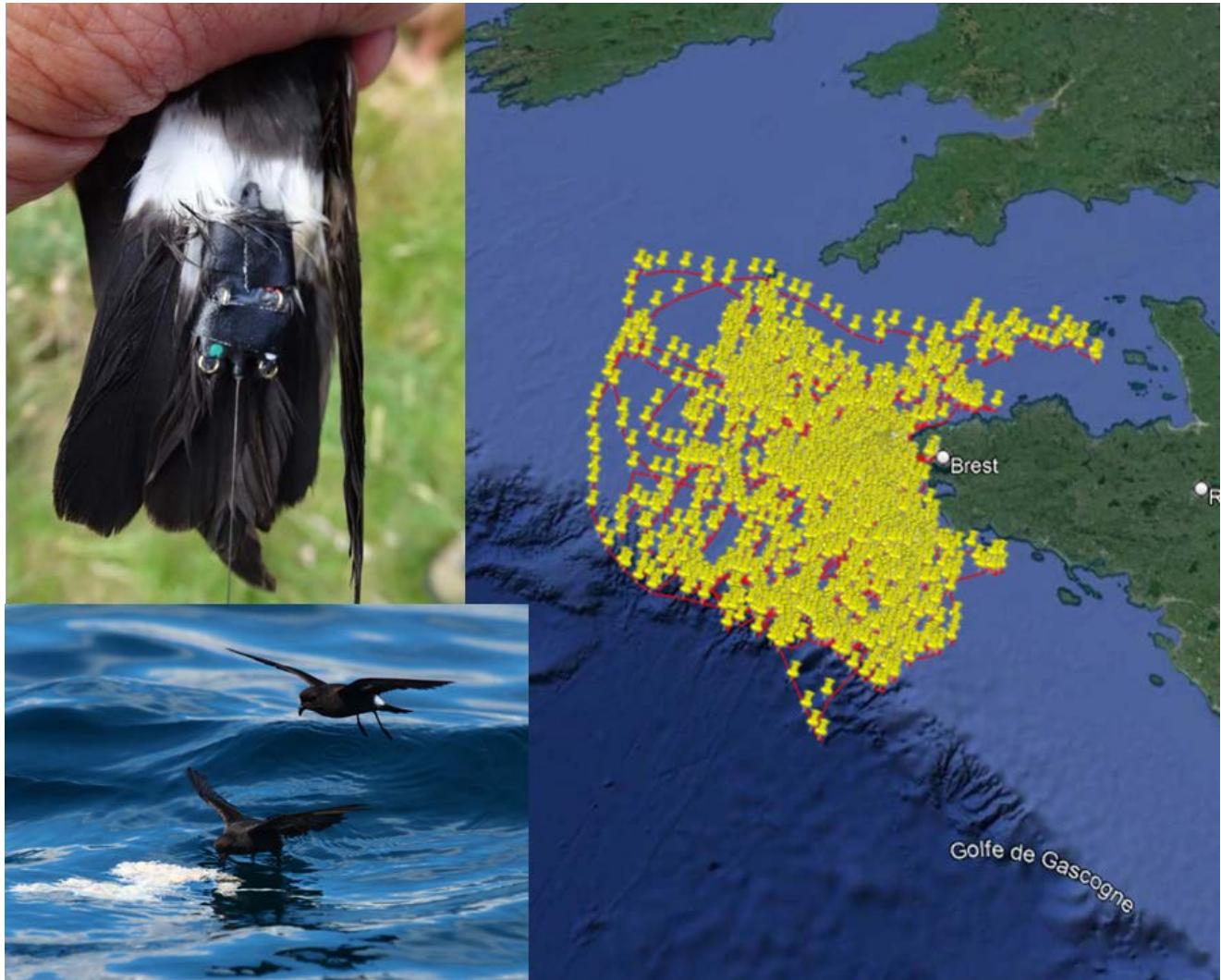


# Étude sur les oiseaux marins



## Suivi télémétrique des océanites reproducteurs de l'archipel de Molène 2020-2022

Novembre 2022

**Bernard Cadiou**





## Sommaire

1-Introduction .....	1
2-Méthodes.....	2
3-Résultats .....	6
3.1-Calendrier des opérations.....	6
3.2-Sélection des oiseaux .....	7
3.3-Temps de manipulation des oiseaux.....	7
3.4-Taux de récupération des GPS .....	7
3.5-Caractéristiques des trajets .....	9
3.6-Zones fréquentées .....	10
3.7-Effet sur le poids des adultes.....	13
3.8-Effet sur le succès de la reproduction .....	14
4-Discussion .....	15
5-Remerciements .....	18
6-Bibliographie .....	19
Résumé .....	21



## 1-Introduction

L'océanite tempête *Hydrobates pelagicus* est le plus petit et le plus léger des oiseaux marins d'Europe, avec un poids d'environ 26 g pour une envergure maximum de 40 cm. Cette espèce pélagique passe sa vie en haute mer et ne vient à terre que pour les besoins de la reproduction. Actif essentiellement de nuit sur les colonies, l'océanite tempête niche toujours à l'abri, par exemple sous des blocs rocheux ou dans d'anciens terriers de lapins. En Bretagne, la ponte s'étale de début mai à début août (Cadiou 2001, Cadiou & Mahéo 2019). L'œuf unique est couvé pendant six semaines environ, et le jeune s'envole vers l'âge de dix semaines, entre août et octobre.

L'archipel de Molène est un site d'importance majeure pour l'espèce, et les îlots de la Réserve naturelle nationale d'Iroise accueillent les plus importantes colonies de France avec environ 890-950 couples en 2021 (Mahéo & Cadiou 2021). Depuis un demi-siècle, Bretagne Vivante y étudie l'espèce, avec le recensement des couples nicheurs, le suivi de la reproduction, le baguage des oiseaux pour étudier la survie et les mouvements entre colonies, le suivi de la contamination des œufs par les polluants, etc. (Cadiou & Mahéo 2019). Le Parc naturel marin d'Iroise – Office français de la biodiversité, gestionnaire de la Réserve naturelle, contribue à ces suivis.

C'est en 1985 que des oiseaux marins, en l'occurrence des pétrels géants *Macronectes giganteus*, ont été équipés pour la première fois d'un émetteur radio miniaturisé dont le signal était réceptionné grâce aux satellites, permettant ainsi de suivre leurs trajets en mer (Parmelee *et al.* 1985). Par la suite, des GPS miniaturisés (*Global Positioning System*) ont été développés, avec une plus grande précision des localisations (une dizaine de mètres) et offrant la possibilité d'avoir une fréquence plus élevée d'enregistrement des points de localisation des oiseaux équipés. En parallèle, un autre type d'enregistreur a été développé, appelé GLS (*Global Location Sensor*), qui est équipé d'un capteur de lumière et d'une horloge, grâce auxquels la position géographique peut être estimée, mais avec une précision d'environ 200 kilomètres (Burger & Shaffer 2008). La contrainte de ces appareils est qu'un poids trop important devient un handicap pour l'oiseau, avec des risques accrus d'échec de la reproduction ou de mortalité. Grâce à la miniaturisation croissante de ces appareils, les ornithologues ont été en mesure d'équiper progressivement des espèces de plus en plus petites, qu'il s'agisse d'oiseaux terrestres ou d'oiseaux marins (Burger & Shaffer 2008, Hart & Hyrenbach 2009, McKinnon & Love 2018), dont l'océanite cul-blanc *Hydrobates leucorhous*, espèce plus grande que l'océanite tempête (Pollet *et al.* 2014, Hedd *et al.* 2018).

Cette miniaturisation des appareils a permis de franchir un nouveau pas dans l'acquisition de connaissances sur l'océanite tempête. Des études ont été réalisées ces dernières années sur l'espèce en Écosse, en Irlande, en Espagne et en Italie (Lago *et al.* 2019, Critchley *et al.* 2020, Rotger *et al.* 2020, Bolton 2021, De Pascalis *et al.* 2021, Wilkinson 2021), et maintenant en Bretagne (Cadiou 2020, ce rapport), mais aussi en Islande (S. Hurling comm. pers.).

## 2-Méthodes

Le projet d'étude a été préparé par Bretagne Vivante, validé par le Conseil scientifique de la Réserve naturelle nationale d'Iroise et par le Centre de recherches sur la biologie des populations d'oiseaux – Muséum national d'histoire naturelle, et mis en œuvre avec un financement et un soutien logistique du Parc naturel marin d'Iroise – Office français de la biodiversité dans le cadre d'un contrat de recherche et développement. L'objectif de l'étude est, d'une part, d'identifier les zones d'alimentation des océanites, qui se nourrissent notamment de zooplancton et de petits poissons, pour voir si elles se situent dans les limites du Parc naturel marin d'Iroise ou dans des zones marines plus éloignées et, d'autre part, de pouvoir à terme croiser les résultats obtenus avec d'autres données collectées sur l'environnement marin (fronts thermiques, plancton, etc.).

Pendant la période d'incubation des océanites, le mâle et la femelle couvent et partent en mer à tour de rôle. Jusqu'à l'éclosion, chaque parent alterne ainsi généralement deux ou trois jours au nid et deux ou trois jours en mer pour se nourrir et reconstituer ses réserves énergétiques (Davis 1957). Après l'éclosion, le poussin est couvé pendant une semaine environ, avant d'être laissé seul en journée, les parents revenant le nourrir la nuit (Davis 1957). Le poussin est nourri quotidiennement dans 80 % des cas et le délai entre deux nourrissages excède rarement deux jours (Bolton 1995). Les deux parents agissent de manière indépendante et, durant une nuit donnée, le poussin peut être nourri par un parent, deux parents ou aucun des deux (Bolton 1995).

