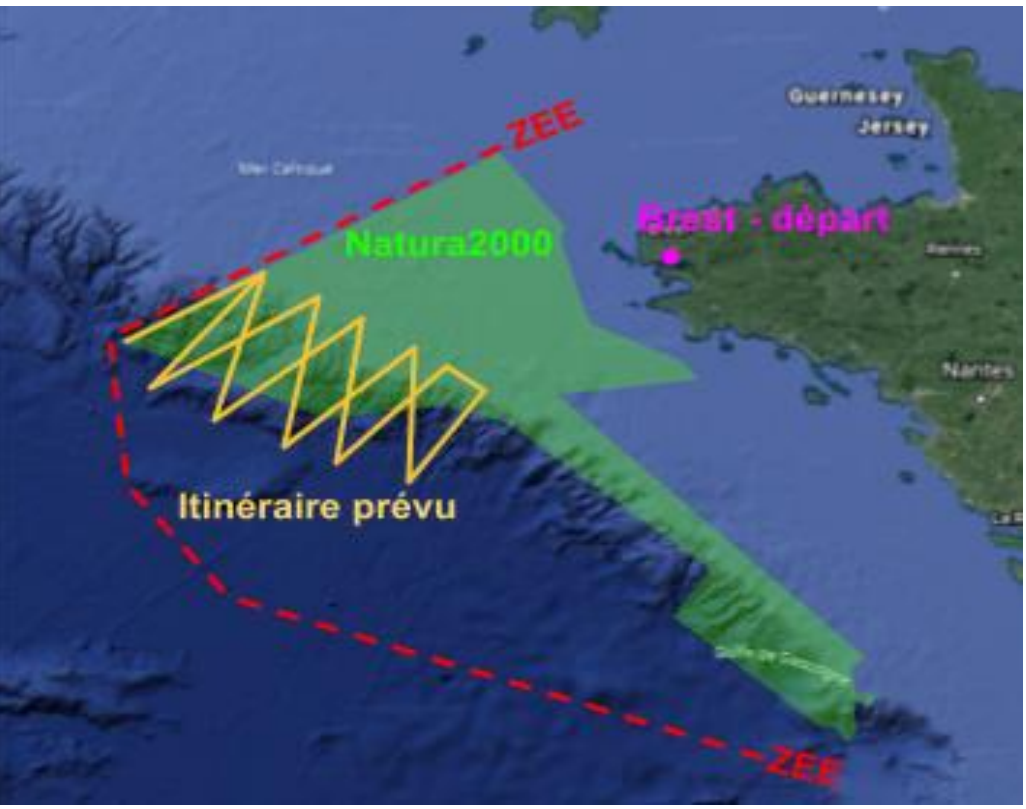


Figure 1. Itinéraire prévu pour l'expédition du programme SHeAReWATER en août 2022

La zone Natura 2000 Mer Celtique

Localisé au-delà de la mer territoriale, ce secteur de l'Atlantique est situé au large des côtes bretonnes et tout le long du talus du golfe de Gascogne, marquant la transition entre le plateau continental et la plaine abyssale. Il s'appuie sur les limites :

- de la Zone Économique Exclusive (ZEE) au Nord ;
- des 12 milles à l'ouest de la Bretagne;
- des zones de plus forts enjeux pour les oiseaux marins.

Le golfe de Gascogne se caractérise par un très large plateau continental dans sa partie septentrionale avec une distance de 300 km à l'ouest de l'île d'Ouessant ; il se réduit progressivement vers le sud à 30 km au large du Pays Basque. Le plateau continental est majoritairement occupé par du sable et de la vase, et la roche est surtout confinée aux abords du massif armoricain (sud Bretagne) et des Pyrénées (Pays basque). En France, il existe une succession de canyons présentant une morphologie particulièrement complexe (présence de ravines, de chenaux, de zones d'effondrement, de crêtes, de marches, de falaises...) et séparés par des interfluves. La topographie particulière des canyons interagit avec les processus hydrodynamiques dominants le long des marges, que ce soient les courants dus au vent ou les courants de marée, pour créer des phénomènes d'upwelling ou de downwelling. Les canyons peuvent canaliser les flux de particules et de matière organique du plateau continental vers

la plaine abyssale ou constituer des centres de dépôts sédimentaires et des puits de carbone. L'amplitude variable et les interactions complexes de ces processus produisent une grande hétérogénéité de conditions édaphiques, hydrodynamiques et trophiques tant à l'échelle d'une région qu'à l'échelle d'un canyon. Cette hétérogénéité des conditions environnementales tendrait à accroître la diversité benthique et l'éventail des formes de l'habitat récif « 1170 » qui pourrait se trouver dans et autour des canyons. Ces conditions hydrographiques particulières impliquent également l'existence d'un réseau trophique particulièrement riche et complexe et expliquent les concentrations importantes de prédateurs supérieurs dont les mammifères et oiseaux marins.

La partie nord du site situé sur le plateau continental est caractérisée par des «méga-dunes» de sables qui recouvrent toute la partie médiane de cette région et sont orientés perpendiculairement au rebord de la pente continentale. Leurs dimensions sont de l'ordre de 35 m de hauteur, 5 km de large et 100 km de long. L'origine du sable est probablement d'origine deltaïque avec une mise en place aux époques glaciaires lorsque le niveau marin était 120 m plus bas et qu'un fleuve coulait dans la Manche et débouchait en Mer Celtique. On note également dans les zones de l'Espérance et de la Chapelle, la présence de dunes, orientées parallèlement au rebord du talus et pouvant atteindre jusqu'à 16 m d'amplitude. Leur dynamique actuelle est mal définie mais leur morphologie montre des structures migrant vers le continent et d'autre vers le large, mettant en évidence une action des courants de flot et de jusant, mais aussi des ondes internes. Ces habitats de dunes sont des secteurs privilégiés d'alimentation pour les prédateurs supérieurs. Enfin, l'extrémité nord-ouest du site est caractérisée par une zone de profondeur intermédiaire entre les abysses et le plateau : la terrasse de Meriadzek. Le fonctionnement de ce secteur vis-à-vis des prédateurs supérieurs n'est pas connu à ce jour.

La zone marine concernée par la zone de protection spéciale est fréquentée par des navires de pêche en provenance de toute la façade Atlantique française mais aussi par des navires étrangers, notamment espagnols. Elle est traversée par la voie de circulation majeure et significative entre les dispositifs de séparation du trafic d'Ouessant et le Cap Finistère. Les effets de ces activités sur la conservation des populations d'oiseaux marins ayant justifié la désignation du site, qu'ils soient positifs, négatifs ou neutres, restent à apprécier.

Historique des inventaires faunistiques de la zone d'étude

Deux grands types de campagnes de collecte de données se sont intéressées à la répartition de la mégafaune (oiseaux et cétacés essentiellement) dans le nord du golfe de Gascogne : les missions SAMM (Suivi Aérien de la Mégafaune Marine) d'une part, et EVHOE (EValuation Halieutique de l'Ouest de l'Europe) d'autre part. Les premières s'appuient, comme leur nom l'indique, sur des observations en avions le long de transects définis par un plan d'échantillonnage. Les secondes impliquent des observations depuis le pont supérieur d'un navire à moteur de taille importante, chaque année en automne (octobre/novembre). Les données issues des deux types de campagnes ont été analysées pour produire une estimation de la présence/absence et de l'abondance (méthode de *distance*

sampling) des mammifères marins et des oiseaux pélagiques (e.g., Petex et al. 2014 ; Authier et al. 2018).



Les résultats de ces campagnes montrent que la zone Natura 2000 de la mer Celtique est largement fréquentée par plusieurs espèces de mammifères marins en hiver comme en été, notamment dans la zone de transition entre le talus continental et le plancher océanique (mais aussi plus au large en été). Les petits Delphinidés (en particulier le Dauphin commun) dominent, mais le Globicéphale noir est également régulier, tandis que les observations des grands cétacés sont plus ponctuelles. Le cortège d'oiseaux marins est également important. La zone d'étude est largement utilisée en hiver par le Fou de Bassan, le Fulmar boréal, la Mouette tridactyle ou encore le Grand Labbe, mais c'est probablement en période de migration/dispersion postnuptiale que la diversité est la plus grande, incluant alors plusieurs espèces de puffins, de labbes, d'Alcidés, de sternes ou d'océanites. Le golfe de Gascogne constitue durant notre été et jusqu'en fin d'automne une zone de stationnement majeure pour nombre d'espèces, que ce soit pendant leur migration (e.g. Sterne pierregarin, arctique, Mouette de Sabine, Puffin majeur et des Anglais) ou lors d'une phase d'exploration des individus non-nicheurs (e.g., Puffin cendré). Les campagnes SAMM et EVHOE, de par leurs méthodologies et/ou la période ciblées, ne captent qu'une partie de cette diversité, d'où la complémentarité du programme SHeAReWATER.

L'équipage

La mission a accueilli 10 participants : 7 naturalistes et 3 navigateurs (Tableau 1).

Tableau 1. Liste des participants à la mission d'août 2021.

Participant	Situation professionnelle	Compétences par rapport au projet
Tangi Le Bot	Président de l'Association Skravik Expéditions, coordinateur scientifique freelance, marin professionnel	Organisation de la mission, skippeur du catamaran, ornithologue, docteur en écologie marine.
Charlotte Bigard	Docteure en Gestion de l'Environnement	Navigatrice, logistique sur terre (préparation du bateau) et en mer.
Ronan Bécam	Membre salarié de l'association Skravik, marin professionnel.	Skippeur du catamaran, mécanicien.
Julien Renoult	Chercheur en écologie au CNRS, Montpellier	Ornithologue et ichtyologue.
Jean-Charles Delattre	Ornithologue chez Biotope – Aquitaine	Ornithologue expérimenté avec les oiseaux pélagiques des mers du sud.
Christophe de Franceschi	Assistant Ingénieur en écologie au CNRS, Montpellier, bagueur professionnel.	Ornithologue expérimenté avec les oiseaux pélagiques des mers du sud.
Boris Delahaie	Chercheur en écologie, Université de Cambridge.	Ornithologue passionné de l'avifaune pélagique. Photographe.
Frédéric Veyrunes	Chercheur en écologie au CNRS, Montpellier.	Ornithologue passionné de l'avifaune pélagique ; membre de la Commission de l'Avifaune Française.
Paul Dufour	Docteur en écologie au CNRS, Grenoble.	Ornithologue ; spécialiste de la migration des oiseaux ; membre de la Commission de l'Avifaune Française.
Louis Sallé	Chercheur en écologie, LPO.	Ornithologue, Docteur en écologie des oiseaux, coordinateur de l'Atlas des Oiseaux Migrateurs de France (LPO-MNHN)

Le bateau

L'équipage a embarqué à bord d'un catamaran Lipari41 loué par l'entreprise C.F.C La Trinité sur la période du 21 au 29 août 2021. La bateau, équipé de 10 couchages (5 par flotteur), à la configuration classique d'un catamaran de navigation hauturière, avec un large carré extérieur arrière pouvant accueillir l'ensemble de l'équipe et permettant d'assurer des observations sur les 180° arrière. Le toit du carré extérieur arrière permet une observation assise pour l'ensemble de l'équipe ; il est situé à 3,3 m de la surface de l'eau. Le pont avant permet une observation assise, sous la voile, pour 6 à 8 personnes. Les observateurs peuvent également se tenir debout sur les côtés. Le pont avant et les côtés du bateau sont situés à 1,8 m au-dessus de la surface de l'eau. Enfin, le carré central intérieur offre une vue panoramique permettant l'observation sur les 180° avant, qui a été utilisée lors des périodes de très mauvais temps.





Collecte des données

Les observations ont été collectées à travers trois protocoles distincts.

Protocole transect

Le protocole transect recueille des observations effectuées durant des transects linéaires de 30 minutes. Quatre observateurs observent chacun 90° afin de couvrir une observation sur 360°. Les

observations sont réalisées à l'œil nu, les jumelles et les appareils photos ne sont utilisés que pour confirmer l'identification mais jamais pour détecter un individu ou un déchet flottant. Une cinquième personne (le scribe) saisit dans un cahier les observations annoncées oralement par les quatre observateurs, afin d'éviter les doublons (un oiseau ou groupe d'oiseaux en vol passant dans le champ de vision de deux observateurs différents). Tous les vertébrés marins et les déchets flottants situés à moins de 300 m du bateau au moment de leur détection sont enregistrés dans ce protocole. Une durée minimale de 30 minutes sépare deux transects.

Les métadonnées suivantes ont été collectées pour chaque transect :

- Date couplée au numéro transect (e.g., 220821T4).
- Heure de début.
- Initiales des observateurs et leur position sur le bateau.
- Position géographique de début.
- Position géographique de fin.
- Cap (en degré). Le cap ne peut pas toujours être déduit des positions géographiques de début et de fin à cause des courants de translation.
- État de la mer.
- Force du vent (en nœuds).
- Direction du vent.
- Visibilité.
- Couverture nuageuse (en % de nuage dans le ciel).
- Pluie (non/faible/forte).
- Éblouissement.
- Nombre de bateaux aux alentours, visibles à l'œil nu.
- Nombre de bateaux de pêche aux alentours, visibles à l'œil nu (mais reconnu comme bateau de pêche grâce aux jumelles).

Les données d'observation suivantes ont été collectées pour chaque transect :

- Heure de l'observation.
- Espèce. Chaque espèce est notée avec un code espèce à 6 lettres, créé à partir des 3 premières du nom de genre et des 3 premières lettres du nom d'espèce des noms français. Les noms scientifiques ont vocation à refléter la systématique des espèces en conférant une information sur l'apparentement des espèces au niveau générique. De ce fait, les noms scientifiques peuvent changer rapidement au cours du temps, avec l'avancement des connaissances sur la systématique des oiseaux. A l'inverse, les noms vernaculaires reflètent l'usage local des oiseaux sont plus stables dans le temps, expliquant pourquoi, dans la perspective d'un protocole de suivi à long terme, nous avons opté pour un code-espèce basé sur les noms vernaculaires. Exemples de code-espèce : FULBOR (Fulmar boréal, *Fulmaris glacialis*), DAUCOM (Dauphin commun, *Delfinus delphis*). Les déchets flottants sont notés avec le code DECHET.
- Nombre. Renseigne le nombre d'individus pour les groupes.
- Distance de détection.

- Angle d'observation.
- Comportement.
- Pour les déchets : type.
- Pour les déchets : taille.
- Pour les déchets : couleur.
- Commentaire (infos diverses, par exemple classe d'âge pour des laridés ou les fous, ou si un oiseau était posé sur l'oiseau.

Protocole appâtage

Le protocole appâtage recueille des observations effectuées durant des séances d'appâtage en point fixe (*modulo* la dérive pendant la durée de la séance). Lors d'une séance d'appâtage, un appât flottant est mis à l'eau et laissé à la dérive, et les oiseaux attirés par l'appât sont comptés tout en restant à distance de l'appât.

L'appât est préparé 10 minutes avant (voir Tableau XX) le début de la séance. Il est constitué de 5 L de granulés flottants pour poissons de bassin, 1 L d'huile de sardine, 0.5 L d'huile de foie de morue et de 5 gouttes de DiméthylSulfite (DMS). Également connus sous le nom de "granulés à carpe koï" dans les animaleries, les granulés flottants fournissent un apport énergétique aux oiseaux qui peuvent parcourir plusieurs kilomètres pour visiter l'appât. Les océanites, les puffins, les Fulmars boréaux ainsi que les Grand Labbes ont été observés se nourrissant de ces granules durant nos sessions d'appâtage. Les huiles et le DMS ont un rôle attractif grâce à leur odeur. Le DMS est un composé chimique, à la fois extrêmement odorant et volatile, naturellement produit par le phytoplancton et utilisé notamment par les Procellariiformes comme un indice olfactif permettant de localiser le zooplancton se nourrissant du phytoplancton (Nevitt et Bonadonna, 2005). Cette recette d'appât, mise au point durant notre mission de 2017 dans le golfe de Gascogne, est ainsi uniquement constituée de denrées non périssables, ce qui la rend particulièrement adaptée aux séjours en mer de moyenne à longue durée (Renoult et al. 2018).

Immédiatement avant le début d'une séance d'appâtage, l'appât est versé dans une "piscine à appât" préalablement mise à l'eau et maintenue au contact du bateau jusqu'au versement de l'appât. Il s'agit d'une piscine autoportante à boudin supérieur gonflable d'1,8m de diamètre, dont le fond à été découpé. Le tour de la piscine a été conservé et lesté par du plomb afin d'être maintenu sous l'eau. L'intérêt de cette piscine est double : 1) elle permet de contenir l'appât liquide en son sein, et évite donc sa dispersion et dilution rapide sur des centaines de mètres en quelques minutes, 2) elle permet de suivre l'appât à distance sans risquer de le perdre de vue. Cette deuxième fonction est particulièrement importante pour un suivi à la voile, où il est moins facile qu'avec un petit bateau à moteur de rester continuellement à proximité de l'appât flottant (Renoult et al. 2018).

Une séance d'appâtage dure un minimum de 1h, mais peut être prolongée jusqu'à 2h pour les séances riches en oiseaux. Tous les observateurs sont mobilisés durant une séance d'appâtage, assurant une observation sur 360°. Une personne est responsable de la saisie des données.

Les métadonnées suivantes ont été collectées pour chaque séance d'appâtage :

- Date couplée au numéro de séance d'appâtage.
- Heure de début
- Heure de fin
- Position géographique de début.
- Position géographique de fin.
- Etat de la mer.
- Force du vent (en noeuds).
- Direction du vent.
- Visibilité.
- Couverture nuageuse (en % de nuage dans le ciel).
- Pluie (non/faible/forte).
- Éblouissement.
- Nombre de bateaux aux alentours, visibles à l'œil nu.
- Nombre de bateaux de pêche aux alentours, visibles à l'œil nu (mais reconnu comme bateau de pêche grâce aux jumelles).

Concernant les données d'observations, toutes les espèces de vertébrés marins ont été notées, quelle que soit leur distance. Les effectifs sont recalculés par chaque tranche horaire de 5 minutes. Une durée minimale d'une heure sépare la fin d'une séance d'appâtage du commencement d'un transect.

