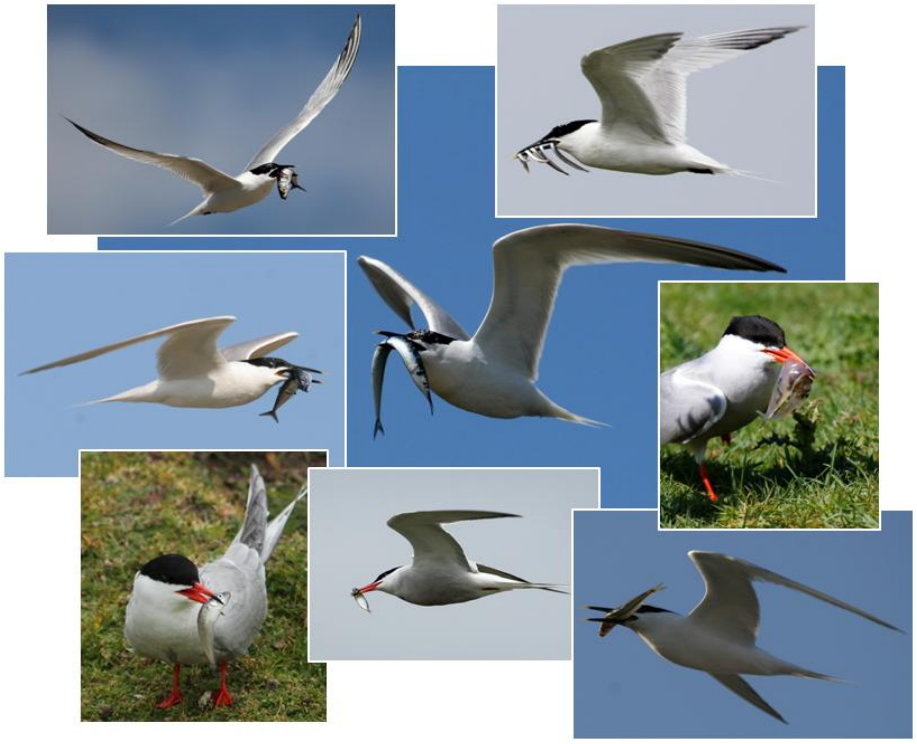
Programme Skrapesk 2012-2014
« skraviked o pesketañ / sternes en pêche »

CONNAISSANCE & CONSERVATION

Bretagne Vivante sepnb

Une voix pour la nature



Le programme Skrapesk (2012-2014) portait sur l'écologie alimentaire des sternes en période de reproduction. Les trois années de l'étude ont permis de recueillir des données nouvelles et particulièrement intéressantes sur les proies ramenées par les sternes et sur les zones de pêche, avec la mise en évidence d'une variabilité interannuelle très prononcée.

Bilan du programme Skrapesk 2012-2014 sur l'écologie alimentaire des sternes en période de reproduction dans l'archipel des Glénan et en baie de Morlaix (Finistère)

skrapesk

Rapport final

2015

Bernard Cadiou, Mélodie Tort, Yann Jacob, Florianne Le Bray, Nathalie Delliou, Brigitte Carnot, Marion Diard, Alexandra Rohr, Julie Grousseau, Romain Bazire, Marion Mao, Tiffany Lascaud, Gaétan Guyot, Guillaume Senterre, Charlotte Lemerre & Emmanuelle Pfaff

Agence des aires marines protégées

UNION EUROPÉENNE

l'Europe s'engage en Bretagne avec le FEDER

Sommaire

Résumé 3
1-Introduction 7
2-Zones d'étude et méthodes de suivis 8
2.1-Zones d'étude 8
2.2-Espèces ciblées 9
2.3-Méthodes de suivis 10
2.3.1. Période de suivi 10
2.3.2. Protocoles de suivi en mer 11
2.3.2.1. Trajet de poursuite à vue 12
2.3.2.2. Trajet de traque aléatoire 13
2.3.2.3. Trajet d'échantillonnage par transect linéaire 14
2.3.2.4. Trajet non dédié 15
2.3.2.5. Protocole de suivi dans l'archipel des Glénan 15
2.3.3. Protocole de suivi depuis la côte 15
2.3.4. Protocole de suivi sur les colonies 16
2.3.4.1. Reproduction des sternes 16
2.3.4.2. Alimentation des sternes 16
2.3.4.3. Fréquence de nourrissage des poussins 18
2.3.4.4. Direction de vol des adultes 19
3-Résultats 20
3.1-Bilan de la reproduction 20
3.2-Bilan des suivis en mer 21
3.3-Bilan des suivis depuis la côte 32
3.4-Bilan des suivis sur les colonies 34
3.4.1. Nombre de proies ramenées 34
3.4.2. Types de proies 36
3.4.3. Taille des proies 42
3.4.4. Fréquence d'alimentation des poussins 49
3.4.5. Directions de vol des adultes 51
4-Discussion et perspectives 52
Remerciements 61
Bibliographie 61
Annexes 68

Clichés de couverture : sternes caugek et pierregarin ramenant de la sardine, du lançon, du maquereau, du balaou, du calmar, du merlan, du chinchard et de l'athérine à l'île aux Moutons (clichés Amaury Louvet, Laurie Pescayre, Marc Plotard, Alexandra Rohr, Cédric Roy, Mélodie Tort, Bretagne Vivante)

Cadiou B., Tort M., Jacob Y., Le Bray F., Delliou N., Carnot B., Diard M., Rohr A., Grousseau J., Bazire R., Mao M., Lascaud T., Guyot G., Senterre G., Lemerre C. & Pfaff E. 2015. *Bilan du programme Skrapesk 2012-2014 sur l'écologie alimentaire des sternes en période de reproduction dans l'archipel des Glénan et en baie de Morlaix (Finistère).* Rapport Bretagne Vivante, AAMP, Brest, 124 p.

Programme Skrapesk « skraviked o pesketañ / sternes en pêche »

Résumé

Le programme Skrapesk porte sur l'écologie alimentaire des sternes en période de reproduction. Le programme s'est déroulé sur trois saisons de reproduction (2012, 2013 et 2014), pour permettre la mise en évidence d'éventuelles variations spatio-temporelles, tant en termes de zones exploitées, que de types de proies exploitées et des relations entre ressources alimentaires et production en jeunes.

Les deux secteurs d'étude sont le Finistère sud et le Finistère nord, où sont implantées deux colonies majeures de sternes (caugek, pierregarin et de Dougall), espèces inscrites à l'annexe I de la directive Oiseaux. Suite à l'installation d'un couple nicheur de faucons pèlerins en baie de Morlaix et la quasi-désertion de la colonie par les sternes, les suivis se sont concentrés en Finistère sud.

Pour repérer les zones marines où s'alimentent les sternes durant la période de reproduction, les suivis se font selon différents protocoles, en mer et depuis la côte. L'identification des proies, et leur taille, est aussi un axe d'étude important. La fréquence de nourrissage des poussins est également étudiée, et le suivi biologique des colonies permet d'évaluer la production en jeunes.

Les trois années de l'étude ont permis de recueillir des données particulièrement intéressantes sur les zones de pêche et sur les proies ramenées par les sternes, avec une variabilité interannuelle très prononcée.

En 2012, certaines des sternes s'alimentent sur une zone à lançons située juste au nord de l'île aux Moutons, et leurs trajets ne durent que quelques minutes, mais d'autres individus peuvent aussi aller pêcher à de plus grandes distances de la colonie, avec dans ce cas des trajets de quelques dizaines de minutes. Cette zone très favorable au nord de l'île aux Moutons n'existait pas en 2013 et 2014 et les oiseaux ont dû exploiter d'autres zones.

Les reproducteurs des trois espèces ayant des poussins à nourrir semblent s'alimenter dans un rayon inférieur ou égal à une quinzaine de kilomètres de la colonie, allant peut-être jusqu'à une vingtaine de kilomètres pour la sterne caugek. Les zones de pêche les plus éloignées de la colonie, situées à une quarantaine de kilomètres, semblent être exploitées uniquement par des oiseaux non-reproducteurs, qui fréquentent la colonie des Moutons.

Pour la sterne caugek, les lançons constituent les proies principales. Cependant, la part des lançons dans le régime alimentaire diminue avec l'avancement de la saison de reproduction. Un second groupe de proies apparaît alors en proportions variables selon les années, avec une prépondérance du balaou de l'Atlantique en 2012, des Clupéidés, Engraulidés, Athérinidés et du maquereau commun en 2013 et des Clupéidés, Engraulidés et Athérinidés en 2014.

La sterne pierregarin a un spectre alimentaire bien plus diversifié et les lançons représentent une part moins importante de leur alimentation. Comme pour la sterne caugek, un second groupe de proies apparaît en proportions variables selon les années, avec notamment des Clupéidés, Engraulidés et Athérinidés, ou des Gadidés, mais également du balaou de l'Atlantique en 2012, des insectes en 2013 et du chinchard commun en 2014.

Les données obtenues sur les proies pour la sterne de Dougall sont trop peu nombreuses pour être vraiment exploitables et permettre une comparaison avec les deux autres espèces.

L'année 2012 est l'année avec les ressources alimentaires les plus abondantes pour les sternes. L'année 2014 apparaît par contre comme une année à plus faible disponibilité des ressources alimentaires, les sternes devant se rabattre sur des espèces proies beaucoup plus diversifiées, dont certaines de qualité moindre sur le plan énergétique. La taille des pontes a été plus réduite et les cas de kleptoparasitisme par d'autre sternes plus fréquents.

L'utilisation de la fréquence de nourrissage des poussins pour illustrer ces variations interannuelles de la disponibilité des ressources alimentaires n'est pas aisée car le nombre de proies délivrées par poussins et par heure, le plus souvent entre une et deux proies, ne tient pas compte de la taille des proies et de leur valeur énergétique. L'estimation de la production en jeunes montre une performance meilleure en 2012 qu'en 2013 et 2014 pour les sternes caugek mais pas pour les sternes pierregarin, pour lesquelles 2013 est la meilleure année.

Il demeure délicat d'apporter une réponse concernant les possibilités d'utiliser un ou des paramètres de la biologie de reproduction des sternes comme indicateur de qualité d'accueil du milieu marin pour ces espèces. Les investigations sur la taille, le poids et la valeur énergétique des proies devront être approfondies.

Enfin, les résultats de l'étude permettent d'évaluer la pertinence des périmètres des ZPS marines désignées dans le cadre de Natura 2000 en mer au regard des zones marines où s'alimentent les sternes. Dans le Finistère sud, les sternes reproductrices s'alimentent quasi-exclusivement dans le périmètre des ZPS, à l'exception de la baie de l'Île Tudy, zone de pêche régulièrement exploitée par les trois espèces de sternes.

Skrapesk programme "skraviked o pesketañ / foraging terns"

Executive summary

The Skrapesk programme focuses on the feeding ecology of terns during the breeding season. The programme took place over three breeding seasons (2012, 2013 and 2014), to allow the identification of possible spatial and temporal variations, both in terms of foraging areas, types of prey exploited and relationships between food resources and productivity.

The two study areas are the southern Finistère and northern Finistère (Brittany, France), where are located two major mixed tern colonies (sandwich, common and roseate tern), species listed in Annex I of the Birds Directive. However, following the settlement of a breeding pair of peregrine falcons in the Bay of Morlaix, northern Finistère, and the quasi-desertion of the colony by terns, the field work concentrated in southern Finistère.

To identify the marine areas where terns feed during the breeding season, different protocols are used, at sea and from the coast. The identification of the prey and their size is also an important part of the study. The feeding frequency of the chicks is also studied, and biological monitoring allows estimating the productivity.

The three years of the study allowed collecting particularly interesting data on foraging areas and on prey items brought to the colony, with a very pronounced interannual variability.

In 2012, some terns feed on sandeels on an area located just in the north of the Isle of Moutons, and their trips only last a few minutes, but other individuals can also go fishing at greater distances from the colony, with in this case routes of dozens of minutes. This very favorable area north of the Isle of Moutons did not exist in 2013 and 2014 and the birds had to exploit other areas.

During the chick rearing period breeders of the three species seem to forage in a radius less than or equal to fifteen kilometers of the colony, maybe going to about twenty kilometers for the sandwich tern. The more remote fishing areas, located forty kilometers of the colony, appear to be used only by non-breeding birds, which frequent the Isle of Moutons.

For the sandwich tern, sandeels are the main prey. However, the proportion of sandeels in the diet decreases with the progress of the breeding season. A second group of prey appears then in variable proportions depending on the year, with a preponderance of Atlantic saury in 2012, Clupeidae, Engraulidae, Atherinidae and mackerel in 2013 and Clupeidae, Engraulidae and Atherinidae in 2014.

The common tern has a much more diversified food spectrum and sandeels represent a less important part of their diet. As for the sandwich tern, a second group of prey appears in variable proportions depending on the year, including Clupeidae, Engraulidae and Atherinidae or Gadidae but also Atlantic saury in 2012, insects in 2013 and horse mackerel in 2014.

The data obtained on preys of the roseate tern are too few to be truly usable and to allow a comparison with the other two species.

The year 2012 is the year with the most abundant food resources for terns. The year 2014 appears on the other hand as one year with lower food availability; terns feed on prey species much more diversified, among which some of lower quality in terms of energy. Moreover the clutch size was smaller and cases of kleptoparasitism by other terns more frequent.

Using the feeding frequency of chicks to illustrate these interannual variations in the availability of food resources is not easy because the number of prey delivered per chick per hour, usually between one and two preys, does not account the size of the prey and their energy value. The estimate of productivity shows a better performance in 2012 than in 2013 and 2014 for sandwich terns but not for common terns, for which 2013 is the best year.

It remains difficult to answer about the possibilities of using one or several parameters of the breeding biology of terns as a quality indicator of the marine environment for these species. Investigations on the size, the weight and the energy value of the prey must be developed in this context.

Finally, the results of the study allow assessing the relevance of the perimeters of the marine SPAs designated under Natura 2000 at sea with regard to the foraging areas used by terns. In southern Finistère, breeding terns feed almost exclusively within the boundaries of these SPAs, with the exception of the Bay of Ile-Tudy, a fishing area regularly exploited by the three species of terns.

1-Introduction

Prédateurs supérieurs, ayant des traits d'histoire de vie caractéristiques et des préférences écologiques variées, les oiseaux marins peuvent jouer un rôle d'indicateurs de l'état ou des modifications, d'origine naturelle ou anthropique, du milieu marin (Furness & Camphuysen 1997, Diamond & Devlin 2003, voir Harding *et al*. 2005 pour une revue bibliographique), à différentes échelles temporelles, que ce soit à court terme (événement ponctuel à l'échelle d'une année, d'un mois…) ou à plus long terme avec les cycles de certains phénomènes climatiques (NAO – North Atlantic Oscillation ou ENSO – El Niño Southern Oscillation par exemple). Les effets de ces phénomènes, sur le plancton ou les oiseaux marins par exemple, sont démontrés (Valle *et al*. 1987, Ottersen *et al*. 2001, Hays *et al*. 2005, Hémery *et al*. 2007). Parmi les changements climatiques à long terme, des variations substantielles de la température de surface de la mer sont susceptibles d'affecter, négativement ou positivement, la répartition des proies exploitées, ou exploitables, par les diverses espèces d'oiseaux marins. Les oiseaux marins nicheurs locaux peuvent donc être pris en compte comme indicateurs biologiques de l'état de santé de l'environnement marin et être considérés comme des espèces sentinelles (Rail *et al*. 1996, Mills *et al*. 2005, Piatt *et al*. 2007).

Différents paramètres biologiques peuvent être étudiés, qu'il s'agisse des effectifs reproducteurs et de l'évolution démographique des colonies, de la biologie de la reproduction (phénologie des pontes, volume des pontes, taux d'éclosion, taux de succès, production en jeunes), de la survie des individus (adultes ou jeunes), de l'alimentation (régime alimentaire, exploitation du milieu, fréquence de nourrissage des poussins, budget-temps des reproducteurs et effort de pêche), de la croissance des poussins, etc. (Cairns 1987, Monaghan *et al*. 1992, Furness & Tasker 2000, Kitaysky *et al*. 2000, Weimerskirch 2002, Durant *et al*. 2004, 2007, ICES 2008, Monticelli *et al*. 2007, Parsons *et al*. 2008, Einoder 2009).

Les sternes sont des espèces particulièrement intéressantes à suivre car elles se nourrissent notamment d'espèces de poisson fourrage, et principalement en milieu côtier. Elles transportent leur proie entière en travers du bec, ce qui rend possible la détermination à distance du type de proies pêchées et de leur taille relative par rapport à la longueur moyenne du bec. Leurs colonies, en Bretagne comme ailleurs en France, bénéficient depuis des décennies de mesures de protection pour leur permettre de se reproduire dans des conditions favorables (surveillance quotidienne pour éviter le dérangement humain, élimination des prédateurs comme le vison d'Amérique ou les rats, etc. ; Capoulade *et al*. 2010), et font l'objet de suivis biologiques réguliers. Mais la réussite de la reproduction des sternes est également étroitement liée à la disponibilité des ressources alimentaires, paramètre actuellement très mal connu, faute d'étude dédiée sur le littoral français. Pour répondre à leurs besoins énergétiques durant les différentes phases du cycle de reproduction (ponte, incubation, élevage des jeunes), les sternes doivent disposer de proies appropriées (taille, qualité nutritionnelle, abondance) à proximité des colonies. Des paramètres biologiques tels que la fréquence de nourrissage des poussins, la taille des proies, le rayon de prospection alimentaire des adultes ou la production en jeunes peuvent donc servir d'indicateurs de l'abondance des ressources alimentaires, traduisant la qualité du milieu marin environnant au regard des exigences des sternes.

Actuellement, en Bretagne, les oiseaux marins nicheurs font l'objet de divers suivis, d'intensité variable et concernant toutes les colonies, ou seulement une partie, selon les espèces considérées. Les données recueillies annuellement concernent le dénombrement des effectifs reproducteurs et, dans certains cas, l'estimation de la production en jeunes. Ces données contribuent à alimenter l'Observatoire régional des oiseaux marins (Orom ; Cadiou *et al*. 2014), qui s'intègre dans l'Observatoire de la biodiversité et du patrimoine naturel de Bretagne (OBPNB), mis en place en 2008 par la Région et l'État et porté par le GIP Bretagne-Environnement. Les sternes comptent parmi ces espèces particulièrement bien suivies, et un rapport spécifique de l'Orom dresse le bilan annuel de la saison de reproduction en Bretagne (Jacob 2014).

Mais, dans le cas des sternes, ces suivis se concentrent à terre, sur les colonies, et aucune information n'est collectée en mer sur les zones d'alimentation en période de reproduction. Seules deux espèces, le fou de Bassan et le cormoran huppé, ont fait l'objet de ce type d'étude récemment en Bretagne (programmes Fame et Cormor ; voir informations sur les sites internet dédiés http://www.fameproject.eu/fr/ et http://www.cormor.com/), et c'est le cas également en Méditerranée pour deux espèces de puffins, cendré et yelkouan (programme Pacomm ; voir informations sur le site internet http://www.cefe.cnrs.fr/ecologie-spatiale-des-populations/habitats-marins-des-puffins).

Le programme Skrapesk, financé par l'Agence des aires marines protégées et par les fonds européens Feder, porte sur l'écologie alimentaire des sternes en période de reproduction. Les questions qui se posent sont multiples et les objectifs principaux du programme Skrapesk sont donc :

- identifier les zones marines où s'alimentent les sternes (rayon de prospection alimentaire, zones de pêche dispersées ou localisées) ;
- identifier l'éventuelle variation spatio-temporelle de ces zones (dans la saison ou d'une saison à l'autre) ;
- identifier les espèces proies exploitées aux différents stades du cycle de reproduction (offrandes lors des parades nuptiales, incubation des œufs, élevage des poussins et éventuelles variations en fonction de l'âge des poussins) ;
- évaluer les possibilités d'utiliser un ou des paramètre(s) de la biologie de reproduction des sternes comme indicateur de qualité d'accueil du milieu marin pour ces espèces (éventuelles relations entre effort de pêche des sternes, types de proies exploitées et production en jeunes, etc.) ;
- évaluer la pertinence des périmètres des ZPS marines (superposition entre périmètres des ZPS marines récemment désignées et zones de pêche des sternes).

Il serait également important de connaître les caractéristiques biologiques et physiques des zones exploitées par les sternes (bathymétrie, nature des fonds, habitats marins associés, température de surface, production primaire, etc.) mais, pour des raisons budgétaires, cela dépassait les possibilités d'investigation du programme.

Le présent rapport constitue le bilan final du programme, et des trois années de suivis, un rapport intermédiaire ayant été rédigé après la première année (Cadiou *et al*. 2013). Les différents types de suivis effectués à terre et en mer sont passés en revue et illustrés, mettant en avant les points forts du programme et les principaux résultats. Les problèmes rencontrés et les ajustements méthodologiques nécessaires pour de futurs suivis sont également détaillés.

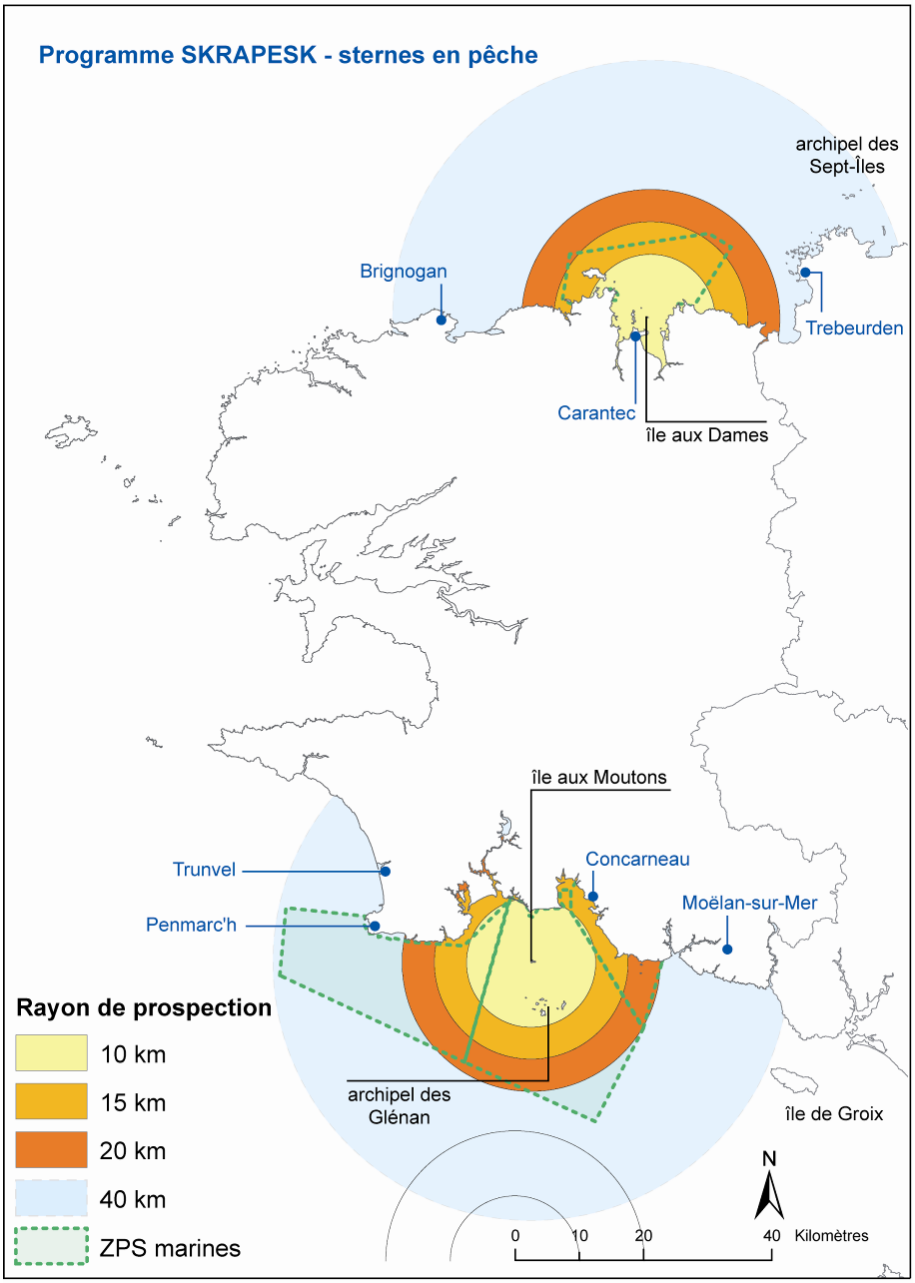
2-Zones d'étude et méthodes de suivis

2.1-Zones d'étude

Les deux zones d'étude sont la baie de Morlaix (Finistère nord) et l'archipel des Glénan (Finistère sud). Les colonies d'oiseaux marins de la baie de Morlaix sont situées sur les îles de la réserve ornithologique (1 à 2 km de la côte) (Figure 1). Les colonies d'oiseaux marins de la baie de Concarneau sont partagées entre l'île aux Moutons, où nichent les sternes, et les îles de l'archipel des Glénan (distantes de 8 à 15 km de la côte). Ces deux secteurs hébergent les plus importantes colonies plurispécifiques de sternes en Bretagne (Quemmerais-Amice 2010), et comptent aussi parmi les plus importantes colonies de sternes à l'échelle nationale (Cadiou *et al*. 2004). Toutes espèces confondues, il s'agit également de deux des plus importants secteurs de reproduction des oiseaux marins en Bretagne (Cadiou 2002). Les îlots sur lesquels les sternes s'installent pour la reproduction dans ces deux secteurs sont des réserves ornithologiques associatives, bénéficiant d'arrêtés préfectoraux, et ministériels, de protection de biotope. Ces îlots sont également classés en zones de protection spéciale (ZPS) et, récemment, dans le cadre de Natura 2000 en mer, plusieurs périmètres ont été désignés sur la partie marine qui les entoure. C'est justement la présence des sternes qui a été un des éléments majeurs pour justifier ces classements.

Compte tenu des données de la littérature sur l'écologie alimentaire des sternes, les suivis en mer et depuis la côte se sont focalisés sur un périmètre large, c'est-à-dire allant au moins jusqu'à 15 à 20 km des colonies, voire 30 à 50 km, trajets que les sternes peuvent parfois effectuer, notamment les sternes caugek (Thaxter *et al*. 2012). Ce périmètre large englobe celui des ZPS marines existantes (Figure 1).

Figure 1. Localisation des deux zones d'étude du programme Skrapesk.



2.2-Espèces ciblées

Les quatre espèces de sternes qui se reproduisent en Bretagne sont toutes inscrites à l'annexe I de la Directive oiseaux et leur statut de conservation à l'échelle nationale est « en danger critique » pour la sterne de Dougall *Sterna dougallii*, « vulnérable » pour la sterne caugek *Sterna sandvicensis*, et « non défavorable » pour la sterne pierregarin *Sterna hirundo* et la sterne naine *Sternula albifrons* (UICN & MNHN 2008). Ces quatre espèces figurent dans la liste française des oiseaux marins susceptibles de justifier la création de ZPS marines (Comolet-Tirman *et al*. 2007). Seule la sterne naine ne niche pas au sein des deux zones d'étude.