Durant la présente étude, en fin de période d'incubation, les adultes sont capturés en journée dans leur site de reproduction, lorsqu'ils couvent leur œuf. Durant la période d'élevage, les adultes sont capturés de nuit dans leur site de reproduction, après avoir nourri leur poussin. Le site est inspecté les jours suivant pour voir si le changement de partenaire a eu lieu et pour recapturer l'oiseau équipé à son retour et récupérer le GPS.

Les GPS utilisés sont des nanoFix® GEO-mini fabriqués par la société Pathtrack Ltd (Royaume-Uni). Ils mesurent environ 20 x 12 x 4 mm, avec en plus une antenne de 45 mm, et pèsent en moyenne 0,99 g (0,96 à 1,01 g selon les appareils pour le lot des 20 appareils utilisés), soit 3,6 % du poids moyen d'un océanite (28 g). Les appareils sont programmés pour relever une localisation toutes les heures en période d'incubation et toutes les 20 min en période d'élevage.

En 2020, une trentaine de sites de reproduction facilement accessibles a été identifiée sur Banneg dans les secteurs situés à l'ouest et au nord de la cabane. Ces sites ont été régulièrement occupés ces dernières années et une vingtaine des couples en question a élevé un jeune jusqu'à l'envol en 2019, ce qui permet de penser, mais sans certitude, que les mêmes adultes occupent ces sites depuis plusieurs années. En 2021, une douzaine d'autres sites, situés plus au nord ont également été pris en compte. En 2022, une cinquantaine de sites a été présélectionnée.

Ces sites font l'objet d'un suivi de la reproduction tous les 15 jours environ à partir du début du mois de mai pour connaître la date approximative de ponte et déterminer la période favorable pour la capture du couveur sur son œuf, soit environ 2 à 4 semaines après la ponte. Manipuler les oiseaux en fin de période d'incubation permet de réduire les risques de désertion de l'œuf et d'échec de la reproduction (Blackmer *et al.* 2004, Carey 2009). En

période d'élevage le choix des sites se porte sur les jeunes poussins (25-30 à 40-45 jours) qui sont nourris presque toutes les nuits par les parents.

La pose des GPS coïncide avec une session de baguage nocturne, durant laquelle une équipe de quatre ou cinq personnes est présente sur l'île durant quatre jours consécutifs. L'inspection des sites présélectionnés, avec ponte notée lors d'une précédente visite, se fait le premier matin pour vérifier la présence d'un adulte sur son œuf. Un piquet en bois est alors enfoncé à proximité de l'entrée du site, sur lequel le GPS est fixé avec de l'adhésif pour qu'il prenne au moins deux points avant d'être posés sur l'oiseau, car une fois dans le terrier le GPS ne peut plus prendre de point. Il est indispensable que les GPS soient à l'extérieur en zone dégagée pour prendre les premiers points et se calibrer. Le mode opératoire est le même en période d'élevage, une fois que la présence d'un poussin a été vérifiée en journée. Les GPS sont programmés pour démarrer à 12h10 (2020) ou à 13h10 (2021-2022) le jour de la pose en période d'incubation, et à 20h10 en période d'élevage (2020-2021). Une fois le GPS programmé, les 4 boucles de connexion sont enduites d'une fine couche de graisse silicone pour garantir une parfaite étanchéité.

Une fois extrait de son site, l'oiseau est bagué ou contrôlé selon les cas, mesuré (aile, tarse et largeur du cloaque) et pesé, puis équipé du GPS, en maintenant le corps de l'oiseau dans un sac en tissu (Figures 1, 2, 3). La manipulation se fait à une personne, pour tenir l'oiseau et poser le GPS.

Les oiseaux sélectionnés pèsent au moins 28 g (seuil considéré en 2020) ou 27 g (seuil considéré en 2021 et 2022) et les éventuels oiseaux trop agités ne sont pas équipés.

Le GPS est positionné sur la queue de l'oiseau et fixé à 2-4 rectrices et quelques plumes de couverture avec 2 petites bandes d'adhésif toile Tesa® noir, résistant à l'eau, de 38 mm de long, et respectivement de 4 mm et 8 mm de large. La queue de l'oiseau est ouverte en éventail pour écarter les rectrices externes de façon à pouvoir saisir facilement les rectrices internes et les couvertures sous-caudales associées. Pour faciliter la pose, une plaque de plastique est utilisée pour séparer les plumes sélectionnées du reste de la queue (Figure 1). La première bande d'adhésif, la plus large, est positionnée sous les plumes, puis la deuxième, de telle sorte que la base du GPS se situe vers le milieu de la bande blanche du croupion, c'est-à-dire pas trop près de la glande uropygienne (Figure 2, 3). Un premier côté de l'adhésif est rabattu sur le GPS, puis le second. Puis on procède de la même manière avec la deuxième bande, en faisant en sorte que le recouvrement des extrémités de l'adhésif se fasse dans un sens pour l'une des bandes et dans le sens inverse pour l'autre.

Figure 1. Pose de la première bande d'adhésif pour positionner le GPS sur la queue d'un océanite, une plaque de plastique est utilisée pour séparer les plumes sélectionnées du reste de la queue (cliché S. Gautier, Bretagne Vivante).



Figure 2. Finalisation du positionnement du GPS avec l'adhésif sur la queue d'un océanite (cliché S. Gautier, Bretagne Vivante).



Figure 3. Océanite équipé d'un GPS, prêt à être remis dans son site de reproduction (cliché B. Cadiou Bretagne Vivante).



L'oiseau est ensuite aussitôt remis dans son terrier, en s'assurant qu'il ne cherche pas à en ressortir. La durée de la manipulation est notée sur le bordereau de prise de note (heure de capture et heure de remise au terrier).

Lorsque le partenaire de l'oiseau équipé revient à son terrier, il est lui aussi bagué ou contrôlé selon les cas, mesuré (aile, tarse et largeur du cloaque) et pesé, sauf en 2020 où aucune mesure n'a été prise.

Pour les oiseaux équipés en période d'incubation, les sites de reproduction sont inspectés en journée les jours suivants pour vérifier qu'il y a eu relai des couveurs puis pour recapturer les oiseaux équipés à leur retour.

Pour les oiseaux équipés en période d'élevage, les sites de reproduction sont inspectés durant les nuits suivantes. Pour faciliter la capture des oiseaux, un piège-trappe à souris/rats modifié (l'oiseau peut rentrer dans son site mais pas en sortir) est mis en place à l'entrée du site, si besoin avec un sac poubelle pour bien calfeutrer l'entrée. Une fois que le déclenchement du piège a été constaté, il faut attendre une quinzaine de minutes avant de capturer l'adulte présent, afin de lui laisser le temps de nourrir son poussin. La première nuit de pose du piège, l'adulte capturé est mis dans un sac et aussitôt ramené à la cabane en indiquant le numéro du site et l'heure de capture. La nuit suivante, l'adulte présent, qu'il s'agisse de l'oiseau équipé ou de son partenaire, est mis dans un sac et aussitôt ramené à la cabane en indiquant le numéro du site et l'heure de capture. Si l'adulte présent n'est pas l'adulte équipé, le piège-trappe est réarmé avant de rentrer à la cabane. Si l'adulte présent est l'adulte équipé, le piège-trappe est enlevé et ramené à la cabane pour être posé sur un autre site. Les adultes sont relâchés depuis la cabane.

En août, pour faciliter le suivi de nuit, un piquet avec un adhésif rétro-réfléchissant est mis en place à proximité des sites ciblés pour les captures afin de faciliter le repérage dans le faisceau lumineux d'une lampe frontale. Et le numéro du site est inscrit au marqueur sur un autre adhésif collé sur le piquet.

Une fois l'oiseau équipé capturé dans son site, l'adhésif fixant le GPS est retiré à la main (il ne faut surtout pas utiliser de ciseaux pour ne pas abîmer le revêtement étanche), puis l'oiseau est pesé avant d'être remis dans son site (pendant l'incubation) ou relâché en vol (pendant l'élevage). Il faut enlever délicatement l'adhésif tout en tenant fermement la base des rectrices pour éviter d'arracher les plumes lors de la manipulation. La durée de la manipulation est notée sur le bordereau de prise de note (heure de début et heure de fin). Pour télécharger les données, il faut enlever délicatement la graisse silicone, juste assez pour connecter le GPS à l'unité de programmation et de chargement reliée à un ordinateur. Une fois fait, le GPS peut être recharge et reprogrammé. Les données téléchargées peuvent être aussitôt visualisées sur Google Earth.

À ce stade des analyses, est considéré comme un trajet l'intervalle entre le premier point GPS pris en mer une fois l'oiseau parti de son site de reproduction et le dernier point GPS pris en mer avant son retour dans son site de reproduction, même si l'oiseau a fait des « boucles » distinctes en étant revenu à proximité de Banneg mais sans preuve d'avoir effectivement été dans son site.

Tous les sites où un oiseau a été équipé d'un GPS sont suivis par la suite durant la saison pour connaître la performance de reproduction, à savoir l'envol d'un jeune ou l'échec au stade de l'œuf ou au stade du poussin. D'autres sites, localisés sur Banneg et sur Enez Kreiz, font aussi l'objet d'un suivi de la production en jeunes, et servent donc de référence comparative.