Données opportunistes

Toutes les autres données de vertébrés marins ne rentrant pas dans les protocoles transect et appâtage sont saisis en données opportunistes, pour lesquelles sont notés :

- Heure de l'observation.
- Espèce.
- Nombre.
- Éventuellement l'âge (ou les âges des individus pour les groupes).

Estimation des distances de détection

Les distances de détection des oiseaux ont été estimées "à l'œil", c'est-à-dire sans l'aide d'appareil de mesure. Tous les membres de l'équipage ont été entraînés à estimer les distances à l'aide d'un traînard, constitué d'un splasher (leurre pour la pêche au gros qui rebondit à la surface de l'eau) accrochée à un filin de 300 m accroché à l'arrière du bateau. Des marques ont été fixées tous les 50m sur le filin. La première journée de navigation a été consacrée à l'entraînement : un des membres de l'équipage déroulait le filin d'une longueur inconnue pour les autres membres, qui devaient prédire la distance. D'autres entraînements ont été réalisés de manière sporadique durant le séjour afin d'entretenir les capacités de d'estimation des observateurs (voir aussi la section Discussion).



Fulmar boréal

Résultats

Déroulé de la mission

La mission s'est déroulée du 21 au 29 août 2021, au départ de la Trinité-sur-Mer et une arrivée au même endroit. Nous avons parcouru un total de 1241 km (670 milles nautiques).

Jour 1 (21-08-2021). Départ du port de la Trinité-sur-mer à 16h07. Au niveau de l'île d'Hoedic, une anomalie électrique est détectée sur le bateau ; nous faisons demi-tour afin de réaliser la réparation au port. Retour au port de la Trinité-sur-mer à 23h00 (**Figure 2**).

Jour 2 (22-08-2021). Départ du port de la Trinité-sur-mer à 9h07. Sortie de la baie de Quiberon par la passe de la Teignouse, contournement de Belle-Île par l'est, direction le talus continental (cap 40° ; **Figure 2**).

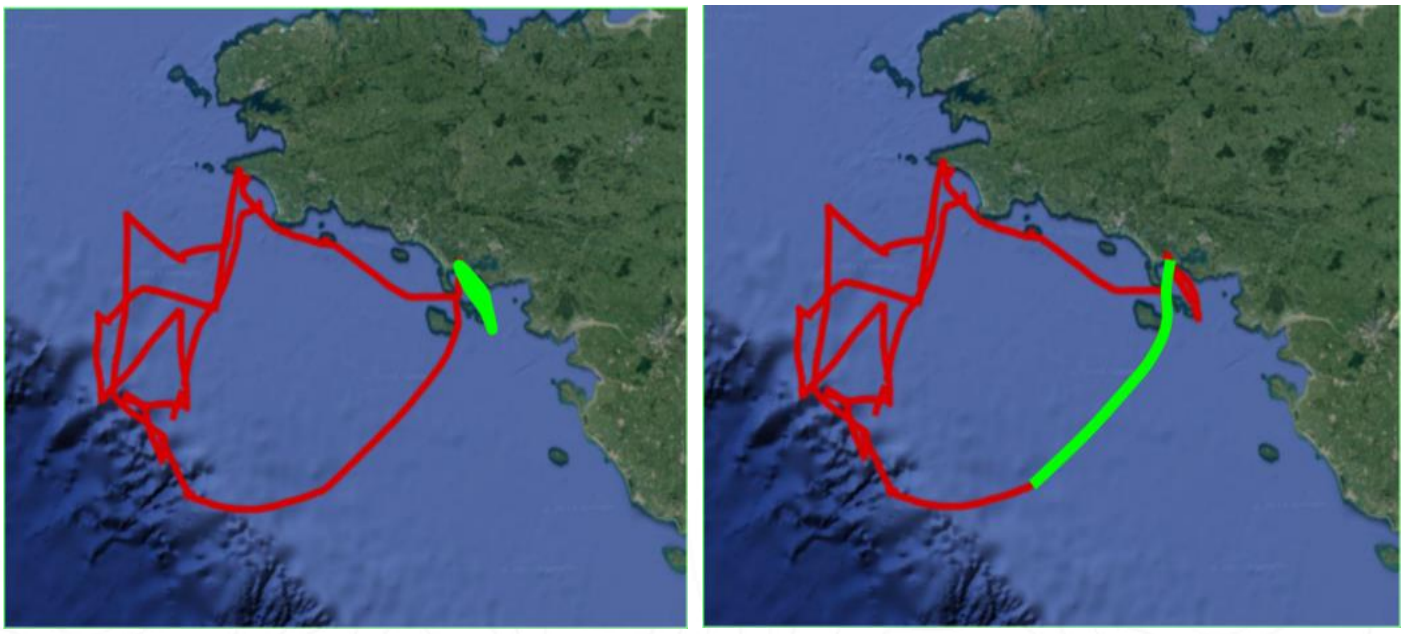


Figure 2. *Itinéraires des jours 1 (gauche) et 2 (droite)*

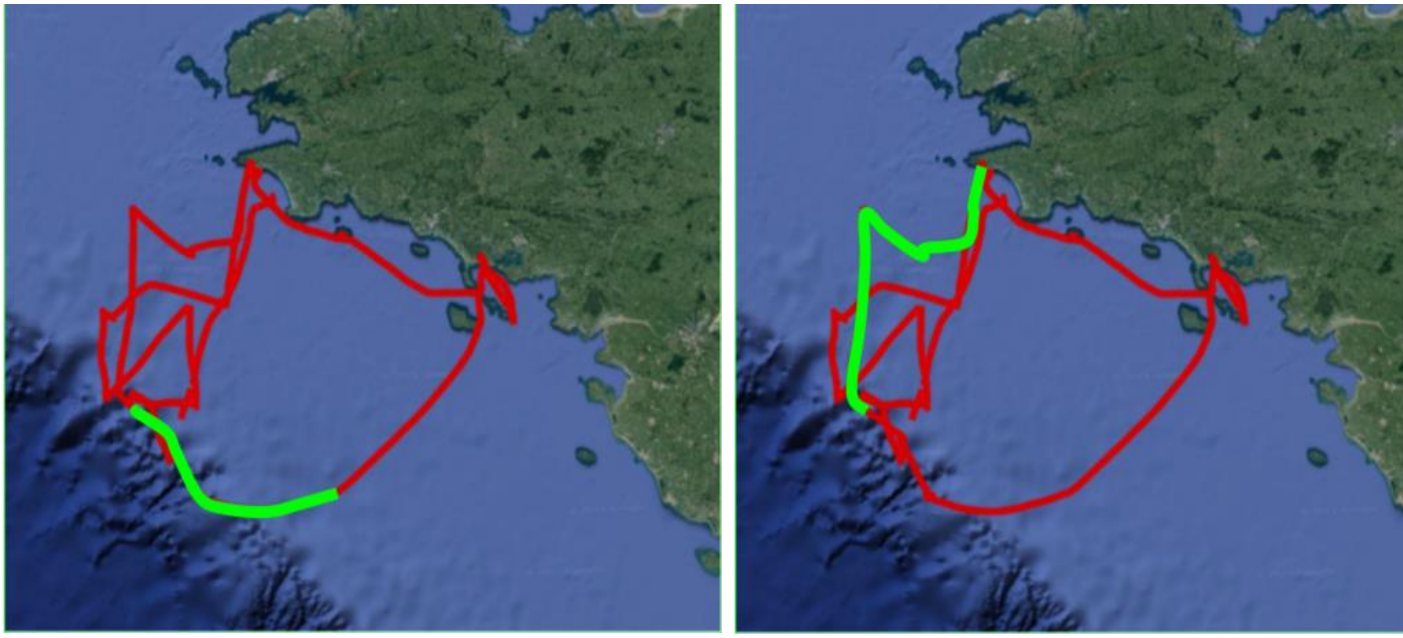


Figure 3. *Itinéraires des jours 3 (gauche) et 4 (droite)*

Jour 3 (23-08-2021). Arrivée sur le talus continental au niveau de canyon de Belle-Île à 8h30, remontée vers le nord-ouest en longeant le talus, traversée du Canyon d'Odet, du Canyon de Guivinec en début d'après-midi, traversée du Canyon de Penmar'ch à minuit (**Figure 3**).

Jour 4 (24-08-2021). Navigation le long du talus jusqu'à 1h30, heure à partir de laquelle les conditions en mer (vent Force 6 NE) nous ont contraint de retourner s'abriter vers le continent. Nous arrivons au mouillage à l'anse de Plogoff (pointe du Raz) en fin d'après-midi (**Figure 3**).

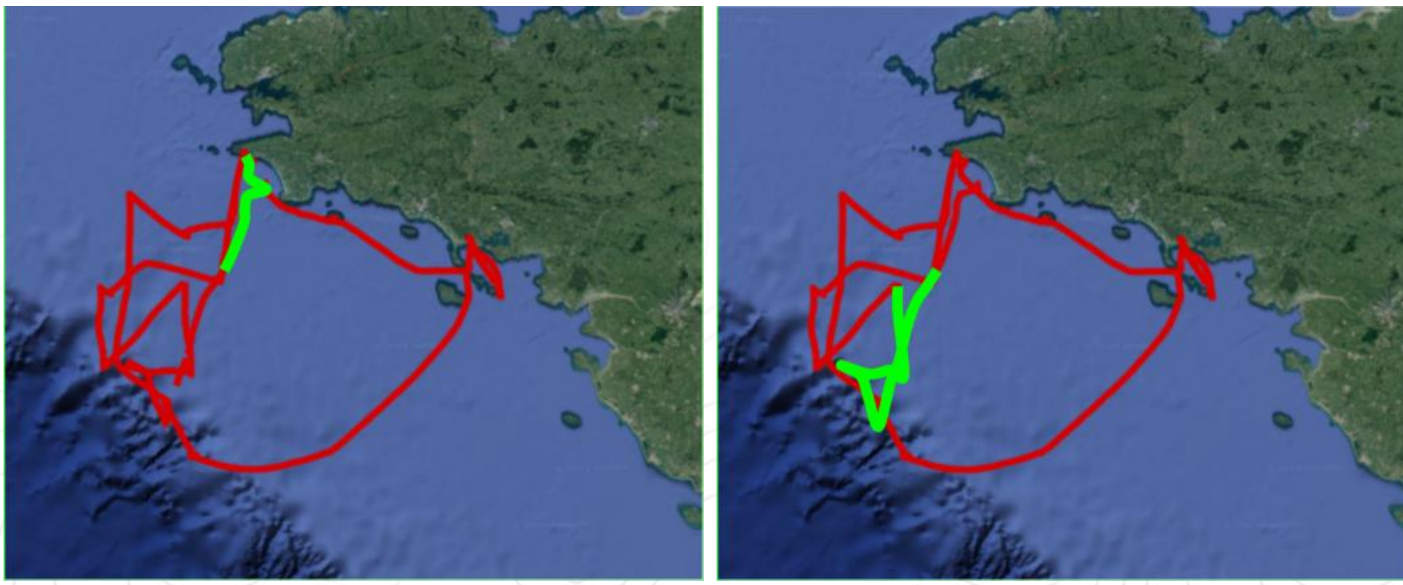


Figure 4. *Itinéraires des jours 5 (gauche) et 6 (droite)*

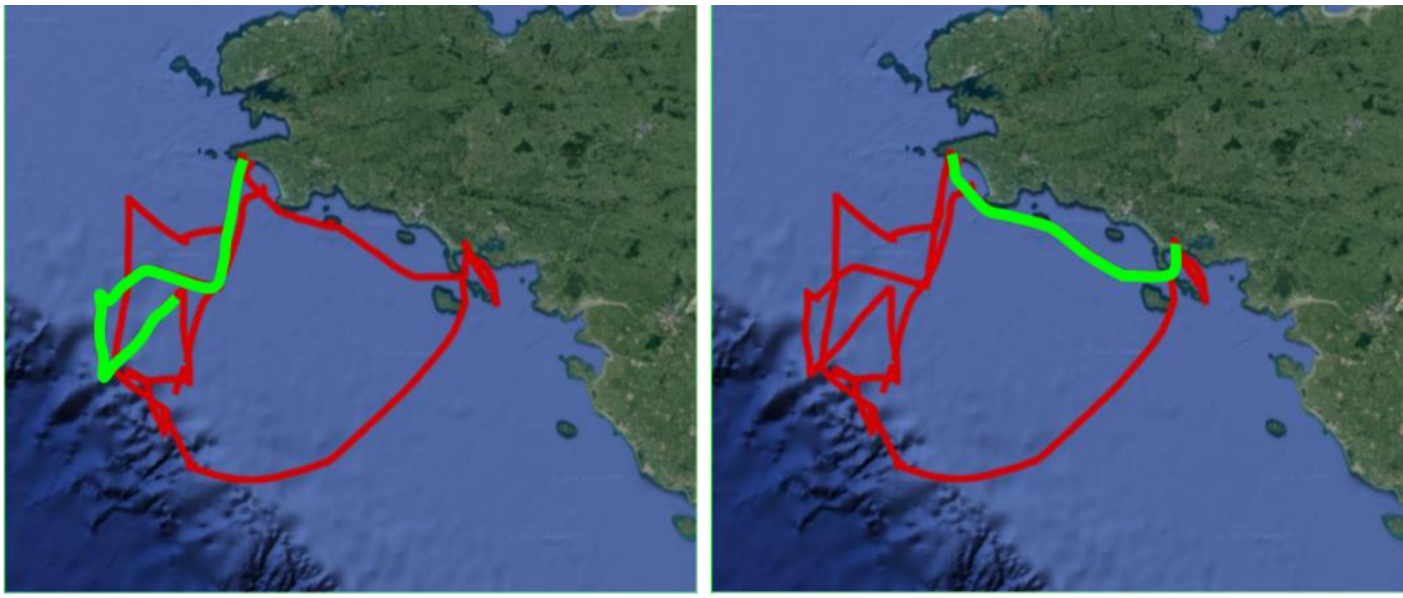


Figure 5. *Itinéraires des Jours 7 (gauche), 8 et 9 (droite)*

Jour 5 (25-08-2021). Départ du mouillage en début d'après-midi, traversée de la baie d'Audierne, session d'appâtage sur Karreg Stign, départ en fin de journée vers le large direction sud-est (**Figure 4**).

Jour 6 (26-08-2021). Arrivée sur le talus continental à 10h30. Session d'appâtage sur le sec du Canyon de Guilvinec, navigation le long du talus direction Ouest-Nord, arrivée sur la tête du Canyon de Penmarc'h, descente du Canyon sur 5 miles, remontée Nord-Ouest sur le plateau continental à mi-distance entre le talus et le continent (**Figure 4**).

Jour 7 (27-08-2021). Arrivée sur le talus continental à 10h30. Descente le long de la marge Nord-Ouest du Canyon de Penmarch. Détection d'une avarie sur la transmission du système de barre à roue. Retour à la côte au pilote automatique à partir de 14h00 (**Figure 5**).

Jour 8 (28-08-2021). Arrivée au mouillage à l'anse de Plogoff à 8h30. Départ à 10h30, traversée de la baie d'Audierne. Arrivée au mouillage à l'archipel des Glénan à 20:00 (**Figure 5**).

Jour 9 (29-08-2021). Départ de l'archipel des Glénan à 8h00, arrivée au port de la Trinité-sur-Mer à 20h30 (**Figure 5**).

Le journal de bord décrit ci-dessus laisse apparaître un itinéraire totalement différent de celui initialement prévu, représenté Figure 1. Outre l'avarie électrique du premier jour, qui a retardé le début effectif de la mission d'une journée, la principale raison du changement d'itinéraire sont les conditions météorologiques défavorables à une navigation en haute mer. Durant toute la dernière

décade d'août, un anticyclone s'est installé en Atlantique Nord créant au niveau de la Bretagne un flux continue et soutenu de Nord-Est (**Figure 6**).

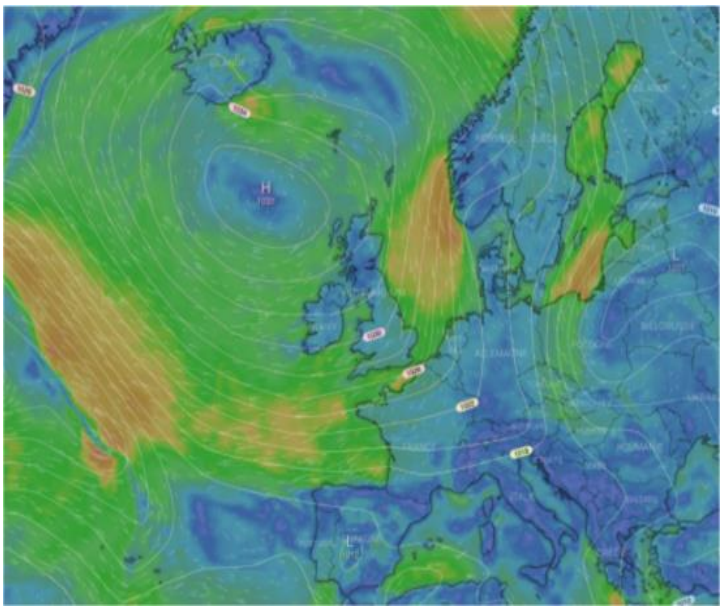


Figure 6. Conditions météorologiques dans l'Atlantique Nord-Est le 24 août 2021

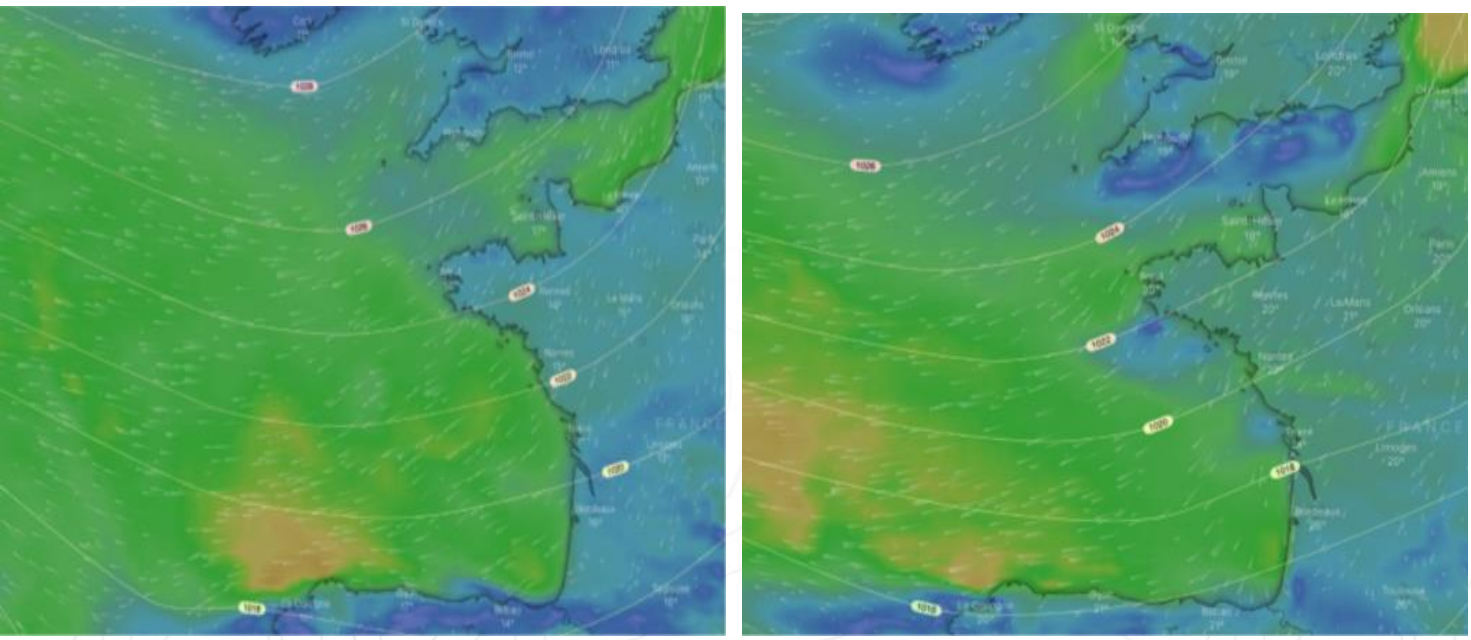


Figure 7. Conditions météorologiques dans le Golfe de Gascogne le 24 août 2021 à 14h00 (gauche) et le 27 août 2021 à 8h00 (droite)

Au deuxième jour de navigation, et ce jusqu'à la fin du séjour, ce flux a créé un clapot avec des vagues d'amplitude moyenne (1,5 m de hauteur) mais serrées empêchant le catamaran de travailler correctement. Le réchauffement de la terre en journée produisait une bulle de protection sans vent à proximité du continent, tous les matins. Les effets de la bulle s'étendaient généralement jusqu'au niveau du talus continental. Aussi, ce phénomène météorologique explique pourquoi nous avons effectué plusieurs allers-retours entre le continent et le talus continental, avec comme objectif de se trouver sur le talus durant les matinées.