Les sternes sont des espèces migratrices qui passent l'hiver dans l'hémisphère sud. Ainsi, après la saison de reproduction, les sternes européennes migrent vers les côtes africaines, où elles hivernent dans des régions variables selon les espèces (Afrique équatoriale notamment : golfe de Guinée et Sénégal par exemple ; Cramp 1985).

Les trois espèces nicheuses ont été suivies de la même manière, sans priorité portée à l'une ou l'autre, afin d'appréhender au mieux l'ensemble des paramètres étudiés. Lors des trajets en mer, toutes les observations intéressantes concernant d'autres espèces ont également été répertoriées (autres oiseaux marins et côtiers, mammifères marins, requin pèlerin, poisson lune, etc.).

Figure 2. Vue partielle de la colonie de l'île aux Moutons, avec quelques sternes pierregarin parmi les sternes caugek (cliché A. Schmitt, Bretagne Vivante).

2.3-Méthodes de suivis

Le guide méthodologique complet est présenté en annexe du rapport (Annexe 6, p. 82), néanmoins une description succincte des principaux éléments des différents types de suivis en mer ou à terre est présentée ci-dessous.

Le recueil des données lors des différents types de suivis a été fait en utilisant le support papier (bordereaux standardisés adaptés à chaque suivi), solution jugée plus facile et plus rapide à mettre en œuvre que l'utilisation d'un carnet de terrain électronique, avec le développement d'une interface de saisie adapté à chaque suivi (voir Bearzi & Saylan 2008).

2.3.1. Période de suivi

La première série d'observations s'est faite en mai au moment des parades nuptiales des sternes, quand le mâle apporte des poissons à la femelle (nourrissage de cour), et la deuxième série principalement entre mi-juin et mi-juillet au moment de l'élevage des poussins. D'autres observations ont également été réalisées durant la période d'incubation (mai-juin) et la période d'envol des jeunes (juillet-août) pour couvrir les différentes périodes du cycle de reproduction.

L'étude a été programmée sur trois saisons de reproduction, 2012 à 2014, pour permettre d'appréhender les probables variabilités interannuelles et, si besoin, de faire face à l'absence éventuelle des sternes sur une colonie lors d'une saison.

Les suivis en mer et sur les colonies ont été menés par des équipes mixtes, composées de salariés de Bretagne Vivante et de personnes en service civique, recrutées pour la saison pour assurer le gardiennage et le suivi biologique des colonies de sternes, équipes complétées parfois par des observateurs bénévoles. Les suivis depuis la côte ont quant à eux été assurés par les salariés, les services civiques et les observateurs bénévoles.

Compte tenu des rotations des personnes en service civique entre différentes colonies de sternes en Bretagne, mais aussi faute de temps spécifiquement dédié, il n'a pas été possible de dispenser une formation initiale approfondie et une formation continue annuelle aux personnes participant aux suivis, en mer comme à terre, pour garantir une homogénéité de la prise de données et réduire les biais liés à une éventuelle variabilité entre observateurs (estimation des distances en mer, estimation des tailles de proies, etc.). Fort heureusement, cela n'a pas d'incidence sur la qualité de la donnée car, en ce qui concerne la taille des proies, les analyses reposent exclusivement sur des données photographiques, validées par les mêmes personnes. Et pour les suivis en mer, c'est la position du bateau qui est prise comme point de référence pour les données analysées, sans effectuer de correction tenant compte de la distance entre le bateau et la sterne en pêche.

2.3.2. Protocoles de suivi en mer

La méthodologie retenue s'inspire largement des études réalisées ces dernières années en Grande-Bretagne sur les sternes en mer (Perrow *et al*. 2010, 2011, Wilson *et al*. 2011), et des suivis standardisés des oiseaux marins en mer (méthode ESAS, *European Seabird At Sea* ; voir par exemple Powers 1982, Tasker *et al*. 1984, Komdeur *et al*. 1992, Camphuysen *et al*. 2004, Monticelli *et al*. 2006, Valéry 2010). Afin de collecter un maximum d'informations avec des moyens financiers limités, les suivis en mer envisagés sont de quatre types : traque aléatoire, transects, poursuite et trajets non dédiés.

Dans le Finistère nord, les suivis ont été réalisés en utilisant le bateau de la réserve ornithologique des îlots de la baie de Morlaix. Il s'agit d'un navire en aluminium de 5 mètres de long, muni d'un moteur hors-bord de 70 CV. La hauteur moyenne des yeux d'un observateur mesurant 1,80 m et positionné à l'avant du bateau est d'environ 2 mètres au dessus de la surface de l'eau. Dans le Finistère sud, les suivis ont été réalisés en utilisant une embarcation semi-rigide classique, le bateau de la réserve naturelle nationale des Glénan, affrété pour le programme Skrapesk. Il s'agit d'un semi-rigide Zodiac SRMN de 5,50 mètres de long, muni d'un moteur hors-bord de 90 CV. La hauteur moyenne des yeux d'un observateur mesurant 1,80 m et positionné à l'avant du bateau est également d'environ 2 mètres au dessus de la surface de l'eau. Une troisième embarcation semi-rigide plus grande et plus rapide, un Lomac 9.50 Club disposant de deux moteurs de 200 CV et capable de naviguer à 40 nœuds, vitesse de vol que peuvent atteindre les sternes caugek lors de leurs trajets, a également été utilisée pour les journées de traque en mer durant la période d'élevage (http://www.alouer-alouest.com). L'objectif était alors de suivre jusqu'à leurs zones de pêche les sternes qui partent de la colonie pour chercher de la nourriture pour leurs poussins. Ce type de suivi n'a pas été programmé dans le Finistère nord, les conditions de navigation n'étant pas du tout les mêmes que dans le Finistère sud (présence de nombreux îlots et chenaux de navigation).

La première sortie en mer a été effectuée à la fin du mois de mars 2012 aux Glénan pour permettre à l'équipe salariée impliquée dans le programme de tester en conditions réelles les aspects méthodologiques relatifs au protocole de suivi en mer. Le nombre de sorties « poursuite » avec l'embarcation rapide a été réduit pour des raisons financières (2 en 2012, 2 en 2013 et 4 en 2014), la première année du programme nécessitant par ailleurs de nombreux investissements incontournables en matériel optique (jumelles, longue-vue, appareil photographique), matériel de positionnement (GPS, jumelles réticulées) et matériel informatique (ordinateur, disques durs externes).

À chaque sortie, quel que soit le type de suivi, des informations sur les conditions météorologiques étaient notées (direction et force du vent, état de la mer et direction de la houle, couverture nuageuse, précipitations, visibilité), ainsi que sur les conditions de marées (coefficient de marée et heures de basse mer et pleine mer).

Le GPS portable était activé à chaque début de sortie, programmé pour enregistrer un point toutes les 30 secondes, tout au long du suivi, et des points de navigation (« *waypoint* ») étaient pris au fur et à mesure pour localiser les différentes observations répertoriées.

Les éventuelles interactions avec les pêcheries ont été systématiquement répertoriées, les sternes pouvant s'alimenter sur les rejets de pêche des chalutiers ou sur les appâts des palangres.

2.3.2.1. Trajet de poursuite à vue

Dans le Finistère sud, ces suivis ont été réalisés en utilisant une embarcation semi-rigide très rapide, capable de naviguer à 40 nœuds. Deux sorties ont été effectuées durant la période d'élevage en 2012 et 2013, et quatre en 2014, l'objectif étant de suivre jusqu'à leurs zones de pêche les sternes qui partent de la colonie de l'île aux Moutons pour chercher de la nourriture pour leurs poussins, puis de les suivre durant leur trajet retour vers la colonie. Sur la journée d'observation, différentes trajectoires de vol des oiseaux sont sélectionnées pour essayer d'échantillonner les différentes zones de pêche (Perrow *et al*. 2010, 2011, Wilson *et al*. 2011, 2014).
La poursuite à vue a été retenue comme méthode de suivi, pour recueillir des informations sur le rayon d'action des oiseaux lors des trajets alimentaires et sur l'identification des zones de pêche, car plus facile à mettre en œuvre que le suivi des oiseaux par radio-tracking (voir par exemple Perrow *et al*. 2006, Rock *et al*. 2007a, 2007b, McLeay *et al*. 2010).

L'équipage est composé au minimum d'un observateur principal qui se concentre sur la sterne suivie pour ne pas la perdre de vue et qui annonce ses comportements, d'un observateur secondaire qui aide l'observateur principal et qui gère en plus le GPS portable, d'un secrétaire qui s'occupe quasi-exclusivement de la prise de notes (tâche de plus en plus délicate au fur et à mesure que la vitesse augmente et que la mer est formée), et d'un pilote qui se concentre sur la sterne suivie et les indications des observateurs sur les changements de direction ou de vitesse de l'oiseau, et sur la sécurité de la navigation (roches, autres navires, etc.). La présence d'un troisième observateur, voire d'un quatrième observateur, permet de réduire le risque de perdre de vue l'oiseau suivi ou de rater certains comportements, mais aussi de prendre des photos des sternes en pêche (Figure 3).

Le bateau est à proximité de l'îlot et les observateurs repèrent une sterne qui part de la colonie (en espérant qu'il s'agisse bien d'un individu reproducteur ayant un ou des poussins) et donnent le top départ au pilote.
L'observateur principal dirige le pilote en fonction du comportement de la sterne pour suivre au plus près la trajectoire de la sterne (c'est la route du bateau enregistrée par le GPS portable qui est considérée comme étant la route de la sterne). Le bateau doit parfois s'éloigner de la trajectoire de l'oiseau pour des raisons de sécurité (zone de roches découvertes ou affleurantes, autre navire sur zone) ou rester à distance (vitesse réduite dans les ports, bateau au mouillage).
Le bateau doit cependant rester suffisamment en retrait pour ne pas avoir d'incidence sur le comportement de la sterne. Il semble qu'une distance d'environ 50 m soit raisonnable, mais c'est à l'observateur et au pilote de faire les ajustements nécessaires en fonction de la réaction des différents individus suivis.
L'objectif est d'essayer de suivre la sterne pendant l'intégralité de son trajet aller-retour entre la colonie et la zone de pêche. Si la sterne suivie est perdue en cours de route, une autre sterne en pêche ou en vol avec une proie peut alors être prise en chasse dans le secteur où la première poursuite a été abandonnée. Ce choix n'engendre pas de biais dans les résultats car il n'existe aucune autre colonie de sternes dans le secteur des Moutons, hormis la vingtaine de couples de sternes pierregarin qui nichent à l'étang de Trunvel en baie d'Audierne (Jacob 2014).

Les zones d'attente du bateau à proximité de la colonie sont changées de temps en temps, pour éviter tout biais lié à des directions de vol préférentielles et pour sélectionner différentes trajectoires de route de pêche. À proximité de l'île aux Moutons, les deux zones d'attente les plus favorables, permettant à la fois d'observer les sternes quittant l'île et de lancer la poursuite dans des conditions de sécurité, sont situées juste au nord et juste au sud.

Lors de chacune des poursuites, les indications suivantes ont été répertoriées :

– numéro de la poursuite ;
– espèce suivie ;
– point de départ et point de fin de la poursuite (sur le GPS portable) ;
– heure de début et heure de fin de la poursuite ;
– comportement de vol, de recherche alimentaire et mode d'alimentation de l'oiseau suivi : noté au début de la poursuite, puis à chaque changement de comportement en prenant simultanément un point de navigation correspondant sur le GPS portable ;
– taille et type des proies pêchées (si les conditions d'observation le permettent) ;
– issue de la poursuite (sterne suivie jusqu'à son retour à la colonie ou sterne perdue en cours de route pour diverses raisons à préciser lors de la prise de note).

Figure 3. Composition de l'équipage lors des poursuites à vue en juin 2012 (cliché A. Rohr, Bretagne Vivante).

2.3.2.2. Trajet de traque aléatoire

La traque aléatoire en bateau est basée sur la recherche des oiseaux cibles, en l'occurrence les sternes, à marée haute et à marée basse. Le bateau prospecte une zone définie et les observateurs recherchent à l'œil nu et aux jumelles les oiseaux en pêche, qu'ils soient isolés ou en groupe.
Lors des sorties en mer, l'équipage est constitué d'un pilote, de deux ou trois observateurs et d'un secrétaire chargé de consigner les observations.

Lors du repérage des oiseaux en pêche, les observations suivantes sont répertoriées :

– heure de l'observation ;
– localisation de la zone (point GPS correspondant à la position du bateau ou éventuellement estimé *a posteriori* d'après la position du bateau et celle des sternes) ;
– espèces présentes et nombre d'individus par espèce ;
– densité relative des oiseaux en pêche d'après une estimation des distances entre individus ;
– comportement de recherche alimentaire et/ou mode d'alimentation des sternes ;
– taille et type des proies pêchées (si les conditions d'observation le permettent) ;
– direction(s) de vol des oiseaux après capture d'un poisson ;
– éventuelles autres informations complémentaires (autres activités des oiseaux que la pêche, autres espèces associées…).

Une fois les informations collectées, le bateau repart prospecter une nouvelle zone.

Pour mettre en évidence d'éventuelles variations des zones de pêche en fonction du cycle des marées (marée basse, mi-marée montante, marée haute, mi-marée descendante), le sens des trajets est changé à chaque sortie.

En Finistère nord, des trajets de traque aléatoire ont été réalisés les 23 mai, 9 juillet, 23 juillet et 24 juillet 2012 en complément des trajets d'échantillonnage par transect linéaire (voir en 2.3.2.3). En Finistère sud, des trajets de traque aléatoire ont été réalisés les 2 mai, 2 juin, 20 juin, 2 juillet, 3 juillet, 11 juillet et 17 juillet 2012, les 5 juin, 21 juin, 25 juin, 28 juin et 5 juillet 2013, et les 28 mai, 2 juin, 5 juin et 7 juillet 2014.

2.3.2.3. Trajet d'échantillonnage par transect linéaire

Le bateau suit une route préalablement établie pour prospecter la zone d'étude en effectuant une série de transects linéaires (« *line transect* »), de préférence en zig-zag ou perpendiculaires à la côte pour avoir un gradient du littoral vers le large ou, à défaut, parallèles à la côte. Tout au long du trajet, le recueil des informations se fait selon la méthode standardisée d'échantillonnage par bande (« *strip transect* » ; Tasker *et al*. 1984, Komdeur *et al*. 1992, Camphuysen *et al*. 2004). Compte tenu du nombre réduit de sorties prévues, cette méthode a été jugée plus pertinente que la méthode d'échantillonnage par la distance (« *distance sampling* » ; Buckland *et al*. 2001, Ronconi & Burger 2009, Thomas *et al*. 2010, Goyert 2014), qui nécessite d'évaluer, en plus de la distance entre le bateau et l'oiseau observé, l'angle entre le cap du bateau et la position de l'oiseau observé. Cette méthode est utilisée dans le cadre du programme Cormor dans le Mor Braz tout comme dans le cadre du programme Samm (suivi aérien de la mégafaune marine, un des volets du programme Pacomm ; Pettex *et al*. 2014).
En juin 2012, des trajets de ce type ont été effectués en suivant une partie des transects Samm concernant les deux zones d'études (voir Annexe 2 p. 70), le 12 juin en Finistère nord et le 27 juin en Finistère sud. En Finistère nord, des transects linéaires, spécifiquement définis pour l'occasion, ont été réalisés le 18 juin et le 27 juin. Ils ont permis de prospecter l'ensemble du secteur situé entre le port de Plouescat à l'ouest et la baie de Lannion à l'est. Cependant, les campagnes SAMM n'ayant pas été renouvelées au printemps 2013 et 2014 (Pettex *et al*. 2014), les suivis n'ont pas été reconduits dans le cadre des sorties Skrapesk, l'intérêt étant de pouvoir comparer les données collectées aux mêmes périodes par avion et par bateau. Par contre, en 2014, ce sont d'autres transects qui ont été prospectés en Finistère sud, transects établis dans la continuité de ceux qui ont été mis en place dans le cadre du programme Cormor dans le Mor Braz, puis dans le cadre des suivis liés aux projets éoliens en nord Gascogne (Fortin *et al*. 2013a). Ces transects sont orientés nord-est à sud-ouest, compte tenu de la houle dominante, et espacés de 2 milles nautiques (voir Annexe 2 p. 70). Les suivis ont été réalisés les 11 juin, 27 juin et 12 juillet 2014.

Lors du repérage du ou des oiseaux, les indications suivantes ont été répertoriées :

– heure de l'observation ;
– localisation de l'observation (point pris sur le GPS portable) ;
– espèce présente (espèce ou à défaut uniquement le genre ou la famille)
– âge des oiseaux, si possible (distinction variable selon les espèces) ;
– plumage / mue, si possible (distinction variable selon les espèces) ;
– nombre d'individus par espèce (nombre exact ou estimation pour les groupes importants) ;
– distance estimée entre le bateau et les oiseaux et direction de la position des oiseaux par rapport au bateau ;
– comportement des oiseaux ;
– proie : éventuelles informations sur les proies capturées ou transportées par l'oiseau (taille et type des proies) ;
– remarques éventuelles

2.3.2.4. Trajet non dédié

Lors des déplacements en mer des équipes impliquées dans le programme Skrapesk, dans le cadre de leurs activités de routine mais hors des sorties dédiées présentées précédemment, des données ont également été collectées de manière opportuniste mais standardisée, lorsque les conditions opérationnelles le permettaient (état de la mer, temps disponible, nombre de personnes à bord, etc.), mais avec un effort de recherche des oiseaux bien moindre.

De manière analogue, si des opportunités s'étaient présentées, les observateurs impliqués dans le programme Skrapesk auraient pu être amenés à participer à une mission en mer sur un autre navire circulant sur une des zones d'étude. Dans ce cas, le recueil d'information était prévu de manière opportuniste mais standardisée (comme présenté ci-dessus), ou en utilisant la méthode d'échantillonnage par bande si les conditions le permettaient (selon le type de trajet et la vitesse du navire, la position de l'observateur, etc.).

Lors du repérage du ou des oiseaux, les indications répertoriées étaient les mêmes que pour les trajets aléatoires ou les transects.

2.3.2.5. Protocole de suivi dans l'archipel des Glénan

En 2012, lors des trajets de poursuite des sternes, les suivis ont dû être interrompus plusieurs fois car les sternes partaient pêcher dans la zone intra-archipel des Glénan, là où le bateau rapide ne pouvait pas continuer sa route pour des raisons de navigation et de sécurité (tirant d'eau, roches, autres bateaux, vitesse réglementée, etc.). Un protocole spécifique de suivi a donc été développé pour cette zone intra-archipel, basé à la fois sur des observations depuis les îlots et sur des prospections en kayak. Ces suivis ont été réalisés entre le 20 mai et le 12 juillet 2013 et entre le 10 mai et le 27 juin 2014 (Bazire 2013, Mao 2014). L'objectif était de repérer les différentes espèces de sternes en pêche, leur nombre, et les proies pêchées, dans les différentes zones de l'archipel (autour des multiples îles et îlots), en fonction du cycle des marées (marée haute, descendante, basse, montante) sur la période du cycle de reproduction entre les parades nuptiales et l'élevage des poussins. Un découpage spécifique de l'archipel des Glénan en différents secteurs a été effectué pour servir de base aux observations (voir Annexe 3 p. 71).

2.3.3. Protocole de suivi depuis la côte

Pour compléter les suivis en mer, un réseau d'observateurs locaux a été contacté pour réaliser des observations ponctuelles depuis la côte afin de rechercher des sternes en pêche, de mai à juillet et principalement durant la période d'élevage des poussins. Des journées d'observation concertée ont également été organisées les 22-23 juin et 6-7 juillet 2013 dans le Finistère sud.

Certains de ces observateurs était déjà impliqués dans le suivi de la présence du puffin des Baléares *Puffinus mauretanicus* sur le littoral breton dans le cadre du programme Interreg Fame (*future of the Atlantic marine environment*), coordonné par la LPO en France (2010-2012), et qui bénéficiait d'un soutien financier de l'AAMP.
Pour la zone nord, le secteur ciblé s'étendait entre Brignogan et les Sept-Îles. Hors de la baie de Morlaix, des sternes pierregarin nichent aussi aux Sept-Îles, voire occasionnellement des sternes caugek (Jacob 2014).
Pour la zone sud, le secteur ciblé s'étend entre l'étang de Trunvel (Treogat) et Groix. Hors de l'île aux Moutons, des sternes pierregarin nichent aussi à l'étang de Trunvel (Jacob 2014).

Lors du repérage des sternes en pêche, les indications suivantes ont été répertoriées :
– date de l'observation ;
– heure de l'observation (ou plage horaire de la session d'observation) ;
– localisation du lieu d'observation (commune, lieu-dit, et si possible coordonnées géographiques du lieu d'observation) et de la zone de pêche (à préciser par rapport au lieu d'observation) ;
– espèces de sternes présentes et nombre d'individus par espèce ;
– direction(s) de vol des oiseaux quittant les zones de pêche avec des proies dans le bec à répertorier systématiquement lors de ces séances d'observation ;
D'autres informations sont facultatives :
– densité relative des oiseaux en pêche ;
– mode d'alimentation des sternes ;
– type de proies pêchées ;
– éventuelles autres informations complémentaires.

2.3.4. Protocole de suivi sur les colonies

2.3.4.1. Reproduction des sternes

Parallèlement aux suivis concernant spécifiquement l'alimentation des sternes, un suivi de la reproduction a été effectué entre mai et juillet-août, c'est-à-dire le recensement des colonies ainsi que l'évaluation de la production en jeunes (nombre moyen de jeunes à l'envol par couple nicheur). La production en jeunes peut être directement influencée par l'abondance, ou l'absence, des ressources alimentaires ; ce paramètre peut donc servir d'indicateur de l'état de la ressource. Cependant, d'autres facteurs peuvent aussi avoir une influence sur la production en jeunes (conditions météorologiques, prédation, dérangement, taille de la colonie, âge ou qualité des parents… ; Schreiber & Kissling 2005, Cabot & Nisbet 2013, Szostek *et al*. 2013) et le lien entre ressources alimentaires et production n'est pas nécessairement facile, ni évident, à établir.
Les données collectées (recensement des effectifs nicheurs et production en jeunes) contribuent à alimenter les bilans annuels de l'Observatoire régional des oiseaux marins (Orom). Le travail de l'Orom inclut également le développement d'indicateurs, basés notamment sur l'évolution des effectifs et la production en jeunes (Cadiou *et al*. 2014, Jacob 2014).

2.3.4.2. Alimentation des sternes

Les sternes font partie des quelques espèces d'oiseaux marins qui transportent leur proie entière, en travers du bec, ce qui permet à la fois un repérage aisé des oiseaux qui reviennent de pêche et une identification à distance des proies pêchées (Larson & Craig 2006, Sanders 2008).
Cependant, le type de proie prélevée par les sternes étant plus difficile à observer directement en mer, des informations ont été collectées directement sur les colonies. L'utilisation d'un affût, fixe ou mobile, près de la colonie peut s'avérer nécessaire pour recueillir ces informations.
Le régime alimentaire des sternes a principalement été étudié au moment de la formation des couples et des offrandes de proies lors des parades nuptiales en mai, puis durant la période d'élevage des

poussins en juin-juillet. En 2014, des données ont été recueillies tout au long de la saison de reproduction, entre fin avril et début août.
Les séances d'observation permettent d'identifier les types de proies apportées aux poussins par les adultes, grâce à des photos numériques de qualité (Larson & Craig 2006), ainsi que de mesurer la fréquence de nourrissage des poussins (cf. ci-dessous). La taille relative des proies par rapport au bec de l'adulte est également systématiquement relevée pour permettre une évaluation des classes de taille des proies exploitées par les sternes, paramètre pouvant servir d'indicateur de la disponibilité et de la qualité des ressources alimentaires. La taille des proies a été évaluée de 0,5 en 0,5 bec, en déterminant à chaque fois une taille unique (1,5 bec par exemple) et pas une classe de taille (1,0-1,5 bec par exemple), afin de faciliter l'analyse des données. Aucune session d'entraînement à l'évaluation des tailles des proies n'a pu être réalisée au préalable avec les observateurs impliqués dans les suivis, différentes personnes étant recrutées chaque année et plusieurs personnes se succédant sur les colonies durant une même saison de reproduction. Fort heureusement, cela n'a pas d'incidence sur la qualité de la donnée car, en ce qui concerne la taille des proies, les analyses reposent sur des données photographiques, validées par les mêmes personnes.
Le travail d'identification des proies a été réalisé grâce aux guides d'identification (Dubuit & Beaupoil 1985, Louisy 2002, Quéro *et al*. 2003, Hayward & Ryland 2011), et affiné grâce à une collaboration avec Samuel Iglésias, du laboratoire de recherche du MNHN de Concarneau (Iglésias 2014). L'identification des proies a été poussée à son maximum, pour chercher à les identifier à l'échelle spécifique, mais ce ne fut pas toujours possible en fonction de la qualité des photographies, de l'angle de la prise de vue ou de la position de la proie dans le bec. Ces trois paramètres sont en effet déterminants pour permettre ou non de voir correctement les caractéristiques morphologiques qui constituent des critères d'identification des proies.
En baie de Morlaix, un affût a été installé sur la colonie de l'île aux Dames en 2012, ce qui a permis de faire des observations aux jumelles à très faible distance des oiseaux qui nichent à proximité et de prendre des photographies.
Aux Glénan, sur l'île aux Moutons, des séances de prise de vues et d'observation directe ont été réalisées durant la saison, notamment sur les couloirs de vols des sternes. En 2012, il existait ainsi un couloir de vol très fréquenté par les sternes, situé juste au nord du phare (Figure 4). Si la majorité des sternes ainsi observées étaient des individus reproducteurs venant nourrir leurs poussins, certains apports de proies pouvaient aussi être liés à des parades nuptiales d'oiseaux non-reproducteurs. D'autres observations ont été faites à distance sur la colonie par l'utilisation de la digiscopie, c'est-à-dire un appareil photographique numérique monté sur une longue-vue (Larson & Craig 2006). Cependant, la digiscopie s'est avérée difficile à mettre en œuvre dans la pratique car le nourrissage des poussins se passe très vite, sans laisser le temps à l'observateur de faire tous les réglages nécessaires. Le suivi classique avec un appareil photographique a donc été privilégié, mais il nécessite des moyens matériels spécifiques, à la fois pour obtenir des clichés de qualité et pour permettre, et sécuriser, le stockage des nombreuses images en haute définition ainsi obtenues. L'appareil photo le plus fréquemment utilisé pour les sternes a été acheté par Bretagne Vivante dans le cadre du programme « biodiversité en baie de Morlaix » pour travailler sur la photo-identification des phoques, et mis à disposition du programme Skrapesk chaque fois que c'était possible. Il s'agit d'un appareil photo numérique reflex Canon EOS 60D avec un télézoom Canon EF 100-400 mm. Des clichés d'apports de proies ont aussi été réalisés à l'aide du matériel personnel de certains observateurs (appareils photographiques munis d'un téléobjectif). Cela a permis de collecter un grand nombre de photographies, constituant un échantillon représentatif des proies pêchées par les sternes. De manière générale, une seule photographie est prise pour chaque oiseau qui passe devant l'observateur, sauf quelques cas particuliers de proies peu fréquentes. Les éventuels doublons ont été ignorés pour réaliser les bilans, en ne sélectionnant qu'une des prises de vue. La détection des doublons se fait assez aisément grâce à différents éléments : l'heure de la prise de vue, le type de proie, la position de la proie dans le bec, des particularités du plumage de la sterne, etc.