### 3-Résultats

#### 3.1-Calendrier des opérations

En 2020, dix oiseaux ont été capturés le 16 juin en fin d'après-midi dans leur site de reproduction sur Banneg, lorsqu'ils couvaient leur œuf. Les oiseaux ont aussitôt été remis dans leurs terriers, et huit d'entre eux sont partis en mer durant la nuit, les trois autres étant restés couver un à trois jours supplémentaires avant de partir. Puis huit oiseaux ont été recapturés dès leur retour au terrier pour retirer le GPS entre le 19 et le 22 juin. Un neuvième oiseau a été recapturé de nuit le 24 juillet, mais sans son GPS.

En 2021, compte-tenu du retard des pontes, l'opération s'est déroulée en juillet et non en juin. Les oiseaux ont été capturés le 6 juillet en fin d'après-midi (dix oiseaux), ou le 7 juillet au matin (un oiseau) ou le 8 juillet au matin (un oiseau). Sur les douze oiseaux, onze sont partis en mer durant la nuit, un seul étant resté couver trois jours supplémentaires avant de partir. Puis ils ont été recapturés dès leur retour au terrier pour retirer le GPS entre le 9 et le 15 juillet. L'un d'entre eux a été recapturé au filet la nuit de son retour.

En 2022, les oiseaux ont été capturés le 22 juin en milieu d'après-midi (neuf oiseaux) ou le 23 juin en milieu d'après-midi (un oiseau). Huit d'entre eux sont partis en mer durant la nuit, les deux autres étant restés couver un jour supplémentaire avant de partir. Puis neuf

oiseaux ont été recapturés dès leur retour au terrier pour retirer le GPS entre le 25 et le 27 juin. Le dixième oiseau a été recapturé de jour le 6 juillet, avec son GPS.

Tous les oiseaux équipés de GPS sur la période 2020-2022 sont des adultes capturés durant l'incubation. En août 2020 et 2021, les tentatives de captures d'adultes venant nourrir leur poussin se sont avérées infructueuses, avec des essais sur un et deux sites respectivement. Aucune tentative n'a été faite en 2022.

### ***3.2-Sélection des oiseaux***

Quelques oiseaux n'ont pas été sélectionnés pour être équipés le premier jour d'inspection des sites, soit parce qu'ils étaient trop légers (1 cas en 2020 et 1 cas en 2021), soit parce que les rectrices ont malencontreusement été arrachées lors de la pose du GPS (1 cas en 2020), soit parce que l'oiseau présent avait déjà été équipé l'année précédente (1 cas en 2021 et 1 cas en 2022).

Aucun oiseau n'a été équipé deux fois d'un GPS durant les trois années d'étude. Sur les 33 adultes équipés, les deux partenaires de six couples ont été équipés tous les deux à un an d'intervalle.

### ***3.3-Temps de manipulation des oiseaux***

Sur les trois années, la durée moyenne de manipulation est d'environ 6 min pour la pose et d'un peu moins de 3 min pour la récupération du GPS (Tableau 1). Pour une raison inconnue, le temps de manipulation pour la pose a été un peu plus élevé en 2021. Pour la récupération du GPS, la durée de manipulation diminue de 2020 à 2022 en raison de l'expérience acquise.

Tableau 1. Durée moyenne de manipulation des océanites pour la pose et la récupération du GPS (en minutes:secondes).

Année	Durée pour la pose	Durée pour la récupération
2020	05:54	04:23
2021	06:40	02:20
2022	04:53	01:37
2020-2022	05:54	02:49

### ***3.4-Taux de récupération des GPS***

Selon les années, entre deux tiers et la totalité des GPS ont été récupérés (Tableau 2).

Sur les onze oiseaux équipés en 2020, neuf ont été recapturés avec leur GPS, un avait perdu son GPS et un autre n'a pas été revu par la suite. Les trajets sont majoritairement complets, à l'exception d'un individu qui est resté quatre jours dans son terrier avant de partir, et pour lequel la batterie du GPS s'était déchargée et seule une courte portion du trajet a été enregistrée.

Tableau 2. Nombre d'oiseaux équipés, de GPS récupérés, et de trajets complets ou partiels enregistrés.

Année	Nb. oiseaux équipés	Nb. GPS récupérés	Nb. trajets complets	Nb. trajets partiels
2020	11	9 (82 %)	9	1
2021	12	8 (67 %)	8	1
2022	10	10 (100 %)	9	2
2020-2022	33	27 (82 %)	25	4

Sur les douze oiseaux équipés en 2021, huit ont été recapturés avec leur GPS, et quatre n'ont pas été revus par la suite. Les trajets sont majoritairement complets, à l'exception d'un individu qui est resté quatre jours en mer, puis qui est revenu un jour dans son terrier (un dimanche, jour où les sites n'ont pas été inspectés), avant de repartir pour trois jours en mer. La batterie du GPS s'était déchargée et seuls quelques points de localisation du deuxième trajet ont été enregistrés.

Les dix oiseaux équipés en 2022 ont été recapturés avec leur GPS. Les trajets sont majoritairement complets, à l'exception d'un individu dont le GPS a dysfonctionné, mais des données partielles ont pu être extraites par l'équipe de Pathtrack, et d'un individu qui a passé plus d'une semaine en mer, la batterie de son GPS s'est déchargée, et l'enregistrement des données s'est arrêté au huitième jour.

En 2020, la récupération du GPS a été un coup de chance pour un des oiseaux. En effet, la reproduction a échoué et l'œuf a disparu mais les deux partenaires ont été trouvés en journée dans leur site, très certainement leur dernier jour ensemble avant de partir en mer pour la période interruptiale.

En 2022, la récupération du GPS a aussi été un coup de chance pour deux des oiseaux. Pour le premier d'entre eux, les rectrices étaient presque complètement arrachées et le GPS était prêt à tomber. Le deuxième oiseau a quant à lui passé plus d'une semaine en mer sans être revu en journée sur son œuf entre le 23 et le 29 juin, soit l'œuf était couvé par le partenaire, soit il n'y avait pas de couveur. Puis, le 5 juillet, le partenaire couvait un petit poussin, le 6 juillet c'était l'oiseau avec le GPS qui couvait le poussin, soit 14 jours après la pose, et le poussin est mort quelques jours plus tard.

Deux trajets complets distincts ont été enregistrés pour deux oiseaux. En 2020, un oiseau s'est échappé dans un site voisin lors de la tentative de recapture après son retour, et il est reparti la nuit suivante pour un second trajet avant d'être recapturé. En 2022, un oiseau a quitté son terrier durant la nuit après la pose du GPS pour faire un petit tour de 2 à 3 heures en mer avant de revenir couver, parcourant environ 28 km et restant à moins de 11 km de la colonie, sans qu'il soit possible de savoir si son partenaire a fait une relève sur œuf durant ce créneau. Il est reparti en mer la nuit suivante, et son partenaire était présent en journée.

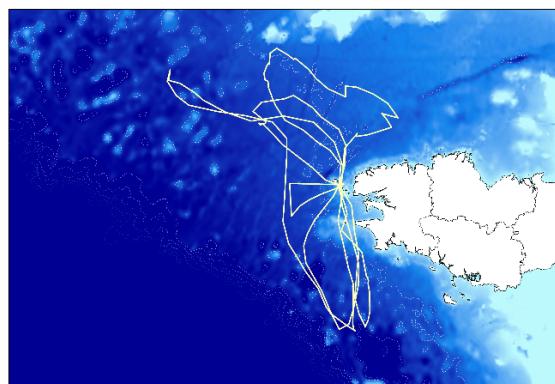
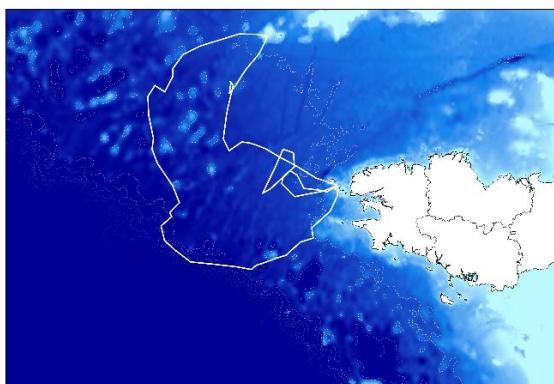
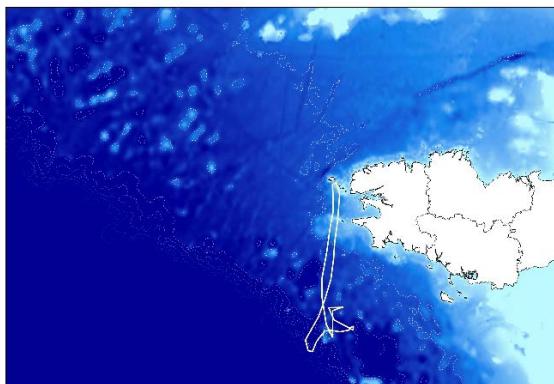
### 3.5-Caractéristiques des trajets

L'examen visuel des trajets n'a pas mis en évidence de points aberrants. Si, quand l'oiseau est dans son site de reproduction, aucun point GPS ne peut être pris, il arrive fréquemment qu'aucun point GPS ne soit pris à certaines périodes lorsque l'oiseau est en mer, parfois jusqu'à sept heures d'affilée. La raison exacte n'est pas connue, mais la même chose a été constatée dans le cadre des autres études réalisées avec le même type de GPS (Wilkinson 2021, A. Sanz-Aguilar comm. pers., Pathtrack comm. pers.).