Synthèse générale des observations

Durant les 9 jours, nous avons réalisé 78 heures et 7 minutes d'observations continues avec un minimum de 4 observateurs sur le pont et d'un scribe. Ce temps total inclut 67 heures et 47 minutes d'observations opportunistes (incluant le temps d'observation durant les sessions d'appâtage) et 12 heures d'observation en protocole transect, ce qui correspond à 24 transects. Les transects n'ont été réalisés que durant les trajets entre le continent et le talus continental, et au niveau du talus, nous n'avons donc pas réalisé de transects les jours 1, 5, 8 et 9. Un maximum de 7 transects ont été réalisés les jours 3 et 6 (**Tableau 2**). La distance totale parcourue durant les 24 transects est de 111,1 km, soit une moyenne de 9,26 km/h (5,7 nœuds).

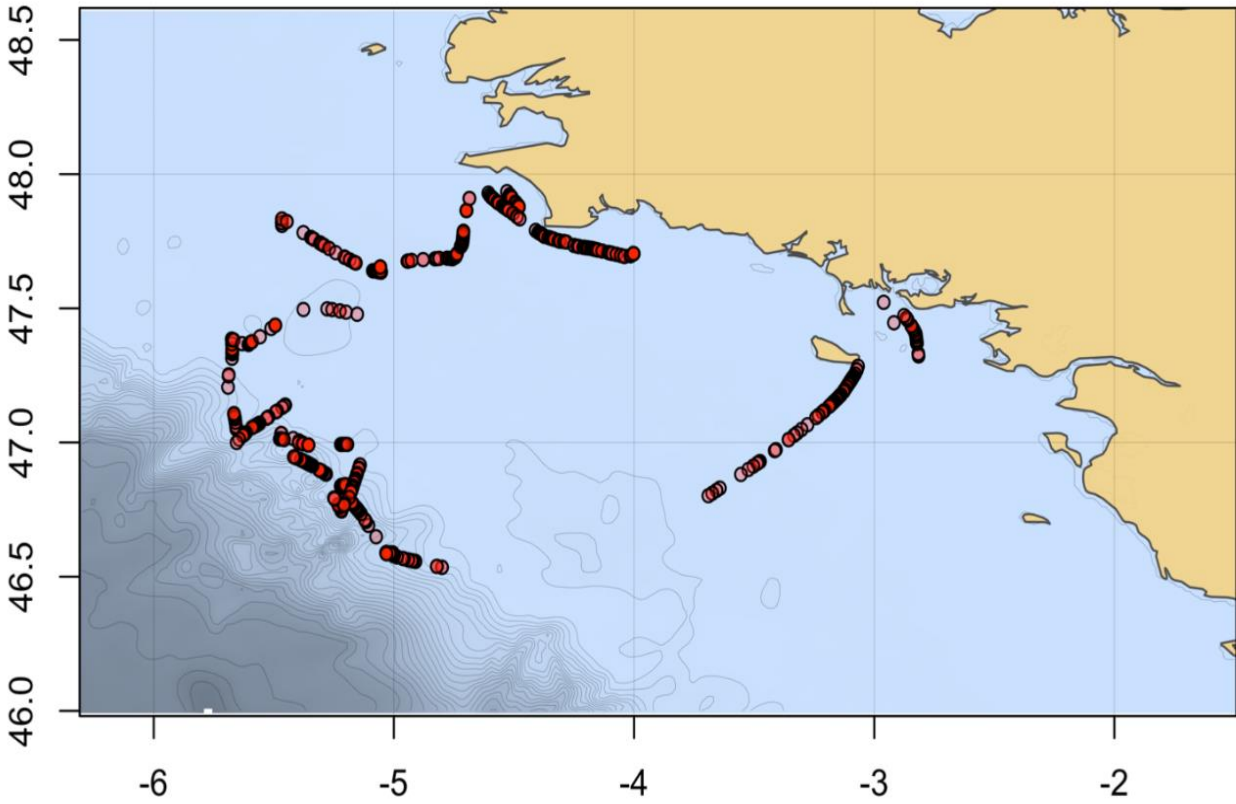


Figure 8. *Localisation de l'ensemble des observations*

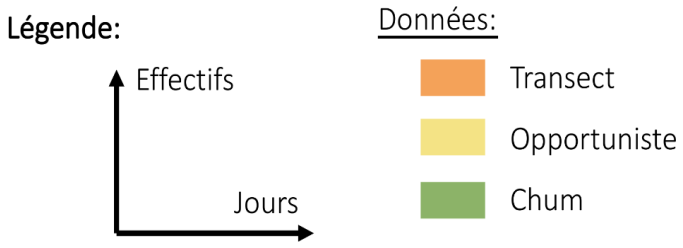
Le nombre d'observations opportunistes s'élève à 482, pour 1330 individus (**Figure 8**). Les comptages en transect totalisent 176 observations correspondant à 494 individus, soit une moyenne de 7,3 observations par transect (14,6 observations/h ; 42 ind/h ; 4,53 ind/km). Sur l'ensemble des observations, comptages opportunistes et transects, les espèces les plus fréquemment observées (> 30 obs.) ont été l'Océanite tempête (111 obs.), le Fou de bassan (96 obs.), le Puffin des Baléares (44 obs.), le Dauphin commun (38 obs.), l'Océanite sp. (36 obs.) et le Grand Labbe (30 obs.).

Tableau 2. *Synthèse de l'effort d'observation par jour*

Jour	Temps cumulé d'observation (min)	Transects et Chum n°
1	283	
2	366	T1-T2
3	844	T3-T9; C1-C2
4	787	T10-T12; C3-C4
5	200	C5
6	767	T13-T19; C6
7	774	T20-T24; C7
8	473	
9	193	

Synthèse par espèce

Pour chaque espèce traitée dans la synthèse, un bref résumé de la biologie de l'espèce est d'abord donné avant de présenter les résultats des observations. Un histogramme indique le nombre de données pour chacun des 9 jours d'observation, par type de protocole (transect, opportuniste, appâtage), et une carte localise les observations avec un cercle proportionnel au nombre d'observations réalisées pour l'espèce.

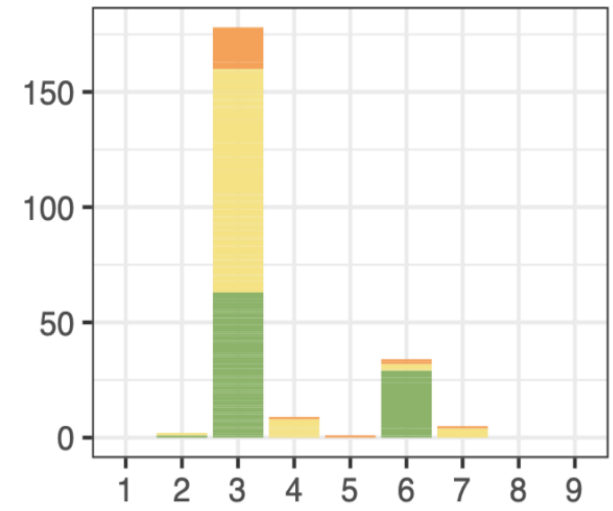


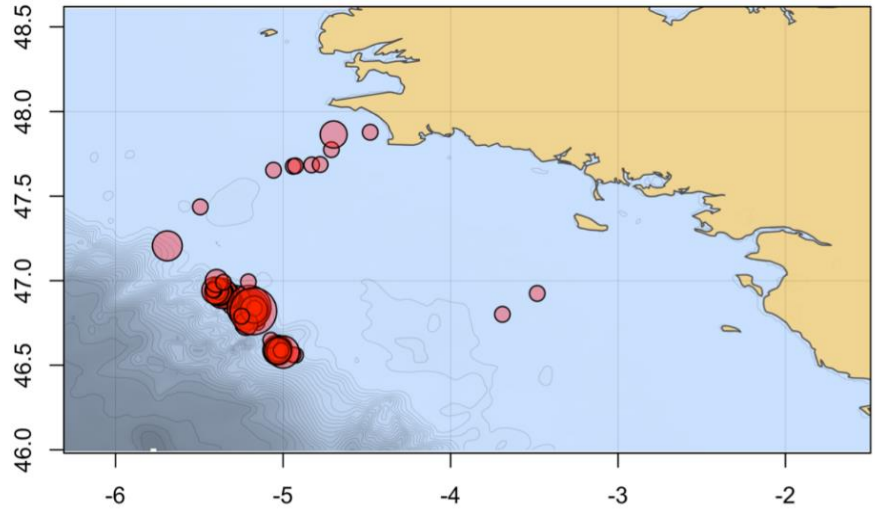


Océanite tempête

Hydrobates pelagicus

L'Océanite tempête, surnommée "Hirondelle de mer" par les pêcheurs, est une espèce pélagique nicheuse dans l'Atlantique Nord-Est (y compris en France) et hivernant dans l'Atlantique Sud. La période de reproduction s'étend de fin mai à début octobre. Ainsi, les oiseaux observés dans nos eaux territoriales durant l'été correspondent généralement à des individus reproducteurs nourrissant leurs jeunes en début d'été, ou bien à un mélange d'adultes et de jeunes de l'année en toute fin d'été. La population française est estimée à un millier de couples. L'espèce est rarement observée depuis la côte, à l'exception des périodes de forts vents de mer, mais elle est relativement commune en mer en particulier à l'arrière des bateaux de pêche.





L'Océanite tempête a été l'espèce la plus abondante durant notre séjour, avec 111 observations totalisant 206 individus durant les transects et les observations opportunistes. L'espèce a été observée aussi bien sur le plateau continental que sur le talus, mais les plus gros effectifs ont été obtenus durant la navigation sur le talus, avec plus de 150 individus observés sur le seul jour 3, une observation d'au moins 20 individus observés le 6ème jour.

Plus précisément, les observations opportunistes ont recueilli 113 observations correspondant à 115 individus, soit un taux d'observation de 1.67 obs/h. L'espèce a été contactée sur 10 transects (41%), pour un nombre total de 93 individus, soit un taux d'observation moyen de 7,7 obs/h. Cette moyenne cache cependant une variation importante dans les effectifs en fonction des transects. L'effectif maximum a été atteint pour le transect T9, avec pas moins de 40 individus observés.

L'espèce a par ailleurs été contactée durant toutes les sessions d'appâtage (7/7), avec un maximum de 15 individus observés durant la première tranche de 5 minutes lors de la deuxième session d'appâtage.

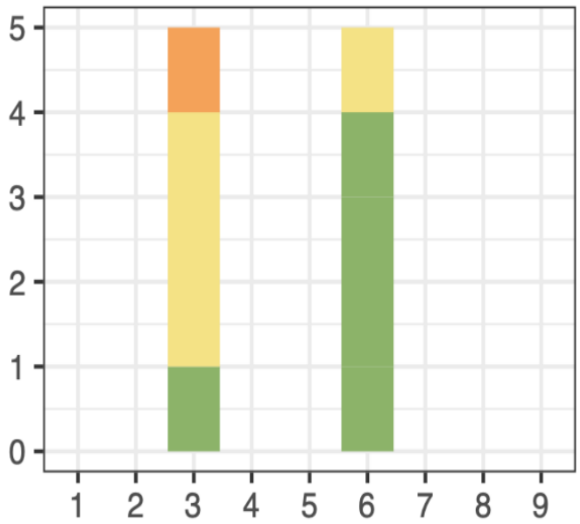


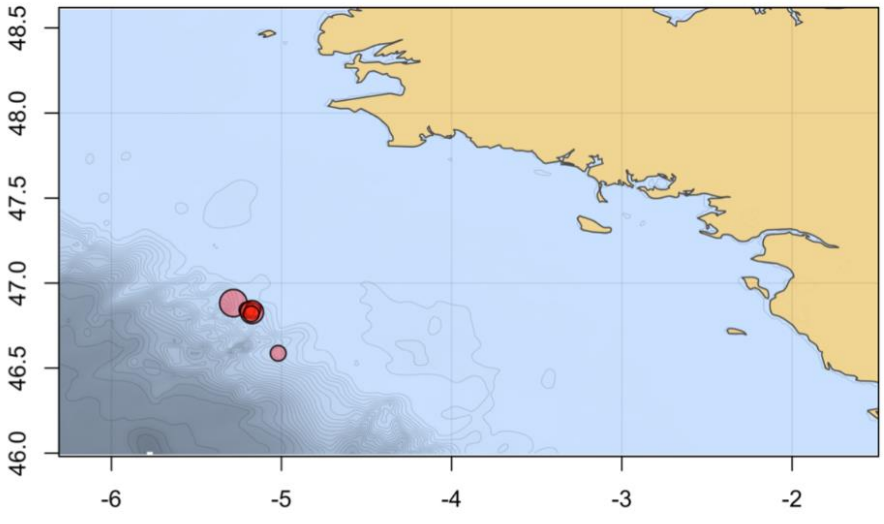


Océanite de Wilson

Oceanites oceanicus

L'Océanite de Wilson est une espèce strictement pélagique qui se reproduit dans les terres antarctiques et subantarctiques au cours de l'été austral. Certaines populations migrent vers l'Atlantique Nord durant l'hiver austral. Ainsi, les oiseaux observés en Europe de l'Ouest arrivent généralement entre fin juin et début juillet. Sur le territoire métropolitain français, l'espèce est considérée comme un migrateur rare avec moins de cent données confirmées. La grande majorité des observations proviennent d'observations réalisées en mer depuis des bateaux et sont réalisées dans le Golfe de Gascogne et à la pointe Bretonne.



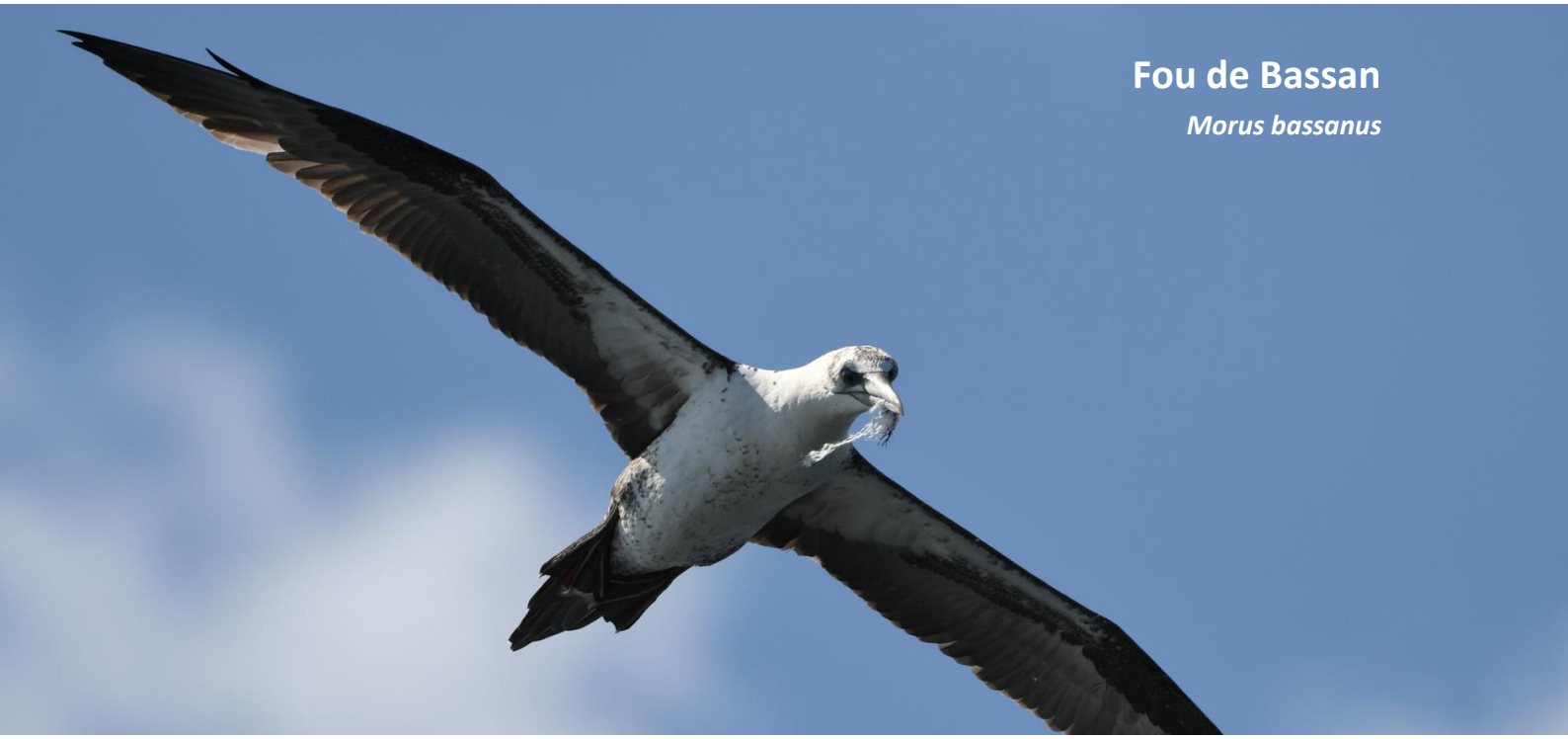


L'Océanite de Wilson s'est révélée être l'espèce phare de la première mission Skravik Gascogne 2017 avec l'observation de 27 individus durant la seule journée du 7 août (Renoult et al. 2018). Ces observations avaient permis de doubler le nombre total d'oiseaux observés en France.