Figure 4. Sterne caugek revenant avec un lançon à l'île aux Moutons en juillet 2012, dans le couloir de vol à proximité du phare (cliché A. Rohr, Bretagne Vivante).

En 2012, un premier travail d'identification a été réalisé par Julie Grousseau, Alexandra Rohr et Bernard Cadiou, avec vérification de quelques dizaines de proies par Samuel Iglésias (MNHN Concarneau). Ce travail a permis de présenter les premiers résultats (Cadiou *et al*. 2013) et de réaliser une version préliminaire du guide d'identification, utilisé sur le terrain et complété par la suite en 2013 et 2014. Fin 2014, les photographies prises en 2013 et 2014 ont été analysées par Tiffany Lascaud (Lascaud 2014), Mélodie Tort, Guillaume Senterre, Charlotte Lemerre, avec une première vérification par Bernard Cadiou puis une vérification complémentaire par Samuel Iglésias, notamment pour les nouveaux types de proies. Les données 2012 ont également été réexaminées par ces mêmes personnes pour compléter les identifications grâce aux nouvelles connaissances acquises avec les proies passées en revue en 2014.

Si des séances d'observation des proies sans prise de vue ont également été programmées (oiseaux en vol ou nourrissage des poussins), il s'avère que leur exploitation est plus délicate. En effet, l'expérience a montré que, mis à part les lançons, il est déjà difficile d'identifier sur photographie certaines catégories de proies, comme les « poissons argentés » (catégorie regroupant différentes familles et espèces, Clupéidés, Engraulidés et Atherinidés), et il est donc encore plus difficile de le faire en temps réel en observant les oiseaux en vol ou nourrissant leurs poussins. Les résultats présentés sur les proies des sternes reposent donc essentiellement sur l'exploitation des clichés réalisés lors des différentes sessions de prises de vues, mais pas sur les observations en direct.

Dans le cadre du projet, il n'a pas été prévu de faire des pêches expérimentales sur les zones exploitées par les sternes pour identifier les espèces présentes et les classes de tailles (voir par exemple Dänhardt & Becker 2011a).

2.3.4.3. Fréquence de nourrissage des poussins

La fréquence de nourrissage des poussins a été étudiée durant la période d'élevage en juin-juillet en réalisant des sessions d'observation continue durant environ deux heures d'affilée (plusieurs sessions

d'observation réparties sur la période d'élevage, programmées sur plusieurs phases du cycle des marées : marée haute, descendante, basse, montante, et portant sur différentes classes d'âge de poussins). La structuration de la méthode et la définition d'un protocole standardisé se sont faites à partir des données bibliographiques sur le sujet (voir par exemple Ramos *et al*. 1998, Shealer 1998, Newton& Crowe 2000, Ramos 2000, Stienen *et al*. 2000, Yésou *et al*. 2005, Aygen & Emslie 2006) et en tenant compte des contraintes de terrain spécifiques aux deux colonies d'étude (voir Annexe 6, p. 115). Les observations se font généralement à l'œil nu et aux jumelles, parfois à la longue-vue, en répertoriant simultanément les informations sur le bordereau. Compte tenu de la rapidité avec laquelle le nourrissage peut s'effectuer, il n'est guère envisageable d'utiliser pour ce suivi la digiscopie ou la photographie, en insérant la date et l'heure sur les photographies numériques. Les variations, interannuelles ou inter-colonies, observées pour ce paramètre peuvent servir d'indicateur de la disponibilité des ressources alimentaires. Cependant, un problème rencontré durant l'étude, source potentielle de biais, vient des changements d'observateurs sur les colonies d'étude, à la fois entre les saisons de reproduction et durant une même saison de reproduction. La fréquence de nourrissage des poussins est clairement le paramètre pour lequel le biais observateur est susceptible d'avoir été non négligeable.

Figure 5. Nourrissage d'un poussin par une sterne pierregarin à l'île aux Moutons en juin 2014 (cliché A. Louvet, Bretagne Vivante).

2.3.4.4. Direction de vol des adultes

Lors des activités de suivi de routine des colonies, les directions de vol des adultes revenant avec de la nourriture ou partant en pêche étaient notées de manière opportuniste. La configuration de l'île aux Moutons a aussi permis d'y envisager des suivis plus précis et standardisés des directions de vol des adultes revenant avec de la nourriture à partir d'un point d'observation surélevé à proximité de la colonie de sternes et offrant une vision à 360°.

3-Résultats

3.1-Bilan de la reproduction

En baie de Morlaix, les sternes ont été déstabilisées par la présence de faucons pèlerins *Falco peregrinus* en début de saison 2012 et, au final, seules des sternes pierregarin se sont installées durablement sur l'île aux Dames, avec 38 couples nicheurs et une production en jeunes quasi nulle, inférieure à 0,1 jeune à l'envol par couple (Tableau 1 ; Jacob 2013). Des caugek se sont également installées mais avec un échec rapide durant l'incubation. En 2013, aucune sterne ne s'est établie en baie de Morlaix, suite à l'installation d'un couple nicheur de faucons pèlerins sur un des îlots de la baie (Jacob 2014). Puis en 2014, quelques sternes pierregarin se sont installées tardivement. Faute de sternes en grand nombre, les suivis initialement prévus dans le cadre du programme Skrapesk ont donc été très limités sur ce secteur de la baie de Morlaix. L'effort d'observation initialement prévu en Finistère nord n'a cependant pas pu être réaffecté en Finistère sud, l'AAMP ayant fait le choix de réduire le budget global en enlevant la part initialement consacrée au Finistère nord.
Dans le Finistère sud, par contre, les trois espèces de sternes se sont installées sur l'île aux Moutons, avec environ 1 400 à 1 700 couples nicheurs de sternes caugek sur la période 2012-2014, environ 10 fois moins de couples nicheurs de sternes pierregarin et 13 à 21 couples nicheurs de sternes de Dougall (Tableau 1 ; Jacob 2013, 2014, Carnot & Tort 2014). Sur les trois saisons de reproduction, la production en jeunes a peu varié pour la sterne caugek mais fortement varié pour la sterne pierregarin, comme pour la sterne de Dougall (Tableau 1).

Tableau 1. Bilan de la reproduction des sternes sur les deux colonies d'étude en 2012, 2013 et 2014.

2012	Île aux Moutons		Île aux Dames	
	Effectif nicheur	Production (j/c)	Effectif nicheur	Production (j/c)
caugek	1 350-1 475	0,53-0,58	24-25	0
pierregarin	144	0,24	38	0,05-0,08
Dougall	21	0,95	0	0

2013	Île aux Moutons		Île aux Dames	
	Effectif nicheur	Production (j/c)	Effectif nicheur	Production (j/c)
caugek	1 473	0,48	0	0
pierregarin	120	0,58	0	0
Dougall	13	0,46-0,62	0	0

2014	Île aux Moutons		Île aux Dames	
	Effectif nicheur	Production (j/c)	Effectif nicheur	Production (j/c)
caugek	1 738	0,43-0,48	0	0
pierregarin	174	0,28	17	0,59-0,88
Dougall	13	0,38-0,46	0	0

Effectif nicheur = nombre de couples et production = nombre moyen de jeunes à l'envol par couple.

3.2-Bilan des suivis en mer

3.2.1-Trajets de poursuite des sternes

3.2.1.1-Nombre de poursuites engagées

Deux journées de poursuite des sternes ont été programmées en 2012 à l'île aux Moutons, le 26 juin et le 4 juillet. Lors de la première journée, plusieurs sternes ont été perdues de vue sur leur trajet à cause de la brume, avec une visibilité réduite à moins de 0,5 milles. Lors de la deuxième journée, de meilleures conditions d'observation, et l'expérience acquise durant la première journée, ont permis d'avoir un meilleur succès dans la traque des sternes. Sur les 39 poursuites engagées, dont certaines abandonnées très rapidement pour diverses raisons, la sterne suivie est repartie vers la colonie avec une proie dans 15 des cas (Tableau 2).

Deux journées de poursuite des sternes ont été programmées en 2013 à l'île aux Moutons, les 2 et 6 juillet. Le nombre de trajets engagés est moindre (Tableau 2), et le trajet vers l'île de Groix derrière l'un des individus sélectionnés au départ de la colonie a mobilisé l'équipe pendant 1h42 avec 65 km parcourus (Figure 8b).

Quatre journées de poursuite des sternes ont été programmées en 2014 à l'île aux Moutons, le 18 juin puis les 2, 3 et 8 juillet. Un problème mécanique au niveau des moteurs a entrainé l'interruption prématurée des suivis en fin de matinée lors de la première journée. Au final, le nombre de trajets engagés par journée est moindre qu'en 2012 mais similaire à 2013 et, par contre, la proportion de poursuites avec proie ramenée est globalement supérieure (Tableau 2).

Sur les huit sorties réparties sur les trois saisons de reproduction, le nombre de poursuites engagées pour les différentes espèces est de 67 pour la sterne caugek (60 % du total), 31 pour la sterne pierregarin (28 %) et 13 pour la sterne de Dougall (12 %). Et le nombre de poursuites avec proie ramenée pour ces mêmes espèces est respectivement de 29 (62 % du total), 13 (28 %) et 5 (11 %).

Pour les trajets de traque, les oiseaux qui quittent la colonie sont sélectionnés sur la base de leur vol direct, laissant penser qu'il s'agit d'un reproducteur partant chercher de la nourriture. Cependant, il s'est avéré que certains de ces oiseaux étaient des non-reproducteurs, ou peut-être des reproducteurs en échec qui, au final, se baladent sur le littoral, en recherchant de la nourriture ou pas, et qui ont entrainé par la même occasion l'équipe d'observateurs pendant plusieurs dizaines de minutes pour rien, voire pendant plus d'1h30.

Les poursuites abandonnées l'ont été le plus souvent sur le trajet aller, au départ de la colonie (oiseau trop rapide et perdu de vue rapidement), en cours de route (oiseau perdu de vue lors d'une manœuvre du bateau pour des raisons de sécurité, le plus souvent une zone de roches à contourner) où à l'arrivée sur une zone de pêche (oiseau rejoignant un groupe en pêche, oiseau perdu de vue parmi des bateaux au mouillage dans un port). Sur le trajet retour, les poursuites ont parfois dû s'achever avant la colonie, notamment pour des raisons de sécurité de navigation (sterne survolant un plateau rocheux…), mais l'oiseau filait droit vers la colonie avec sa proie dans le bec. Lorsqu'une poursuite doit être abandonnée en cours de route à distance de l'île aux Moutons, la poursuite suivante concerne soit une autre sterne en pêche dans la même zone soit une sterne passant à proximité en vol retour avec une proie dans le bec.

Sur les 47 poursuites avec proie ramenée, 29 (62 %) correspondent à des trajets aller-retour entre la colonie et la zone de pêche, 10 (17 %) à des trajets retour depuis la zone de pêche et 8 (21 %) à des trajets retour mais pris en cours de route et pour lesquels la zone de pêche n'est donc pas connue. Les 29 trajets aller-retour avec proie ramenée représentent 26 % des poursuites engagées.

Tableau 2. Bilan des trajets de poursuite des sternes de l'île aux Moutons (Finistère sud).

Saison 2012	26 juin	4 juillet	–	–	total
Nombre total de poursuites engagées	22	17			39
Nombre de poursuites abandonnées	14	8			22
Nombre de poursuites sans proie ramenée	2	0			2
Nombre de poursuites avec proie ramenée (%)	6 (27 %)	9 (53 %)			15 (38 %)

Saison 2013	2 juillet	6 juillet	–	–	total
Nombre total de poursuites engagées	13	10			23
Nombre de poursuites abandonnées	7	7			14
Nombre de poursuites sans proie ramenée	0	1			1
Nombre de poursuites avec proie ramenée (%)	6 (46 %)	2 (20 %)			8 (35 %)

Saison 2014	18 juin	2 juillet	3 juillet	8 juillet	total
Nombre total de poursuites engagées	8	12	14	15	49
Nombre de poursuites abandonnées	6	6	4	7	23
Nombre de poursuites sans proie ramenée	0	1	1	0	2
Nombre de poursuites avec proie ramenée (%)	2 (25 %)	5 (42 %)	9 64 %)	8 (53 %)	24 (49 %)

3.2.1.2-Comportement des oiseaux

Le départ de la colonie se fait généralement à une hauteur de vol de quelques mètres à plus de 20 mètres, mais le retour avec la proie pêchée se fait quasi-exclusivement en vol direct et rapide, très bas sur l'eau. Il est alors impératif de garder en permanence le contact visuel avec l'oiseau car le risque de le perdre de vue est plus important avec la mer en arrière plan qu'avec le ciel sur lequel la silhouette se détache plus facilement. Les vitesses de vol enregistrées pour les trois espèces de sternes se situent le plus souvent entre 15 et 30 nœuds, soit 28 à 56 km/h, la sterne caugek étant cependant un peu plus rapide que les deux autres espèces.

Sur les 111 oiseaux pris en chasse, 8 (7 %) ont montré une réaction avérée ou possible à la poursuite. En 2012, un seul oiseau, une sterne de Dougall, a montré une fois un comportement de vol en zigzag, lors de son retour vers la colonie avec une proie dans le bec, qui a été interprété comme une réaction à la présence du bateau derrière lui. Autre exemple en 2014, avec une sterne caugek en vol retour vers la colonie à moins d'un mètre au-dessus de l'eau, qui reprend de l'altitude, à 5 mètres puis à 15-20 mètres au-dessus de l'eau, quand le bateau s'approche de trop, et qui redescend à moins d'un mètre au-dessus de l'eau quand le bateau se maintient à une centaine de mètres dans son travers. Autre interaction possible, la sterne poursuivie peut se mettre à rechercher des proies dans le sillage du bateau (cas d'une sterne caugek et d'une sterne pierregarin en 2014), ou bien elle interrompt son plongeon à l'approche du bateau (cas d'une sterne caugek en 2014). Sur les 8 cas de réaction avérée ou possible à la poursuite, 4 concernent une modification du comportement de vol interprétée comme une réaction d'évitement et 4 concernent la recherche de nourriture autour du bateau.

Des interactions avec des bateaux de pêche ont été répertoriées chaque année, et surtout en 2014, concernant soit la sterne poursuivie soit d'autres sternes observées au cours des trajets, et principalement des sternes pierregarin. Durant les 7 poursuites en question, les bateaux étaient le plus souvent des pêcheurs professionnels (palangrier-ligneur ou drague), avec cependant un cas avec un des pêcheurs plaisanciers. Les sternes s'intéressaient soit aux déchets (viscères des poissons rejetées par-dessus bord) soit aux appâts des palangres, qui sont des lançons.

En termes de techniques de pêche, la sterne caugek pêche quasi-exclusivement en plongeant, avec immersion totale, la trempette et le picorage en surface restant anecdotiques. La sterne de Dougall pêche elle aussi quasi-exclusivement en plongeant, mais avec immersion partielle ou totale. À l'inverse, la sterne pierregarin s'aliment le plus souvent par picorage ou trempette, et quelques fois par plongeon, généralement avec immersion partielle. En juillet 2013 et 2014, quelques sternes pierregarin et de Dougall ont été observées se nourrissant de proies associées à des radeaux d'algues flottant en surface, soit en plongeant soit en picorant, sans que les proies n'aient pu être identifiées avec certitudes (poissons, invertébrés… ; Figure 6). En juillet 2014, une sterne pierregarin a été observée en train de pêcher des poissons s'abritant sous des méduses *Cyanea lamarckii*.

Autre comportement, il est fréquent d'observer certaines sternes à leur retour à la colonie qui vont d'abord tremper leur proie dans l'eau avant d'aller nourrir leurs poussins.

Figure 6. Sterne pierregarin se nourrissant de proies associées à des radeaux d'algues flottant en surface au large de l'île aux Moutons en juillet 2014 (cliché M. Tort, Bretagne Vivante).

3.2.1.3-Résultats par année et par espèce

Les trajets les plus rapides durent quelques minutes seulement et sont effectués par des sternes qui vont pêcher juste à proximité de la colonie. C'est le cas notamment en 2012, avec une zone à lançons juste au nord de la colonie, où le nombre de sternes en pêche est de plusieurs dizaines, voire supérieur à la centaine (exemple de deux trajets d'environ 2 et 6 min de poursuite, allant au plus loin à 0,56 et 0,65 km de l'île respectivement ; voir détails dans Cadiou *et al*. 2013). C'est le cas également en 2014 avec un trajet d'environ 1 mn, la sterne pêchant sa proie à 0,55 km de la colonie. Mais d'autres individus peuvent effectuer un trajet d'une quinzaine ou d'une vingtaine de minutes, voire plus, pour aller chercher de la nourriture pour leur(s) poussin(s), soit vers le littoral continental, soit vers l'archipel des Glénan, soit vers la pleine mer. En 2012, aucune des sternes suivies ne s'est éloignée à plus de 13,5 km de la colonie (Figure 8a). Néanmoins, quelques sternes caugek ont été perdues de vue, car trop rapides, sur des trajets partant vers le sud-est (dont un abandonné à 11,6 km de l'île aux

Moutons ; Figure 8a). En 2013, cette distance maximale passe à 17,6 km pour les sternes considérées comme ayant a priori des poussins à nourrir, avec une exception notable, à savoir une sterne caugek allant jusqu'à l'île de Groix à 45,0 km de l'île aux Moutons mais cet oiseau était selon toute vraisemblance un individu non-reproducteur ou un reproducteur en échec (Figure 8b). En 2014, cette distance maximale est de 13,3 km, avec encore une exception, à savoir une sterne caugek ayant été jusqu'à 21,5 km de la colonie mais perdue de vue sans proie en cours de trajet, et sans certitude qu'il s'agissait d'un individu en cours d'élevage de poussins. Les trajets suivis vers l'ouest en 2013, sans observation de comportement de recherche alimentaire ou de pêche, correspondent à 2 sternes caugek. La première poursuite est celle d'un oiseau qui quitte la colonie et qui file droit devant lui, mais qui a du être abandonnée lors du passage d'une zone de roches au sud du Guilvinec. Environ un quart d'heure plus tard, le bateau est toujours sur la zone, et une sterne caugek (le même oiseau ?) revient en sens inverse avec un gros lançon dans le bec ; l'oiseau sera suivi jusqu'à la colonie. Certains reproducteurs vont donc effectivement pêcher au sud de Penmarc'h, voire même peut être un peu plus loin.

Compte-tenu du faible nombre de trajets aller-retour, les analyses statistiques ont été faites séparément pour chaque espèce et uniquement pour la sterne caugek et la sterne pierregarin. Pour la sterne caugek, des différences interannuelles significatives existent entre les années pour les trois variables considérées, longueur totale, distance maximale à la colonie et durée des trajets, les moyennes étant supérieures en 2013 (respectivement pour les trois variables : $F_{2,12} = 19,35$, $P < 0,001$, $F_{2,12} = 14,75$, $P < 0,001$, $F_{2,12} = 37,16$, $P < 0,001$; Tableau 3). Pour la sterne pierregarin, il n'existe aucune différence significative (respectivement pour les trois variables : $F_{2,7} = 0,37$, $P = 0,71$, $F_{2,7} = 0,40$, $P = 0,67$, $F_{2,7} = 0,57$, $P = 0,59$; Tableau 3). Globalement, malgré l'absence de différence statistiquement significative, mais avec des tailles d'échantillons réduites, les trajets aller-retour duraient moins longtemps en 2012 qu'en 2013 et 2014 pour les trois espèces de sternes (Tableau 3).

Tableau 3. Longueur totale, distance maximale à la colonie et durée des trajets aller-retour (± écart-type) des sternes de l'île aux Moutons (Finistère sud).

Espèce / Année	Longueur (km)	Distance (km)	Durée (min)	Nombre
Caugek				
2012	2,40 ± 2,84	1,32 ± 1,32	6,35 ± 4,67	7
2013	38,33 ± 15,02	13,92 ± 5,14	86,94 ± 17,78	2
2014	9,83 ± 8,36	4,48 ± 3,57	16,90 ± 15,59	6
Pierregarin				
2012	10,28 ± 2,44	5,42 ± 1,01	19,13 ± 3,77	2
2013	19,88 ± 26,08	7,18 ± 8,97	41,19 ± 53,28	2
2014	12,57 ± 8,21	4,35 ± 2,25	45,31 ± 26,66	6
Dougall				
2012	5,92 ± 7,63	3,18 ± 3,71	10,32 ± 12,19	2
2014	11,01 ± 15,51	2,02 ± 2,08	34,33 ± 47,85	2

En large majorité les sternes s'alimentent dans des eaux d'une profondeur inférieure à 20 m, et le plus souvent moins de 10-15 m, en zone littorale ou dans l'archipel des Glénan (Figures 8 & 9 ; voir aussi chapitre 3.2.2.2). Si l'on ne considère que le cas de la sterne caugek, qui plonge quasiment tout le temps pour capturer ses proies en sub-surface, et en excluant les deux trajets effectués par des oiseaux vraisemblablement non-reproducteurs, les plongeons sont répertoriés dans des eaux d'environ 7 m de profondeur, sans variabilité interannuelle significative durant les trois saisons de suivi (ANOVA : $F_{2,179} = 1,65$, $P = 0,20$). Il faut cependant souligner l'incertitude sur les valeurs estimées de la bathymétrie, dérivée d'une source internet en accès libre (https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/global.html). Dans le cas présent, quelques valeurs obtenues via le SIG étaient comprises entre 0 et +24 m et ont été arbitrairement remplacées par -2 m pour les calculs).

Certaines des sternes font des trajets aller-retour quasiment en ligne droite, avec des comportements de recherche de proies et de pêche uniquement une fois arrivées à destination, tandis que d'autres individus ont des trajets plus circulaires avec de fréquents comportements de recherche de proies et de pêche tout au long de leur trajet.

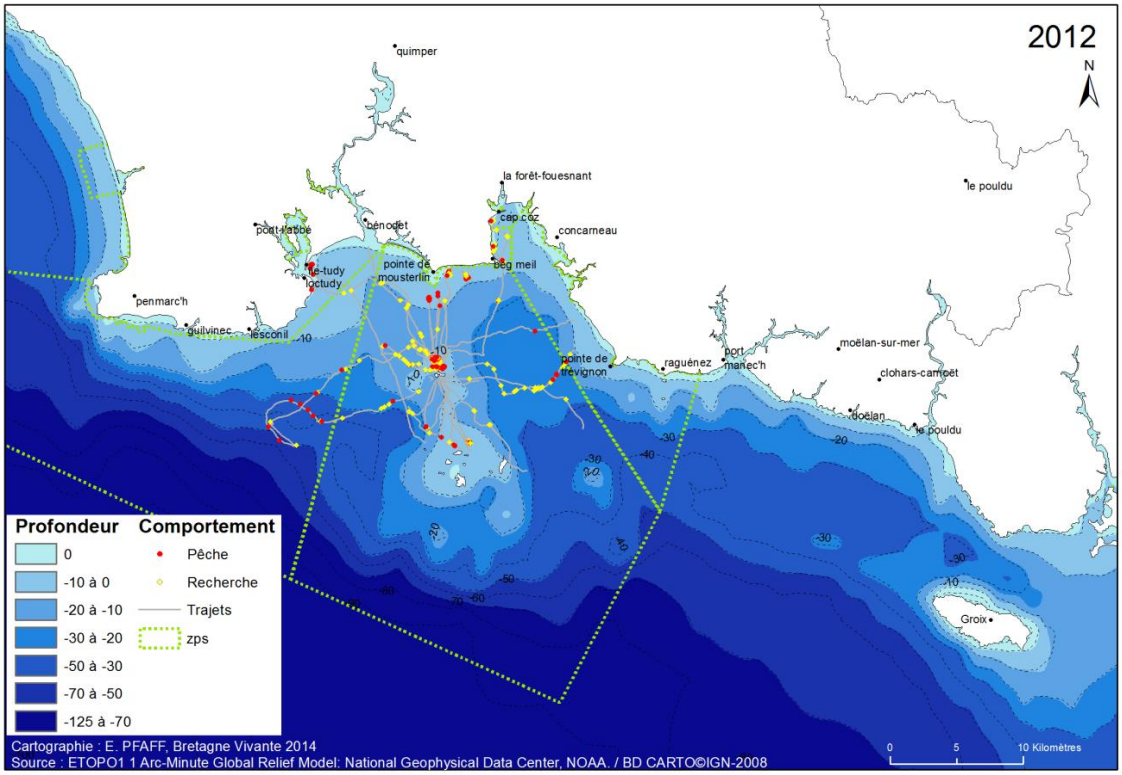
Selon les trajets, la sterne s'alimente ou pas en cours de route avant de pêcher une proie qu'elle ramène à la colonie. Par exemple, une sterne de Dougall suivie a pêché au moins 3 poissons pour elle sur son trajet allant plein nord des Moutons vers la pointe de Mousterlin en 2012 (Figure 8a, 9b). Par contre, une sterne pierregarin qui a pêché sur cette même zone peu de temps après ne s'est pas du tout alimentée en cours de route.

En 2012, pour les 15 trajets avec une proie ramenée, celle-ci a été identifiée comme étant un lançon dans 13 des cas, comme étant autre chose que du lançon dans un des cas et non identifiée dans le dernier cas. En 2013, pour les 8 trajets avec une proie ramenée, celle-ci a été identifiée comme étant un lançon dans 6 des cas, comme étant autre chose que du lançon dans un des cas et non identifiée dans le dernier cas (proie minuscule). En 2014, pour les 24 trajets avec une proie ramenée, celle-ci a été identifiée comme étant un lançon dans 10 des cas, comme étant un « argenté » dans 4 des cas, comme étant probablement un merlan dans un des cas, comme étant autre chose que du lançon dans 5 des cas et non identifiée dans 4 des cas. En observation directe en mer, avec la conjugaison du mouvement du bateau et du mouvement de la sterne, il s'avère le plus souvent délicat d'identifier les proies qui ne sont pas du lançon. Même pour du lançon l'erreur est possible, comme en témoigne une observation en juillet 2013. Une proie de taille 1-1,5 bec ramenée par une sterne caugek a été identifiée en mer comme étant autre chose que du lançon, mais l'examen ultérieur des clichés pris lors de la poursuite a montré qu'il s'agissait pourtant bel et bien d'un lançon.