Une minorité d'individus fait son trajet de prospection alimentaire sans revenir dans l'archipel de Molène : 4/9 en 2020, 3/8 en 2021 et 3/10 en 2022, soit respectivement 44 %, 38 % et 30 %, et une moyenne de 37 % sur l'ensemble des trois années de suivi (Figure 4). Certains de ces oiseaux peuvent prendre une route très similaire pour l'aller et pour le retour (Figure 4). La majorité des individus fait 2 ou 3 « boucles » successives, voire au moins 6 pour l'un d'entre eux en 2022 (plus de 177 heures en mer avec plus de 2 650 km parcourus), avec un passage dans le secteur de l'archipel de Molène durant certaines nuits (Figure 4). Les oiseaux vont peut-être même parfois dans leur site de reproduction sur Banneg, ce que suggère l'absence de points GPS dans certains cas, mais sans prendre le relai d'incubation ou alors seulement pendant 1 ou 2 heures. Puis ils repartent dans la nuit vers le large pour la « boucle » suivante.

Comme indiqué précédemment (cf. 2-Méthodes), à ce stade des analyses, un trajet complet correspond à l'intervalle entre le départ et le retour de l'oiseau dans son site de reproduction, où il reste présent en journée, même s'il a fait des « boucles » distinctes.

Figure 4. Exemples de différents types de trajets, avec un unique aller-retour (deux trajets en haut) ou avec des « boucles » et un ou plusieurs retours de nuit vers l'archipel de Molène (deux trajets en bas).



Pour l'analyse des trajets complets, un trajet particulier, et inhabituel, de 2022 n'a pas été pris en compte. Il s'agit de l'oiseau qui a quitté son terrier durant une nuit pendant quelques heures avant de revenir couver (cf. 3.4).

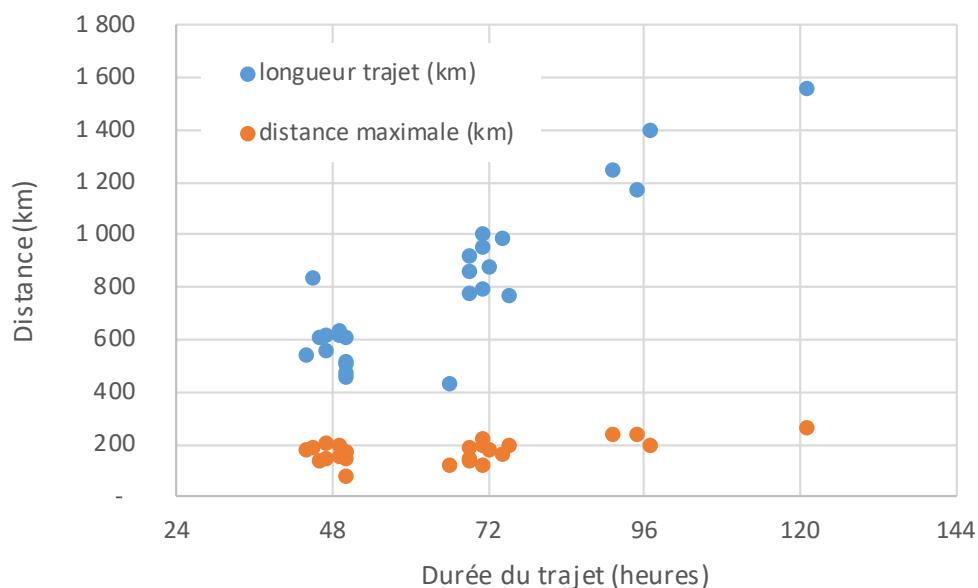
Les valeurs moyennes pour la distance totale parcourue, la distance maximale à la colonie et la durée du trajet sont relativement similaires pour les trois années (Tableau 3). La majorité des oiseaux a passé deux ou trois jours en mer, seuls trois individus sont restés quatre jours en mer et un individu en a passé cinq avant de revenir prendre son relai d'incubation.

Tableau 3. Caractéristiques des trajets complets (valeur moyenne et valeurs extrêmes entre parenthèses).

Année	Distance totale du trajet (km)	Distance maximale à la colonie (km)	Durée du trajet (h)
2020	787 (505-1 562)	166 (125-267)	63 (44-121)
2021	762 (460-1 249)	179 (83-243)	68 (50-95)
2022	805 (611-1 395)	184 (144-205)	68 (47-97)
2020-2022	796 (433-1 562)	176 (83-267)	65 (44-121)

De manière logique, plus la durée du trajet est longue et plus la distance totale parcourue est importante, mais la distance maximale à la colonie n'augmente pas dans des proportions aussi importantes (Figure 5).

Figure 5. Distance totale du trajet et distance maximale à la colonie en fonction de la durée du trajet.

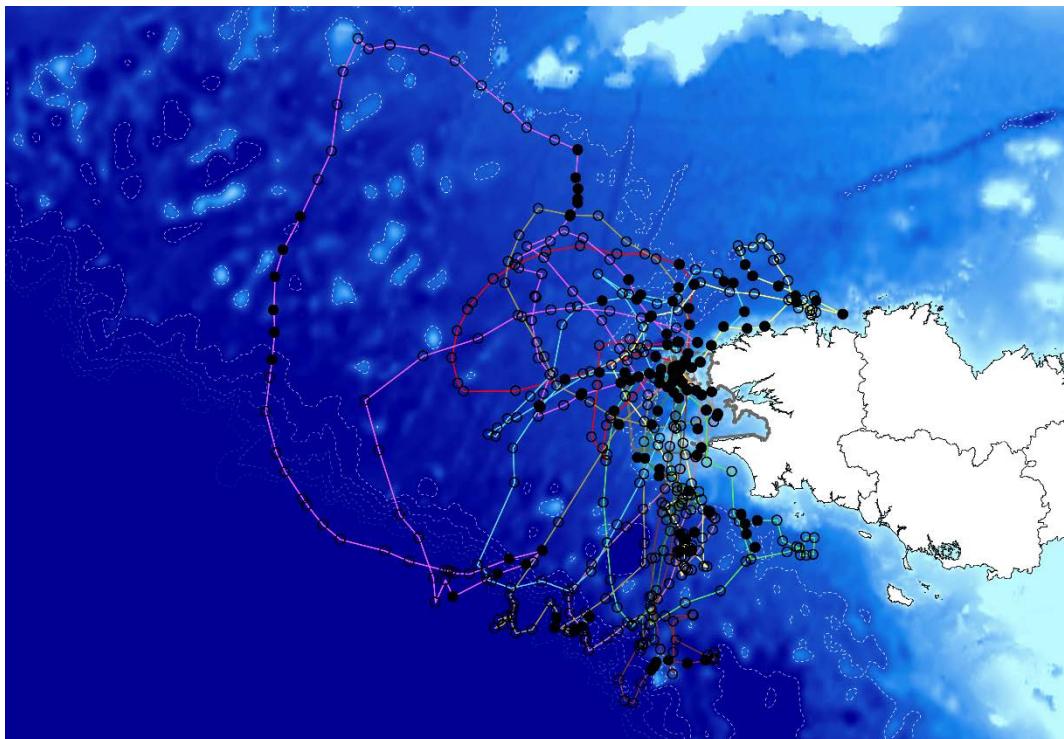


### 3.6-Zones fréquentées

En 2020, une bonne partie des oiseaux est allé se nourrir à l'aplomb des zones de canyons sous-marins situées en bordure du plateau continental dans le sud-ouest du Finistère

(Figure 6). D'autres individus ont fréquenté les abords de l'archipel des Glénan dans le sud Finistère ou de l'île de Batz dans le nord Finistère, mais aussi des îles Scilly en Cornouailles anglaises. Ce dernier trajet, le plus long (environ 1 560 km parcourus) et le plus lointain (distance maximale à la colonie de 267 km), est celui d'un oiseau qui est resté cinq jours en mer.

Figure 6. Ensemble des trajets en mer effectués en 2020, durant deux à cinq jours, par les oiseaux équipés de GPS (une couleur par individu ; cercle plein = point GPS de nuit, cercle vide = point GPS de jour).



En 2021, les oiseaux ont très nettement moins fréquenté les zones des canyons sous-marins. Par contre, plus de trajets ont eu lieu vers le nord-ouest, au sud des îles Scilly (Figure 7). Les trajets les plus longs (environ 1 250 et 1 170 km parcourus), et les plus lointains (distance maximale à la colonie d'environ 240 km), sont ceux des oiseaux qui sont restés quatre jours en mer.

En 2022, une bonne partie des oiseaux est allée s'alimenter sur les zones de canyons, et quelques-uns sont allés dans le sud des îles Scilly (Figure 8). Principale nouveauté enregistrée, un des oiseaux a effectué un trajet jusqu'aux îles anglo-normandes, le nord de la Bretagne étant globalement peu fréquenté par les oiseaux équipés depuis 2020. Les trajets les plus longs (environ 1 400 et plus de 2 650 km parcourus) sont ceux des oiseaux qui sont restés respectivement quatre et au moins une semaine en mer.

Figure 7. Ensemble des trajets en mer effectués en 2021, durant deux à quatre jours, par les oiseaux équipés de GPS (une couleur par individu ; cercle plein = point GPS de nuit, cercle vide = point GPS de jour).