Au cours de ce séjour, malgré des conditions météorologiques suboptimales, nous avons pu contacter cette espèce rare à 10 reprises (13 individus). Le nombre d'individus observés se répartit de manière quasi égale entre les observations opportunistes (4), les protocoles transect (5) et d'appâtage (4). La majorité des observations ont concerné des individus seuls à l'exception d'un groupe de 3 individus.

Ces différentes observations continuent d'améliorer notre compréhension du statut de l'espèce dans les eaux françaises, et s'ajoutent aux efforts de prospections côtières récentes réalisées dans la baie du Mor Braz et au large de Penmarc'h (Sylvain Reyt, Faune Océan). Elles montrent que les différences observées entre les Cornouailles anglaises (effectifs inférieurs et phénologie plus précoce) proviennent probablement d'un effort de prospection moindre dans les eaux françaises. La poursuite de ces prospections ainsi que l'exploration des eaux plus occidentales permettront de continuer à clarifier le statut de l'espèce en France.

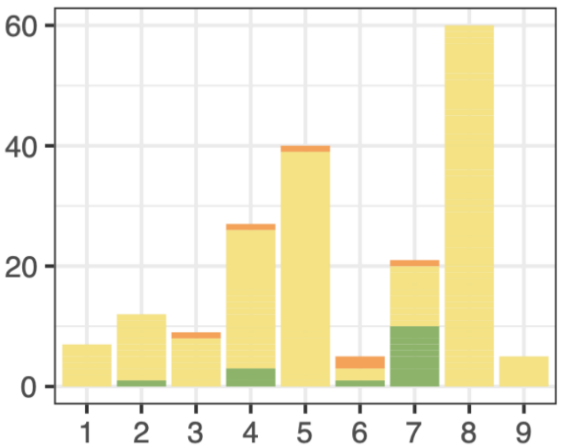


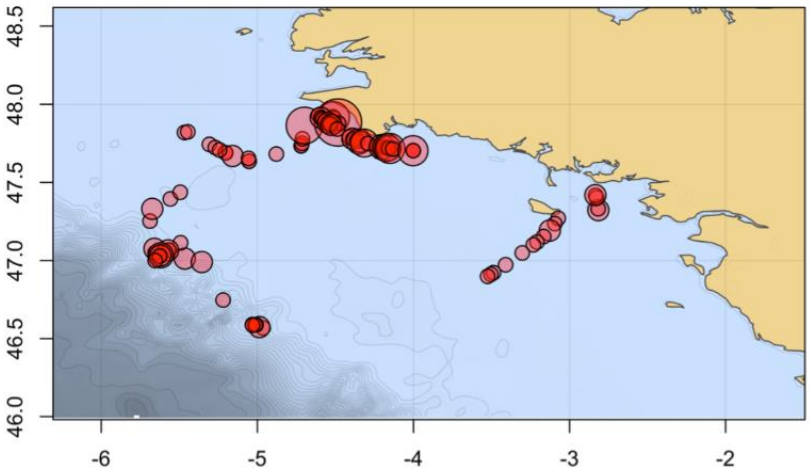


Fou de Bassan

Morus bassanus

Le Fou de Bassan se reproduit sur les côtes de l'Atlantique Nord, de Terre-Neuve au golfe du Saint-Laurent et de la France à la Norvège en incluant les Îles Britanniques, les Féroé et l'Islande. En France métropolitaine, l'espèce niche quasi exclusivement sur la colonie de l'île Rouzic (21523 couples en 2019), archipel des Sept-îles, dans les côtes d'Armor. Les sites de reproduction sont quittés entre août et octobre par la majorité des jeunes oiseaux et les nicheurs. Les populations européennes de Fou de Bassan hivernent principalement au niveau des mers d'Europe du Nord et au large des côtes du Nord-Ouest de l'Afrique. La majorité des oiseaux en provenance du nord de l'Europe emprunte le détroit du Pas-de-Calais avant de gagner des secteurs d'hivernage localisés dans la Manche, la mer Celtique et le golfe de Gascogne.





L’espèce à fait l’objet de 96 observations pour un total de 180 individus contactés. Le Fou de Bassan a été observé principalement au niveau des zones côtières (baie d’Audierne, large de Belle-île) et dans une moindre mesure dans les secteurs plus pélagiques (talus continental). La majorité des données est issue des observations opportunistes (85 observations pour 165 individus au total) tandis que le nombre de contacts lors des transects apparaît comme faible (5 transects avec observations pour un total de 15 individus). L’effectif maximum est atteint sur le transect T20 avec 7 individus contactés.

Concernant les sessions d’appâtage, 14 observations ont été réalisées pour un total de 23 individus et concernent 4 sessions sur les 7 réalisées. L’effectif maximum est atteint sur la session C4 avec 15 individus.

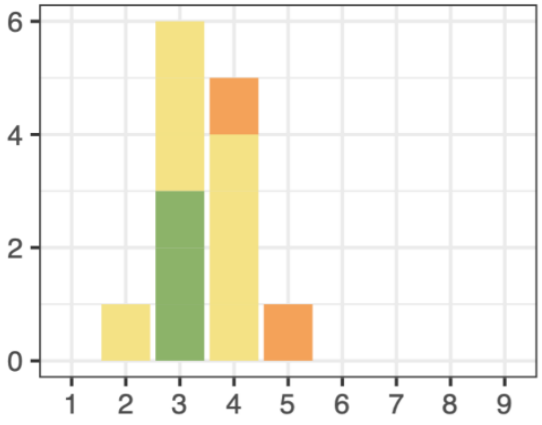


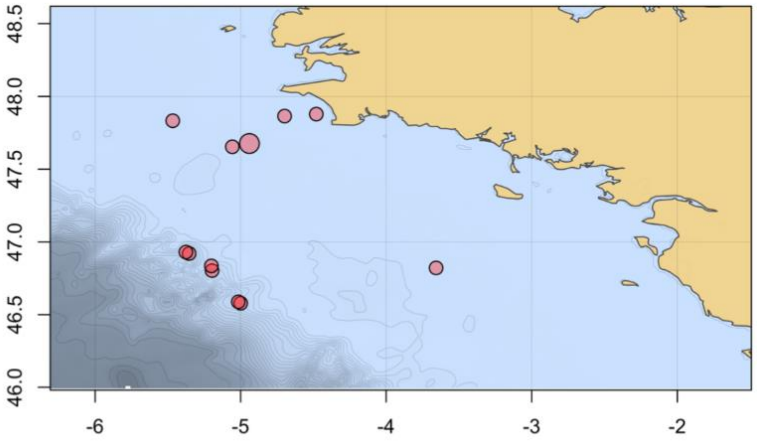


Fulmar boréal

Fulmarus glacialis

Le Fulmar boréal est une espèce circumboréale avec des populations nicheuses présentes dans le Pacifique et l'Atlantique Nord. En France métropolitaine, les colonies de reproduction se répartissent le long du littoral allant de la Picardie au Morbihan, les sites de Belle-île étant les plus méridionaux connus pour l'espèce. Le Fulmar boréal est exclusivement pélagique (entre les isobathes 200 et 1000 mètres), rarement observé en grand nombre depuis la côte ou en haute mer. Les individus semblent plus nombreux en période printanière au large du littoral atlantique (golfe de Gascogne) tandis que la majorité des observations automnales provient des sites localisés sur le littoral de la Manche et de la mer du Nord. Cette répartition suit la phénologie de l'espèce avec des oiseaux nicheurs qui effectuent un retour précoce sur les colonies de reproduction (dès les mois de novembre et de décembre) alors que les observations sur les sites plus méridionaux concernent essentiellement la période allant d'avril à août, correspondant à la dispersion des oiseaux en période internuptiale. Cette dispersion suit un schéma différent selon l'âge des oiseaux, les adultes s'éloignent à quelques centaines de kilomètres des côtes tandis que les immatures se dispersent sur tout l'Atlantique nord.





Le Fulmar boréal a été peu contacté lors de cette mission avec 10 observations pour un total de 11 individus. L'effectif maximum observé est de 2 oiseaux ensemble, ce taxon étant connu pour migrer seul ou plus rarement en duo. Les contacts se répartissent de manière quasi égale entre la zone du plateau continental et le talus.

Dans le détail, les observations opportunistes ont recueilli 7 observations correspondant à 8 individus. L'espèce a été contactée sur 2 transects (8,3%), pour un nombre total de 3 individus. L'effectif maximum a été atteint pour le transect T9, avec 2 individus observés.

L'espèce a par ailleurs été contactée durant 2 des 7 sessions d'appâtage, avec un maximum de 4 individus lors de la session C4. Les individus observés ont interagi de manière marquée à l'appât avec des comportements de suivi et d'alimentation prolongés au niveau du dispositif de chumming.

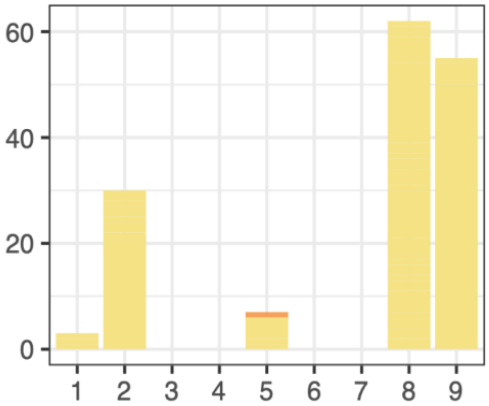


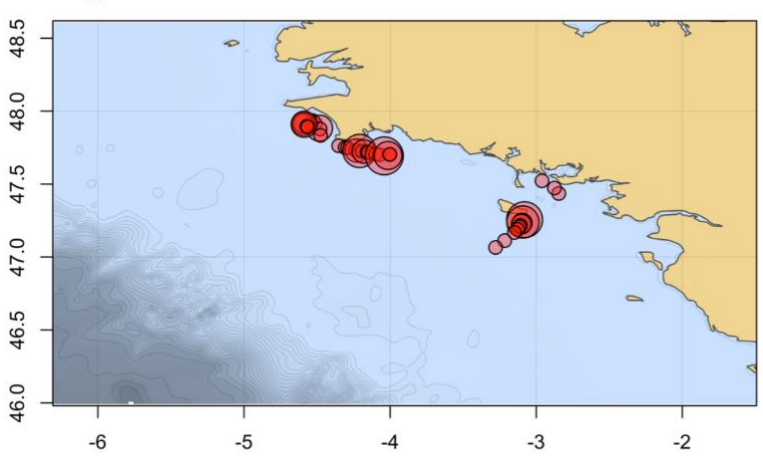


Puffin des Baléares

Puffinus mauretanicus

Le Puffin des Baléares niche en Méditerranée occidentale, dans l'archipel dont il porte le nom. Les sites de reproduction, fréquentés dès l'automne, sont abandonnés à partir de juin à l'issue de la nidification. La plupart des Puffins des Baléares quittent alors la Méditerranée pour se disperser le long des côtes atlantiques, jusqu'au Sénégal au sud et jusqu'aux îles Britanniques au nord (ainsi qu'en tout petit nombre en mer du Nord). En période internuptiale, les principales concentrations s'observent dans les eaux côtières du Portugal et du nord-ouest de l'Espagne, en quelques points près des côtes françaises du golfe de Gascogne, et en Manche occidentale, tant en Bretagne qu'au sud-ouest de l'Angleterre. En France, les effectifs croissent doucement d'avril à juin, puis brusquement fin juin - début juillet. Ils plafonnent alors à un niveau élevé jusque début novembre puis diminuent rapidement. Sauf situation particulière d'hivernage prononcé, il n'y a plus guère de puffins des Baléares en Manche et Gascogne à partir de décembre.





L’espèce semble surtout fréquenter les 20 premiers kilomètres de la bande côtière. Les données obtenues au cours de cette campagne (44 observations pour 156 individus) vont dans ce sens et sont toutes localisées à relative proximité des côtes, sur le talus. Il s’agit essentiellement d’observations opportunistes, la plupart des transects ayant eu lieu plus au large. L’espèce était notamment bien présente dans le secteur de la baie d’Audierne et autour des Glénans (un groupe d’une cinquantaine d’individus observés le jour 9), ainsi qu’au sud de Belle-Île. L’espèce a par ailleurs été contactée durant une seule des sessions d’appâtage, avec un maximum de 14 individus lors de la session C4 en baie d’Audierne.

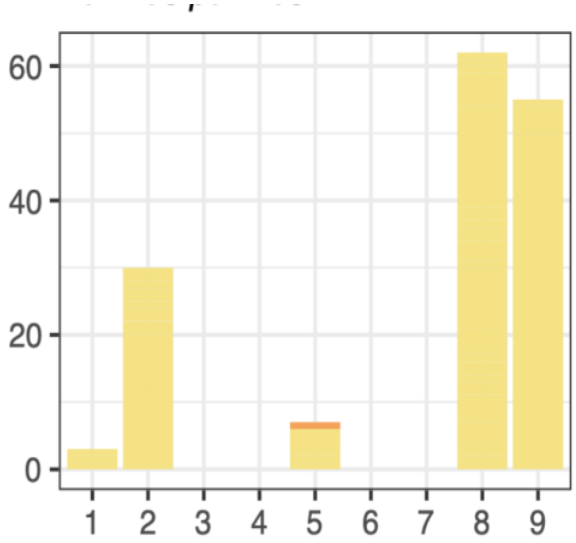


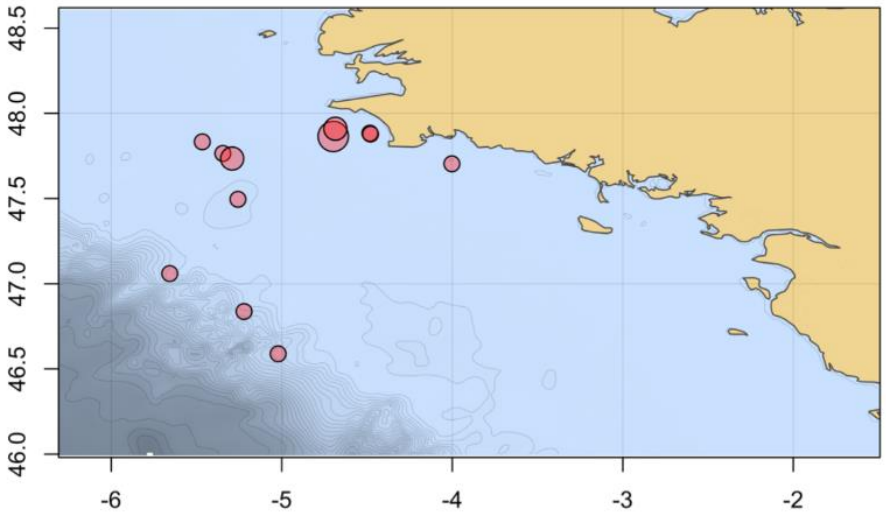


Puffin des Anglais

Puffinus puffinus

Le Puffin des Anglais niche essentiellement en Europe, de l'Islande à la France, 90% des effectifs étant concentrés dans les îles Britanniques (Pays de Galles, Irlande, Ecosse) et Féroé. La très grande majorité des oiseaux opère une migration transéquatoriale pour rejoindre leur zone d'hivernage au large du Brésil, de l'Uruguay et de l'Argentine, une minorité d'oiseaux rejoignant plutôt l'Afrique du Sud. Les oiseaux européens pratiquent typiquement une migration en boucle horaire largement influencée par les vents dominants. Après la reproduction, celle-ci les fait passer au large de la péninsule Ibérique et de l'Afrique de l'Ouest. La petite population nicheuse française se limite à la Bretagne, essentiellement dans l'archipel des Sept-Iles (22). Pour le reste de la population européenne, les eaux françaises forment la limite orientale de l'aire de répartition, ce qui explique que les effectifs observés au niveau national soient relativement limités. Toutefois, lors de la migration postnuptiale, la mer du Nord et la Manche constituent un axe migratoire secondaire fréquenté par plusieurs milliers d'oiseaux. La phénologie de migration est obscurcie par la présence de nicheurs locaux et de dispersants en été. On note cependant une nette augmentation du nombre de données dès le début du mois de juillet, avec des pics en septembre et début octobre. Le passage postnuptial décline à partir de la mi-octobre, mais des individus attardés sont notés jusqu'en décembre et, occasionnellement, en plein hiver.