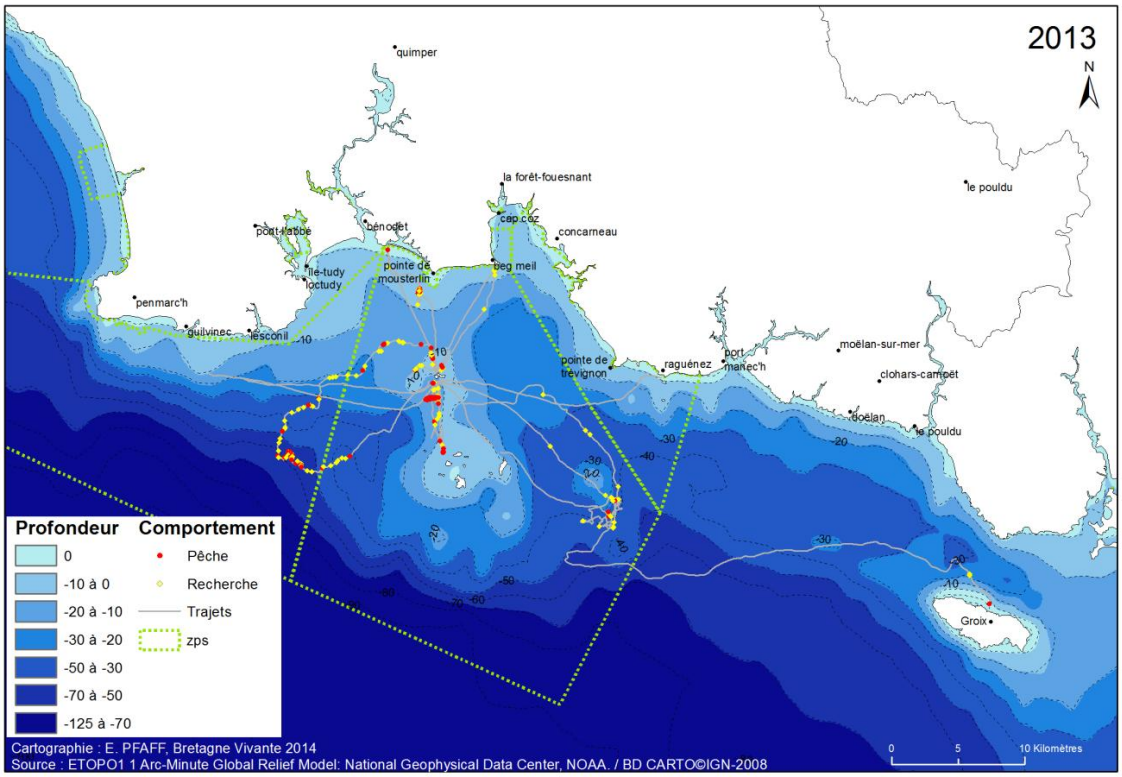
Figure 7. Sterne pierregarin venant de pêcher un lançon au large de l'île aux Moutons en juillet 2014 (cliché M. Tort, Bretagne Vivante).

Figure 8. Détail des poursuites engagées à partir de la colonie de l'île aux Moutons, toutes espèces de sternes confondues, en 2012 (a), 2013 (b) et 2014 (c) (symbole jaune = comportement de recherche alimentaire et symbole rouge = comportement de pêche).

a.



b.



c.

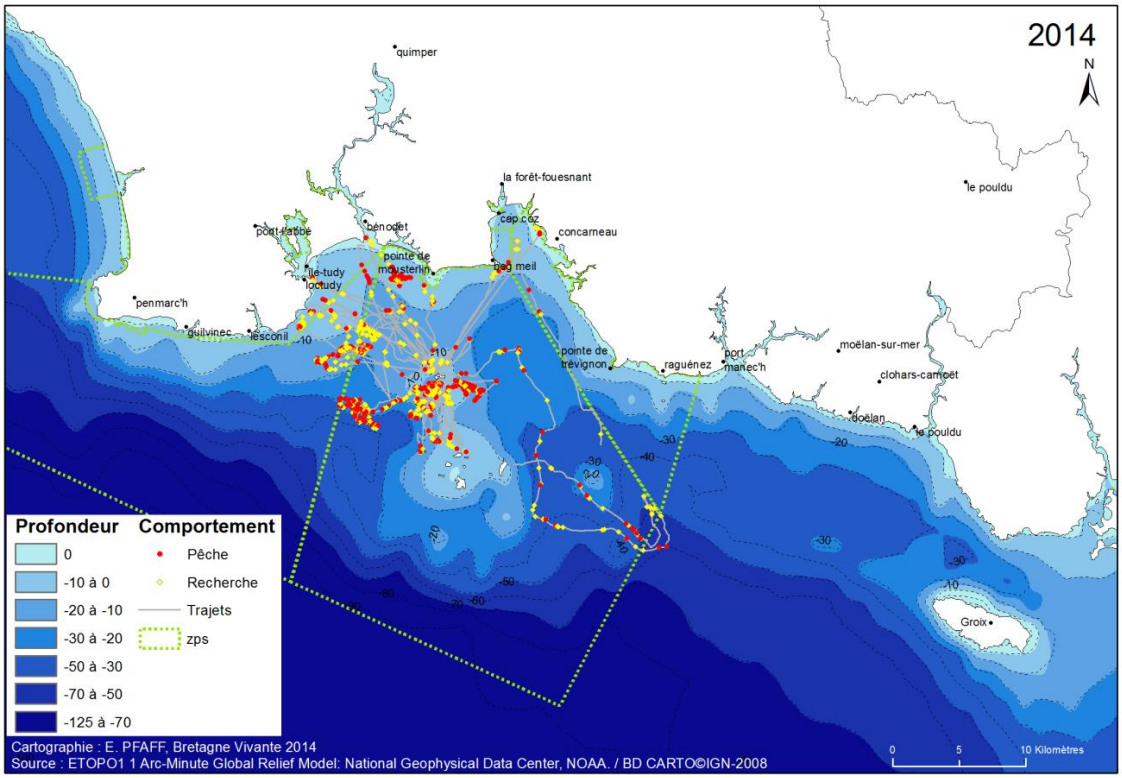
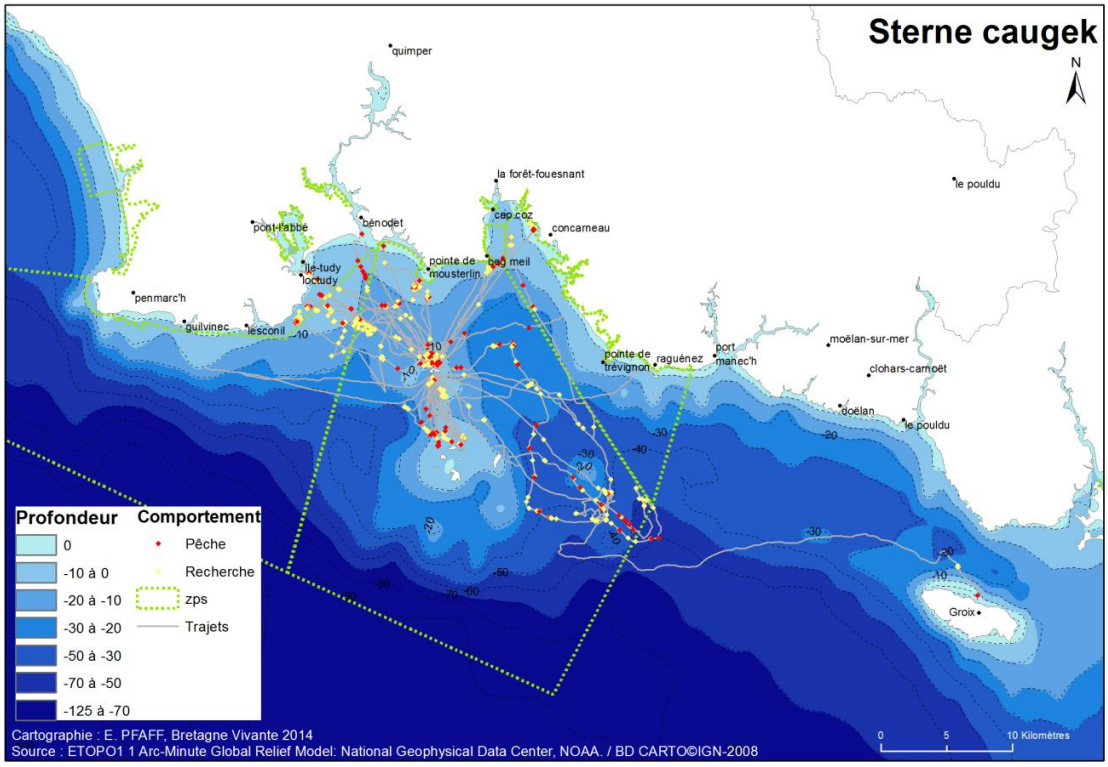
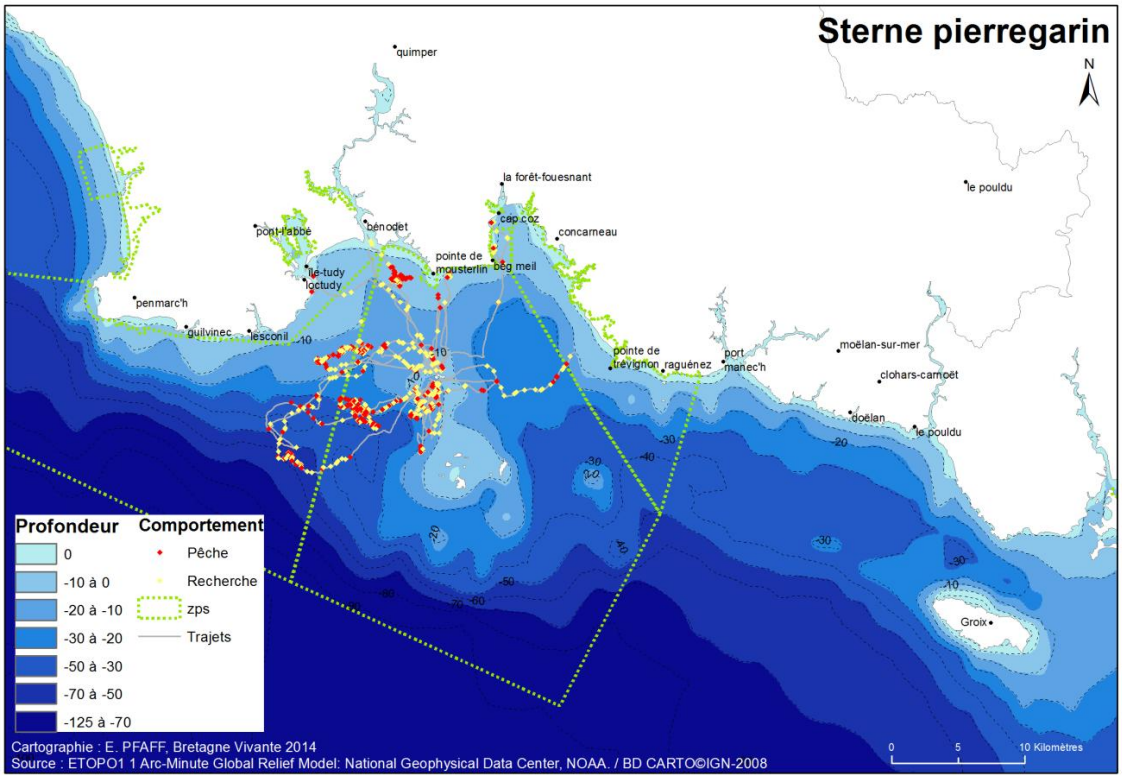


Figure 9. Détail des poursuites engagées à partir de la colonie de l'île aux Moutons, toutes années confondues, pour la sterne caugek (a), la sterne pierregarin (b) et la sterne de Dougall (c) (symbole jaune = comportement de recherche alimentaire et symbole rouge = comportement de pêche).

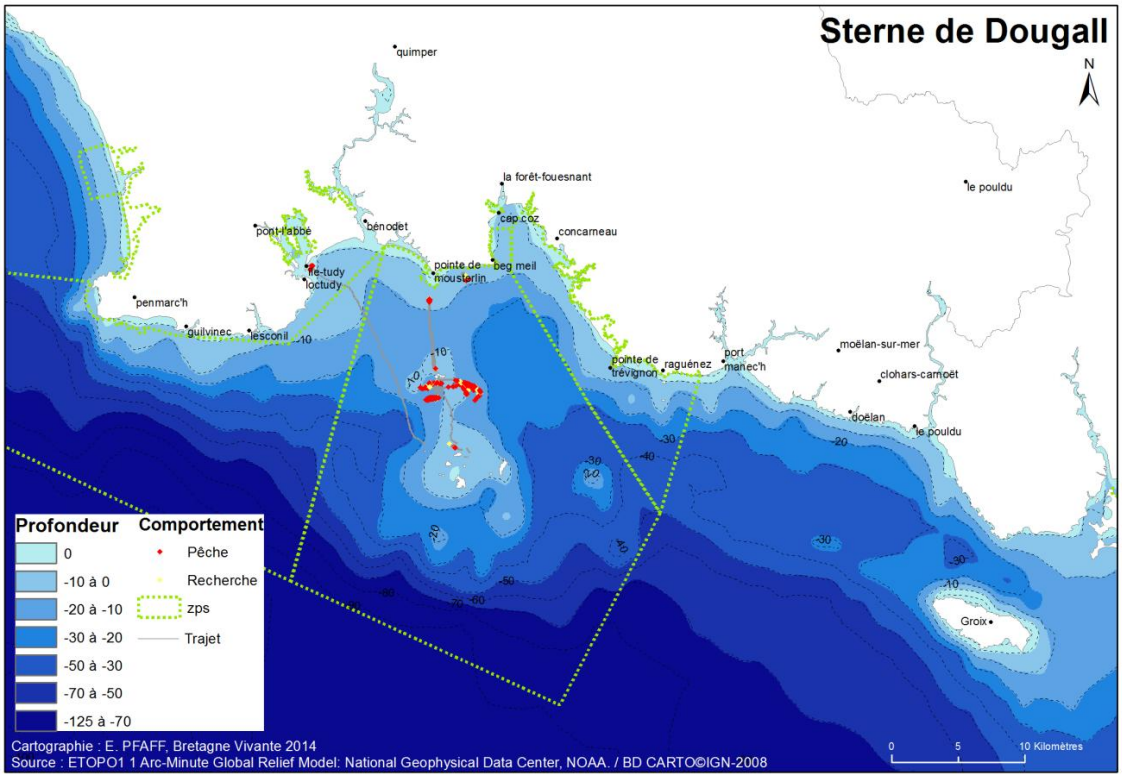


a.

b.


Sterne pierregarin
N
quimper
la forêt-fouesnant
le pouldu
cap coz
concarneau
pont-l'abbé
bénodet
pointe de mousterlin
beg meil
île-tudy
loctudy
penmarc'h
guilvinec
lesconil
pointe de trévignon
raguénez
port manec'h
moëlan-sur-mer
clohars-carnoët
doëlan
le pouldu
Groix
Profondeur
0
-10 à 0
-20 à -10
-30 à -20
-50 à -30
-70 à -50
-125 à -70
Comportement
Pêche
Recherche
zps
Trajets
Cartographie : E. PFAFF, Bretagne Vivante 2014
Source : ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: National Geophysical Data Center, NOAA. / BD CARTO©IGN-2008
0
5
10 Kilomètres

c.


Sterne de Dougall
N
quimper
la forêt-fouesnant
le pouldu
cap coz
concarneau
pont-l'abbé
bénodet
pointe de mousterlin
beg meil
île-tudy
loctudy
penmarc'h
guilvinec
lesconil
pointe de trévignon
raguénez
port manec'h
moëlan-sur-mer
clohars-carnoët
doëlan
le pouldu
Groix
Profondeur
0
-10 à 0
-20 à -10
-30 à -20
-50 à -30
-70 à -50
-125 à -70
Comportement
Pêche
Recherche
zps
Trajet
Cartographie : E. PFAFF, Bretagne Vivante 2014
Source : ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: National Geophysical Data Center, NOAA. / BD CARTO©IGN-2008
0
5
10 Kilomètres

Pour l'anecdote, une sterne de Dougall a été prise en chasse en 2012 après avoir pêché un poisson à proximité de l'Île Tudy. La sterne est ensuite repartie avec sa proie, non pas vers l'île aux Moutons mais vers l'archipel des Glénan, où elle a été perdue de vue, laissant planer l'hypothèse de la reproduction d'un couple isolé sur un îlot de l'archipel. Aucune observation ultérieure n'a permis de vérifier cette hypothèse.

3.2.2-Autres trajets de recherche des sternes

3.2.2.1-Traques aléatoires, transects et trajets non dédiés

Toutes les données collectées dans le Finistère sud lors de ces différents suivis ont été regroupées sur une même carte par année (Figure 10). Elles sont à comparer avec les cartes des poursuites engagées pour chacune des années (Figure 8). Les données collectées en 2012 montrent très nettement la zone de pêche aux lançons située juste au nord de l'île aux Moutons (Figure 10a).

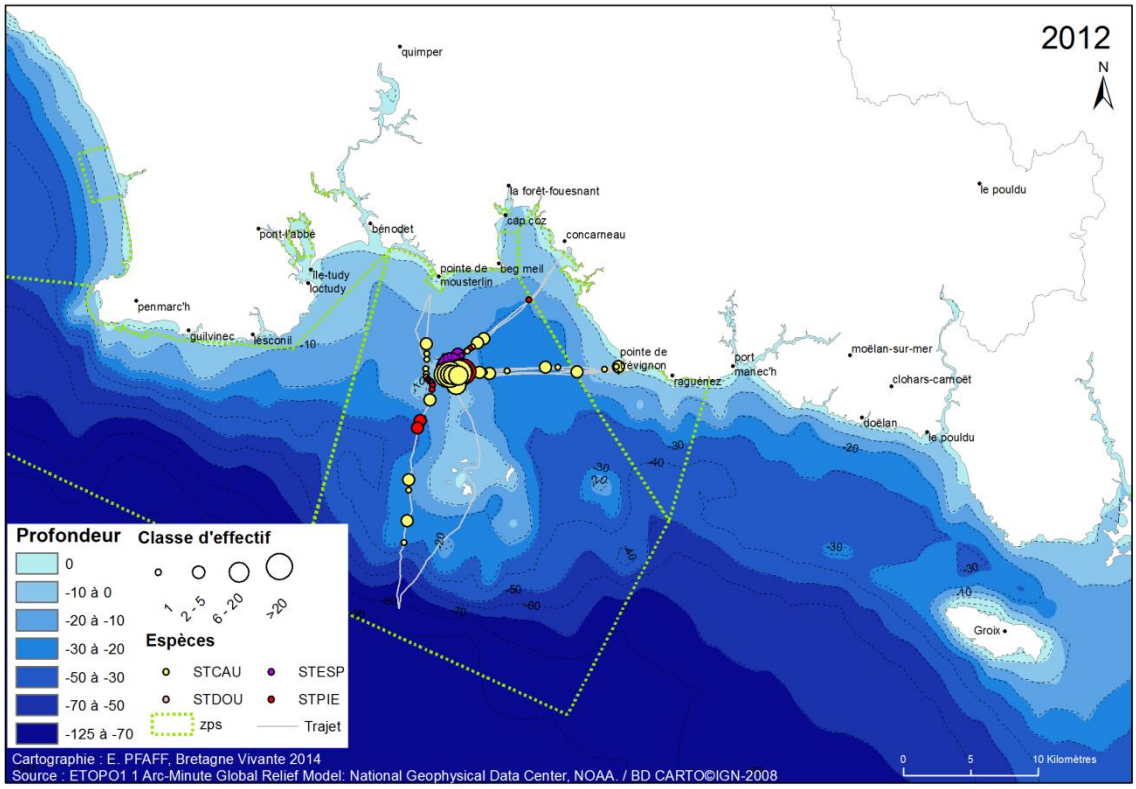
Dans le Finistère nord, les observations de sternes ont principalement été faites dans le secteur de l'île de Batz, et notamment dans le chenal entre l'île et Roscoff (Figure 11).

3.2.2.2-Suivis intra-archipel des Glénan

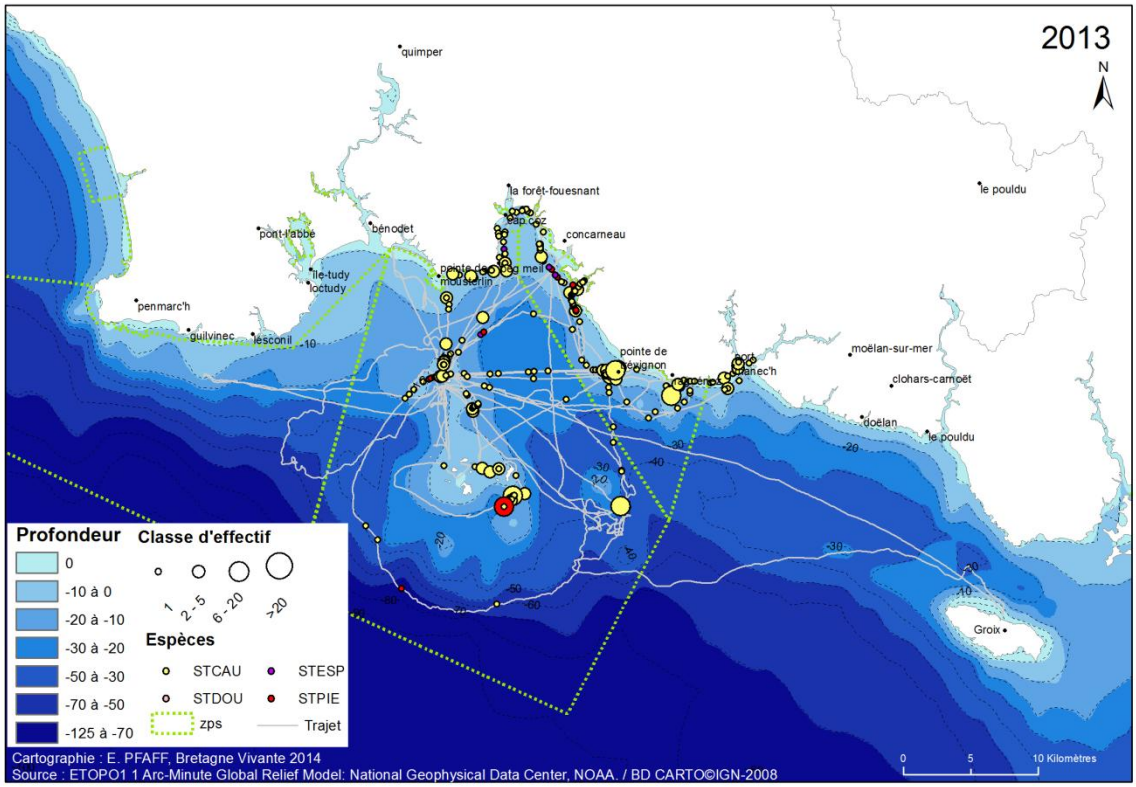
L'ensemble de la zone intra-archipel correspond à des fonds de moins de 10 m de profondeur. Les suivis réalisés en 2013, entre fin mai et mi-juillet, ont clairement montré que la sterne caugek privilégie certains secteurs pour se nourrir. Roche Lambert dans le secteur AS2 au nord-est du Loc'h et les îlots en périphérie immédiate de Saint-Nicolas (AC1, AC2, AN1, AN2 et AW2 ; voir carte des secteurs en Annexe 3 p. 71) sont largement plus exploités que les autres (Bazire 2013). Le secteur de Roche Lambert a notamment été fréquenté en mai lors des parades nuptiales. De manière analogue à ce qui a été constaté à l'extérieur de l'archipel (voir 3.2.1.2), la sterne caugek privilégie le plongeon pour s'alimenter dans l'intra-archipel tandis que la sterne pierregarin privilégie la trempette (Bazire 2013). En moyenne, la sterne caugek y capture une proie tous les 3,57 plongeons ou, autrement dit, le taux d'échec lors des plongeons est de 72 %, les poissons pêchés étant en très large majorité des lançons (Bazire 2013). Si les oiseaux sont le plus souvent seuls en pêche, il faut souligner l'observation d'une pêcherie d'une cinquantaine de sternes caugek le 30 mai 2013 dans le secteur AN2 entre Saint-Nicolas et Guiriden.
En 2014, contre toute attente, l'archipel des Glénan a eu un rôle très limité dans l'alimentation des sternes nichant sur l'île aux Moutons. Entre mi-mai et fin juin, un nombre bien moins important de sternes a été vu lors des suivis réalisés dans l'archipel par rapport à l'année 2013 alors que les effectifs d'oiseaux nicheurs étaient comparables (Mao 2014). Ce constat a été confirmé par les poursuites à vue, avec moins de trajets arrêtés à proximité de l'archipel. En mai 2014, les groupes les plus importants comprenaient 10-15 sternes en pêche (seulement 4 cas observés ; Mao 2014). Tout comme en 2013, la sterne caugek privilégiait le plongeon pour s'alimenter dans l'intra-archipel tandis que la sterne pierregarin privilégiait le picorage, et non plus la trempette (Mao 2014). Le nombre de sternes repérées était plus important avec une mer forte qu'avec une mer moins perturbée (belle à agitée ; Mao 2014).

Figure 10. Détail des donnés collectées hors poursuites en Finistère sud, toutes espèces de sternes confondues, en 2012 (a), 2013 (b) et 2014 (c).

a.



b.



c.