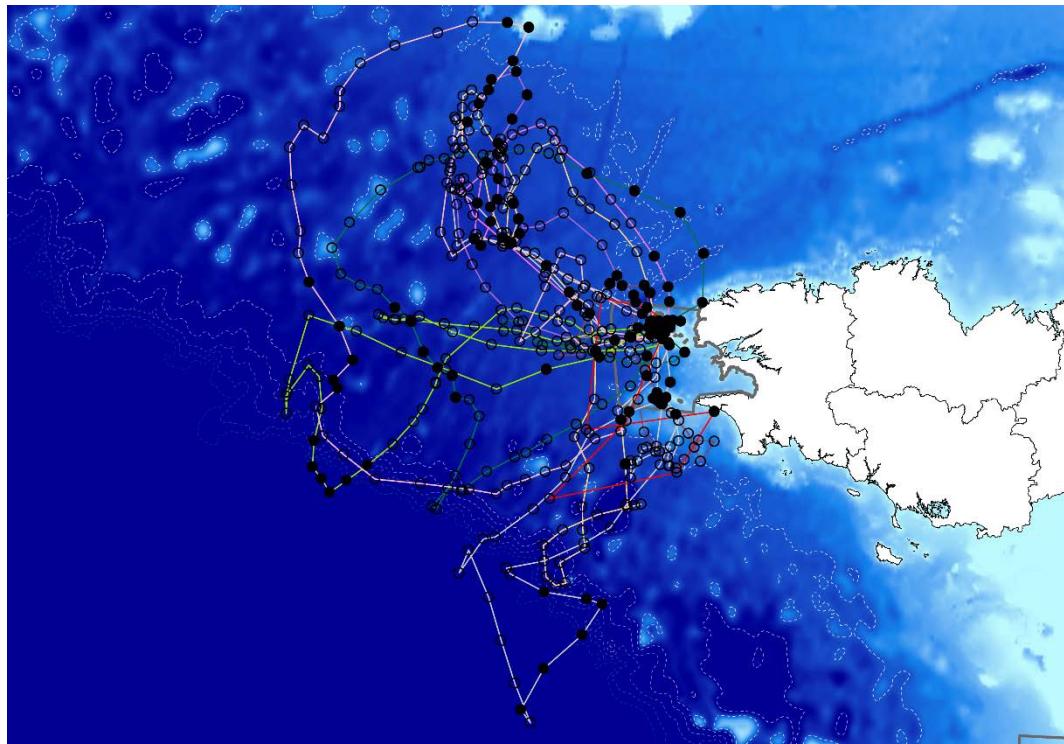
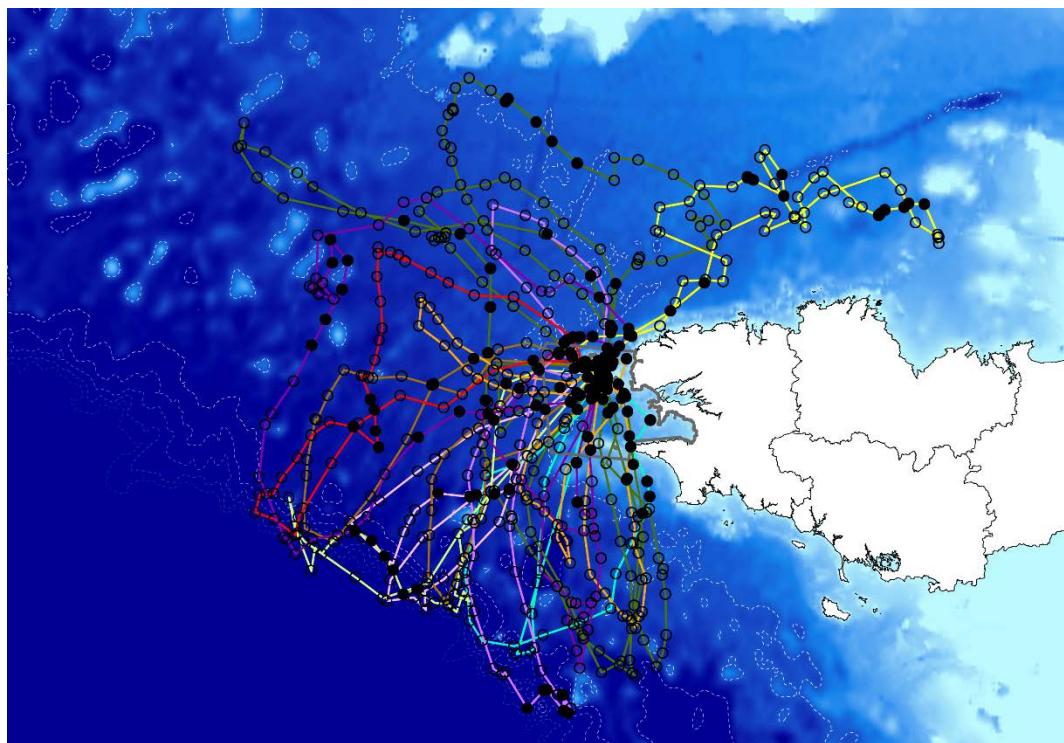


Figure 8. Ensemble des trajets en mer effectués en 2022, durant deux à plus de six jours, par les oiseaux équipés de GPS (une couleur par individu ; cercle plein = point GPS de nuit, cercle vide = point GPS de jour).

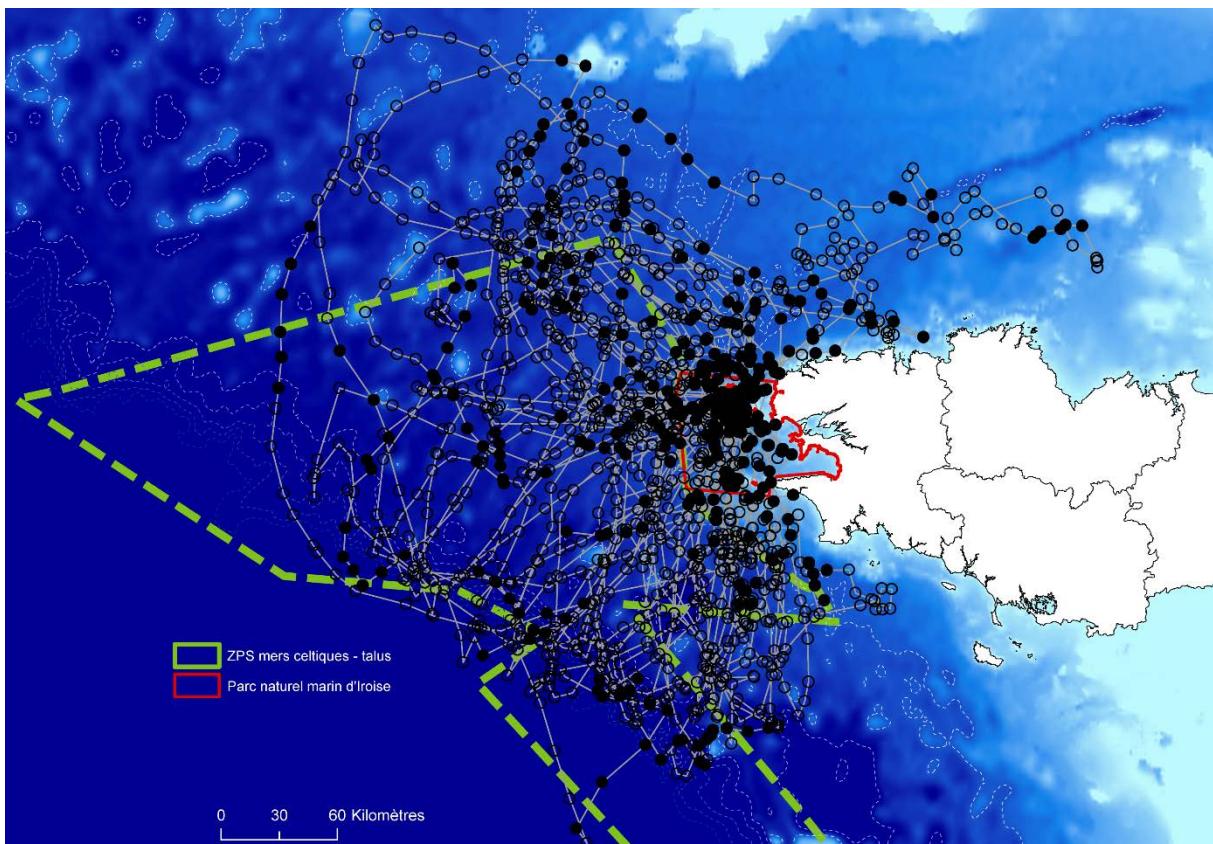


Les résultats ont mis en évidence que les océanites exploitent une vaste zone marine au large de la pointe bretonne, bien au-delà des limites du Parc naturel marin d'Iroise (Figure 9). La

surface globale de la zone fréquentée par les océanites durant les trois années de suivi est d'environ 82 000 km<sup>2</sup>.

Deux zones d'alimentation ont été régulièrement fréquentées : en 2020 et 2022, la zone des canyons située à environ 190 km au sud à 240 km à l'ouest de Banneg, et en 2021, la zone entre Ouessant et les îles Scilly, située à environ 140 km.

Figure 9. Ensemble des trajets en mer effectués en 2020-2022 par les oiseaux équipés de GPS ( cercle plein = point GPS de nuit, cercle vide = point GPS de jour ; avec les limites du Parc naturel marin d'Iroise et de la ZPS Mers Celtiques – talus continental du golfe de Gascogne)



### 3.7-Effet sur le poids des adultes

Les oiseaux équipés pesaient en moyenne 29,2 g lors de la pose du GPS, et 28,1 g à leur retour, soit une perte moyenne de 1,1 g, tandis que leurs partenaires respectifs pesaient en moyenne 30,8 g quand ils ont commencé leur relai d'incubation (Tableau 4). Les oiseaux équipés en 2020 étaient un peu plus lourds que ceux de 2021 et 2022.