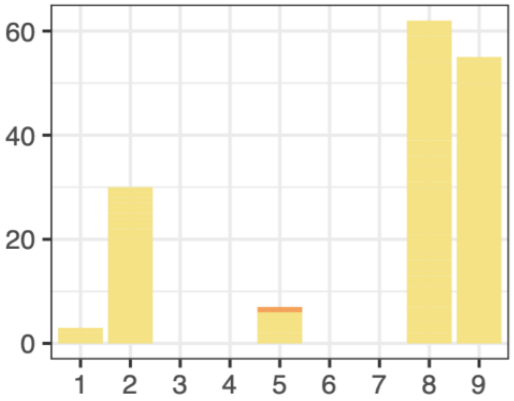
Lors de cette campagne, les effectifs de puffins des anglais sont demeurés bas, avec 11 observations pour seulement 16 individus (dont 13 lors d'observations opportunistes). L'espèce a été contactée à l'unité lors de 3 transects ainsi que lors de la session d'appâtage C4. Les observations sont globalement assez largement distribuées, avec des contacts aussi bien près de la côte (en particulier dans le secteur d'Audierne) qu'au niveau du talus, mais aussi entre les deux. Globalement, cette rareté s'explique bien par les conditions météorologiques qui ont dominé durant la campagne. Alors que l'on aurait pu s'attendre à des effectifs élevés au vu de la phénologie (fin août, la migration approche de son pic en Europe), les forts vents de nord-est ont très probablement écarté le flux arrivant de la Manche loin au large de la pointe bretonne. Il faut noter que la détection de cette espèce en France est globalement très tributaire des conditions de vents à l'échelle globale (plus les vents d'ouest au nord de l'Ecosse sont forts, plus les effectifs passant par la mer du Nord et la Manche sont élevés) et locale (les effectifs comptés depuis les sites de seawatch sont largement corrélés aux vents de nord-ouest dans la Manche). Il est donc tout à fait envisageable qu'une prochaine campagne donne des résultats diamétralement opposés.

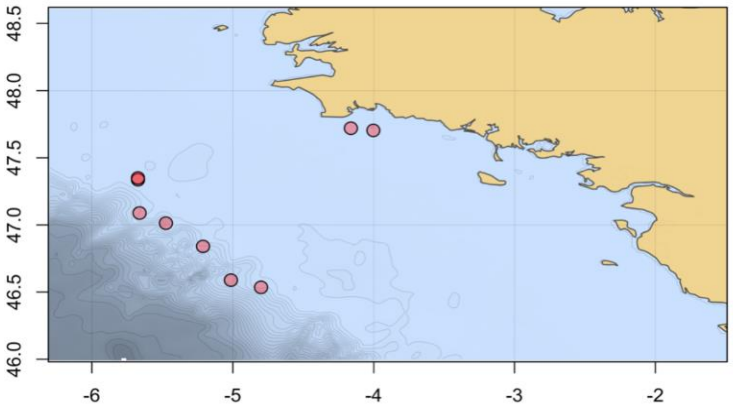


Puffin majeur

Ardenna gravis

Le Puffin majeur est une espèce australe à migration transéquatoriale qui se reproduit sur quelques îles de l'hémisphère sud, principalement dans l'archipel de Tristan da Cunha et dans les îles Malouines. A partir du mois d'avril, une fois la saison de reproduction terminée, les oiseaux entament leur migration postnuptiale et remontent dans l'Atlantique nord en longeant la côte est du continent américain. Lors de la migration prénuptiale (en automne), la majorité des oiseaux tirent profit des vents dominants et se décalent vers l'est de l'Atlantique Nord avant de redescendre vers les sites de nidification, parfois via l'ouest de l'Afrique. A cette occasion, une partie de la population passe au large des côtes européennes, avec des effectifs importants régulièrement observés depuis l'Irlande jusqu'à la péninsule Ibérique. Plusieurs milliers d'oiseaux au moins font alors une halte dans le golfe de Gascogne. L'espèce y fréquente préférentiellement les eaux d'une profondeur supérieure à 1 000 mètres, où elle se nourrit de poissons et de céphalopodes. Elle se tient la plupart du temps au large et, hormis lors d'épisodes de forts vents d'ouest, est rarement observée depuis la côte, généralement en effectif limité.





Comme dans le cas du Puffin des Anglais (voir plus haut), les vents dominants de nord-est ont probablement joué un rôle important dans la rareté des contacts avec le Puffin majeur, une espèce pourtant attendue de cette campagne. Au total, seuls 9 individus ont été observés, tous à l'unité. Deux seulement l'ont été lors de transects, et aucun durant les sessions d'appâtage. Sept de ces contacts ont eu lieu lors de la navigation sur le talus, ce qui est attendu, à la fois en raison de l'attractivité théorique de la zone et des habitudes hautement pélagiques de l'espèce. Deux observations proches de la côte, au large du phare d'Eckmül et dans le secteur des Glénans, sont en revanche plus surprenantes.

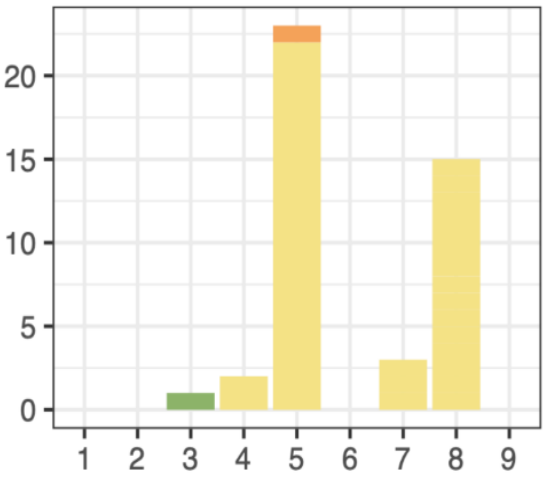


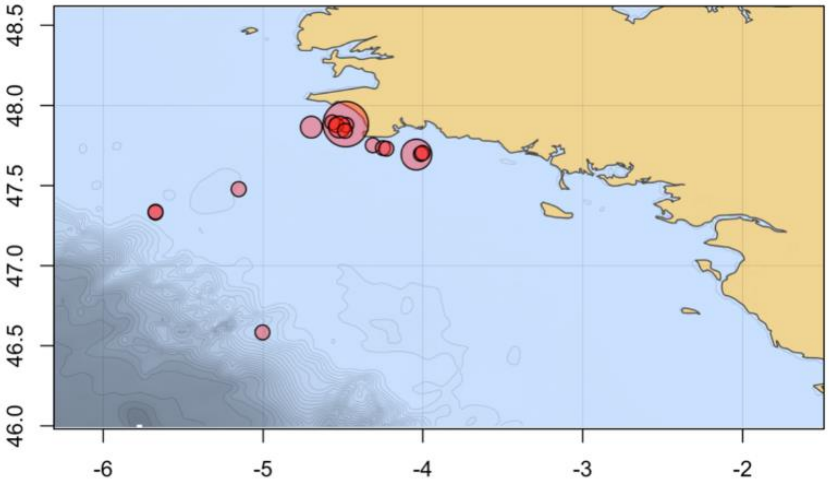


Puffin fuligineux

Ardenna grisea

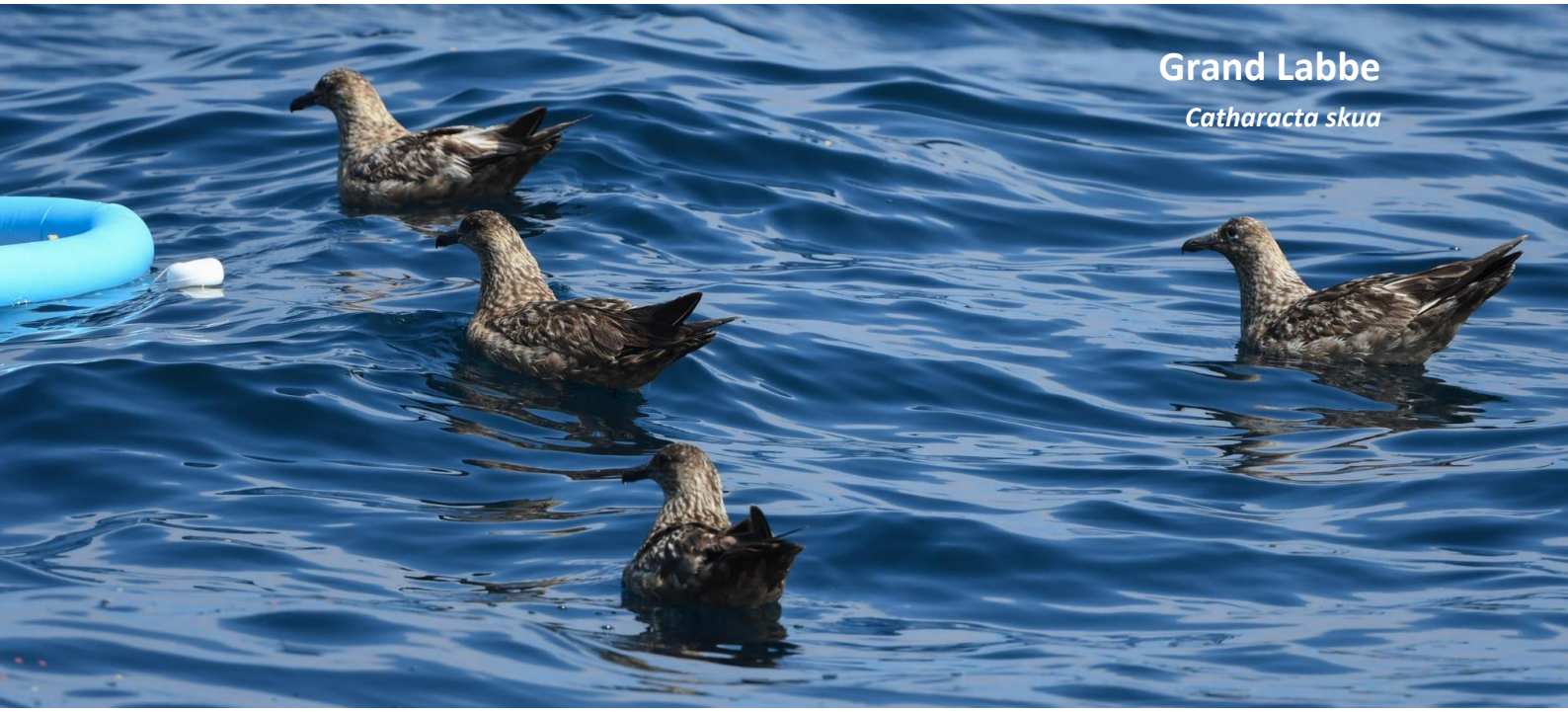
Les puffins fuligineux qui transitent le long des côtes européennes sont issus des populations nicheuses d'Amérique du Sud. La pose de GLS sur plusieurs individus nicheurs des îles Malouines a mis en évidence une migration transéquatoriale en forme de « huit », sur près de 30 000 km : suite à la reproduction, de mi-mars à mi-avril, les adultes réalisent un périple de 15 000 km en près de 3 semaines pour se rendre dans le nord-ouest de l'Atlantique, au large du Labrador ; de fin avril à début juin, près de 70% des oiseaux équipés stationnent et muent dans ces eaux profondes, chaudes et riches, à l'ouest de la dorsale médio-atlantique ; de la fin août à la mi-septembre, les individus migrent vers le sud, en partie par l'Atlantique Est, et atteignent en 2 à 3 semaines une zone de halte au large de l'Argentine avant de regagner la colonie de reproduction. C'est donc durant la migration prénuptiale (en été dans l'hémisphère Nord) que le Puffin fuligineux croise au large des côtes européennes et africaines. En France, le Puffin fuligineux est essentiellement observé sur les façades Manche/mer du Nord, et dans une moindre mesure atlantique (où l'espèce évolue souvent trop au large pour être détectée). D'après les relevés dans les eaux françaises du golfe de Gascogne, l'espèce est plutôt présente dans la moitié sud, au large des côtes girondines ou au niveau du Gouff de Capbreton, au-dessus de profondeurs comprises entre 50 et 100 mètres. Le passage culmine entre la troisième décade d'août et la deuxième décade d'octobre.





L'espèce a été observée à 16 reprises (dont 15 données opportunistes et un seul individu contacté lors d'un transect), pour un total de 43 individus, dont un surprenant rassemblement de 22 en baie d'Audierne. Même si quelques oiseaux ont été notés sur le talus, c'est surtout le secteur de la baie d'Audierne et des Glénans qui a concentré les contacts. C'est également en baie d'Audierne que deux oiseaux ont été contactés lors de la session d'appâtage C4.

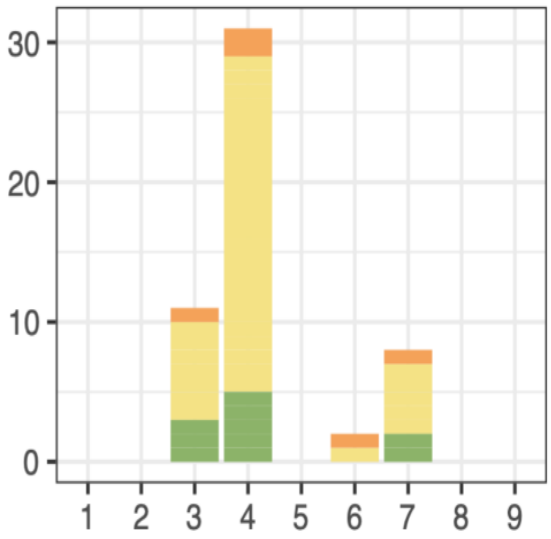


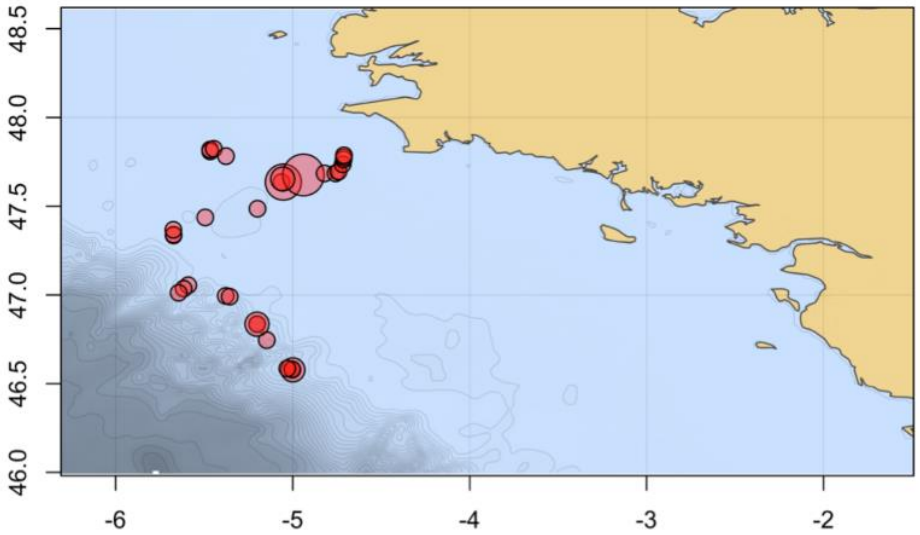


Grand Labbe

Catharacta skua

Le Grand Labbe se reproduit essentiellement en Europe, dans une zone comprenant l'Islande, l'île de Jan Mayen, les îles Féroé, le nord de l'Ecosse, le Svalbard et la frange allant de l'extrême nord de la Norvège jusqu'à la Nouvelle-Zemble. Les deux principaux bastions de l'espèce, représentant 90% de la population nicheuse, sont l'archipel des Shetlands, avec près de 9 600 couples, et l'Islande, avec 5 400 couples. L'aire d'hivernage s'étend dans l'ensemble de l'Atlantique Nord, débordant même au sud de l'équateur (côtes brésiliennes et Afrique de l'Ouest).





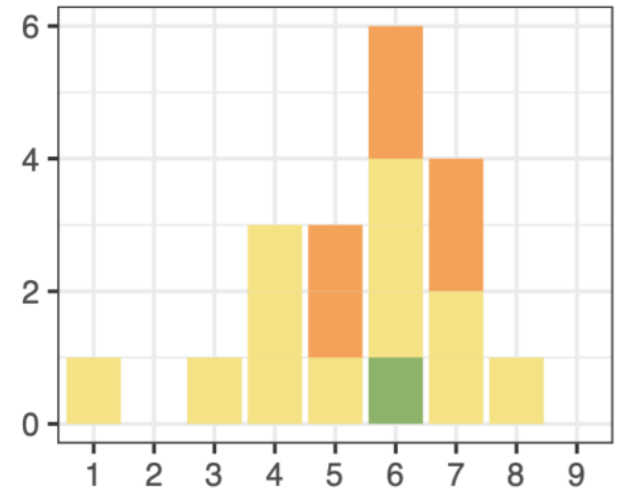
L’espèce a fait l’objet de 35 observations, pour un total de 53 oiseaux. La majorité des données (26) concernent des observations opportunistes (hors protocoles) d’individus isolés, à l’exception d’un rassemblement d’une dizaine d’individus dans la baie d’Audierne à la suite de la séance d'appâtage C4. Le grand labbe est une espèce cleptoparasite qui est attirée par les autres espèces; lors de ce rassemblement exceptionnel, il est à noter que la plupart des individus (minimum 7 sur 10) sont arrivés plus d’une heure après le début d'appâtage, soit après la clôture du protocole.

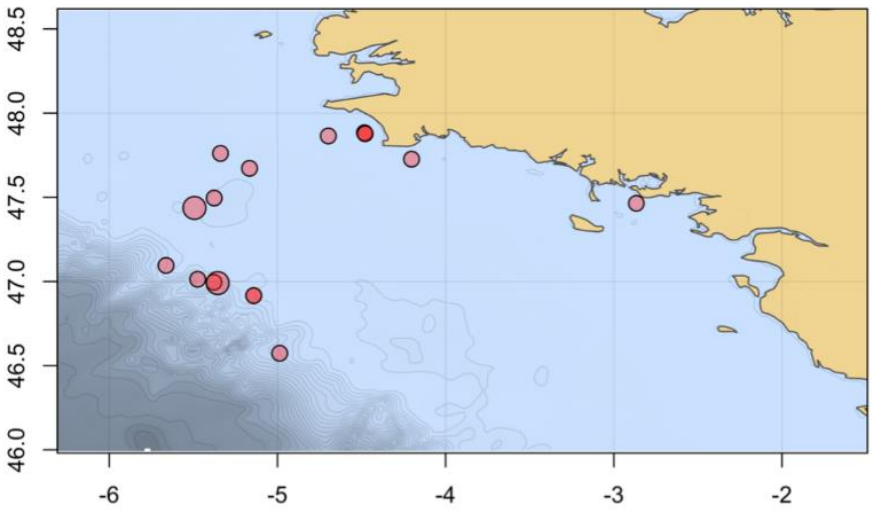


Petits labbes

Stercorarius ssp.