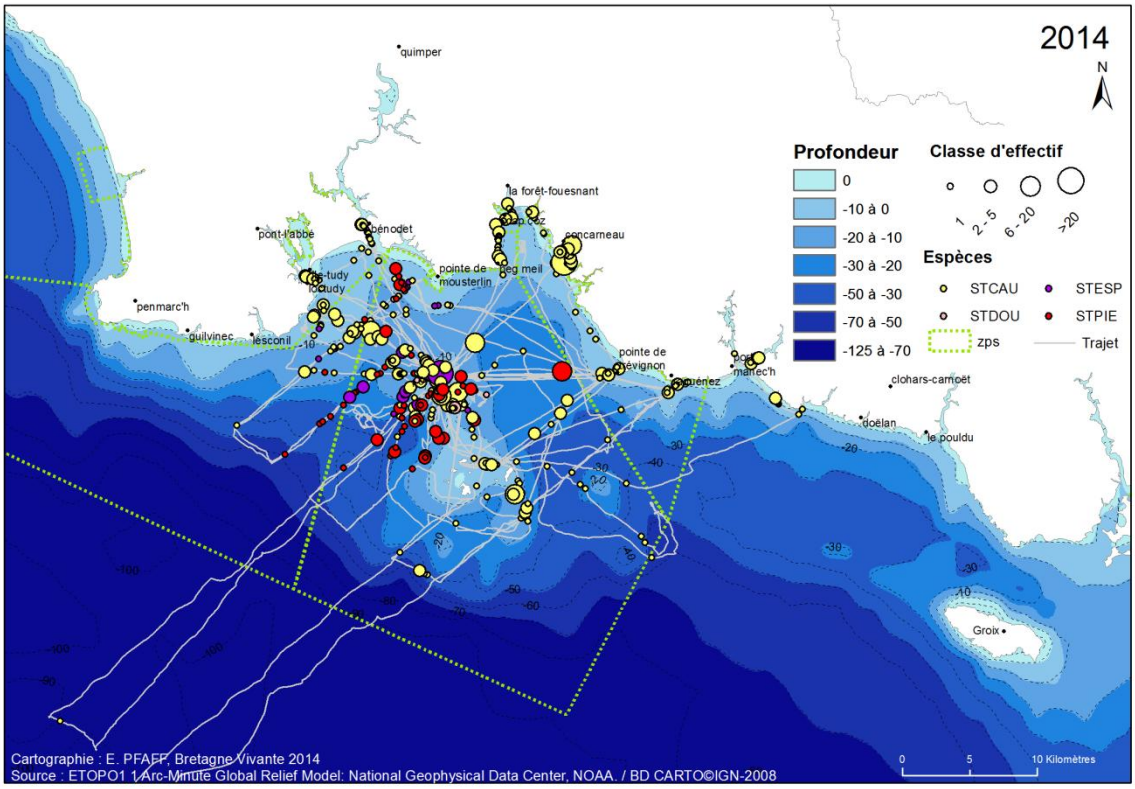
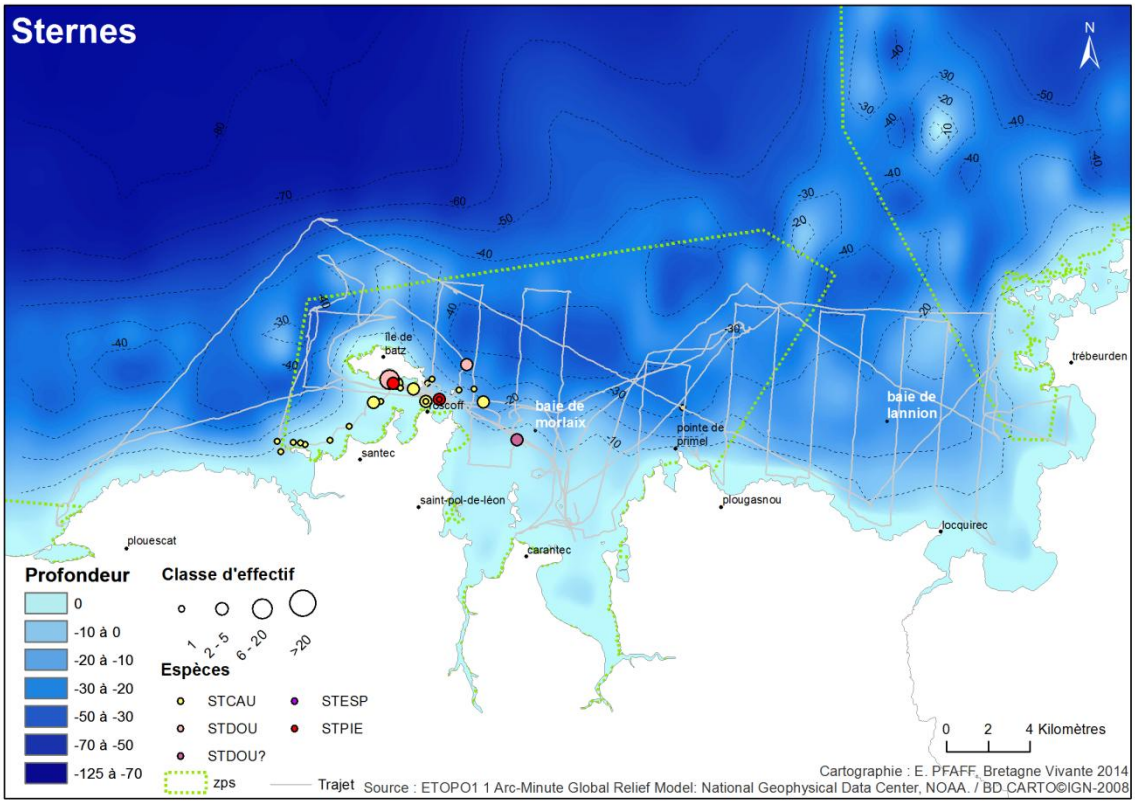


Figure 11. Détail des donnés collectées hors poursuites en Finistère nord, toutes années et toutes espèces de sternes confondues.



3.2.3-Associations multi-spécifiques

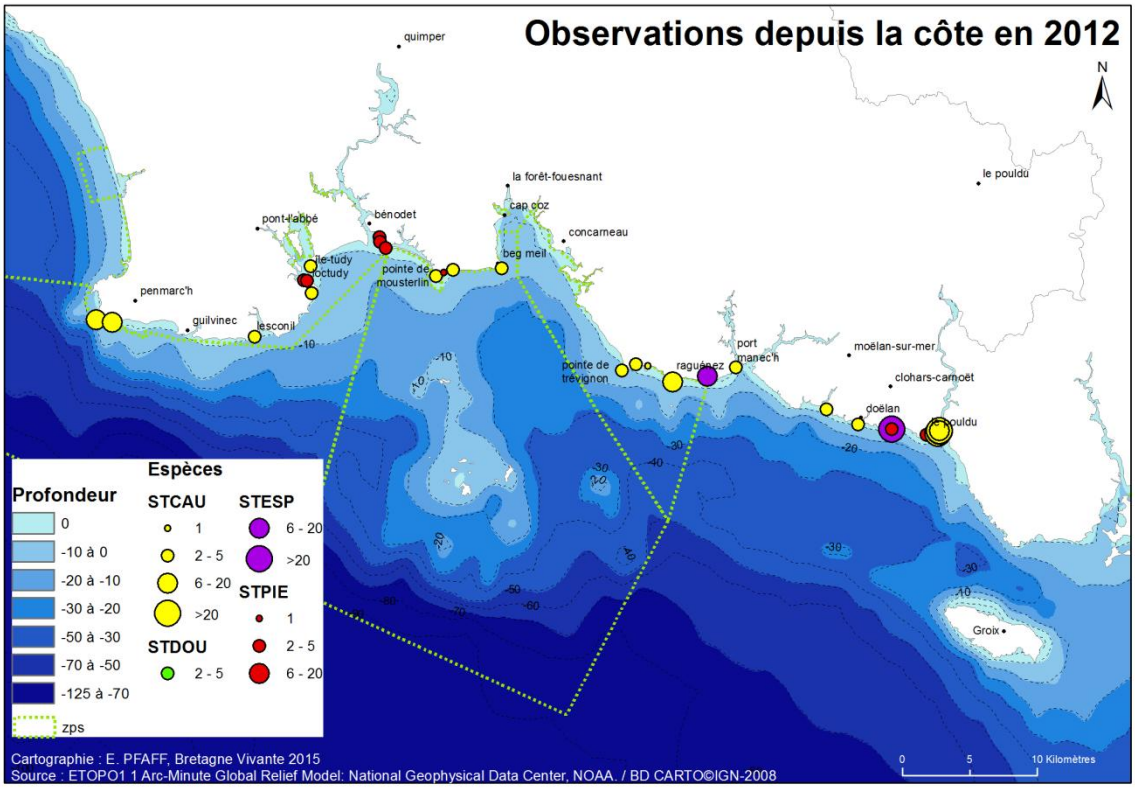
Les sternes en pêche ont le plus souvent été observées seules ou en petits groupes lâches, parfois composés de plusieurs espèces de sternes, à l'exception de la zone de pêche aux lançons de 2012 au nord de l'île aux Moutons où le nombre d'oiseaux était très important. Le 4 juillet 2012, par exemple, la zone en question comptait en instantané au moins une centaine de sternes des trois espèces et environ 70 fous de Bassan. Une seule association avec des mammifères marins a été observée lors des sorties de poursuite de sternes. Le 2 juillet 2014, la sterne caugek poursuivie a rejoint une association multi-spécifique de prospection alimentaire dans le nord-ouest de l'île aux Moutons, composée de 2-3 dauphins communs, 7 goélands (argentés + bruns ou marins) et 7 autres sternes caugek. Elle a pêché un lançon d'une taille de 2 becs avant de repartir aussitôt vers la colonie, les autres sternes sur la zone pêchant elles aussi du lançon. À plusieurs reprises, les sternes poursuivies ont été observées en recherche alimentaire ou en pêche sur des zones avec des remous ou des poissons visibles en surface, indiquant la présence probable de poissons prédateurs, voire de mammifères marins, en action de pêche dans la colonne d'eau, entrainant la remontée de leurs proies.

3.3-Bilan des suivis depuis la côte

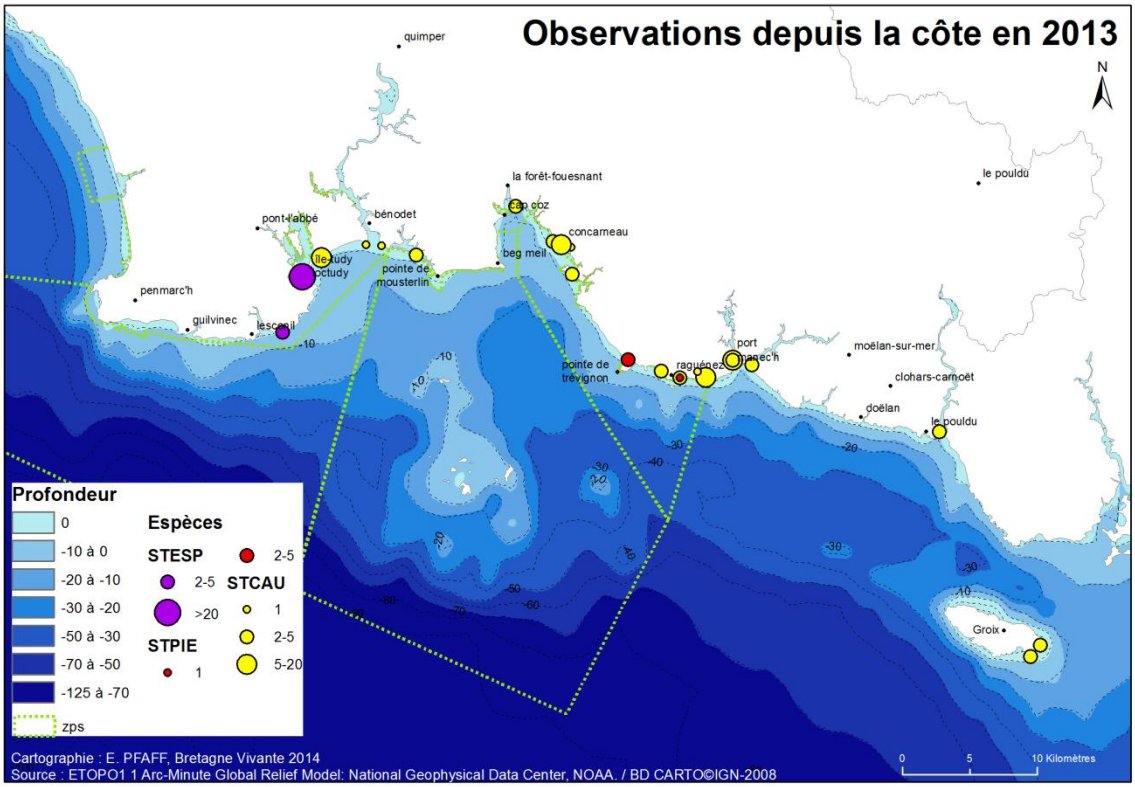
La recherche des zones de pêches sur le littoral du Finistère sud a été effectuée les 2, 3, 11 et 17 juillet 2012. Le trajet s'est fait par la route en voiture, entre la pointe de Penmarc'h à l'ouest et la Laïta à l'est, en limite de département. L'ensemble du littoral est parcouru par tronçons répartis sur quelques journées et, au cours de chaque trajet (qui ont duré 1h30 à 5h00), des arrêts sont faits à chaque point d'observation favorable pour rechercher aux jumelles et dénombrer les éventuelles sternes présentes. Le 3 juillet, une centaine de sternes caugek et quelques sternes pierregarin ont été observées au repos sur un banc de sable à Clohars-Carnoët, mais pas en activité de pêche. Les deux seuls groupes en pêche active ont été notés le 3 juillet dans la crique de Porsac'h à Clohars-Carnoët, à environ 35 km de l'île aux Moutons, avec une cinquantaine de sternes indéterminées, et le 11 juillet entre l'Île-Tudy et Loctudy, à environ 12 km de l'île aux Moutons, avec une trentaine de sternes (majoritairement pierregarin avec quelques caugek) (Figure 12a). Cette seconde zone de pêche avait été repérée lors des trajets de poursuite des sternes, mais pas la première. Deux autres observations concernent une sterne caugek à Raguenez, Névez, partant en direction des Moutons avec un poisson dans le bec, et une sterne caugek à la pointe de Mousterlin, Fouesnant, pêchant sur la zone et partant en direction des Moutons avec un poisson dans le bec (Figure 12a). D'autres petits groupes de sternes (2 à 10 individus), apparemment en recherche active de nourriture mais sans observation de plongeon, ont également été notés en différents points du littoral (Figure 12a).
En 2013, un suivi coordonné depuis la côte a été organisé les 22-23 juin et 6-7 juillet 2013 pour repérer les zones de pêche littorales, mais avec un problème de mauvaises conditions météorologiques sur le premier créneau de dates. Les groupes les plus importants ont été observés à Port Manech avec 14 sternes caugek le 24 juin, et dans le port de Loctudy avec 18 sternes caugek et 2 sternes pierregarin le 3 juillet et 30 sternes indéterminées le 10 juillet (Figure 12b). Sur le littoral de l'île de Groix, ce sont exclusivement des sternes caugek qui sont observées durant la saison. Les effectifs les plus importants sont observés durant la migration prénuptiale, de mars à mai, atteignant 63 oiseaux le 16 avril à la pointe des Chats. Le nombre d'oiseaux présent est ensuite plus réduit entre juillet et septembre (Figure 12b).
En 2014, aucun suivi depuis la côte n'a été mis en place, les données collectées en 2012 et 2013 étant jugée suffisantes pour illustrer le fait que des sternes peuvent être notées sur le littoral entre la pointe de Penmarc'h à l'ouest et l'île de Groix à l'est.

Figure 12. Lieux d'observation des sternes en recherche alimentaire ou en pêche en juillet 2012 (a-en haut) et en juin-juillet 2013 (b-en bas) sur le littoral du Finistère sud et de l'île de Groix (Morbihan).

a.



b.



3.4-Bilan des suivis sur les colonies

3.4.1. Nombre de proies ramenées

Les analyses portent sur un peu plus de 5 000 proies photographiées à l'île aux Moutons. Dans 77 % des cas il s'agit de proies ramenées par une sterne caugek (espèce qui représente en moyenne 91 % des oiseaux nicheurs de la colonie sur la période 2012-2014), dans 22 % des cas d'une sterne pierregarin (en moyenne 9 % des oiseaux nicheurs) et dans moins de 1 % des cas d'une sterne de Dougall (en moyenne 1 % des oiseaux nicheurs) ou d'une sterne indéterminée (Tableau 4). Dans ce dernier cas, il s'agit de clichés d'une sterne vue de l'arrière sur lesquels la proie est visible mais la sterne n'est pas identifiable.

Tableau 4. Bilan du nombre de proies photographiées à l'île aux Moutons (Finistère sud).

Espèce	2012	2013	2014	Total
Caugek	1 288	696	1 943	3 927
Pierregarin	311	148	676	1 135
Dougall	17	2	11	30
Indéterminée	7	3	1	11
Total	1 623	849	2 631	5 103

Sur l'ensemble de ces clichés, il existe 77 cas avec une sterne transportant 2 à 5 proies dans son bec. Dans 82 % des cas, il s'agit de plusieurs lançons, dans 6 % des cas de sardines, dans 4 % des cas de chinchards, et dans les 8 % des cas restants l'identification de l'espèce proie n'est pas certaine. Il existe un seul cas avec des proies d'espèces différentes, en l'occurrence une sterne caugek ramenant deux proies dont un lançon et un poisson plus petit qui semble être une athérine. Des observations faites lors d'une des journées de poursuites le 2 juillet 2013 ont montré que les sternes peuvent se saisir de plusieurs proies lors d'un même plongeon. Ce jour-là, une sterne caugek plonge et ressort avec 3 lançons de la taille de 1,5 bec, qu'elle perd quasiment aussitôt. Un peu plus tard, lors d'un autre plongeon, elle capture 2 lançons d'une taille similaire ; elle en perd un et file en vol avec l'autre, après avoir échappé à une tentative de kleptoparasitisme par un labbe parasite *Stercoraris parasiticus*, puis la poursuite doit être interrompue car l'oiseau survole une zone non navigable. Cette même journée, une autre sterne caugek plonge et ressort avec 2 lançons de la taille d'un bec ; elle en perd un et avale l'autre, avant de se remettre à pêcher.

C'est chez la sterne caugek qu'il est le plus fréquent d'observer plus d'une proie dans le bec de l'oiseau. Cependant, une variation de la fréquence des transports de plusieurs proies a été constatée durant les trois années de l'étude pour cette espèce (Figures 13 & 14 ; $Chi2 = 16,07$, $ddl = 4$, $p < 0,01$, en regroupant les cas avec 4 à 5 proies). En 2012, 2,8 % des sternes caugek ramènent 2 proies et 0,7 % en ramènent 3 à 5 (avec deux cas à 4 proies et un cas unique à 5 proies). Mais en 2014, seulement 1,4 % des sternes caugek ramènent 2 proies et 0,2 % en ramènent 3 (aucun oiseau observé avec 4 à 5 proies). En 2013, la situation est intermédiaire. Chez la sterne pierregarin, le nombre de cas de transport de plusieurs proies est beaucoup plus faible, sans aucune variation interannuelle évidente : 0,3 % des cas avec 2 proies en 2012, aucun signalement en 2013 et 0,6 % des cas en 2014 ($Chi2 = 1,11$, $ddl = 2$, $p > 0,05$). Aucun cas n'a été signalé chez la sterne de Dougall, mais le nombre d'observations de transports de proies est très réduit pour cette troisième espèce de sterne.

Figure 13. Proportion du nombre de cas de transports de proies en fonction du nombre de proies ramenées simultanément dans le bec par les sternes caugek (SC) et les sternes pierregarin (SP) en fonction de l'année.

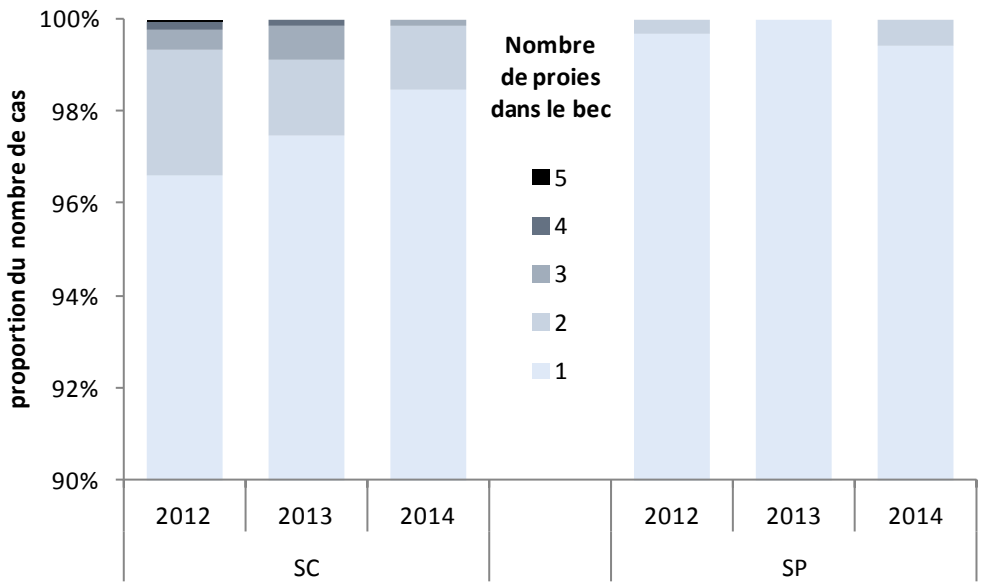


Figure 14. Sterne caugek revenant à la colonie de l'île aux Moutons en juin 2012 avec 5 lançons dans le bec (cliché C. Roy, Bretagne Vivante).

3.4.2. Types de proies

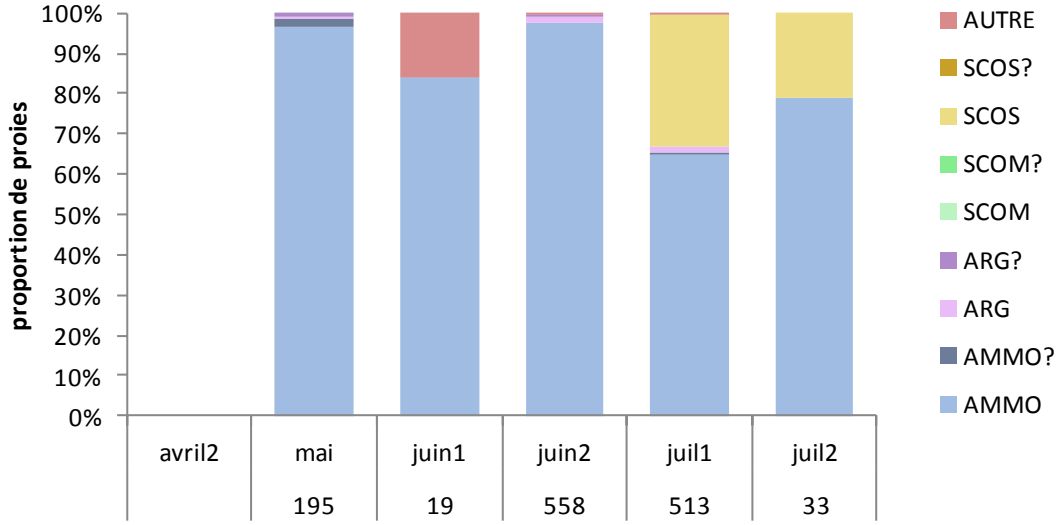
Compte tenu de la désertion quasi-totale de la colonie de l'île aux Dames en baie de Morlaix, aucune session de photographie des transports de proies n'a été réalisée à terre et toutes les données présentées dans le rapport proviennent de l'île aux Moutons. Les résultats sont exprimés en proportion des différents types de proies ramenés par les sternes, à partir de l'examen des clichés uniquement, sans les séances d'observation visuelle sans prise de vue. Il s'agit, dans cette première étape du bilan, d'une fréquence d'apparition d'un type de proie, sans aucun rapport avec la taille des proies en question ou leur valeur énergétique. Les trois années de l'étude ont permis de recueillir des données particulièrement intéressantes sur les proies ramenées par les sternes, avec une variabilité interannuelle très prononcée.

Pour la sterne caugek, les lançons constituent les proies principales (Figure 15). Pour la famille des Ammodytidés, trois ou quatre espèces de lançons sont pêchées par les sternes : lançon aiguille (ou cicerelle) *Gymnammodytes semisquamatus*, lançon commun *Hyperoplus lanceolatus*, lançon jolivet *Hyperoplus immaculatus* ou lançon équille A*mmodytes tobianus*. Les deux premières espèces ont été identifiées avec certitude, les deux autres ne peuvent pas être distinguées sur les photographies. Cependant, si elle est de l'ordre de 90-95 % en mai, la part des lançons dans le régime alimentaire diminue avec l'avancement de la saison de reproduction, et ne représente plus qu'environ 50 % des proies en juillet-août 2013 et 2014 (Figure 15). En mai 2013, les observations réalisées sans prise de vue montrent des résultats analogues avec 2012 et 2014, à savoir 95 % de lançons et 5 % d'autres proies. Un second groupe de proies apparaît alors en proportions variables selon les années dans l'alimentation des sternes caugek, avec une prépondérance du balaou de l'Atlantique *Somberesox saurus* (Scomberesocidés) en 2012, des « poissons argentés » et du maquereau commun *Scomber scombrus* (Scombridés) en 2013 et des « poissons argentés » en 2014. La catégorie des « poissons argentés » regroupe différentes familles et espèces, dont les suivantes ont été identifiées avec certitude : Clupéidés, sardine *Sardina pilchardus*, Engraulidés, anchois *Engraulis encrasicolus*, Atherinidés, prêtre ou athérine *Atherina presbyter*.

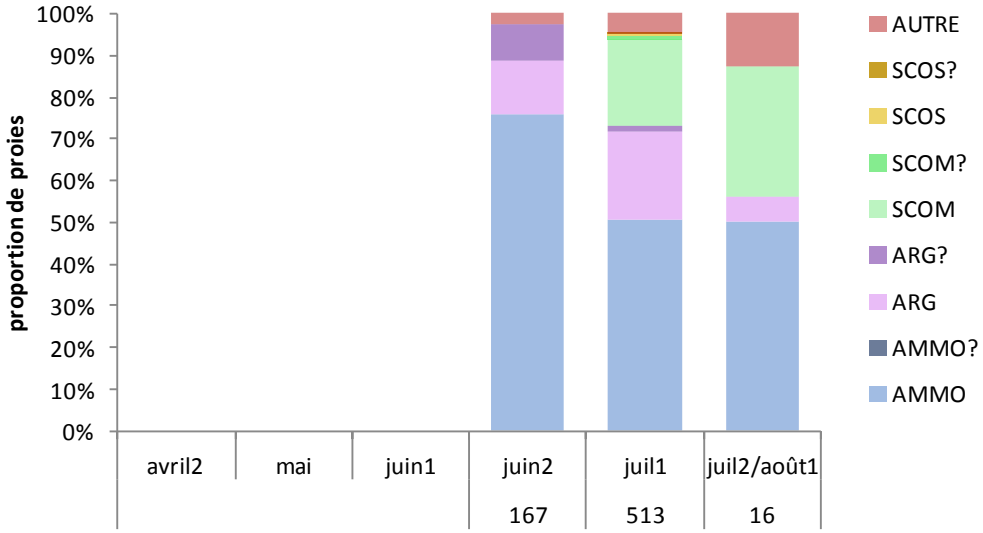
La sterne pierregarin a un spectre alimentaire bien plus diversifié que la sterne caugek et les lançons représentent une part moins importante de son alimentation (Figure 16). Les lançons représentent près des deux tiers des proies en 2012, mais seulement un peu plus d'un quart en 2014. Comme pour la sterne caugek, un second groupe de proies apparaît en proportions variables selon les années, avec notamment des « poissons argentés » (Clupéidés, Engraulidés et Athérinidés), ou des Gadidés, mais également du balaou de l'Atlantique (Scomberesocidés) en 2012, des insectes en 2013 et du chinchard commun *Trachurus trachurus* (Carangidés) en 2014 (Figure 16). En mai 2013, les observations réalisées sans prise de vue montrent que les lançons représentaient 45 % des proies et les « poissons argentés » au moins 30 %. Pour les Gadidés, c'est le lieu jaune *Pollachius pollachius* la proie la plus fréquente en 2012 et le merlan commun *Merlangius merlangus* en 2014. Parmi les insectes figurent des hannetons, des fourmis volantes, des sauterelles, des papillons et d'autres espèces non identifiées. Pour les hannetons, il pourrait s'agir du hanneton d'été *Rhizotrogus aestivus* ou du hanneton de la Saint Jean *Amphimallon solstitialis*, deux espèces présentes dans l'archipel des Glénan, mais les éléments morphologiques permettant de les identifier avec certitude n'étaient pas visibles sur les clichés.