En 2020, entre le jour de la pose du GPS et le jour de la recapture, un seul des oiseaux a pris du poids (+2 g), un autre a gardé le même poids, et les sept autres ont perdu 1 à 6 g, la moyenne pour les neuf oiseaux étant une perte de 1,9 g. En 2021, entre le jour de la pose du GPS et le jour de la recapture, trois des oiseaux ont pris du poids (+1 g), un autre a gardé le même poids, et les quatre autres ont perdu 1 à 2 g, la moyenne pour les neuf oiseaux étant une perte de 0,5 g. En 2022, entre le jour de la pose du GPS et le jour de la recapture, trois des oiseaux ont pris du poids (+2 à 3 g), un autre a gardé le même poids, et les six autres ont perdu 1 à 4 g, la moyenne pour les dix oiseaux étant une perte de 0,9 g.

Tableau 4. Poids des oiseaux équipés de GPS lors de la pose et lors de la recapture, et poids de leur partenaire à leur retour (valeur moyenne et valeurs extrêmes entre parenthèses).

Année	Poids lors de la pose du GPS	Poids lors de la recapture	Poids du partenaire à son retour
2020	30,9 (29-34)	29,0 (27-33)	-
2021	28,4 (27-30)	27,9 (26-30)	30,5 (27-33)
2022	28,4 (26-31)	27,5 (25-30)	31,3 (28-34)
2020-2022	29,2 (26-34)	28,1 (25-33)	30,8 (27-34)

Six oiseaux ont été pesés une première fois à leur retour au site comme oiseau équipé d'un GPS en 2020 ou 2021, puis une deuxième fois en 2021 ou 2022 à leur retour au site comme partenaire de l'oiseau équipé. Ils pesaient en moyenne 2,8 g de plus la deuxième année, la différence variant de 0 à 4 g.

Le GPS pèse en moyenne 0,99 g, auquel s'ajoute les deux petites bandes d'adhésif, environ 0,16 g, soit un total de 1,15 g. Cela représente en moyenne 4,0 % du poids des oiseaux équipés lors de la pose, et 4,1 % de leur poids à leur retour (Tableau 5).

Tableau 5. Pourcentage du poids des oiseaux que représente le GPS lors de la pose et lors de la recapture (valeur moyenne et valeurs extrêmes entre parenthèses).

Année	% lors de la pose	% lors de la recapture
2020	3,7 % (3,4-4,0 %)	4,0 % (3,5-4,3 %)
2021	4,1 % (3,8-4,3 %)	4,1 % (3,8-4,4 %)
2022	4,0 % (3,7-4,3 %)	4,2 % (3,8-4,4 %)
2020-2022	4,0 % (3,4-4,3 %)	4,1 % (3,5-4,4 %)

### *3.8-Effet sur le succès de la reproduction*

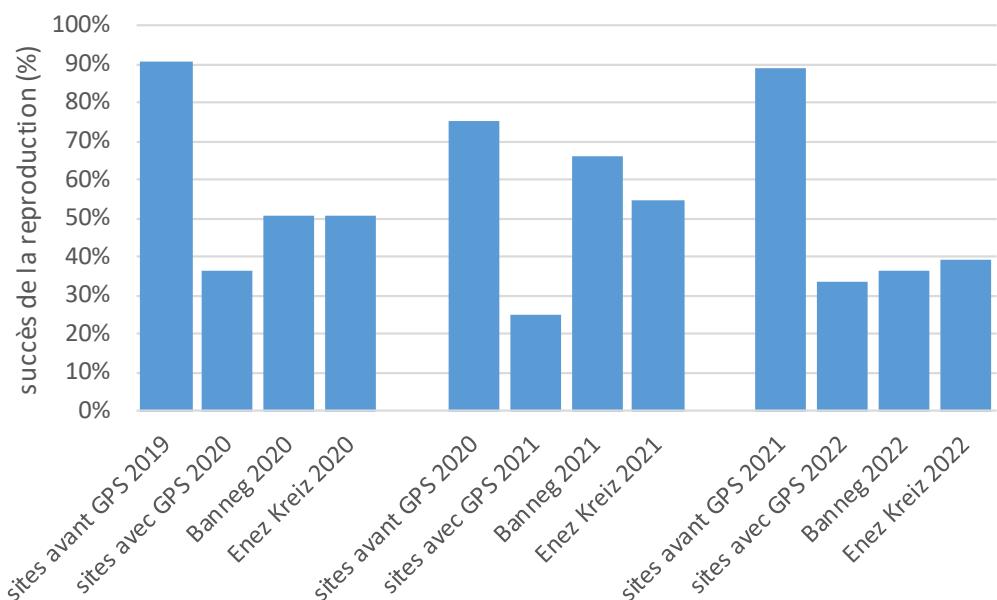
En 2020, en termes d'impact sur la reproduction, la pose du GPS durant l'incubation n'a eu aucun effet apparent pour cinq des couples concernés (poussin à l'envol pour quatre d'entre eux et échec au stade du poussin pour le cinquième). La pose du GPS est par contre à l'origine de l'échec au stade de l'œuf pour deux couples de manière certaine, avec une désynchronisation des relais d'incubation. Pour les quatre autres couples, qui ont eux aussi échoués au stade de l'œuf, il n'est pas possible de savoir si la pose du GPS est à l'origine de l'échec. Le taux de succès de la reproduction pour les onze couples avec un des partenaires équipé est de 36 %. Pour ces mêmes sites, le succès de la reproduction était de 91 % en 2019, mais sans certitude qu'il s'agissait à chaque fois des mêmes individus (Figure 10). Et le succès de la reproduction pour les sites témoins de Banneg et d'Enez Kreiz en 2020 est de 51 %, identique sur les deux colonies (Mahéo & Cadiou 2020 ; Figure 10).

En 2021, la pose du GPS durant l'incubation n'a eu aucun effet apparent pour cinq des couples concernés (poussin à l'envol pour trois d'entre eux et échec au stade de l'œuf ou du poussin pour deux autres, les premiers relais d'incubation après la pose du GPS s'étant déroulés normalement). La pose du GPS est par contre à l'origine de l'échec au stade de

l'œuf pour deux couples de manière certaine, avec une désynchronisation des relais d'incubation. Pour les cinq autres couples, qui ont eux aussi échoués au stade de l'œuf, il n'est pas possible de savoir si la pose du GPS est à l'origine de l'échec. Le taux de succès de la reproduction pour les douze couples avec un des partenaires équipé est de seulement 25 %. Pour ces mêmes sites, le succès de la reproduction était de 75 % en 2020, mais sans certitude qu'il s'agissait à chaque fois des mêmes individus (Figure 10). Et le succès de la reproduction pour les sites témoins de Banneg et d'Enez Kreiz en 2021 est respectivement de 66 et 55 % (Mahéo & Cadiou 2021 ; Figure 10).

En 2022, la pose du GPS durant l'incubation n'a eu aucun effet apparent pour les dix couples concernés, les premiers relais d'incubation après la pose du GPS s'étant déroulés normalement. Les échecs ont eu lieu ultérieurement au stade de l'œuf ou du poussin pour six couples et un poussin a été élevé jusqu'à l'envol pour quatre autres couples. Le taux de succès de la reproduction pour les dix couples avec un des partenaires équipé est de seulement 33 %. Pour ces mêmes sites, le succès de la reproduction était de 89 % en 2021, mais sans certitude qu'il s'agissait à chaque fois des mêmes individus (Figure 10). Et le succès de la reproduction pour les sites témoins de Banneg et d'Enez Kreiz en 2022 est respectivement de 37 et 39 %, résultats bien inférieurs aux années antérieures (Figure 10). Pour les six où les deux partenaires ont été équipés à un an d'intervalle, le succès de la reproduction était de 100 % l'année d'avant, de 50 % la première année de pose d'un GPS, de 17 % la deuxième année de pose d'un GPS et de 67 % l'année d'après. Mais cette dernière donnée n'est disponible que pour trois des sites, un quatrième site n'a pas été réoccupé, et pour les deux autres il faudra attendre le bilan de la saison 2023.

Figure 10. Succès de la reproduction l'année t-1 et l'année t pour les sites avec un partenaire équipé d'un GPS l'année t, et pour les sites témoins suivis sur Banneg et Enez Kreiz l'année t (pour l'année t-1, l'identité des reproducteurs n'est généralement pas connue et il n'y a donc pas de certitude qu'il s'agisse à chaque fois des mêmes individus qu'à l'année t).



## 4-Discussion

Le taux de récupération des GPS est très satisfaisant, et comparable aux autres études (Tableau 6). Les résultats concernant la distance totale des trajets, la distance maximale à la colonie et la durée des trajets montrent des différences selon les colonies étudiées, qu'elles soient localisées en Atlantique ou en Méditerranée (Tableau 6). Le sexe des oiseaux équipés n'est pas connu, mais il est susceptible d'avoir une incidence sur le comportement de prospection alimentaire, comme cela a été mis en évidence chez l'océanite cul-blanc, avec des trajets plus longs et plus lointains pour les femelles en période d'incubation (Mauck *et al.* 2022). Une légère perte de poids des oiseaux équipés a été répertoriée dans trois études, et une prise de poids dans deux études (Tableau 6). Mais, pour ces deux études, il s'agit du poids moyen des oiseaux équipés à différentes périodes du cycle de reproduction, et avec des durées de trajet nettement différentes, passant de 49-51 h durant l'incubation de l'œuf à 24-25 h une fois le poussin né (Bolton 2021, De Pascalis *et al.* 2021).