*Nous utilisons la dénomination de petits labbes pour désigner les 3 espèces suivantes : Labbe parasite (*Stercorarius parasiticus*), Labbe à longue queue (*S. longicaudus*) et le Labbe pomarin (*S. pomarinus*). Ces trois espèces sont des migrateurs stricts qui nichent dans l'arctique et hivernent très majoritairement dans les océans de l'hémisphère sud. Ces espèces sont observées en France notamment lors de la migration postnuptiale, principalement depuis les sites de seawatching. Les oiseaux observés dans nos eaux territoriales durant l'été sont donc principalement des oiseaux en migration, mais il peut aussi s'agir de jeunes oiseaux non-reproducteurs qui estivent sous nos latitudes.*





Nous avons réalisé 19 observations de petits labbes au cours de notre séjour totalisant 17 individus (6 Labbes parasites, 1 Labbe pomarin, 4 Labbes à longue queue et 8 petits labbes indéterminés) durant les transects, les observations opportunistes et les sessions d'appatages. Plus précisément, 12 observations correspondent à des observations opportunistes de 12 individus, un Labbe pomarin a été contacté sur un seul transect (4,1%) et 4 observations pour 6 individus (1 Labbe parasite, 2 Labbes à longue queue et 3 petits labbes indéterminés) ont été réalisées durant les sessions d'appatages.

Les petits labbes ont été observés aussi bien sur le plateau continental que sur le talus, les labbes à longue queue ayant été davantage notés à proximité du talus. Il est également intéressant de noter que les 4 Labbes à longue queue sont des oiseaux juvéniles de première année tandis qu'au moins 3 des 6 Labbes parasites observés sont des oiseaux adultes (d'au moins 3 ans). Ceci est probablement lié aux différences de route migratoire entre ces deux espèces et entre les différentes classes d'âge. Le Labbe parasite utilise une voie de migration qui longe majoritairement les côtes tandis que le Labbe à longue queue passe nettement plus au large. Seuls les jeunes Labbes à longue queue tendent à suivre les côtes lors de leur première migration postnuptiale.



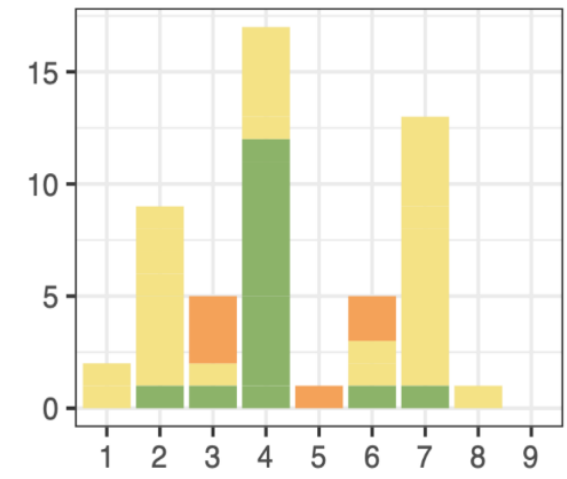
Labbe parasite

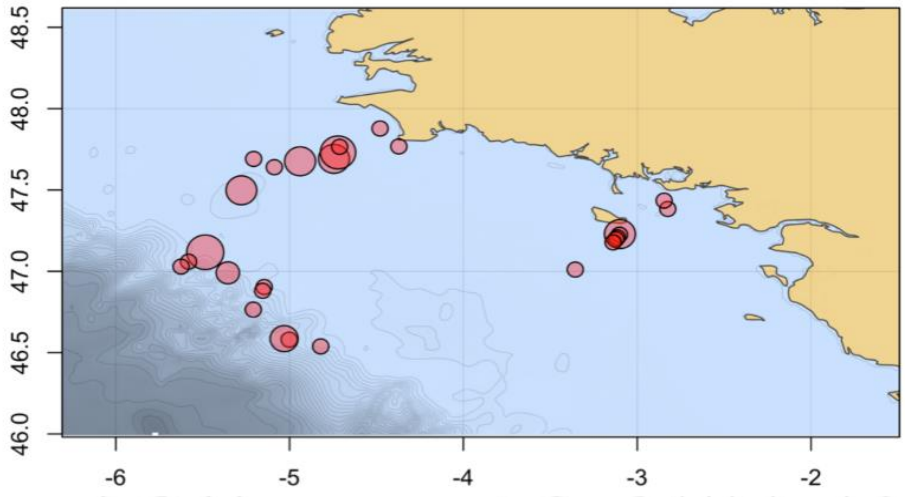


Goéland brun

Larus fuscus

Trois sous-espèces de Goéland brun nichent en Europe : fuscus*, du nord de la Norvège et de l'est (voire du sud) de la Suède à la Mer Blanche,* intermedius *du nord de l'Allemagne au sud de la Scandinavie, et* graellsii *en Islande, dans les Îles Britanniques et en Europe de l'Ouest. Les oiseaux des deux dernières sous-espèces hivernent depuis les Îles Britanniques jusqu'à l'Afrique de l'Ouest, en passant par les côtes françaises et ibériques. La voie est-atlantique constitue l'axe de migration majeur, au printemps comme à l'automne. Le flux balaye toute la péninsule bretonne mais est plus marqué dans sa partie basale, de l'Ille-et-Vilaine et de la Mayenne jusqu'en Loire-Atlantique et en Vendée. Une partie des oiseaux longent ensuite le littoral jusqu'en Espagne, mais bon nombre choisissent un raccourci à travers le golfe de Gascogne, qui peut être traversé en n'importe quel point, y compris directement de la pointe bretonne à la Galice.*





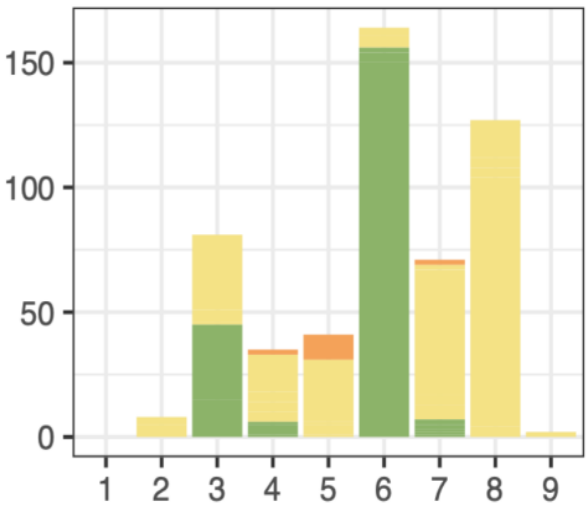
Les observations de la campagne illustrent bien la présence mêlée des premiers migrateurs nordiques (à ces dates, presque exclusivement des *graellsii*) et celles des nicheurs/dispersants de Bretagne, qui accueille une part très importante des populations françaises. Le nombre des observations opportunistes (16 données pour 31 individus), auxquelles s'ajoutent les oiseaux observés pendant les transects (7 transects, 16 individus) et les appâtages (16 données pour 34 individus), ne reflètent pas complètement la présence de l'espèce. Celle-ci est en effet commune à proximité des ports et globalement dans la zone côtière, et n'a alors pas été systématiquement notée. La distribution allant de la côte au talus illustre bien la stratégie de migration sur un large front. Alors que les oiseaux sont souvent mélangés à des goélands argentés à l'approche des côtes, les groupes observés au large sont monospécifiques, avec un comportement et une direction de vol suggérant qu'ils sont en train de migrer.

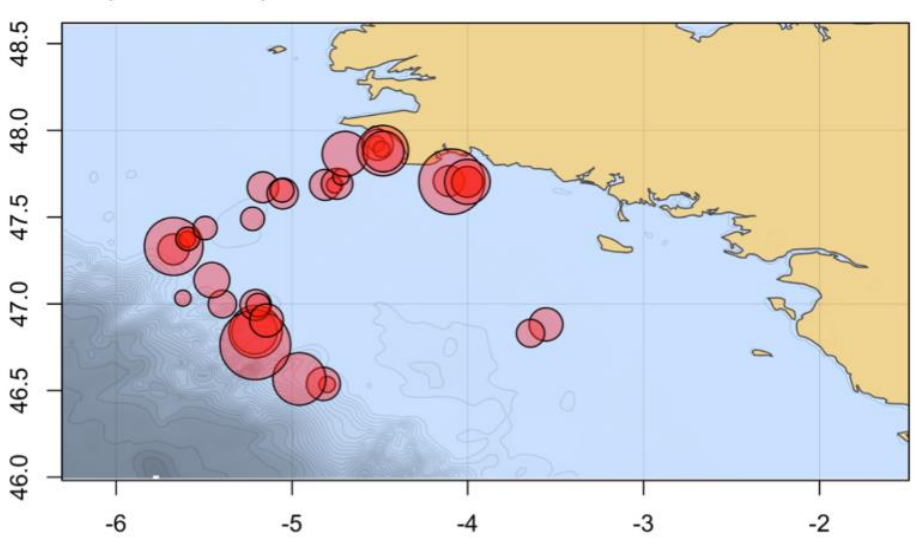


Dauphin commun

Delphinus delphis

Le Dauphin commun est, comme son nom l'indique, largement répandu dans toutes les eaux tropicales et tempérées du globe. C'est une espèce hauturière qui fréquente généralement les eaux pélagiques mais qui n'hésite pas à se rapprocher des côtes pour se nourrir. Il est facilement reconnaissable à son motif frappant en forme de sablier ou de croisillon qui comprend une tache jaunâtre ou orangée. Il est tristement célèbre depuis quelques années par une augmentation massive du nombre d'échouages (centaines, voire milliers) le long des côtes atlantiques françaises, attribués en très grande majorité à la pêche accidentelle.





Le Dauphin commun fut de loin le cétacé le plus commun dans le secteur. Nous avons comptabilisé 41 observations pour un total de plus de 530 individus, en sachant que cet effectif est probablement largement sous-estimé du fait de la difficulté de comptage. L'espèce a été observée tous les jours, que ce soit sur le talus continental ou près des côtes, à la fois lors des transects, des observations opportunistes et à trois reprises lors des séances d'appâtage. Dans la plupart des cas, les observations concernaient des clans familiaux, plus rarement des individus isolés, et à deux reprises des groupes comprenant plus d'une centaine d'animaux (jours 6 et 8). Enfin, il est à noter que nous avons détecté deux cadavres qui flottaient près des côtes (baie d'Audierne et côtes Sud Finistère), un triste spectacle malheureusement de plus en plus régulier.



Dauphin commun mort en baie d'Audierne



Autres animaux

Requin peau-bleu

Hormis les Dauphins communs, les mammifères marins se sont montrés plutôt discrets durant la mission, ce qui reflète sans doute un problème de détectabilité de ces animaux lorsque la hauteur d'observation est faible et que la mer est agitée (voir ci-dessous). On notera la présence d'un groupe d'au moins 10 Globicéphales noires dont au moins un jeune dans le Canyon de Guilvinec le 23 août, qui est venu à la coque du bateau, d'un Rorqual commun et d'un autre grand cétacé (souffle lointain non identifié) le même jour. Notons aussi l'observation de Marsouins communs à 5 reprises, dont 4 observations totalisant au moins 22 individus le jour 8 lors de la traversée de la baie d'Audierne.



Marsouin commun

Côté poissons, nous avons réalisé 6 observations de Thonidés, à chaque fois avec plusieurs individus. Sur photo, nous avons pu confirmer la présence de deux espèces, le Thon rouge (*Thunnus thynnus*) plus fréquent sur le plateau continental, et le Germon (*Thunnus alalunga*), dont plusieurs individus ont été notés sur le talus. Des poissons-lune (*Mola sp.*) ont également été observés à six occasions, dont 4 observations sur le plateau continental non loin des côtes.

Ces poissons se sont toujours montrés craintifs, nous empêchant des identifications au niveau de l'espèce (l'observation de la forme du clavum est nécessaire pour séparer les deux espèces potentielles dans la région). Enfin, le Requin peau-bleu a pu être contacté à 5 reprises pour un total de 7 individus. Trois de ces individus ont été observés ensemble autour du bateau lors de la session d'appâtage C2 (dont deux individus adultes d'environ 2m de longueur), ce qui souligne certainement le pouvoir attractif de notre appât sur ces poissons.



Thon rouge de l'Atlantique

Enfin, notons l'observation remarquable de 3 individus différents (2 le 26 août et 1 le 27 août) de chauve-souris de la famille des Vespertilionidés, non identifiées à l'espèce, sur le talus continental à plus de 70 km des côtes. Un de ces individus est venu de poser quelques minutes sur la grand-voile à l'aube. La présence de chauves-souris si loin de la côte est intrigante et est possiblement à mettre en relation avec le fort vent de secteur Nord-Est.



Verspertilionidae sp.

Discussion

Des espèces pélagiques toujours mystérieuses

Résultats principaux

La mission SHEaRWATER a comme objectif d'inventorier en voilier la mégafaune marine du talus continental de la mer celtique, et de mettre un place un protocole permettant d'estimer l'abondance et l'évolution des effectifs des principales espèces observées dans la zone d'étude. La zone ciblée est la partie la plus occidentale de la ZEE, incluse dans zone Natura 2000 Golfe de Gascogne et Mer Celtique, dont la biodiversité est l'une des moins connue de notre territoire.

Du fait de mauvaises conditions météorologiques ayant sévi tout au long du séjour, à l'exception des deux premiers jours, nous n'avons pas pu nous rendre dans cette partie reculée de la zone Natura 2000 et avons été contraint de visiter uniquement la région du talus la plus rapidement accessible depuis notre port de départ, la Trinité-sur-Mer. Par ailleurs, le vent continu de secteur Nord-Est, qui est bien connu des pêcheurs bretons pour "vider la mer de ses poissons", a manifestement eu un effet néfaste également sur la fréquentation du talus par les oiseaux marins. Y-a-t'il un lien direct entre la disparition des poissons telles que rapportée par les pêcheurs, et celle des oiseaux marins ? C'est une question intéressante pour comprendre l'occupation de l'espace par les oiseaux marins, mais qui reste sans réponse à ce jour. Quoi qu'il en soit, une autre équipe d'ornithologues à bord d'un voilier nous a rapporté la présence de très nombreux oiseaux pélagiques et mammifères marins dans les mêmes secteurs que ceux que nous avons visités, en particulier le Canyon de Penmarc'h, quelques jours avant notre passage. Cette information conforte l'idée que c'est bien le flux de secteur Nord-Est qui a probablement causé la désertion du talus continental par les oiseaux pélagiques. Où vont et que font les oiseaux durant durant de telles conditions météorologiques est une autre question qui reste sans réponse.

En dépit d'un nombre total d'observations inférieur à celui espéré, les histogrammes de distribution des effectifs au cours du séjour confirment les connaissances générales admises pour les différentes espèces d'oiseaux marins. Ainsi, le Puffin des Baléares n'a été observé qu'à proximité des côtes, confirmant ainsi de précédentes études (synthétisées dans le Plan National d'Action) sur la distribution de cette espèce sur nos côtes Atlantiques durant l'été. Les autres puffins sont davantage pélagiques, notamment le Puffin majeur, toujours en accord avec nos connaissances actuelles de ces espèces. Les Océanites de Wilson ont été au rendez-vous et ont également confirmé leur attrait pour l'espace lointain, l'ensemble des observations ayant été réalisées sur le talus. Cette affinité pour le grand large explique pourquoi, jusqu'à récemment, l'espèce était considérée comme accidentelle dans les eaux françaises. En serait-il de même pour d'autres espèces, qui pourraient fréquenter de régions du talus continental encore plus éloignées ?

Des espèces toujours à rechercher

Une motivation pour visiter la zone la plus occidentale de la ZEE Atlantique française était la présence potentielle d'espèces rares ou encore inconnues sur notre territoire. En effet, une inconnue demeure sur les zones occupées par les oiseaux pélagiques dans l'Atlantique Nord. Certaines espèces (voir détails ci-dessous) nichant dans l'hémisphère sud sont observées en nombre au large de la côte orientale des États-Unis, suivant un flux sud-nord (flèche violette sur la **Figure 9**). Ces espèces sont à nouveau observées depuis les pointes de Galice et autour des îles Canaries, suivant un flux nord-sud (flèche verte). Par ailleurs, depuis les pointes de la Galice, et toujours suivant un flux nord-sud, sont également observées des espèces endémiques nicheuses des îles Canaries qui doivent donc nécessairement remonter vers le nord durant l'été (flèche turquoise). Où séjournent ces espèces entre l'Amérique du Nord et l'Espagne ? Notre hypothèse est que ces oiseaux visitent le talus continental de la mer Celtique durant leur séjour dans l'Atlantique Nord. Cette zone, située entre 200 et 400 km au large des côtes bretonnes et britanniques, présente une topographie sous-marine accidentée propice aux courants marins ascendants (upwelling) typiquement associés à la présence de mégafaune marine (Castège et Hémery, 2009). La campagne de suivi aérien SAMM a d'ailleurs montré que la partie française de cette région est l'une des plus importantes pour la présence estivale du Fou de Bassan et du Fulmar boréal, et est également fréquentée par de nombreux cétacés et par le Requin pèlerin (Petex et al., 2014). Aussi, nous pensons que les rares mentions britanniques, acquises depuis ou à proximité de la côte, d'espèces observées par ailleurs aux Etats-Unis et en Espagne ou bien d'espèces nicheuses endémiques des îles Canaries, ne constituent que des extrêmes d'un pool d'individus se nourrissant en plus grand nombre sur le talus continental de la mer Celtique. Voici les principales espèces concernées par ces mouvements migratoires.