Figure 15. Proportions des types de proies ramenés par les sternes caugek à l'île aux Moutons selon la période, pour les années 2012 (a), 2013 (b) et 2014 (c) (le nombre de proies ramenées est indiqué pour chaque période, seuls les mois de juin et juillet sont divisés en quinzaine compte tenu du nombre de données disponibles ; voir Annexe 4 p. 72 pour la liste des acronymes).

a.



b.



c.

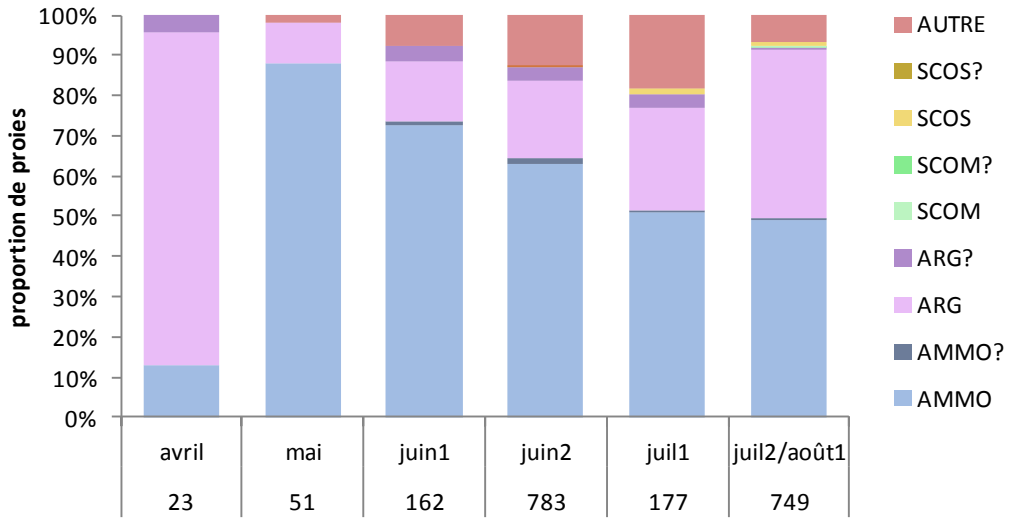
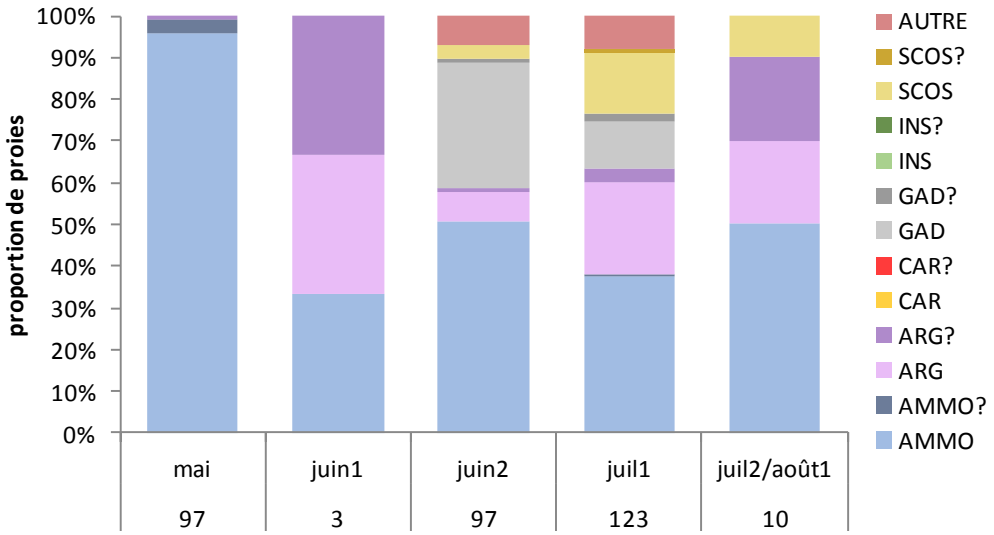
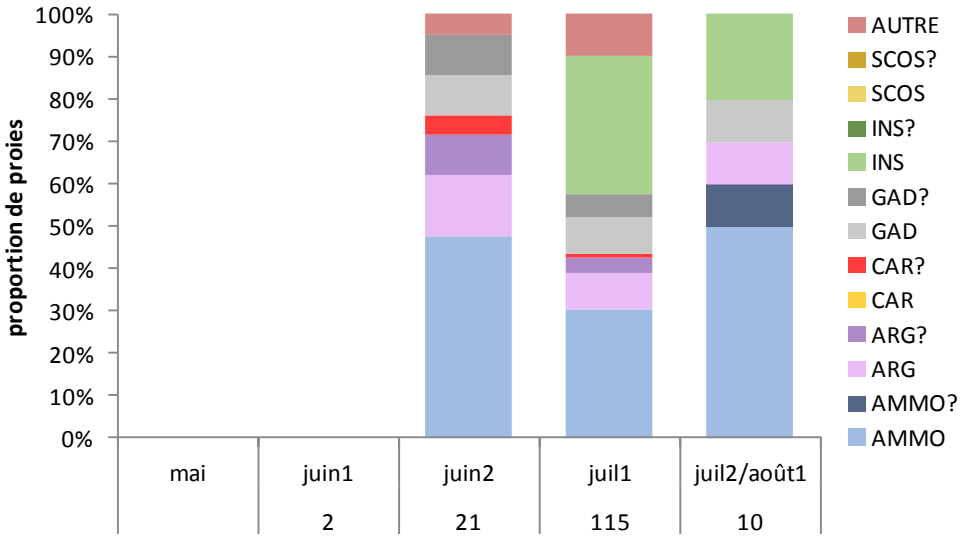


Figure 16. Proportions des types de proies ramenés par les sternes pierregarin à l'île aux Moutons selon la période, pour les années 2012 (a), 2013 (b) et 2014 (c) (le nombre de proies ramenées est indiqué pour chaque période, seuls les mois de juin et juillet sont divisés en quinzaine compte tenu du nombre de données disponibles ; voir Annexe 4 p. 72 pour la liste des acronymes).

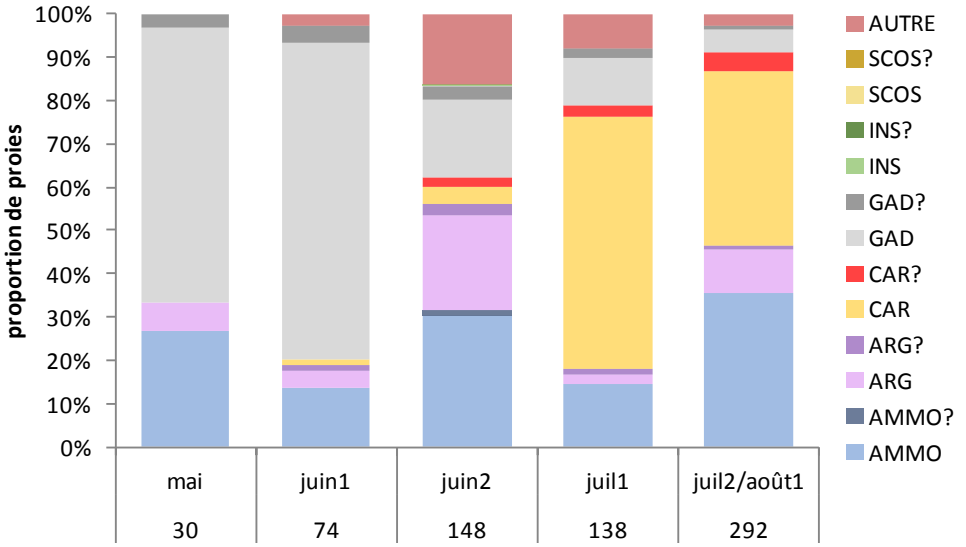
a.



b.

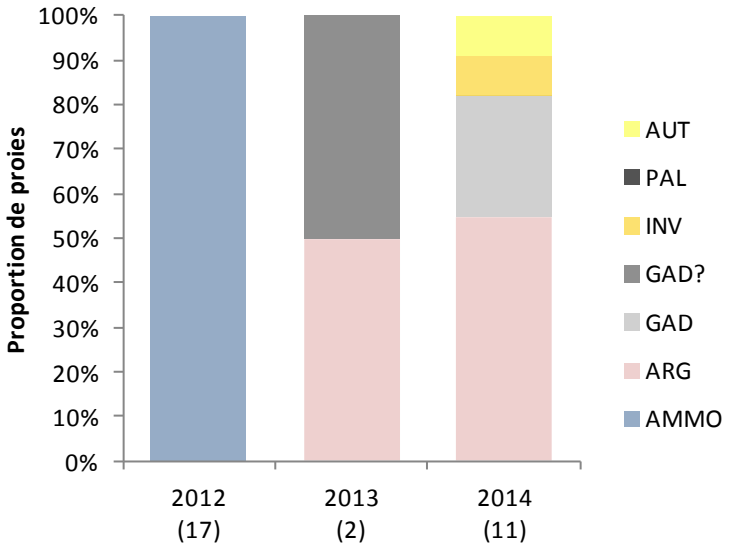


c.



Les données obtenues pour la sterne de Dougall sont trop peu nombreuses pour être vraiment exploitables et permettre une comparaison avec les deux autres espèces (Figure 17). Il faut cependant souligner que 100 % des proies étaient du lançon en 2012, alors que 100 % des proies n'étaient pas du lançon en 2014, mais des « poissons argentés » et des Gadidés (Figure 17).

Figure 17. Proportions des types de proies ramenés par les sternes de Dougall à l'île aux Moutons, pour les années 2012, 2013 et 2014 (voir Annexe 4 p. 72 pour la liste des acronymes).



Les graphiques précédents affichent les catégories principales des proies observées, et les résultats qui suivent détaillent uniquement le cas des autres espèces proies identifiées pour chaque espèce de sternes durant chacune des trois années de l'étude. La catégorie « autres proies » regroupe à la fois des espèces identifiées de manière certaine (mais souvent observées à l'unité ou à quelques exemplaires seulement sur la période 2012-2014), ou des espèces ou familles pour lesquelles il subsiste un doute, et aussi des items alimentaires qui demeurent non identifiés (morceaux de corps de poisson, possibles viscères, possibles invertébrés, etc.). Parmi ces proies figurent, dans le cas des sternes pierregarin, des poissons plats qui pourraient être de la cardine franche *Lepidorhombus whiffiagonis* ou de l'arnoglosse tacheté *Arnoglossus thori*, et du callionyme lyre (dragonnet) *Callionymus lyra*, des espèces qui vivent au fond et qui ont très certainement été pêchées par les sternes dans les rejets des chalutiers à langoustines *Nephrops norvegicus*. Sur les trois saisons de suivis, la catégorie « autres proies » représente au maximum 18 % des apports pour les sternes caugek début juillet 2014 (Figure 15) et au maximum 16 % des apports pour les sternes pierregarin fin juin 2014 (Figure 16). Toujours pour les sternes caugek en 2014, quelques dizaines d'apports d'invertébrés céphalopodes ont été notés, appartenant très vraisemblablement aux genres *Alloteuthis* ou *Loligo*. Des espèces de poissons d'eau douce ont également été identifiées, à savoir des Cyprinidés, du gardon *Rutilus rutilus* ou du rotengle *Scardinius erythrophtalmus*, l'identification avec certitude n'a pas été possible pour ces deux espèces très similaires morphologiquement. Les deux cas répertoriés en 2013 pour ces poissons d'eau douce concernent des sternes pierregarin et les deux cas répertoriés en 2014 concernent des sternes caugek.

Pour ces « autres proies », le cas de la sterne caugek est particulièrement frappant, avec uniquement des Gadidés en 2012 (du lieu jaune), une quinzaine de types de proies en 2014, avec moins d'un quart de Gadidés, et une situation intermédiaire en 2013 (Figure 18). La sterne pierregarin montre une diversité de ces « autres proies » durant les trois années, mais les espèces et leurs fréquences diffèrent nettement selon l'année (Figure 19).

Figure 18. Fréquences des différents types de proies « autre » pêchées par les sternes caugek sur l'île aux Moutons en 2012, 2013 et 2014 (de haut en bas ; voir Annexe 4 p. 72 pour pour la liste des acronymes).

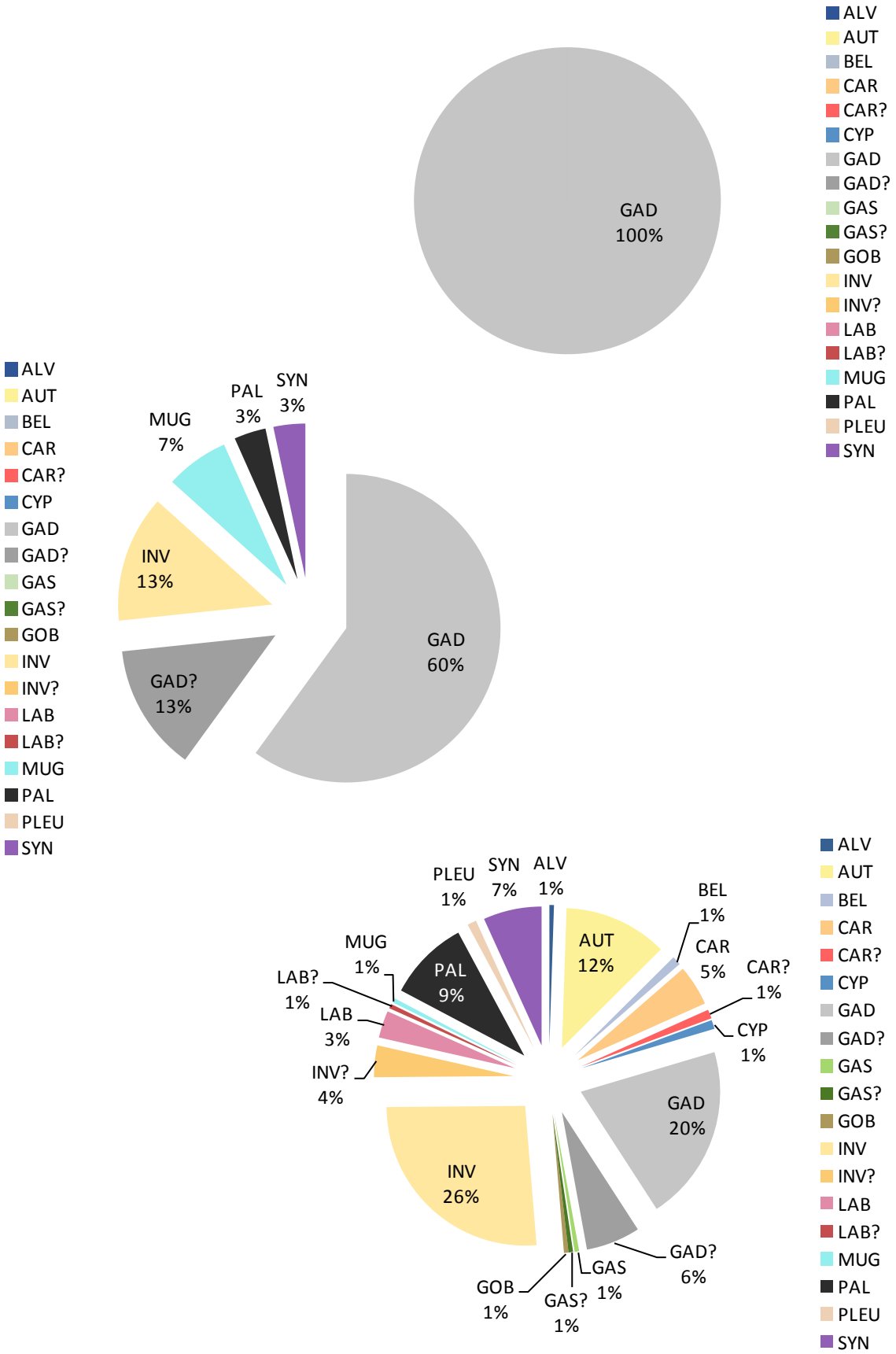
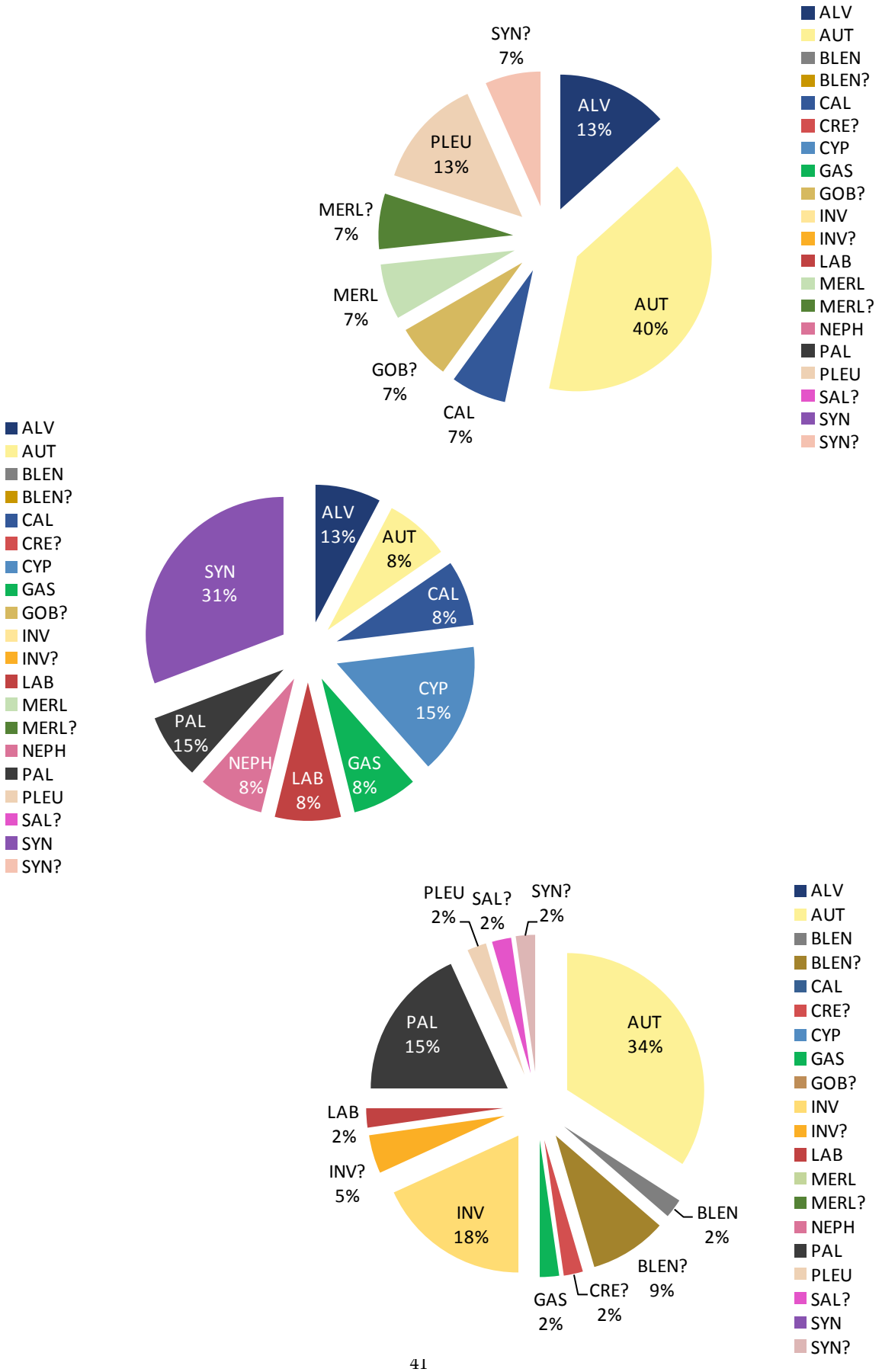


Figure 19. Fréquences des différents types de proies « autre » pêchées par les sternes pierregarin sur l'île aux Moutons en 2012, 2013 et 2014 (de haut en bas ; voir Annexe 4 p. 72 pour pour la liste des acronymes).



3.4.3. Taille des proies

Pour les deux espèces, sterne caugek et sterne pierregarin, les proies pêchées font le plus souvent une taille d'environ 2 becs, mais il peut aussi y avoir des proies minuscules, de taille inférieure ou égale à 0,5 bec (principalement alevins, athérines, « petits bleus » et insectes), et de très longues proies, d'une taille maximale de 4,5 à 5 becs (essentiellement lançon, balaou ou syngnathe).

Les résultats présentés de manière plus détaillée concernent uniquement les principaux types de proies, c'est-à-dire les lançons, les « poissons argentés », le balaou et le maquereau pour la sterne caugek, avec en plus le chinchard et les Gadidés pour la sterne pierregarin (Figures 20 & 21).

En considérant les longueurs moyennes des becs des deux espèces de sternes, soit respectivement environ 5,4 cm pour la caugek et 3,6 cm pour la pierregarin (Cramp 1985, Olsen & Larsson 1995, Stienen *et al*. 2000), la majorité des lançons ramenés par les sternes caugek en 2012 mesurent 8 à 11 cm et ceux ramenés par les sternes pierregarin 4 à 9 cm, soit un peu moins grands. En 2013 et 2014, les lançons pêchés par les sternes caugek et pierregarin étaient généralement un peu plus grands (Figures 20 & 21). La comparaison des tailles des lançons pour les deux espèces et pour les trois années de suivi met en évidence des différences significatives ($F_{5,2981} = 182,22$, $P > 0,01$).

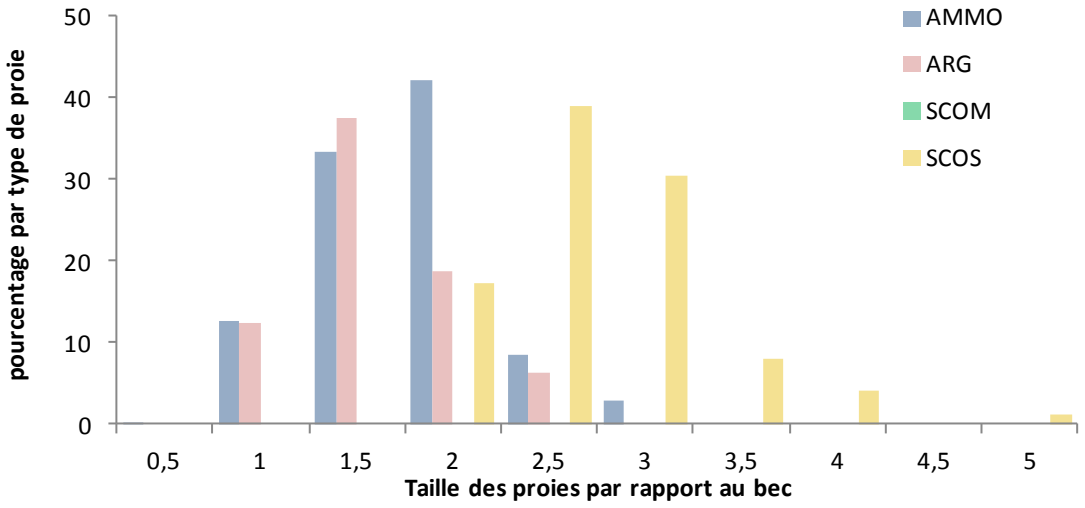
La taille des balaous est bien supérieure à celle des autres types de proies (Figures 20 & 21), soit environ 11 à 16 cm pour les sternes caugek et 11 à 14 cm pour les sternes pierregarin, tailles similaires pour les deux espèces (comparaison pour l'année 2012 : Kruskal-Wallis $H = 0,67$, $P = 0,41$). Il est donc vraisemblable que le banc de balaous exploité par les sternes en 2012 était composé d'individus de tailles très similaires. En termes de gamme de taille, les balaous pêchés par les sternes pierregarin apparaissent d'ailleurs exceptionnellement grands par rapport à leurs autres proies habituelles (Figure 21a). La différence de taille entre les lançons et les balaous ramenés est plus prononcée chez les sternes pierregarin (1-1,5 bec contre 3-3,5 becs) que chez les sternes caugek (1,5 bec contre 2,5 becs) (Figures 20 & 21).

Pour les « poissons argentés » (Clupéidés, Engraulidés et Athérinidés), les profils des classes de tailles diffèrent selon les années (Kruskal-Wallis $H = 84,38$, $P < 0,001$, test effectué sur les tailles de proies par rapport à la longueur du bec converties en cm). Pour la sterne caugek, la classe de taille 1,5 bec est la plus fréquente en 2012, puis en 2013 c'est la classe 2 becs et, en 2014, ce sont les classes 1 et 2 becs (Figure 20). Néanmoins, la taille moyenne ne montre pas de variation significative selon les années, soit 9 cm environ. Pour la sterne pierregarin, la classe de taille 2 becs est la plus fréquente en 2012, puis en 2013 ce sont les classes 1 et 1,5 becs et, en 2014, aucune nette prépondérance n'apparaît (Figure 21). La taille moyenne montre des variations significatives selon les années, soit respectivement 7 cm environ en 2012, 5 cm en 2013 et 6 cm en 2014. En 2014, les « poissons argentés » de petite taille étaient le plus souvent enregistrés sous la dénomination « petit bleu » lors de l'examen des photographies (vraisemblablement des sardines ou des anchois).

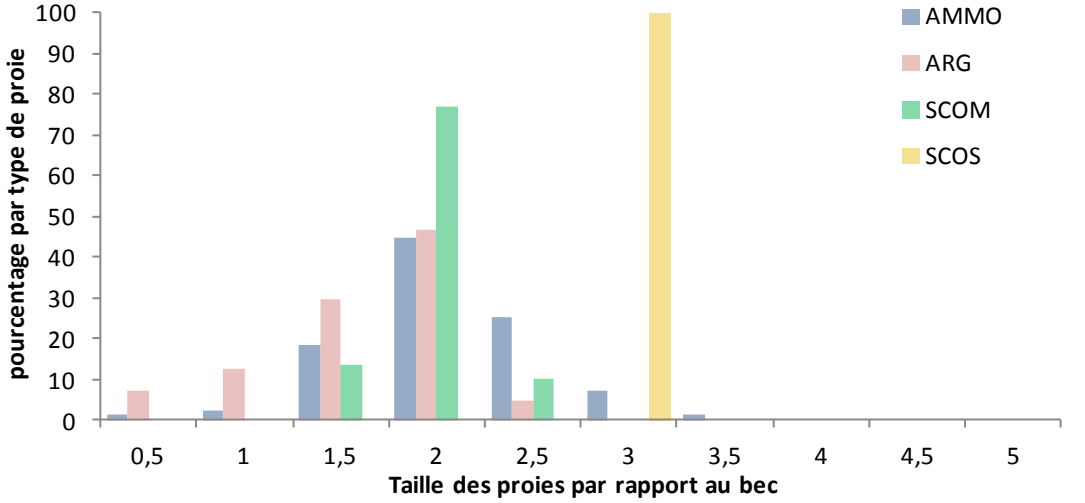
Le chinchard a été très fréquemment pêché par les sternes pierregarin en 2014, quasiment tous d'une taille comprise entre 1 et 2 becs, avec une prépondérance de la classe 1,5 bec (Figure 21c).