Tableau 6. Comparaison des résultats obtenus sur différentes colonies (valeurs moyennes, sauf pour Bolton 2021, étude pour laquelle il s'agit des valeurs médianes).

Colonies	Taux de récupération des GPS	Distance totale du trajet (km)	Distance maximale à la colonie (km)	Durée du trajet (h)	Différence de poids retour vs pose (g)
<b>Atlantique</b>					
Écosse (Bolton 2021)	78 % (N = 58)	562	199	49	+1,32
Irlande (Wilkinson 2021)	83 % (N = 6)	518	170	39	-0,23
Molène (cette étude)	82 % (N = 33)	796	176	65	-1,11
<b>Méditerranée</b>					
Espagne (Rotger <i>et al.</i> 2020)	100 % (N = 43)	992	359	73	-0,91
Italie (De Pascalis <i>et al.</i> 2021)	79 % (N = 29)	737	297	51	+0,1

En moyenne, les oiseaux équipés de GPS ont perdu 1,1 g et, à leur retour, les partenaires sont plus lourds que les oiseaux équipés, avec une différence moyenne de 2,7 g. Pour les quelques oiseaux pesés à leur retour à un an d'intervalle, ils sont en moyenne plus lourds de 2,8 g l'année sans GPS que l'année avec GPS. Deux hypothèses, non exclusives et potentiellement avec un effet cumulé, peuvent être émises : soit le GPS affecte la capacité des individus à s'alimenter, soit il ne l'affecte pas mais les oiseaux ont une dépense énergétique plus importante durant leur trajet de retour à la colonie. Pour anticiper sur ce type d'effet négatif, seuls des oiseaux de plus de 27 g ont été équipés, à l'exception d'un oiseau de 26 g en 2022. En 2020, les oiseaux équipés étaient en moyenne 2,5 g plus lourds qu'en 2021-2022. Il s'agit très certainement du fait que les oiseaux des sites sélectionnés pour la première année de suivi étaient majoritairement des adultes reproducteurs expérimentés, capables de faire des réserves de graisse plus importantes durant leur trajet d'alimentation.

Le poids moyen des océanites augmente en effet avec l'âge et l'expérience (Cadiou & Mahéo 2019). Une étude sur le puffin des Anglais *Puffinus puffinus* a mis en évidence un gain de poids moindre durant le trajet de prospection alimentaire pour les oiseaux équipés de GPS ou de GLS que pour les oiseaux non équipés (Gillies *et al.* 2020).

L'équipement d'un des partenaires avec un GPS apparaît comme la cause certaine d'échec de la reproduction pour au moins quatre couples en 2020 et 2021. Et, globalement, le succès de la reproduction pour les couples dont un des partenaires est équipé d'un GPS apparaît plus faible que pour les oiseaux non équipés (Figure 10). En Italie, seul le taux d'éclosion a été comparé entre les oiseaux équipés et non équipés, sans différence notable (De Pascalis *et al.* 2021). En Espagne, le succès de la reproduction est plus élevé pour les couples dont un des partenaires est équipé d'un GPS, qui sont tous des reproducteurs expérimentés, que pour l'ensemble de la colonie (71 % contre 61 % ; Rotger *et al.* 2021). En Écosse, aucun effet significatif sur la reproduction n'a été mis en évidence (Bolton 2021). Pour les oiseaux non contrôlés par la suite dans leur site de reproduction, ce qui s'est aussi produit dans d'autres études (De Pascalis *et al.* 2021), la désertion de l'œuf est en lien avec la manipulation et une éventuelle gêne liée à la présence du GPS. Les oiseaux qui ont été équipés à Banneg n'avaient jamais été manipulés les années précédentes, et c'est une cause possible d'un effet négatif plus important (Blackmer *et al.* 2004). En 2021, les conditions alimentaires particulières en juin-juillet, à l'origine d'un retard des pontes mais sans aucun effet ultérieur sur le succès de la reproduction (Figure 10), sont également un facteur à prendre en compte. La pose du GPS a probablement engendré un effet cumulé augmentant le taux d'échecs de la reproduction. Il est aussi possible que certains oiseaux non revus aient été victimes d'un prédateur, notamment les goélands marins qui tuent plusieurs dizaines d'océanites annuellement (Mahéo & Cadiou 2020, 2021). Cependant, aucune bague ni GPS n'a été retrouvé dans les pelotes de réjection de ces prédateurs.

Les résultats ont mis en évidence que les océanites exploitent une vaste zone marine au large de la pointe bretonne, et que le nord et le sud de la Bretagne sont globalement peu fréquentés par les reproducteurs de l'archipel de Molène durant la période d'incubation (Figure 9). Des concentrations d'océanites, et d'autres espèces de prédateurs supérieurs, mammifères et oiseaux marins, avaient été identifiées dans ces zones marines situées au sud-ouest du Finistère dans le cadre du programme de suivi aérien de la mégafaune marine, réalisé en 2012 et coordonné par l'observatoire Pelagis de l'Université de La Rochelle (Pettex *et al.* 2017). Ces zones productives sont notamment liées au front hydrologique du talus continental de la mer Celtique (Sournia *et al.* 1990). Le suivi télémétrique des océanites molénais confirme donc l'importance de ces zones pour l'alimentation de l'espèce, qui sont englobées dans un site Natura 2000 très étendu, Mers Celtiques – Talus du golfe de Gascogne (FR5212016), désigné en 2018 compte tenu de son importance pour la conservation des populations d'oiseaux marins (Figure 9).

Les suivis télémétriques vont être renouvelés en 2023 et 2024. Des oiseaux seront équipés de GPS durant l'incubation, mais aussi, si possible, durant l'élevage des poussins, pour voir si les zones d'alimentation sont les mêmes entre ces deux phases majeures du cycle de reproduction. Mais il faut encore trouver le système adéquat permettant de capturer dans les sites de reproduction les adultes qui viennent nourrir leur poussin.

Des analyses spatiales des données collectées, réalisées avec des logiciels dédiés, permettront d'avoir une approche plus précise, notamment le package « adehabitat » pour le logiciel R (Calenge 2006, De Pascalis *et al.* 2021, Rotger *et al.* 2021, Mauck *et al.* 2022). L'objectif sera d'analyser la sinuosité des déplacements lors des trajets pour identifier les zones d'alimentation. Cela permettra aussi de calculer les vitesses de vol des oiseaux lors de leurs déplacements entre différentes zones, et lors de leur retour à la colonie. Une analyse par la méthode des noyaux de densité (*kernel density*) permettra de délimiter les principales zones fréquentées par l'espèce (De Pascalis *et al.* 2021, Rotger *et al.* 2021, Mauck *et al.* 2022). Ensuite, il s'agira de mieux caractériser ces zones en fonction de différents paramètres du milieu, tels que la bathymétrie, la courantologie, la température de surface, la concentration en chlorophylle, et d'identifier les relations avec les structures hydrologiques, comme le front du talus, le front d'Ouessant, les masses d'eaux froides ou « bourrelet froid » (Sournia *et al.* 1990, Koutsikopoulos & Le Cann 1996). La variabilité interannuelle sera également à prendre en considération. Ces analyses sont prévues en 2024, après deux autres saisons de reproduction durant lesquelles d'autres océanites seront équipés de GPS. Les résultats obtenus dans l'archipel de Molène pourront être comparés à ceux obtenus sur d'autres colonies européennes, et pourront aussi être croisés avec d'autres programmes de recherche menés sur le milieu marin en mer d'Iroise, contribuant à une meilleure compréhension du milieu dans son ensemble.

L'association Bretagne Vivante vient d'être associée, avec d'autres partenaires européens, à un projet déposé en novembre 2022 par l'Université de Barcelone dans le cadre de l'appel à projet Biodiversa+ BiodivMon (<https://www.biodiversa.org/2017>), projet qui se déroulerait sur la période 2024-2026 s'il est sélectionné. L'un des objectifs est d'étudier l'écologie alimentaire de différentes espèces d'océanites en combinant plusieurs méthodes, avec la pose de GPS sur les reproducteurs pour identifier les zones d'alimentation et l'analyse du régime alimentaire. À partir de prélèvements des régurgitations des oiseaux et de prélèvements de fientes, l'identification des proies sera effectuée par la technique du *DNA metabarcoding* ou code-barres ADN, et des analyses isotopiques seront également réalisées sur des prélèvements de plumes. Les différentes méthodes d'analyse du régime alimentaire, identification visuelle des proies, analyses moléculaires (ADN) et isotopes stables, sont complémentaires (Cadiou 2017, Carreiro *et al.* 2020).

## 5-Remerciements

Un grand merci tout particulièrement à Ana Sanz-Aguilar, Université des Iles Baléares, pour ses précieux conseils techniques pour la pose des GPS sur les océanites. Merci à l'équipe de Pathtrack (<https://www.pathtrack.co.uk/>) pour les différents échanges durant les trois années de l'étude. Merci à Emmanuelle Pfaff pour la réalisation des cartes. Merci aux bénévoles de Bretagne Vivante et aux agents du Parc naturel marin d'Iroise pour leur aide sur le terrain : Juliette Benoit, Armel Bonneron, Alizé Bouriat, David Bourles, Marion Diard, Stéphane Dixneuf, Sébastien Gautier, David Hemery, Margot Le Guen, Hélène Mahéo, Sven Normant, Gwendal Quimbre, Karine Tournemille et Yannis Turpin.