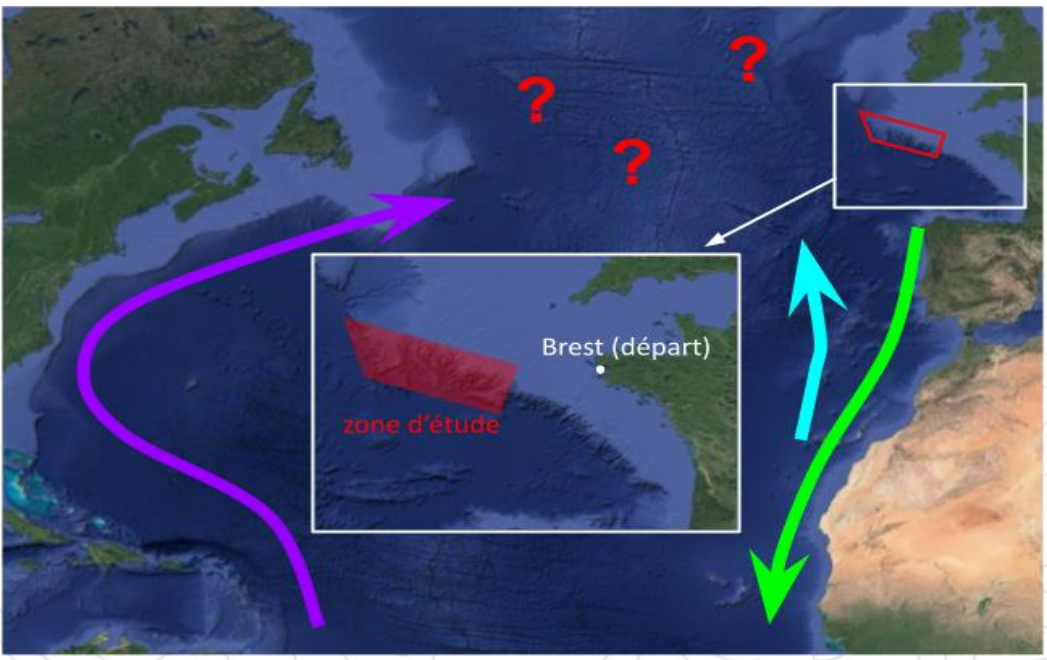


Figure 9. Décaplements supposés d'oiseaux pélagiques nichant dans l'hémisphère sud durant le visite estivale dans l'hémisphère nord. Voire texte principal pour une explication du code de couleurs

Océanite à ventre noir, *Fregetta tropica* (Gould, 1844). Cette espèce nicheuse des zones antarctiques et subantarctiques des océans Indien et Atlantique est de plus en plus contactée dans l'Atlantique Nord-Est. Ces dix dernières années, la majorité des observations ont été réalisées en fin d'été au niveau de l'archipel des Canaries. Les observations récentes d'individus près des côtes britanniques laissent penser que ce taxon pourrait également fréquenter le talus continental français de la mer Celtique.

Pétrel des Desertas, *Pterodroma deserta* Mathews, 1934. Endémique de l'archipel de Madère. Les nombreuses observations réalisées à la pointe de la Galice et les quelques observations au large de la Grande-Bretagne suggèrent une présence régulière de l'espèce au nord du Golfe de Gascogne. Toutefois, le nombre d'observations circonstanciées et validées demeure relativement faible. Nous n'avons pas eu la chance de rencontrer cette espèce durant notre séjour, toutefois, il est notable qu'un autre équipage d'ornithologues à bord d'un voilier ait observé un individu de Pétrel des Desertas précisément dans le Canyon de Penmarc'h quelques jours avant notre visite (Zucca et al., pers. com.)

Pétrel de Madère, *Pterodroma madeira*, Mathews, 1934. Un autre nicheur endémique de l'archipel de Madère, avec un statut de conservation "en danger" (UICN). De par ses faibles effectifs nicheurs et sa difficulté d'identification, il existe très peu de données dans l'Atlantique Nord-Est en dehors de la période de reproduction. La première observation pour la mer Celtique, réalisée en 2020 au large de la Grande-Bretagne, montre que ce taxon est néanmoins potentiellement présent. Mais dans quelle mesure ? Notre protocole d'appâtage semble approprié pour répondre à cette question.

Puffin de Macaronésie / de Boyd, *Puffinus baroli / boydi* (Bonaparte, 1857). Nicheurs des archipels des Açores (*boydi*), Canaries et Madère (*baroli*), des données relatives à ces deux espèces sont rares mais régulières dans le golfe de Gascogne et en mer Celtique. En France, toutes les données relatives à ces taxons concernent des oiseaux qui n'ont pas reçu d'assignation spécifique du fait de conditions d'observations souvent trop brèves ou lointaines. Une exploration de la limite occidentale de la ZEE pourrait être l'occasion de savoir s'il s'agit de Puffin de Macaronésie ou de Puffin de Boyd et de préciser le statut de ces espèces dans l'Atlantique au nord de l'Espagne.

Puffin à bec grêle, *Ardenna tenuirostris* (Temminck, 1836). Espèce du Pacifique considérée comme exceptionnelle dans l'Atlantique jusqu'à récemment. En 2019, Flood et Fisher publient un article prémonitoire sur l'identification de cette espèce, soulignant sa possible occurrence en Atlantique Nord-Est. Le premier individu est identifié en Grande-Bretagne en 2020, suivi deux mois plus tard de la première mention française en Bretagne. La publication des photos de l'individu français sur les réseaux sociaux entraîne la ré-identification en Puffin à bec grêle d'un oiseau vu en France en 2015. Cette donnée constitue de fait la première mention pour le Paléarctique occidental. Dans quelle mesure cette espèce extrêmement ressemblante au Puffin fuligineux *A. grisea* est passée inaperçue sur notre territoire jusqu'à présent ?

Labbe de McCormick, *Stercorarius maccormicki* Saunders, 1893. Nichant dans l'hémisphère sud, l'aire d'hivernage de cette espèce est longtemps restée inconnue avant que le suivi de quelques oiseaux démontre la présence hivernale d'une partie de la population dans l'Atlantique Nord (Kopp et al., 2011). Sa présence dans les eaux françaises est depuis fortement suspectée mais reste encore à

démontrer. Bien que très semblable au Grand Labbe *S. skua*, l'amélioration récente des connaissances sur son identification (ex. Newell et al., 2013) et de bonnes conditions d'observation en mer aurait pu permettre de confirmer l'hypothèse d'un passage du Labbe de McCormick sur le talus de la mer Celtique. Ceci restera à démontrer durant les prochaines explorations.

Outre ces espèces, jamais ou très rarement documentées dans les eaux françaises, notre exploration aurait pu permettre d'éclaircir le statut du **Puffin de Scopoli** (*Calonectris diomedea*, Scopoli, 1769) en Atlantique française. Élevé au rang d'espèce en France en 2016, le Puffin de Scopoli niche quasi-exclusivement en Méditerranée et hiverne principalement dans le centre et le sud de l'Atlantique. Bien qu'il ne niche plus en Aquitaine depuis 2006 (Mays et al., 2006), quelques rares mentions récentes témoignent de la présence d'individus dans le golfe de Gascogne et même plus au nord en fin d'été (Fisher et Flood, 2010). La fréquence de l'espèce dans l'Atlantique Nord-Est pourrait cependant être sous-estimée tant sa ressemblance visuelle avec le Puffin cendré *C. borealis* est forte. Non seulement nous n'avons pas eu la chance de croiser le Puffin de Scopoli, mais à notre plus grand étonnement, nous n'avons également contacté aucun Puffin cendré.

Estimation de l'abondance à la voile

En plus de l'inventaire de la mégafaune marine de la zone visitée, durant cette mission, nous avons expérimenté deux protocoles qui devraient permettre à terme d'analyser l'abondance des espèces dans cette zone : un protocole par transect permettant une analyse des données de type "protocole par bande" ou de type *distance sampling*, et un protocole par appâtage (*point sampling* avec dispositif d'attraction). Ce premier rapport d'expédition ne présente pas les résultats d'analyses d'abondance, qui nécessitent davantage de données que celles acquises durant cette première mission. De telles analyses seront conduites sur les données cumulées de cette mission et des suivantes. Toutefois, cette première mission nous permet une évaluation critique de certaines hypothèses à l'origine des protocoles proposés. Cette section restitue cette évaluation critique après un bref rappel de quelques éléments fondamentaux sur l'estimation d'abondance d'oiseaux marins.

Le transect par bande

Une des premières méthodes d'analyse quantitative de l'abondance des animaux marins, qui reste certainement les plus utilisée encore de nos jours, est celle dite du transect par bande. Le bateau sur lequel sont situés les observateurs avance en ligne droite et à vitesse constante, et les observateurs enregistrent tous les individus dans une bande située de part et d'autre du bateau, typiquement fixée à 300 m de large pour les oiseaux marins (e.g., Tasker et al. 1984). Toutefois, une limite majeure de cette méthode est que les individus situés plus proches de la ligne de trajectoire du bateau (= ligne de transect) ont une probabilité plus élevée d'être détectés que ceux situés plus loin (Buckland et al. 2001).

L'intérêt de la méthode dite de *distance sampling* est de prendre en compte la probabilité différentielle de détection selon la distance de l'individu. Le méthode nécessite de définir une fonction

de probabilité et fait généralement l'hypothèse que la probabilité de détection le long de la ligne de transect g(0) est égale à 1. Le *distance sampling* est très utilisé pour estimer les tailles de populations d'animaux terrestres (Buckland et al. 2015). En mer, la méthode est également abondamment employée pour l'étude des tortues et des cétacés (e.g., Slooten et al. 2004; Gomez de Segura et al., 2006). La méthode est également utilisée pour les oiseaux marins, mais les bénéfices de son utilisation sont plus controversés. Ranconi et Burger (2009) citent trois raisons pour expliquer la faible utilisation du *distance sampling* avec les oiseaux marins.

1) Les études sur la densité des oiseaux sont des études longitudinales souvent conduites sur le long terme. Les protocoles sont donc difficiles à faire évoluer, malgré le fait qu'ils soient souvent peu comparables entre eux. Le transect par bande reste ainsi la méthode phare pour les oiseaux marins, malgré le fait qu'il ne permet pas de réaliser une analyse de type *distance sampling* (l'inverse est vrai, un protocole de *distance sampling* permet une analyse des données de type transect par bande).

2) Le *distance sampling* est utilisable avec des oiseaux posés mais est difficile à mettre en œuvre avec des oiseaux en vol (voir ci-dessous).

3) Les oiseaux marins sont souvent concentrés en groupes de grande densité.



Certains observateurs expérimentés ont finalement suggéré que le *distance sampling* n'est pas adapté à l'estimation de densité des oiseaux marins en mer. Par exemple, selon Hyrenbach et al (2001), le *distance sampling* ne devrait être utilisé que quand les oiseaux marins sont dispersés, statiques, et quand il y a suffisamment d'observateurs à bord pour pouvoir à la fois estimer la distance des individus à la ligne de transect et pour scruter cette ligne afin de s'assurer que g(0)=1. Ainsi, et bien que le *distance sampling* aie déjà été appliqué aux Puffins des Baléares (Araujo et al. 2017) et soit proposé dans le Plan National d'Actions 2021-2025 en faveur de cette espèce, la méthode ne paraît pas la plus appropriée pour cette espèce formant des regroupements d'individus à forte densité (ce fut quasiment la seule espèce grégaire rencontrée lors de notre mission, et des regroupements de plus de 1500 individus sont régulièrement observés dans le golfe de Gascogne, S. Reyt, *pers. com*.). Toutes les autres espèces d'oiseaux pélagiques notées durant notre mission ont une distribution éparse, mais étaient rencontrées essentiellement en vol. La pertinence de notre protocole par transect dépend donc des limites effectives d'étudier des oiseaux vol par ce protocole.

Une des principales raisons compliquant l'application du *distance sampling*, et plus généralement de l'estimation d'abondance par transect linéaire, aux oiseaux marins en vol est que la trajectoire de ces oiseaux est très souvent biaisée par la présence du bateau (Tasker et al. 1984, Hyrenbach et al 2007). Durant notre mission, la présence de 4 observateurs couvrant un champ d'observation à 360° nous a permis d'évaluer ce problème potentiel. Nous n'avons observé que très peu d'oiseaux montrant un comportement de suivi du bateau (3,1% des observations d'animaux, 1,9% en ne gardant que les oiseaux). Il est difficile de comparer cette valeur à celles d'autres études car l'immense majorité des comptages d'oiseaux marins par transects linéaire utilisent un protocole à deux observateurs ne scrutant que les 180° avant du navire. Toutefois, il est très vraisemblable que le faible taux de suivi soit permis par le type de navire : étant donnée la dépense énergétique entraînée par le suivi d'un navire, on peut supposer que les oiseaux apprennent à différencier un voilier, qui n'apporte pas de nourriture, d'un bateau à moteur de petite ou moyenne taille pouvant exercer une activité de pêche. Durant les transects, nous avons systématiquement enregistré le nombre total de navires et le nombre de bateaux de pêche dans l'entourage visible de notre navire. Il nous sera alors possible de tester l'hypothèse d'une influence du nombre de bateaux de pêche sur l'estimation de l'abondance des espèces.

Hauteur d'observation, vitesse de déplacement et double comptage

Un aspect critique de la méthode de *distance sampling* est l'estimation de la distance entre l'oiseau et la ligne de transect, qui est généralement décomposée en deux estimations : la distance de l'oiseau à l'observateur et l'angle par rapport à la ligne de transect. L'estimation de la distance de l'oiseau à l'observateur est facilitée par une hauteur d'observation relativement élevée par rapport au niveau de la mer. Une hauteur élevée permet en effet l'utilisation de la méthode du stick (Heinemann 1981), qui consiste à tenir à bout de bras un bâton dont les graduations découpent le champ de vision occupé par la mer en classes de distances prédéfinies. Une hauteur d'observation élevée permet notamment aux classes lointaines (> 100m) d'occuper une part substantielle du champ de vision et l'observateur

est donc plus précis dans l'attribution de ces classes. A l'inverse, avec des observations proches du niveau de la mer, la part du champ de vision occupée par la mer est très faible et ne permet pas un tel découpage, et rend l'estimation des classes lointaines particulièrement mauvaise. Une hauteur élevée facilite également la détection des animaux dans une mer agitée. Aussi, une hauteur d'observation située entre 8 et 15 m est souvent recommandée pour les comptages d'animaux marins (Thacker et al. 1984).

Pourtant, des comptages en mer ont également été menés à partir d'embarcations de faible hauteur, telles que des semi-rigides sur lesquels la hauteur d'observation est située entre 1,5 et 2 m (e.g., Ranconi & Burger 2009). Une faible hauteur d'observation présente en effet elle aussi des avantages. Durant notre mission, il est apparu assez clairement que les oiseaux marins en vol ont été plus facilement détectés sur fond de ciel plutôt que sur fond de mer. Ceci est particulièrement vrai pour les oiseaux observés à contre-jour. Ainsi, les grands Procellariiformes qui volent en faisant de grandes orbes dessinant une trajectoire sinueuse sont quasi-systématiquement détectés lors de leur passage au-dessus de la ligne d'horizon, et sont souvent perdus de vue quand ils volent en dessous de cette ligne. Les océanites sont également plus facilement détectées lorsqu'elles sont observées sur fond de ciel. Ainsi, nous pensons que pour les oiseaux marins en vol, une faible hauteur d'observation améliore la détectabilité. Avec une bonne connaissance des espèces observées et un entraînement régulier sur l'estimation des distances à l'aide d'un traînard, tel que nous l'avons pratiqué, nous pensons de plus qu'il reste suffisamment aisé d'estimer si un oiseau est entré ou non dans la zone de 300 m. En revanche, et bien que nous n'ayons pas pu le quantifier, l'attribution d'une classe de distance semble plus aléatoire. Concernant les mammifères marins, poissons de surface et déchets plastique, il est en revanche évident que la faible hauteur d'observation constitue un handicap notable à leur détection. C'est d'ailleurs avant tout pour l'estimation de l'abondance de mammifères marins qu'une hauteur située entre 8 et 15 m a été préconisée dans la littérature (Buckland et al. 2015).

Une autre limite potentielle des comptages à la voile est la faible vitesse d'avancement du navire, située autour de 5 nœuds durant nos transects. Pour comparaison, le programme de suivi de la megafaune marine MEGASCOPE prévoit un arrêt complet des observations quand la vitesse de progression est <8 nœuds. Cette règle a pour objectif d'éviter les doubles comptages. Là encore, nous pensons qu'une telle restriction est justifiée pour le comptage des mammifères marins, dont la vitesse de progression n'excède pas 8 nœuds, mais ne l'est pas pour les oiseaux en vol. Les oiseaux marins montrent en effet des vitesses de vols bien supérieures à celles des navires quelle que soit leur taille. Par exemple, durant ses mouvements migratoires, le Puffin à bec grêle a une vitesse de vol moyenne de 24 nœuds (REF), avec des pointes à 47 nœuds (REF). Que la vitesse de progression soit de 5 nœuds ou de 8 nœuds ou plus, le problème de double comptage reste le même pour les oiseaux en vol.

Le problème de double comptage est central dans toute étude sur l'abondance d'oiseaux en vol. Durant notre mission, nous avons tenté de limiter ce problème par deux mesures. La première est l'observation à 360° par 4 observateurs. Tandis que la plupart des protocoles comptage en mer repose sur seulement 2 observateurs scrutant à eux deux la partie avant du navire, nous pensons que l'observation à 360° ainsi qu'une bonne communication entre les observateurs afin de déterminer

quand un oiseau rentre dans le champ de vision et quand il en sort permet de réduire substantiellement le nombre de double-comptages. La seconde mesure est la photographie systématique des oiseaux isolés (pour les oiseaux volant en groupe, le nombre d'individus suffit généralement à savoir si un groupe observé a été revu une seconde fois ou non durant un transect). A l'issue du transect, les différents observateurs comparent leurs photos pour tenter d'identifier d'éventuels doublons à partir de marques naturelles dans le plumage.