Figure 20. Fréquences de tailles des lançons (AMMO), poissons « argentés » (ARG), maquereaux (SCOM) et balaous (SCOS) à l'île aux Moutons (exprimé en pourcentage par type de proie rapportée à la taille du bec) pour les sternes caugek en 2012 (a), 2013 (b) et 2014 (c).

a.



b.



c.

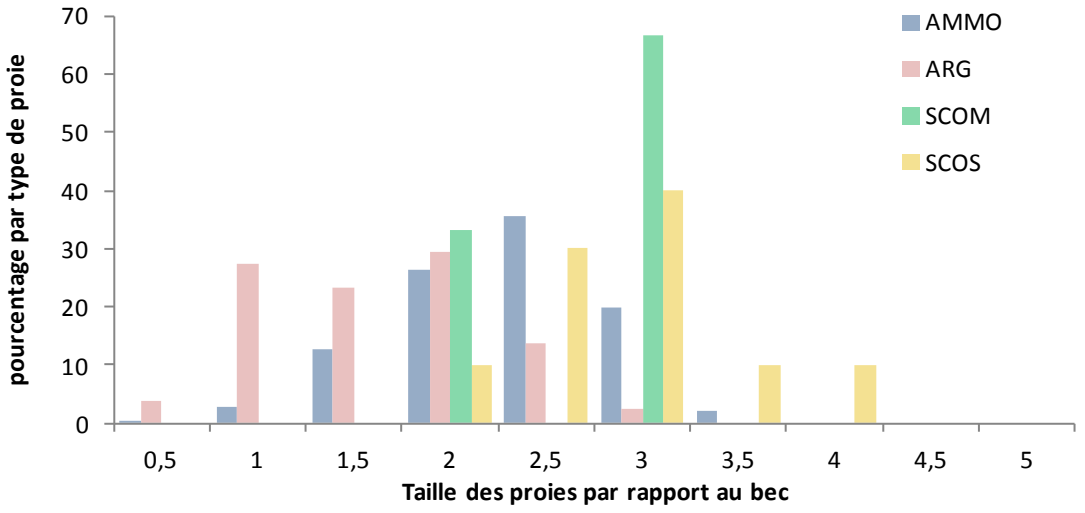
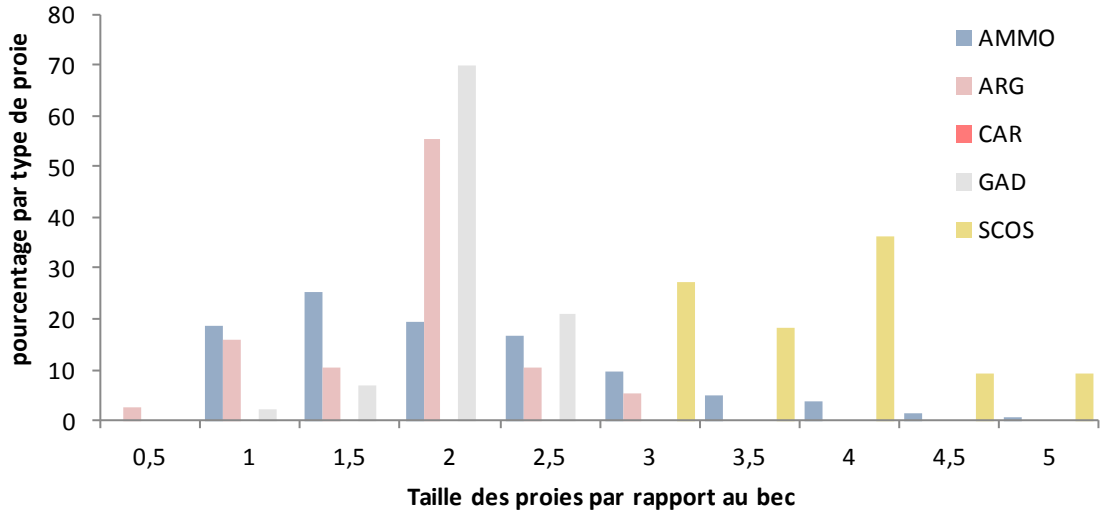
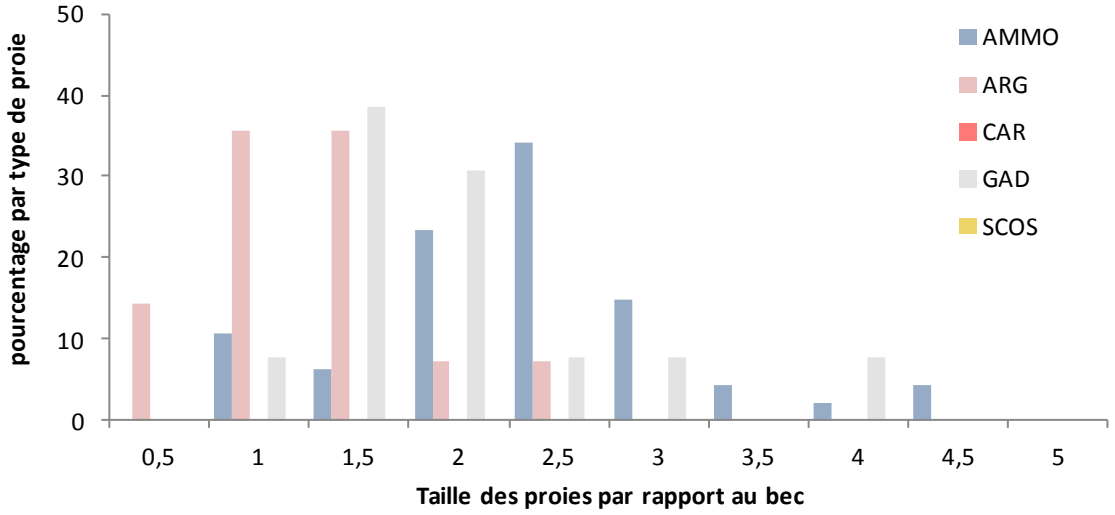


Figure 21. Fréquences de tailles des lançons (AMMO), poissons « argentés » (ARG), chinchards (CAR) et Gadidés (GAD) à l'île aux Moutons (exprimé en pourcentage par type de proie rapportée à la taille du bec) pour les sternes pierregarin en 2012 (a), 2013 (b) et 2014 (c).

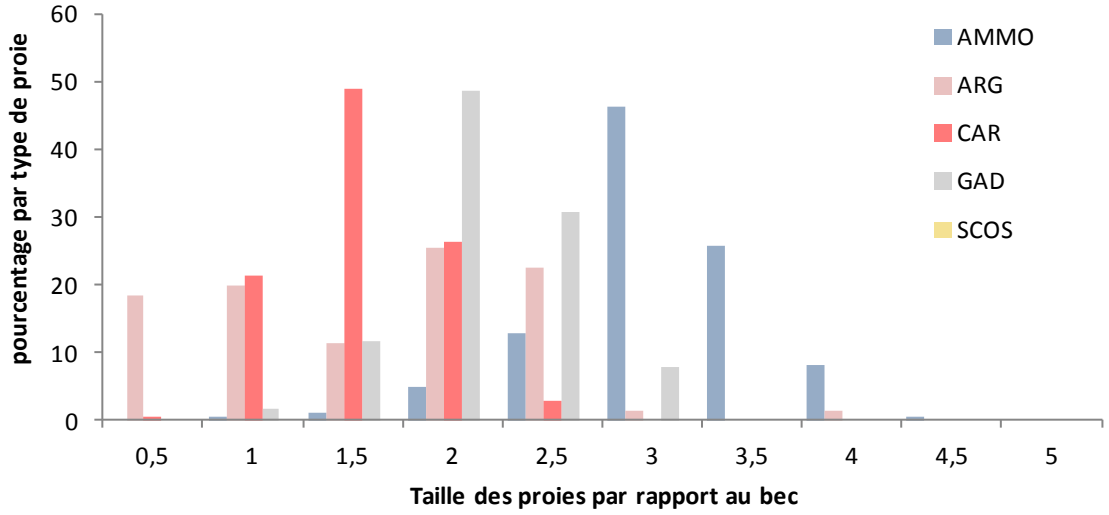
a.



b.



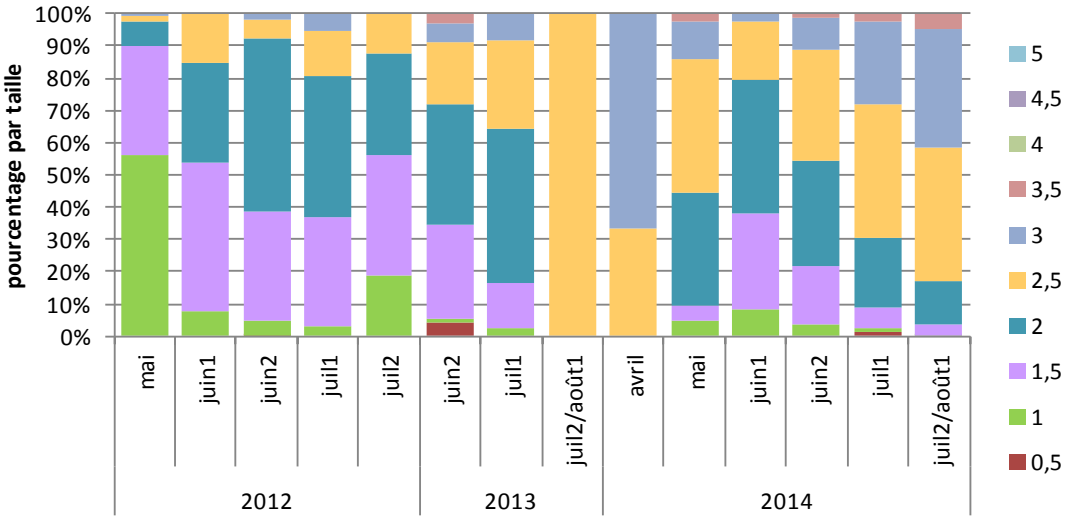
c.



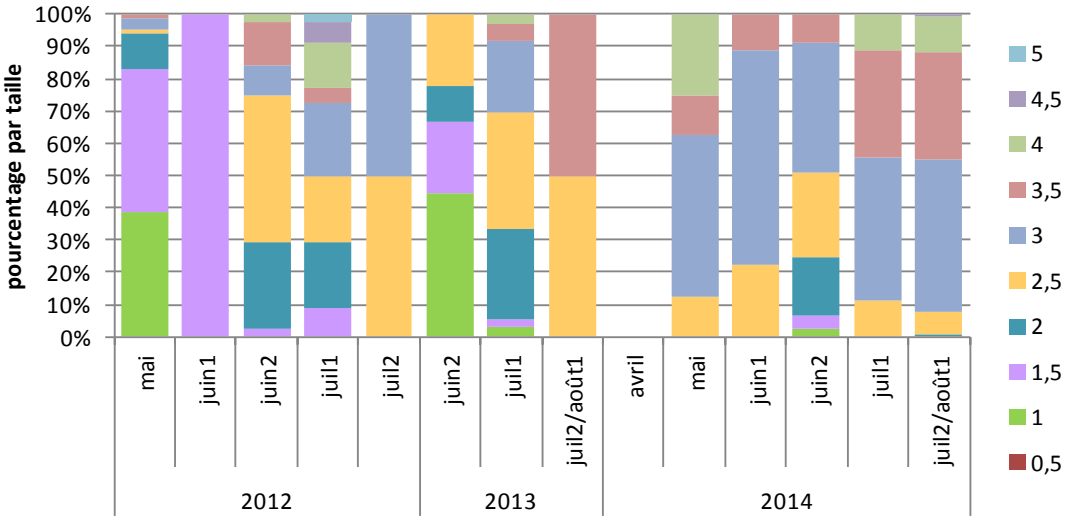
Si la part des lançons dans l'alimentation des sternes caugek et pierregarin diminue avec l'avancement de la saison de reproduction (Figures 15 & 16), dans le même temps leur taille augmente (Figure 22). Pour la sterne caugek, la taille des lançons rapportés à la colonie passe ainsi de 1-1,5 becs à 1,5-2 becs, voire 2,5-3 becs entre mai et août (Figure 22a ; Kruskal-Wallis H = 902,01, P < 0,001). Pour la sterne pierregarin, la taille passe de 1-1,5 becs à 2,5-3 becs, voire 3-3,5 becs entre mai et août (Figure 22b ; Kruskal-Wallis H = 236,87, P < 0,001). C'est moins flagrant en 2014, mais le nombre de lançons ramenés à la colonie est très réduit, sauf durant deux des périodes considérées, la seconde quinzaine de juin et fin juin-début août (Figure 22b).

Figure 22. Fréquences de tailles des lançons à l'île aux Moutons en fonction de l'avancement de la saison de reproduction (en pourcentage par classe de taille par rapport à la taille du bec) pour les sternes caugek (a) et pierregarin (b).

a.



b.



Pour la sterne caugek, il est également possible de regarder l'évolution de la taille des proies en fonction de l'avancement de la saison pour les « poissons argentés » en 2014, compte tenu de l'importance numérique de ces espèces. Comme pour le lançon, la taille des proies augmente, passant de 1 bec à 1,5-2,5 becs (Figure 23a ; Kruskal-Wallis H = 52,63, P < 0,001). Cette même analyse n'est pas possible pour les balaous en 2012 ou les maquereaux en 2013, compte tenu des faibles effectifs en dehors d'une seule des périodes considérées pour le découpage de la saison de reproduction.

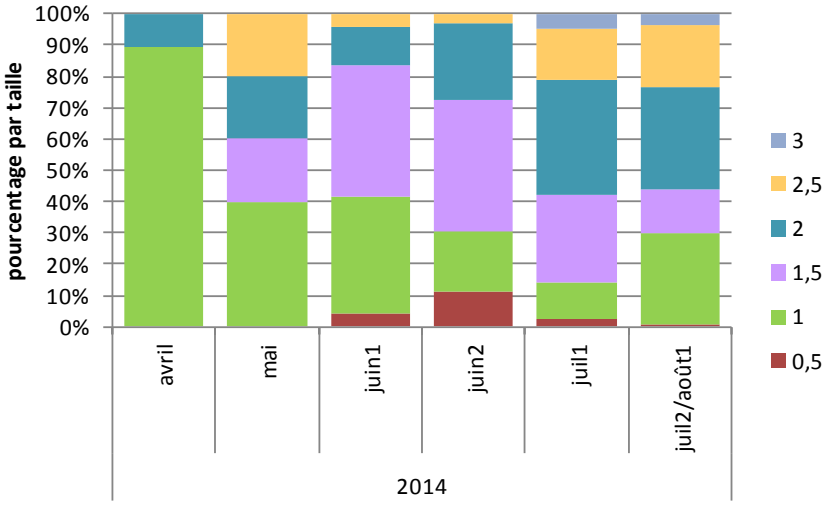
Pour la sterne pierregarin, il est également possible de regarder l'évolution de la taille des proies en fonction de l'avancement de la saison pour les merlans et les chinchards en 2014, compte tenu de l'importance numérique de ces espèces. Comme pour le lançon, la taille des proies augmente, passant respectivement de 1,5-2 becs à 2,5-3 becs pour les merlans (Figure 23b ; Kruskal-Wallis H = 14,36, P < 0,01) et de 1 bec à 1,5-2 becs pour les chinchards (Figure 23c ; Kruskal-Wallis H = 66,61, P < 0,001).

La taille des proies ramenées par les sternes varie donc, passant globalement, toutes espèces proies confondues, de 1-1,5 becs en début de saison au moment des parades à 2-2,5 becs en fin de période d'élevage des poussins, mais sans que l'on sache quelles sont les gammes de tailles effectivement disponibles en mer, et préférentiellement sélectionnées, ou pas, par les sternes.

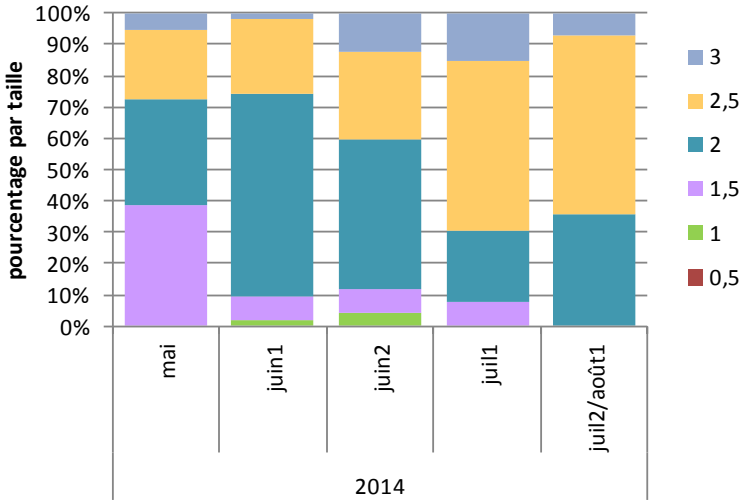
Cette variation des tailles des proies a une importance toute particulière sur le plan de leur valeur énergétique. En effet, le poids et la valeur énergétique augmentent avec la taille des poissons, mais de manière non linéaire (voir Coull *et al*. 1989, Lewis *et al*. 2003, Harris & Wanless 2011). Cette valeur énergétique varie aussi en fonction des espèces proies (Spitz *et al*. 2010, Harris & Wanless 2011, Spitz & Jouma'a 2013). Spitz *et al*. (2010) et Spitz & Jouma'a (2013) proposent trois groupes fonctionnels basés sur la valeur énergétique des espèces, les Clupéidés, Atherinidés, Scombridés et Carangidés étant des poissons de qualité élevée et les Ammodytidés, Engraulidés, Gadidés et Scomberesocidés des poissons de qualité moyenne. Le merlan, bien qu'étant un Gadidé, est quant à lui un poisson de faible qualité. Une approche détaillée de la valeur énergétique moyenne des proies ramenées par les sternes nécessite une importante revue de la bibliographie pour trouver les équations adéquates reliant longueur et poids des différentes espèces ou familles de proies (et distinguer si nécessaire les différentes classes d'âge des espèces proies), revue qu'il n'a pas été possible de mettre en œuvre dans le cadre du programme Skrapesk faute de temps disponible suffisant. En première approche, avec un certain nombre d'approximations, une analyse sommaire a été réalisée uniquement pour la sterne caugek qui a un régime alimentaire moins diversifié. Les résultats pour la valeur énergétique moyenne et la longueur moyenne des proies sont respectivement de 19 kJ et 10 cm, 22 kJ et 9 cm, 35 kJ et 10 cm durant la deuxième quinzaine de juin en 2012, 2013 et 2014, et de 32 kJ et 12 cm, 43 kJ et 11 cm, 43 kJ et 11 cm durant la première quinzaine de juillet en 2012, 2013 et 2014. Même s'il convient de rester prudent dans l'interprétation compte tenu des approximations, la valeur énergétique moyenne des proies semble donc montrer une nette variabilité alors que dans le même temps la longueur moyenne ne varie pas beaucoup.

Figure 23. Fréquences de tailles des « poissons argentés » (Clupéidés, Engraulidés et Athérinidés) pour les sternes caugek (a), des merlans (Gadidés) pour les sternes pierregarin (b) et des chinchards (Carangidés) pour les sternes pierregarin (c) à l'île aux Moutons en fonction de l'avancement de la saison de reproduction en 2014 (en pourcentage par classe de taille par rapport à la taille du bec).

a.



b.



c.

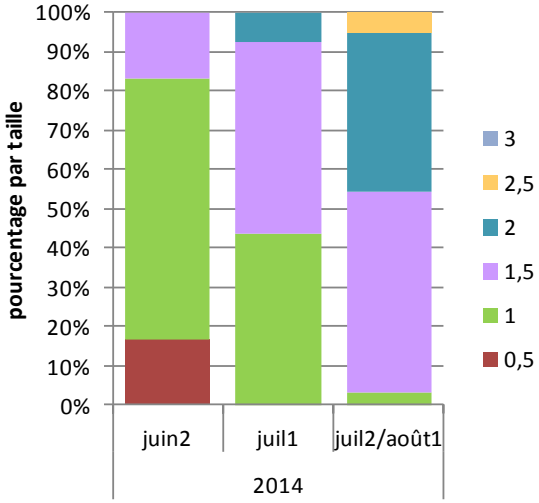


Figure 24. Sterne pierregarin avec un merlan d'une taille de 2 becs en mai 2014 à l'île aux Moutons (cliché L. Pescayre, Bretagne Vivante).

Figure 25. Sterne pierregarin ramenant à ses poussins un lieu jaune d'une taille de 2 becs en juin 2012 à l'île aux Moutons (cliché A. Rohr, Bretagne Vivante).

3.4.4. Fréquence d'alimentation des poussins

Compte tenu de la désertion quasi-totale de la colonie de l'île aux Dames en baie de Morlaix, seules quatre séances d'observation des apports de proies par les sternes pierregarin à leurs poussins ont été effectuées fin juillet – début août 2012.

En revanche, à l'île aux Moutons aux Glénan, plusieurs séances de suivi ont été réalisées entre début juin et fin juillet durant les trois années, portant sur des familles des trois espèces de sternes. Les observations ont porté sur des couples avec leurs poussins ou, pour les sternes caugek uniquement, sur des petits groupes de poussins rassemblés en crèche. Le nombre de poussins observés variait de 2 à 10 individus.

Les résultats montrent des fréquences de nourrissage qui se situent le plus souvent entre 1 et 2 proies délivrées par poussin et par heure, très rarement inférieures et quelques fois supérieures (Figure 26). Certaines sessions d'observation ont également mis en évidence une absence de nourrissage pendant les 2 heures de suivis. Ce fut le cas par exemple le 19 juillet 2014 pour les sternes caugek et pierregarin, avec un peu plus de 0,5 proies par poussin et par heure en milieu de journée mais aucune proie délivrée en fin de journée (Figure 26). Le pic de fréquence de 8 proies par poussin et par heure pour les sternes pierregarin le 11 juillet 2013 correspond à des apports de fourmis volantes par les parents (Figure 26).

L'analyse des résultats de la saison 2014 montre que la fréquence de nourrissage tend à être plus faible au moment de la pleine mer qu'aux autres moments du cycle de la marée, cela étant bien plus prononcé chez la sterne pierregarin que chez la sterne caugek, mais les différences ne sont pas statistiquement significatives (Tableau 4 ; $F_{7,40} = 0,99$, $P = 0,45$).

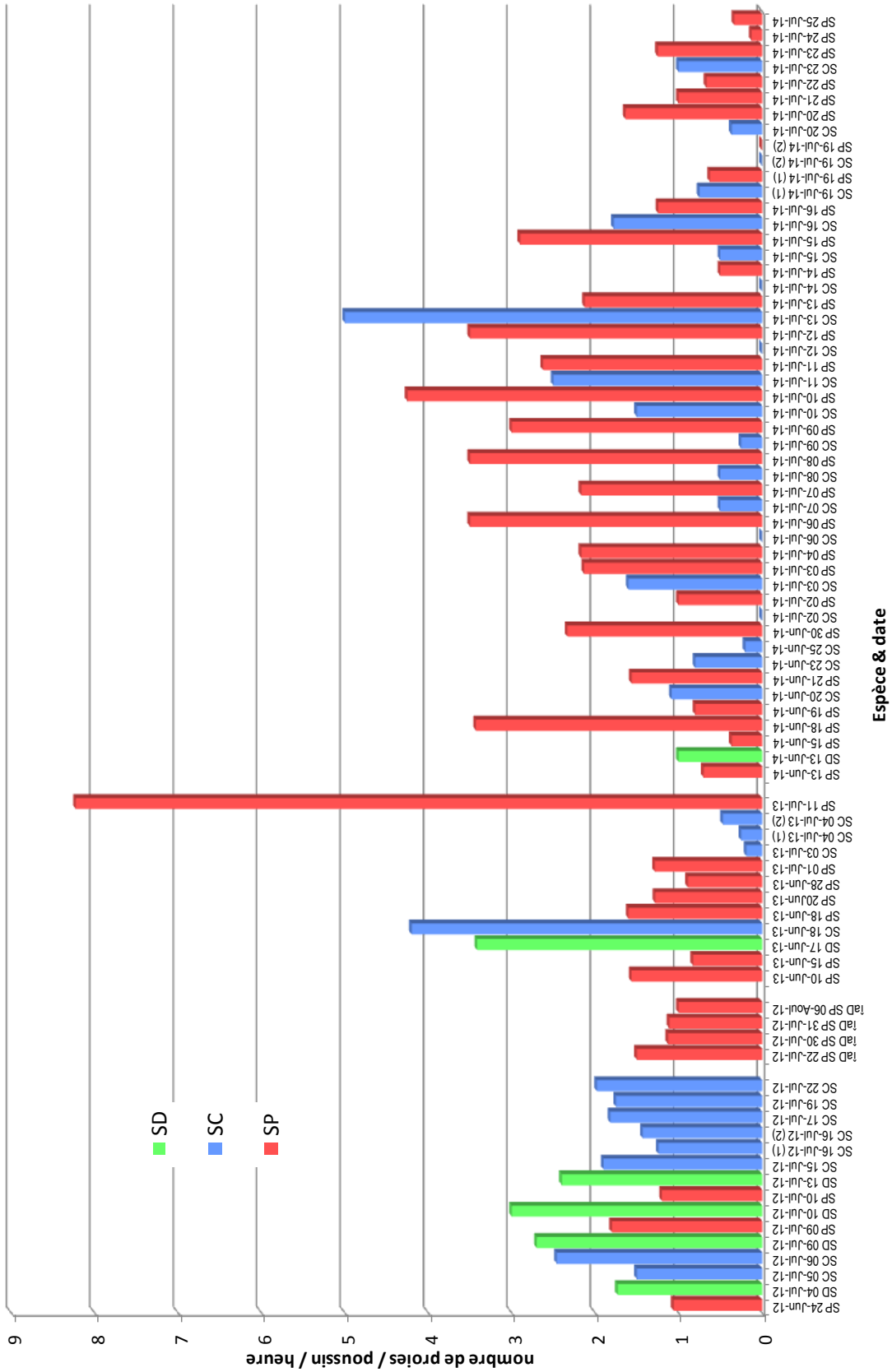
Tableau 4. Fréquence de nourrissage des poussins (nombre de proies / poussin / heure ± écart-type) à l'île aux Moutons (Finistère sud) en 2014.

Cycle de la marée	Caugek	Pierregarin
Pleine mer	0,73 ± 0,36 (N = 3)	1,02 ± 0,54 (N = 3)
Marée descendante	0,89 ± 0,92 (N = 4)	1,63 ± 1,08 (N = 8)
Basse mer	0,83 ± 1,18 (N = 4)	2,04 ± 1,82 (N = 3)
Marée montante	1,03 ± 1,56 (N = 9)	1,95 ± 1,31 (N = 14)

En 2014, les suivis s'échelonnent des éclosions jusqu'à l'envol des jeunes, c'est-à-dire globalement avec des poussins âgés de quelques jours lors des premiers suivis et de trois semaines environ lors des derniers suivis. Les poussins n'ont cependant pas tous le même âge à chaque session de suivi, et l'absence de marquage individuel rend difficile une analyse de l'évolution de la fréquence de nourrissage en fonction de l'âge des poussins.