## 6-Bibliographie

- Blackmer A.L., Ackerman J.T. & Nevitt G.A. 2004. Effects of investigator disturbance on hatching success and nest-site fidelity in a long-lived seabird, Leach's storm-petrel. *Biological Conservation*, 116, 141-148.
- Bolton M. 1995. Food delivery to nestling storm petrels: limitation or regulation? *Functional Ecology*, 9, 161-170.
- Bolton M. 2021. GPS tracking reveals highly consistent use of restricted foraging areas by European Storm-petrels *Hydrobates pelagicus* breeding at the largest UK colony: implications for conservation management. *Bird Conservation International*, 31, 35-52.
- Burger A.E. & Shaffer S.A. 2008. Perspectives in ornithology application of tracking and data-logging technology in research and conservation of seabirds. *The Auk*, 125, 253-264.
- Cadiou B. 2001. The breeding biology of the European Storm-petrel *Hydrobates pelagicus* in Brittany, France. *Atlantic Seabirds*, 3, 149-164.
- Cadiou B. 2017. *Synthèse bibliographique sur les méthodes d'analyse du régime alimentaire des oiseaux marins planctophages*. Rapport Bretagne Vivante, AFB, PNMI, 10 p.
- Cadiou B. 2020. Les océanites de l'archipel de Molène suivis à la trace. *Penn ar Bed*, 238-239, 62-65.
- Cadiou B. & Mahéo H. 2019. Bilan d'un demi-siècle de suivis des colonies d'Océanite tempête *Hydrobates pelagicus* de l'archipel de Molène. *Alauda*, 87, 125-136.
- Calenge C. 2006. The package "adehabitat" for the R software: a tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological Modelling*, 197, 516-519.
- Carreiro A.R., Paiva V.H., Medeiros R., Franklin K.A., Oliveira N., Fagundes A.I. & Ramos J.A. 2020. Metabarcoding, stables isotopes, and tracking: unraveling the trophic ecology of a winter-breeding storm petrel (*Hydrobates castro*) with a multimethod approach. *Marine Biology*, 167, 1-13.
- Carey, M. J. (2009). The effects of investigator disturbance on procellariiform seabirds: a review. *New Zealand Journal of Zoology*, 36, 367-377.
- Critchley E.J., Grecian W.J., Bennison A., Kane A., Wischnewski S., Cañadas A., Tierney D., Quinn J.L. & Jessopp M.J. 2020. Assessing the effectiveness of foraging radius models for seabird distributions using biotelemetry and survey data. *Ecography*, 43, 184-196.
- De Pascalis F., Pala D., Pisu D., Morinay J., Benvenuti A., Spano C., Ruiu A., Serra L., Rubolini D. & Cecere J.G. 2021. Searching on the edge: dynamic oceanographic features increase foraging opportunities in a small pelagic seabird. *Marine Ecology Progress Series*, 668, 121-132.
- Davis P. 1957. The breeding of the Storm-petrel. *British Birds*, 50, 85-101.
- Gillies N., Fayet A.L., Padgett O., Syposz M., Wynn J., Bond S., Evry J., Kirk H., Shoji A., Dean B., Freeman R. & Guilford T. 2020. Short-term behavioural impact contrasts with long-term fitness consequences of biologging in a long-lived seabird. *Scientific Reports*, 10, 1-10.
- Hart K.M. & Hyrenbach K.D. 2009. Satellite telemetry of marine megavertebrates: the coming of age of an experimental science. *Endangered Species Research*, 10, 9-20.
- Hedd A., Pollet I.L., Mauck R.A., Burke C.M., Mallory M.L., McFarlane Tranquilla L.A., Montevercchi W.A., Robertson G.J., Ronconi R.A., Shutler D., Wilhelm S.I. & Burgess N.M.

2018. Foraging areas, offshore habitat use, and colony overlap by incubating Leach's storm-petrels *Oceanodroma leucorhoa* in the Northwest Atlantic. *PLoS One*, 13, e0194389.
- Koutsikopoulos C. & Le Cann B. 1996. Physical processes and hydrological structures related to the Bay of Biscay anchovy. *Scientia Marina*, 60, 9-19.
- Lago P., Austadv M. & Metzger B. 2019. Partial migration in the Mediterranean Storm Petrel *Hydrobates pelagicus melitensis*. *Marine Ornithology*, 47, 105-113.
- Mahéo H. & Cadiou B. 2020. *Réserve naturelle d'Iroise. Rapport d'activité 2020*. Rapport OFB-PNMI, 50 p.
- Mahéo H. & Cadiou B. 2021. *Réserve naturelle d'Iroise. Rapport d'activité 2021*. Rapport OFB-PNMI, 68 p.
- Mauck R.A., Pratte I., Hedd A., Pollet I.L., Jones P.L., Montevecchi W.A., Ronconi R.A., Gjerdrum C., Adrianowyszcz S., McMahon C., Acker H., Taylor L.U., McMahon J., Dearborn D.C., Robertson G.J. & McFarlane Tranquilla L.A. 2022. Female and male Leach's Storm Petrels (*Hydrobates leucorhous*) pursue different foraging strategies during the incubation period. *Ibis*, 1-19.
- McKinnon E.A. & Love O.P. 2018. Ten years tracking the migrations of small landbirds: Lessons learned in the golden age of bio-logging. *The Auk: Ornithological Advances*, 135, 834-856.
- Parmelee D.F., Parmelee J.M. & Fuller M. 1985. Ornithological investigations at Palmer Station: the first long-distance tracking of seabirds by satellites. *Antarctic Journal of the United States*, 20, 162-163.
- Pettex E., Laran S., Authier M., Blanck A., Dorémus G., Falchetto H., Lambert C., Monestiez P., Stéfan E., Van Canneyt O. & Ridoux V. 2017. Using large scale surveys to investigate seasonal variations in seabird distribution and abundance. Part II: The Bay of Biscay and the English Channel. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 141, 86-101.
- Pollet I.L., Hedd A., Taylor P.D., Montevecchi W.A. & Shutler D. 2014. Migratory movements and wintering areas of Leach's Storm-Petrels tracked using geolocators. *Journal of Field Ornithology*, 85, 321-328.
- Rotger A., Sola A., Tavecchia G. & Sanz-Aguilar A. 2020. Foraging far from home: gps-tracking of Mediterranean Storm-Petrels *Hydrobates pelagicus melitensis* reveals long-distance foraging movements. *Ardeola*, 68, 3-16.
- Sournia A., Brylinski J.-M., Dallot S., LeCorre P., Leveau M., Prieur L. & Froget C. 1990. Fronts hydrologiques au large des côtes françaises : Les sites-ateliers de programme Frontal. *Oceanologica Acta*, 13, 413-438.
- Wilkinson D. 2021. *Environmental and phylogenetic drivers of European storm petrel (Hydrobates pelagicus) foraging behaviour from two colonies in Ireland*. MRes Thesis, University College Cork, 65 p.

## Résumé

Suivi télémétrique des océanites reproducteurs de l'archipel de Molène en 2020-2022.

Bernard CADIOU

Novembre 2022

Une étude par suivis télémétriques a débuté en 2020 pour identifier les zones d'alimentation des océanites tempêtes *Hydrobates pelagicus* nicheurs de l'archipel de Molène pendant leur période de reproduction. Cette étude a été menée par Bretagne Vivante et le Parc naturel marin d'Iroise – Office français de la biodiversité dans le cadre d'un contrat de recherche et développement. Sur la période 2020-2022, 33 individus reproducteurs ont été équipés d'un GPS miniaturisé durant l'incubation, attaché sur les plumes de la queue avec de l'adhésif. Les jours suivants, les oiseaux sont partis en mer, et 27 GPS ont pu être récupérés à leur retour, les autres individus n'ayant pas été revus ou ayant été revus sans GPS. Durant 2 à 5 jours en mer, les oiseaux ont parcouru en moyenne 796 km, et sont allés en moyenne jusqu'à une distance maximale à la colonie de 176 km. Les résultats montrent que les oiseaux exploitent une vaste zone marine au large de la pointe bretonne, et qu'ils vont régulièrement en bordure du plateau continental pour se nourrir, sur des zones productives situées à l'aplomb des canyons sous-marins. Des effets négatifs de la pose du GPS ont été constatés, avec notamment un poids en moyenne plus faible que la normale pour les oiseaux équipés, et un échec de la reproduction pour certains couples.

## Summary

Tracking of storm petrels breeding in the Molène archipelago 2020-2022.

A telemetry study began in 2020 to identify the foraging areas of storm petrels *Hydrobates pelagicus* from the Molène archipelago during their breeding season. This study was conducted by Bretagne Vivante and the Iroise marine natural park - French biodiversity agency under a research and development contract. Over the period 2020-2022, 33 breeding individuals were equipped with a miniaturized GPS during the incubation, attached with tape to the tail feathers. The following days, the birds went to sea, and 27 GPS could be recovered upon their return, the other individuals having not been seen again or having been seen again without GPS. During 2 to 5 days at sea, the birds travelled an average 796 km, and the maximum distance to the colony averaged 176 km. The results show that the birds forage in a large marine area off western Brittany, and that they regularly go to the edge of the continental shelf to feed on productive areas located above the submarine canyons. Negative effects of the GPS were recorded, especially a weight in average lower than the normal for the equipped birds, and a breeding failure for some pairs.