Intérêt du comptage en point fixe

Dans le territoire français, les campagnes PELGAS apportent des estimations relatives tandis que les campagnes SAMM et SCANS réalisées en avion apportent des estimations d'abondance absolue. De fait, toutes les études d'abondance réalisées à partir de bateaux portent sur l'abondance relative. Les estimations d'abondance relative n'ont d'intérêt que dans le cadre de suivi longitudinaux. La qualité première d'un indice d'abondance relative est donc sa répétabilité plus que sa précision. Il est indispensable que l'estimation soit très robuste aux variations intra et inter-observateur, ainsi qu'aux variations liées à l'écologie des animaux. Les estimations basées sur le *distance sampling* en transect pour les oiseaux marins ont une faible répétabilité, à cause de trois facteurs principaux :

1) g(0) est différent de 1. En effet, un des postulats fondamentaux du *distance sampling* est que la probabilité de détection le long de la ligne de transect est g(0) = 1. En pratique, ce postulat s'avère rarement correct. Selon Waggitt et al. (2019), g(0) n'a jamais été estimé pour les oiseaux, au contraire des cétacés (g(0) peut s'estimer avec un protocole de double observateur, dont un observateur secondaire ne s'intéresse qu'à la ligne de transect à l'avant du navire (voir Burt et al. 2014). Chez les cétacés, les mesures de g(0) montrent qu'il peut être drastiquement différent de 1 (entre 0.25 et 0.58 selon les espèces), et l'incertitude sur son calcule est souvent très large (0.16<CV<0.8; Waggitt et al. 2019).

2) La méthode cumule les erreurs liées à l'estimation de l'oiseau et l'estimation de l'angle.

3) Comme mentionné précédemment, les observations en transect sont traditionnellement effectuées dans la zone couvrant les 180° avant du navire, ce qui favorise les double-comptages.

Le comptage en point fixe avec un champ d'observation couvrant 360° permet de contourner ces trois facteurs limitant, expliquant pourquoi la méthode bénéficie d'une bonne répétabilité (Buckland et al. 2001). Le *distance sampling* peut également être appliqué avec le comptage en point fixe, mais dans ce cas g(0) = 1 est nécessairement validé dans le cas des oiseaux marins (pour les poissons et les mammifères marins, il existe toujours le risque d'une non détection à la coque du navire), et l'incertitude ne repose que sur l'estimation de la distance de l'oiseau. Dans le cas d'un comptage depuis le navire, la dérive fait qu'en pratique le point d'observation n'est pas fixe, mais nous considérons que la vitesse de déplacement est marginale comparée à celle des oiseaux.

Il faut noter que, de manière générale, le comptage en point fixe est la méthode de comptage canonique des oiseaux marins en vol depuis la côte, et plus généralement encore, des oiseaux

migrateurs. Toutefois, les comptages terrestres sont réalisés depuis des points d'observation choisis pour être situés dans des couloirs de migration, et les effectifs comptés sont donc généralement très élevés. Pour une estimation d'abondance en pleine mer, le comptage en point fixe peut se heurter à un problème de densité très faible produisant des données contenant un excès de valeur nulles, et donc statistiquement difficilement analysables. La solution à ce problème que nous avons proposé pour le programme SHeAReWATER est l'attraction des oiseaux par un appât olfactif.

Intérêt de la concentration des oiseaux par appâtage

L'appâtage en mer, appelé *chumming* par les anglais, est une méthode classique d'observation des oiseaux pélagiques. C'est une méthode active qui consiste à attirer les oiseaux vers les observateurs grâce à l'appât.

La recette utilisée est souvent composée d'un mélange de pop corn, d'huile de poisson (eg. foie de morue), de sardines à un stade de décomposition avancée et de divers restes de poisson (pour une revue des recettes possibles, voir www.scillypelagics.com). Toutes les recettes sont réalisées à base de produits de la mer, frais ou congelés. En 2017, lors de notre précédente expédition, une recette permettant une conservation longue durée du chum, adaptée à la navigation de longue durée, a été développée et s'est révélée efficace. Nous avons donc de nouveau utilisé cette recette pour chaque session d'appâtage pour la première expéridition du programme SHeAReWATER.



L'objectif principal de cette méthode est d'améliorer les capacités de détection en concentrant les oiseaux d'un secteur donné autour de l'appât. Si les oiseaux sont aussi attirés par les indices visuels de présence de nourritures (éléments flottants, e.g., pop corn, restes de poisson), il semble que cela soit principalement les indices olfactifs qui attirent les Procellariformes (océanites, pétrels, puffins). En augmentant significativement nos capacités de détection, cette technique "active" apparaît comme particulièrement pertinente pour des espèces qui présentent de très faibles densités ou une distribution spatiale hétérogène.

Plus concrètement, par rapport à notre mission de 2017, il nous semble que les sessions d'appâtage ont été globalement moins efficaces avec relativement peu d'oiseaux observés au cours de ces sessions. Comme expliqué précédemment, les conditions météorologiques expliquent probablement ce résultat avec une absence générale d'oiseaux. Ces circonstances défavorables ne nous permettent pas d'émettre de conclusions fines sur l'efficacité de la méthode. Néanmoins, les 7 sessions de chum réalisées au cours de cette mission ont permis de détecter certaines espèces de façon largement supérieure qu'avec la méthode de transect. Par exemple, pour l'Océanite de Wilson, 5 des 10 oiseaux contactés lors de la mission (données de transect + opportunistes) l'ont été au cours de ces quelques sessions d'appâtage. De même, pour l'Océanite tempête où les principaux effectifs ont été notés pendant les sessions d'appâtage ainsi que pour le Fulmar boréal. L'appâtage présente donc un intérêt indéniable pour détecter et comptabiliser certaines espèces, d'autant plus que nous n'avons effectué que 7 sessions (totalisant 7 heures d'observation) lors de cette mission, ce qui correspond à une faible proportion du temps total d'observation (transects, opportunistes). Cette méthode reste donc prometteuse et nous continuerons à l'utiliser pour les prochaines expéditions.



Guifette noire au repos sur la piscine d'appâtage

Conclusions

La première expédition du programme SHeAReWATER a eu pour objectif l'exploration à la voile de la mégafaune marine du talus continental de la Mer Celtique en août 2021. L'intérêt premier de réaliser un inventaire faunistique à la voile est écologique : avec un bilan carbone réduit au minimum, le déplacement à la voile permet de mener des études sur la biodiversité avec une méthodologie en adéquation avec la préservation de notre planète. Mais l'expédition a également permis de confirmer le grand intérêt de la navigation à la voile pour l'étude scientifique de l'avifaune pélagique. Contrairement à certains préjugés, la navigation à la voile s'est révélée parfaitement adaptée à l'utilisation de protocoles de comptage standardisés par transects. Le voilier offre de plus une maniabilité tout à fait correcte comparée à des navires à moteur pouvant réaliser des sorties de plusieurs jours. Cette maniabilité nous a permis d'initier, en plus du comptage par transect, un nouveau type de comptages en point fixe avec appâtage, ce qui permet de détecter la présence d'espèce à très faible densité dans la zone d'étude, et éventuellement d'estimer l'abondance de telles espèces. Dans l'ensemble, et malgré des conditions météorologiques peu propices à l'observation en mer, cette première expédition s'est révélée très positive et en appelle de nouvelles afin de pérenniser le protocole de comptage et permettre à terme de dégager des tendances sur les effectifs d'oiseaux présents sur la zone.

Cette première expédition a également permis de révéler certaines limites du protocole initialement prévu, amenant à réviser à la fois ce protocole et les objectifs prévus pour l'ensemble du programme pluriannuel SHeAReWATER. La principale limite concerne la dépendance du programme aux conditions météorologiques, qui dans le cas de cette première exploration 2021, nous a empêché d'aller visiter les zones du talus les plus éloignées et potentiellement les plus intéressantes. Le programme repose sur la location de voiliers, qui doit se prévoir plusieurs mois à l'avance, ce qui contraint la réalisation de l'expédition aux dates prévues au moment de la réservation. Comme nous avons pu en faire l'expérience au cours de cette première expédition, de mauvaises conditions météorologiques rendent la navigation périlleuse, l'observation difficile, mais peut également avoir un réel effet sur la présence d'oiseaux sur le talus continental. Aussi, pour les expéditions futures, nous entrevoyons trois options pour limiter la dépendance aux conditions météorologiques :

1) *Utilisation d'un voilier rapide*. Un trimaran tel que ceux utilisés pour les courses transatlantiques permettrait, avec une vitesse de 20 à 25 nœuds, de se rendre rapidement sur les zones visées, situées à plus de 300 miles de la côte, et de revenir au port en l'espace de quelques jours. Ainsi, en louant un tel navire sur une période de 2 à 3 semaines, nous serions quasiment assurés de pouvoir réaliser au moins une ou deux rotations jusqu'aux zones éloignées telles que Chapelle Bank, à la limite occidentale de la ZEE française. Il existe actuellement un navire de ce type en Bretagne, ancien bateau de compétition reconverti pour accueillir des journalistes durant les régates, ce qui rend cette option réaliste.

2) *Utilisation d'un grand voilier d'exploration*. Ce type de navire, tel que ceux utilisés pour les explorations TARA et Under The Pole, est capable de naviguer sous toutes les conditions météorologiques tout en conservant une bonne stabilité. Ainsi, nous serions garantis de pouvoir partir, naviguer et observer durant la totalité de la période de location, et donc de visiter les zones éloignées du talus continental malgré la faible vitesse de progression de ce type de navire (3 à 4 nœuds). Il existe actuellement en Bretagne un voilier de ce type qui pourrait être disponible à la location à partir de 2023.

3) *Utilisation d'un catamaran classique*. Cette option consisterait simplement à réitérer la stratégie de 2021, en essayant toutefois de louer un navire plus robuste. Par rapport à nos expériences passées à bord de monocoques, le catamaran s'est révélé particulièrement adapté à l'observation en mer. Il existe en Bretagne un petit effectif de catamarans loisirs conçus pour la navigation en haute mer et disponibles à la location. Par ailleurs, les conditions météorologiques rencontrées en août 2021 sont exceptionnelles pour cette période de l'année, et on peut espérer que rencontrer à nouveau de telles conditions, sur une aussi longue période, durant le mois d'août soit peu probable. Cette option est la plus risquée, mais également la plus économique.

Pour les prochaines expéditions, la faisabilité de chacune de ces trois options sera évaluée.

Une deuxième limite constatée porte sur l'utilisation future des données pour détecter les animaux en haute mer. Concernant les mammifères marins et les tortues, notre expérience de plusieurs années dans l'observation de ces animaux en voilier, essentiellement en Méditerranée et dans une moindre mesure dans le Golfe de Gascogne, nous permet d'affirmer que dans une majorité de situations leur comptage est parfaitement réalisable à bord d'un voilier. Toutefois, la détection de ces animaux est très dépendante de l'état de la mer. Ceci est vrai pour les tortues, qui nécessitent une mer parfaitement calme, mais également pour les mammifères marins. Le fait que nous ayons observé des Globicéphales noirs et des Rorquals commun que durant l'unique journée de temps calme sur le talus en est une illustration particulièrement parlante. Aussi, il est peu probable que les expéditions SHeAReWATER puissent apporter des données nouvelles sur les mammifères marins et les tortues par rapport à d'autres programmes, notamment les suivis aériens du programme SAMM.

Une troisième limite concerne l'application de la méthode du *distance sampling* pour estimer l'abondance des oiseaux pélagiques. Ceci est lié notamment à la faible hauteur d'observation à bord du voilier, qui rend difficile l'attribution d'un individu ou groupe d'individus à une classe de distance. En revanche, avec un entraînement approprié il nous est apparu relativement aisé de déterminer si un oiseau est entré dans la zone des 300 m par rapport au bateau, ce qui permettra d'utiliser la méthode transect en bande pour estimer l'abondance des oiseaux. Par ailleurs, étant donnée la facilité de détection des oiseaux en vol y compris des petites espèces telles que les Océanites même en mer agitée, pour la prochaine expédition il sera intéressant d'explorer la possibilité d'agrandir la bande de comptage à 500 m de part et d'autre du navire. De plus, par rapport à d'autres protocoles de comptage en mer en cours dans certains programmes, notre protocole semble particulièrement adapté au comptage des oiseaux en vol, notamment grâce aux 4 observateurs qui scrutent à 360° autours du bateau (au lieu des traditionnels deux observateurs situés à la proue) ainsi que celle d'un scribe en position centrale sur le navire, qui facilite la communication entre observateurs. L'implication de 5

personnes durant une session de comptage nous semble donc être un élément crucial d'un bon comptage pour les oiseaux pélagiques en vol. De plus, le recours systématique à la photographie permet d'éliminer, pour une bonne part (qui reste à évaluer), les doubles comptages.

Au final, le protocole de comptage mis en place dans SHeAReWATER est adapté pour estimer l'abondance des oiseaux pélagiques, et pour la détection d'espèces peu abondantes. Concernant ce dernier point, le protocole d'appâtage en point fixe, avec les adaptations aux séjours en voiliers mises en place en 2017 (Renoult et et al. 2018), s'avère toujours autant prometteur, même si durant cette expédition la méthode n'a pas permis de révéler la présence d'espèces rares que nous soupçonnons être des visiteuses régulières du talus continental français. Sans appâtage, le comptage en point fixe n'apporte pas suffisamment d'observations pour permettre une estimation de l'abondance. Avec appâtage, la méthode pourrait théoriquement permettre une estimation de l'abondance mais nécessite un développement statistique particulier prenant en compte l'impact, *a priori* très fort, du sens et de la force du vent. Un tel développement statistique nécessitera un nombre conséquent de données qui ne pourront être acquises qu'après plusieurs expéditions. Aussi, à moyen terme, il semble plus raisonnable de focaliser les objectifs du programme SHeAReWATER à l'estimation de l'abondance des oiseaux pélagiques communs par méthode de transect en bande (Grand Puffin, Puffin des Anglais, Puffin des Baléares, Fulmar boréal, Océanite tempête, Océanite de Wilson, Grand Labbe, petits labbes), et à la détection (présence/absence) d'espèces inféodées au grand large et potentiellement sous-détectées par la méthode de d'appâtage en point fixe (en premier lieu, Pétrel gongon et Labbe de McCormick).



Puffin des Anglais

Références

Araújo, H., Bastos-Santos, J., Rodrigues, P. C., Ferreira, M., Pereira, A., Henriques, A. C., ... & Vingada, J. (2017). The importance of Portuguese Continental Shelf Waters to Balearic Shearwaters revealed by aerial census. Marine biology, 164(3), 1-14.

Authier, M., Dorémus, G., Van Canneyt, O., Boubert, J. J., Gautier, G., Doray, M., ... & Spitz, J. (2018). Exploring change in the relative abundance of marine megafauna in the Bay of Biscay, 2004–2016. Progress in Oceanography, 166, 159-167

Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Borchers, D. L., & Thomas, L. (2001). Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations.

Buckland, S. T., Rexstad, E. A., Marques, T. A., & Oedekoven, C. S. (2015). Distance sampling: methods and applications (Vol. 431). New York, NY, USA: Springer.

Castège, I., & Hémery, G. (2009). Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne: Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope.

Fisher, E. A., & Flood, R. L. (2010). Scopoli's Shearwater off Scilly: new to Britain. British Birds, 103(12), 712-717.

Hyrenbach KD, Baduini CL, Hunt GL Jr (2001) Line transect estimates of short-tailed shearwater *Puffinus tenuirostris* mortality in the south-eastern Bering Sea, 1997–1999. Marine Ornithology 29:11–18

Hyrenbach, K. D., Henry, M. F., Morgan, K. H., Welch, D. W., & Sydeman, W. J. (2007). Optimizing the width of strip transects for seabird surveys from vessels of opportunity. Marine Ornithology, 35, 29-37.

Klomp, N. I., & Schultz, M. A. (2000). Short-tailed shearwaters breeding in Australia forage in Antarctic waters. Marine Ecology Progress Series, 194, 307-310

Kopp, M., Peter, H., Mustafa, O., Lisovski, S., Ritz, M., Phillips, R. & Hahn, S. (2011) South polar skuas from a single breeding population overwinter in different oceans though show similar migration patterns. Marine Ecology Progress Series, 435, 263–267.

Lukacs, P. M., Kissling, M. L., Reid, M., Gende, S. M., & Lewis, S. B. (2010). Testing assumptions of distance sampling on a pelagic seabird. The Condor, 112(3), 455-459

Mays, G., Durand, J-M. & Gomez, G. (2006). Première nidification du Puffin cendré *Calonectris diomedea* sur la façade atlantique française. Ornithos 13-5 : 316-319.

Nevitt, G. A., & Bonadonna, F. (2005). Sensitivity to dimethyl sulphide suggests a mechanism for olfactory navigation by seabirds. Biology Letters, 1(3), 303-305.

Newell, D., Howell, N.G.S. & Lopez-Velasco, D. (2013) South Polar and Great Skua: the timing of primary moult as an aid to identification. Bristish Birds 106: 325-346.

Nicholls, D. G., Stampton, P., Klomp, N. I., & Schultz, M. (1998). Post-breeding flight to Antarctic waters by a short-tailed shearwater *Puffinus tenuirostris*. Emu-Austral Ornithology, 98(1), 79-82.

Ourmieres, Y., Mansui, J., Molcard, A., Galgani, F., & Poitou, I. (2018). The boundary current role on the transport and stranding of floating marine litter: the French Riviera case. Continental Shelf Research, 155, 11-20

Ronconi, R. A., & Burger, A. E. (2009). Estimating seabird densities from vessel transects: distance sampling and implications for strip transects. Aquatic Biology, 4(3), 297-309.

Pereiro, D., Souto, C., & Gago, J. (2019). Dynamics of floating marine debris in the northern Iberian waters: A model approach. Journal of Sea Research, 144, 57-66

Petex, E., Falchetto, H., Dorémus, G., Van Canneyt, O., Stéphan, E., David, L., Sterckeman, A., & Ridoux, V. (2014). Suivi aérien de la mégafaune marine en France métropolitaine. Rapport Final. 72 pp.

Renoult J.P., Delahaie B., Delattre J-C., De Franceschi C. , Veyrunes F., Le Bot T. 2018. Chumming on multi-day sailing trip in Bay of Biscay. Dutch Birding 40:96-98

Slooten, E., Dawson, S. M., & Rayment, W. J. (2004). Aerial surveys for coastal dolphins: abundance of Hector's dolphins off the South Island west coast, New Zealand. Marine Mammal Science, 20(3), 477-490.

Tasker, M. L., Jones, P. H., Dixon, T. I. M., & Blake, B. F. (1984). Counting seabirds at sea from ships: A review of methods employed and a suggestion for a standardized approach. The Auk, 101(3), 567-577.

Van Sebille, E., Aliani, S., Law, K. L., Maximenko, N., Alsina, J. M., Bagaev, A., ... & Wichmann, D. (2020). The physical oceanography of the transport of floating marine debris. Environmental Research Letters, 15(2), 023003.