Des cas de kleptoparasitisme ont été notés tous les ans sur la colonie de l'île aux Moutons, les parents revenant avec une proie dans le bec se faisant pourchasser par d'autres sternes, généralement de la même espèce, qui tentent de dérober la proie. En 2014, ce phénomène de kleptoparasitisme a été particulièrement intense, avec des attaques à la fois quand les parents arrivaient à proximité de la colonie, puis au-dessus de la colonie et enfin à terre lors du nourrissage des poussins. De véritables mêlées ont parfois été observées au sol, entre parents, poussins et attaquants. Et, autre caractéristique de la saison 2014, les sternes caugek ont été observées en train d'attaquer leurs congénères alors que les années précédentes, c'était quelques individus de sternes pierregarin et de sternes de Dougall qui pratiquaient le kleptoparasitisme.

Figure 26. Fréquence de nourrissage des poussins (en nombre de proies / poussin / heure) pour les sternes caugek (SC, en bleu), pierregarin (SP, en rouge) et de Dougall (SD, en vert), à l'île aux Moutons en 2012, 2013 et 2014, et à l'île aux Dames (îaD) en 2012.

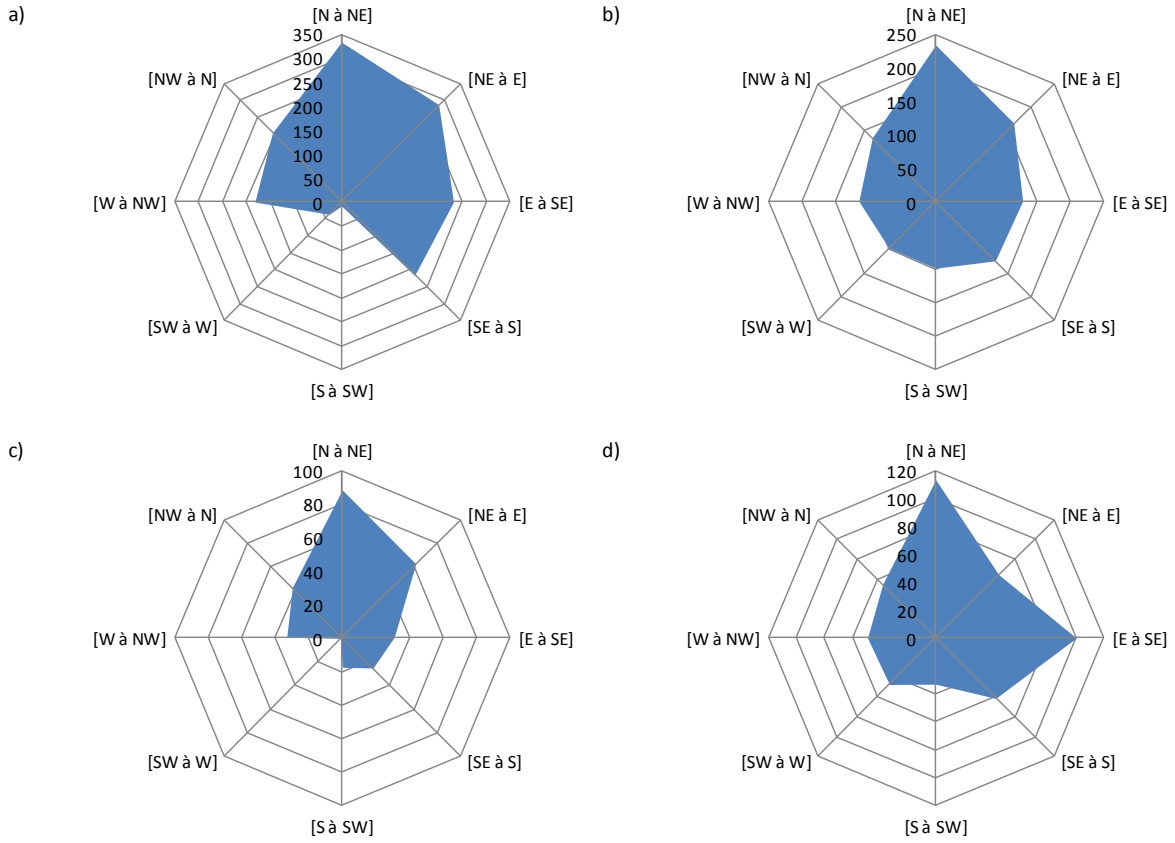


3.4.5. Directions de vol des adultes

Le suivi des directions de vol des adultes revenant avec des proies a été réalisé en 2013 et 2014 à l'île aux Moutons (Figure 27). Si la direction [nord à nord-est] est l'axe de retour principal pour les sternes caugek et pierregarin durant les deux années, les profils globaux sont significativement différents pour chacune des espèces entre les deux années (caugek : Chi2 = 184,69, ddl = 7, $p < 0,001$; pierregarin : Chi2 = 51,85, ddl = 7, $p < 0,001$). Et les profils globaux sont significativement différents entre les deux espèces pour chacune des deux années (2013 : Chi2 = 73,55, ddl = 7, $p < 0,001$; 2014 : Chi2 = 20,78, ddl = 7, $p < 0,005$). Les observations sont trop peu nombreuses pour les sternes de Dougall pour être exploitables (respectivement 15 et 5 retours observés en 2013 et 2014).

Si des variations journalières ont été enregistrées en 2013 comme en 2014, aucun lien évident avec le cycle de marée n'apparaît dans ces changements des directions de vol.

Figure 27. Directions de vol des sternes caugek en 2013 (a) et 2014 (b) et des sternes pierregarin en 2013 (c) et 2014 (d) revenant à l'île aux Moutons avec des proies.



4-Discussion et perspectives

L'installation d'une importante colonie plurispécifique de sternes (caugek, pierregarin, Dougall) à l'île aux Moutons et le bon déroulement de la reproduction ont permis de recueillir durant les trois années de l'étude des données particulièrement intéressantes sur les zones de pêche dans le Finistère sud et sur les proies pêchées, permettant ainsi d'apporter des réponses aux différentes questions posées lors du lancement du programme Skrapesk. Dans la mesure du possible, les résultats obtenus devront être valorisés et exploités pour rédiger des articles destinés à des publications scientifiques.

Les sessions de poursuite des sternes ont permis de réaliser 29 trajets aller-retour avec proie ramenée, ce qui correspond à 26 % des poursuites engagées (N = 111). Durant l'étude similaire réalisée au Royaume-Uni sur 10 colonies et quatre espèces de sternes (Wilson *et al*. 2014), le bilan correspondant était de 37 % de trajets complets (N = 1 005). Les résultats obtenus dans le Finistère sud montrent que certains reproducteurs peuvent faire un trajet de quelques minutes seulement pour chercher à manger pour leurs poussins, tandis que d'autres vont quant à eux faire 20 à 45 minutes de trajet. Il existe donc clairement des stratégies individuelles différentes pour l'exploitation des zones marines périphériques de la colonie, proches ou éloignées, la disponibilité des proies à proximité immédiate de la colonie ne semblant pas être la seule variable explicative. L'effet éventuel d'une compétition intra ou interspécifique plus importante à proximité de la colonie n'est pas connu. Cette variabilité importante des durées des trajets a aussi été mise en évidence sur d'autres colonies (Stienen 2002, 2006). Il faut également souligner qu'au niveau comportemental, certains oiseaux partent en vol direct vers la zone de pêche puis reviennent sur le même axe de vol tandis que d'autres oiseaux montrent un vol plus circulaire, apparemment sans destination clairement définie. Goyert (2015) a mis en évidence un comportement plus exploratoire chez la sterne pierregarin par rapport à la sterne de Dougall qui montre une plus grande fidélité à ses zones de pêche.

La localisation des zones de pêche des sternes par les suivis en mer et par les suivis depuis la côte fournit des résultats différents, plus proches de la colonie avec la première méthode et plus disséminées sur le littoral avec la deuxième méthode. Les zones de pêche peuvent être sur le littoral continental (plage, côte rocheuse, port…), en périphérie immédiate des multiples îles ou îlots du secteur, ou en pleine eau (zones avec des poissons prédateurs ou des mammifères marins en action de pêche, zones de radeaux d'algues flottantes, zones avec des bateaux professionnels ou plaisanciers en action de pêche, etc.). Les reproducteurs des trois espèces ayant des poussins à nourrir semblent s'alimenter dans un rayon inférieur ou égal à une quinzaine de kilomètres de la colonie de l'île aux Moutons, allant peut-être jusqu'à une vingtaine de kilomètres pour la sterne caugek. À titre de comparaison, le rayon d'action des sternes pierregarin et de Dougall est plus réduit à Coquet Island (nord-est de l'Angleterre), inférieur à 10 km (Robertson *et al*. 2015). La moyenne des distances maximales à la colonie obtenue sur plusieurs colonies au Royaume-Uni est de 32 km pour la sterne caugek (extrêmes = 17 à 42 km), de 19 km pour la sterne pierregarin (extrêmes = 12 à 30 km), et de 19 km également pour la sterne de Dougall (Wilson *et al*. 2014, voir également Eglington & Perrow 2014 pour une revue bibliographique très complète). Dans le Finistère sud, les sternes s'alimentent le plus souvent dans des eaux peu profondes, comme cela a également été observé en Bretagne nord, où les sternes pierregarin pêchent en moyenne à 3 km de leur colonie, avec un maximum de 6 km (GEOCA 2013).

Les zones de pêche les plus éloignées de la colonie de l'île aux Moutons, situées à une quarantaine de kilomètres, semblent être exploitées uniquement par des oiseaux non-reproducteurs. L'hypothèse avancée est qu'il existe un pool d'oiseaux non-reproducteurs (ou en échec précoce), qui restent attachés à une colonie et qui viennent apparemment y passer la nuit, mais qui se dispersent en journée sur une zone marine bien plus large que celle qui est exploitée par les reproducteurs. Ce serait donc ces oiseaux non-reproducteurs que l'on peut, par exemple, observer en pêche à Clohars-Carnoët (Figure 10) ou à proximité de Groix (C. Robert & F. Le Cornoux comm. pers.), ou passant devant la

pointe de Penmarc'h (G. Guyot comm. pers.) dans le cas de la sterne caugek, ou dans certains ports, du côté de Cap Coz et la Forêt-Fouesnant, dans le cas de la sterne pierregarin (Figure 10).

Les résultats de l'étude permettent d'évaluer la pertinence des périmètres des ZPS marines désignées dans le cadre de Natura 2000 en mer au regard des zones marines où s'alimentent les sternes. Dans le Finistère sud, les sternes reproductrices s'alimentent quasi-exclusivement dans le périmètre des ZPS, à l'exception du littoral de Loctudy et l'Île-Tudy, zone de pêche régulièrement exploitée par les trois espèces de sternes (Figures 8, 9 & 10).

La méthode de suivi qui consiste à poursuivre les sternes en bateau rapide est efficace, mais il faut multiplier les sorties pour avoir un échantillon suffisant de trajets aller-retour et permettre une analyse statistique satisfaisante des résultats. Dans les zones littorales, insulaires (nombreux îlots, faible profondeur…) ou portuaires (vitesse réglementée, bateaux au mouillage…), il peut être difficile de progresser aisément et rapidement avec ce bateau rapide. Il convient alors d'améliorer les capacités de prospection et de localisation des zones de pêche à une échelle plus fine, comme cela a été réalisé par exemple au sein de l'archipel des Glénan avec des observations en kayak ou depuis les îles.

À partir des données collectées à l'île aux Moutons, avec un très grand nombre de clichés de sternes revenant à la colonie avec leurs proies dans le bec, un catalogue des proies a pu être élaboré, au niveau des familles, et autant que possible au niveau des espèces. Ce catalogue a été complété annuellement au cours du programme en fonction des nouvelles données récoltées (voir Annexe 6 p. 102). Le programme Skrapesk a donc largement contribué à améliorer les connaissances sur le régime alimentaire des sternes en Bretagne, et apporte des éléments complémentaires à d'autres travaux menés ces dernières années, sur le cormoran dans le Mor Braz ou plus récemment sur les alcidés aux Sept-Îles (Fortin *et al*. 2013a, 2013b, Provost & Bentz 2013). Les suivis ont permis d'identifier les espèces proies exploitées aux différents stades du cycle de reproduction (avril à début mai = offrandes lors des parades nuptiales, mai = incubation des œufs, juin-juillet à août = élevage des poussins).

La faible fréquence des cas de transport de plusieurs proies est conforme aux données de la littérature, et elle est plus courante chez la sterne caugek que chez la sterne pierregarin (Hays *et al*. 1973, Duffy 1987, Dies & Dies 2005). Ces captures simultanées de plusieurs proies sont exceptionnelles et sont certainement liées à la présence de bancs de poissons particulièrement denses (lançons, sardines, anchois…), ce qui augmente la probabilité de capturer plus d'une proie lors d'un seul plongeon. Cabot & Nisbet (2013) avancent cette hypothèse en précisant qu'aucun cas n'a été observé in situ, mais trois cas l'ont été durant la présente étude (cf. 3.4.1).

Les résultats sur les apports de proies ont mis en évidence l'importance majeure des lançons pour l'alimentation des sternes caugek (Figure 15), comme pour d'autres colonies en Europe (Garthe & Kubetzki 1998, Stienen *et al*. 2000, voir également Eglington & Perrow 2014 pour une revue bibliographique très complète). Leur prépondérance en 2012 aurait d'ailleurs sans doute été encore plus élevée en l'absence du balaou. Le balaou de l'Atlantique est une espèce du large dont les bancs se déplacent au gré des courants et des masses d'eau plus chaudes (Dudnik *et al*. 1981). Sa présence de manière importante parmi les proies des sternes aux Glénan est à considérer comme un phénomène assez exceptionnel. Les bolincheurs qui pêchent la sardine dans le Finistère sud n'en ramènent que très rarement (S. Iglesias comm. pers.). Aux Açores, les sternes de Dougall exploitent le balaou pour nourrir leurs poussins (Martins *et al*. 2004). De l'autre côté de l'Atlantique, dans le golfe du Maine, la balaou est apparu récemment dans les proies exploitées par les sternes et les macareux, et cela a été mis en relation avec le réchauffement des eaux dans le voisinage des colonies de reproduction (National Audubon Society 2007). Alors que de nombreuses sternes ramenaient du balaou à la colonie des Moutons, aucun oiseau n'a été vu en pêcher lors des deux journées de poursuites en mer en 2012, ni les oiseaux pris en chasse ni les oiseaux qui survolaient le bateau. Cela peut être du au fait que toutes les zones de pêche n'ont pas été échantillonnées lors des trajets de poursuite, malgré l'attention portée à suivre des oiseaux partant dans différentes directions. Mais cela pourrait aussi être du au fait que l'identification des proies n'est pas toujours aisée en mer, en fonction de la vitesse et de l'état de la

mer, et que des balaous auraient pu être identifiés à tort comme des lançons. Le doute reste permis, bien que cela semble cependant assez peu probable, car les balaous ont un corps plus rigide que les lançons et l'aspect à distance de ces deux types de proies dans le bec des sternes n'est pas identique. En 2013, la situation était similaire, les zones de pêche des sardines n'ont pas été repérées lors des trajets de poursuite alors que les sternes ramenaient des sardines à la colonie ces jours là. En 2014, par contre, les sternes ont été observées pêchant des Clupéidés et des Carangidés lors des trajets de poursuite. Au nord des Moutons, entre l'île et la pointe de Mousterlin, c'est essentiellement du lançon qui était pêché par les sternes durant les trois saisons de suivi.

Figure 28. Sterne pierregarin avec un balaou de l'Atlantique à l'île aux Moutons en juillet 2012 (cliché J. Grousseau, Bretagne Vivante).

Les résultats obtenus sur le régime alimentaire des sternes pierregarin (Figures 16 & 19) montrent bien leur caractère généraliste et opportuniste, avec des proies marines, mais aussi des poissons d'eau douce et des insectes (Becker & Ludwigs 2004, Cabot & Nisbet 2013, voir également Eglington & Perrow 2014 pour une revue bibliographique très complète). Les résultats ont aussi mis en évidence que les sternes pierregarin ramènent des espèces de poissons qui, compte tenu de leur écologie, ont nécessairement été pêchées dans les rejets derrière les chalutiers à langoustines. Ces zones de chalutage sont probablement celles qui se situent dans le sud de Penfret et dans le secteur de Basse Jaune (sud de l'archipel des Glénan). Certains chalutiers ne finissent de trier leur dernier trait de chalut qu'en arrivant au port de Concarneau, ce qui veut dire que les sternes peuvent aussi avoir accès aux rejets durant tout le trajet retour des bateaux, entre les zones de chalutage et le port. Cette question de l'interaction des sternes avec les bateaux de pêche mériterait une attention particulière. Il faudrait au minimum pouvoir disposer d'échantillons des rejets pour identification et biométrie des espèces rejetées lors des actions de pêche, pour comparaison avec les observations faites sur la colonie, voire de faire des embarquements pour observer le comportement des sternes sur les zones de chalutage. En termes d'interactions avec les bateaux de pêche, les suivis ont également mis en évidence que les sternes peuvent aussi chercher de la nourriture derrière des petits bateaux de pêche (palangre, drague…), voire derrière des bateaux de pêcheurs plaisanciers. La préparation d'un

questionnaire, pour recueillir auprès des pêcheurs professionnels d'éventuels témoignages sur la présence de sternes en mer derrière les bateaux en pêche, pourrait également être envisagée.

Les poissons d'eau douce (gardon ou rotengle) ont pu être pêchés par les sternes caugek et pierregarin dans la partie aval des rivières (Odet, rivière de Pont l'Abbé) ou dans les étangs arrière littoraux. Si aucune des sternes suivies n'a été observée allant se nourrir dans les étangs, d'autres ont été suivies jusqu'à l'embouchure de l'Odet (Figures 8 & 9). Hors contexte des suivis protocolés, une sterne pierregarin a été observée le 1er juillet 2012 pêchant un poisson de 8-10 cm dans l'étang de Coziou à Trévignon (obs. A. Loussouarn).

Les seules données trouvées dans la littérature sur le régime alimentaire pour d'autres colonies de sternes de la façade Atlantique française concernent les sternes caugek au banc d'Arguin (Gironde ; Campredon 1978) et les sternes pierregarin dans l'archipel de Molène (Finistère ; Yésou *et al*. 2005). Au banc d'Arguin, les observations réalisées en 1976 avaient mis en évidence une prédominance des anchois (74 %), des prêtres *Atherina presbiter* (21 %) et seulement 2 % de lançons *Ammodytes tobianus*, alors qu'en 1966 le lançon était la proie principale (Campredon 1978). Sur l'île de Béniguet, dans l'archipel de Molène, l'alimentation des sternes pierregarin sur la période 1997-2004 est essentiellement constituée de lançons (Yésou *et al*. 2005).

Les données collectées sur la fréquence de nourrissage des poussins à l'île aux Moutons peuvent comporter quelques biais méthodologiques. En effet, les observateurs changeaient en cours de saison et d'une saison à l'autre, et le temps disponible sur le programme Skrapesk n'était pas suffisant pour assurer une formation de base des observateurs pour le suivi des nourrissages et tester au préalable leurs capacités de mise en œuvre opérationnelle sur le terrain. Néanmoins, l'ordre de grandeur obtenu peut certainement être considéré comme un bon reflet de la situation et, globalement, le rythme d'approvisionnement des poussins se situait le plus souvent entre une et deux proies délivrées par poussin et par heure entre fin juin et fin juillet. À titre de comparaison, Stienen *et al*. (2000) obtenaient des fréquences de nourrissage se situant le plus souvent entre 0,4 et 0,6 proies délivrées par poussin et par heure pour la sterne caugek, et des durées de trajets très variables, entre 2 et 178 min (Stienen & Brenninkmeijer 2002). Pour cette même espèce, Götmark (1990) mentionne une durée moyenne de trajets de 28 min, allant de moins de 10 min à plus de 50 min. Pour les sternes pierregarin dans l'archipel de Molène, Yésou *et al*. (2005) obtenaient des fréquences de nourrissage se situant le plus souvent entre une et deux proies délivrées par poussin et par heure, comme à l'île aux Moutons. Perrow *et al*. (2010) obtenaient des fréquences de nourrissage de 0,33, 0,35 et 0,75 proie par poussin et par heure sur trois colonies de sternes caugek, et de 0,52 et 1,53 proie par poussin et par heure sur deux colonies de sternes pierregarin. Becker & Ludwigs (2004) mentionnent des fréquences de nourrissage allant de 0,6 à 1,6 proies délivrées par poussin et par heure pour diverses colonies de sterne pierregarin. Pour la sterne de Dougall, Newton & Crowe (2000) obtenaient des valeurs de 1,0, 1,2 et 2,0 nourrissages par nid et par heure (dans cette étude les résultats sont exprimés par nid et non par poussin, le bilan par poussin étant inférieur ou égal au bilan par nid). Robertson *et al*. (2015) obtenaient des fréquences de nourrissage de 1,3 proie par poussin et par heure pour les sternes pierregarin et de Dougall, tandis que Goyert (2015) montrait une différence entre ces deux mêmes espèces, avec respectivement environ 0,6 et 0,4 proie par poussin et par heure, avec des trajets d'une vingtaine de minutes. En Bretagne nord, la fréquence de nourrissage variait de 0,8 à 1,4 proie par poussin et par heure sur deux colonies de sternes pierreagrin (GEOCA 2013).

L'année 2012 est l'année avec les ressources alimentaires les plus abondantes pour les sternes, notamment dans un rayon de quelques kilomètres autour de la colonie. L'année 2014 apparaît par contre comme une année à plus faible disponibilité des ressources alimentaires, les sternes devant se rabattre sur des espèces proies beaucoup plus diversifiées, dont certaines de qualité moindre sur le plan énergétique. Les observations à terre ont mis en évidence en 2014 une fréquence bien plus élevée des cas de kleptoparasitisme visant les parents revenant nourrir leurs poussins, d'autres sternes leur volant les proies ramenées. Ce constat est à mettre en relation avec une réduction de la disponibilité des proies (Schreiber & Kissling 2005). L'année 2014 est aussi la seule saison de reproduction où la

sterne caugek a ramené des poissons d'eau douce à la colonie. C'est aussi l'année où le nombre de cas d'observation des sternes caugek avec plus d'une proie dans le bec a été le plus faible. Et, pour finir, le volume moyen des pontes pour la sterne caugek a diminué d'année en année, passant de 1,69 œufs par nid en 2012 (avec 68 % de nids à 2 œufs), à 1,52 œufs par nid en 2013 (avec 51 % de nids à 2 œufs) et à 1,26 œuf par nid en 2014 (avec seulement 26 % de nids à 2 œufs). Tous ces éléments confortent l'hypothèse d'une moindre abondance des proies clés habituelles du régime alimentaire des sternes.

Figure 29. Sterne caugek nourrissant son poussin avec un lançon d'une taille de 1,5 bec en juin 2012 à l'île aux Moutons (cliché C. Roy, Bretagne Vivante).

Il est délicat de répondre à la question relative à l'évaluation des possibilités d'utiliser un ou des paramètres de la biologie de reproduction des sternes comme indicateur de qualité d'accueil du milieu marin pour ces espèces (voir par exemple Dänhardt & Becker 2011b). L'estimation de la production en jeunes montre une meilleure performance en 2012 par rapport à 2013 et 2014 pour les sternes caugek mais meilleure en 2013 par rapport à 2012 et 2014 pour les sternes pierregarin (Tableau 1). Les ressources alimentaires ne sont en effet pas le seul facteur qui peut influer sur la production (conditions météorologiques, prédation, dérangement, etc.). Et la production en jeunes demeure un paramètre difficile à estimer dans les grandes colonies de sternes (synchronisme plus ou moins prononcé des pontes et des envols, grands jeunes plus ou moins visibles dans la végétation, dans les rassemblements en crèche, sur les reposoirs…). L'utilisation de la fréquence de nourrissage des poussins pour illustrer les variations interannuelles des disponibilités des ressources alimentaires n'est pas aisée car le nombre de proies délivrées par poussin et par heure, le plus souvent entre une et deux proies, ne tient pas compte de la taille des proies et de leur valeur énergétique. Cet aspect nécessitera de futures investigations plus poussées pour rechercher d'éventuelles relations entre effort de pêche des sternes, types, tailles et valeurs énergétiques des proies exploitées et production en jeunes, pour tenter de définir un indicateur de qualité du milieu.

Dans l'immédiat, il ne s'avère pas essentiel de poursuivre les trajets de traque des sternes dans le Finistère sud. Par contre, la méthode est facilement exportable et ce type de suivi pourrait être proposé sur d'autres colonies de sternes du littoral français, notamment pour les sternes caugek qui sont les plus marines des sternes (dans le Pas-de-Calais avec la colonie du platier d'Oye, dans le bassin d'Arcachon en Gironde avec la colonie du banc d'Arguin, sur l'île de Noirmoutier en Vendée avec la colonie du polder de Sébastopol et sur l'étang de Thau dans l'Hérault avec la colonie des salins de Villeroy). Il est même possible d'envisager de faire se déplacer une équipe expérimentée, incluant un pilote, un bateau et des observateurs. Des suivis similaires ont été menés en Bretagne nord dans le Trégor-Goëlo en 2012 et 2013, concernant principalement la sterne pierregarin (GEOCA 2012, 2013). L'intérêt de ces traques en mer est indéniable dans les premières années d'étude, notamment pour familiariser les observateurs locaux avec l'écologie alimentaire des sternes, pour visualiser leur comportement de recherche alimentaire et de pêche, et pour identifier les zones de pêche. Cette méthode de suivi ne doit cependant pas être utilisée pour un suivi à long terme, dans la mesure où elle pose un problème de vitesse élevée d'un navire dans une AMP et de cohabitation avec les autres usagers de l'espace marin.

Les développements récents dans le domaine de l'appareillage électronique miniaturisé montrent qu'il sera sans doute possible à l'avenir d'utiliser ce type d'approche pour étudier l'écologie alimentaire des sternes. Si la méthode de suivi des sternes par radio-tracking a déjà été utilisée, avec pose d'appareils et recherche ultérieure des oiseaux par avion (voir par exemple Burness *et al*. 1994, Perrow *et al*. 2006, Rock *et al*. 2007a, 2007b, Fijn *et al*. 2011), des GPS miniaturisés adaptés au poids des sternes et résistants à l'impact des plongeons seront certainement disponibles dans un avenir proche (voir McLeay *et al*. 2010, Fijn & Poot 2014, Soanes *et al*. 2015). Dès le montage du projet, l'utilisation d'appareillage électronique miniaturisé n'avait pas été envisagée dans le cadre du programme Skrapesk pour des raisons de coûts (investissement en matériel et temps de travail associé pour la capture, le suivi et la recapture des oiseaux et pour le traitement et l'analyse des données).

Les perspectives à l'échelle du Finistère sud pour l'étude du régime alimentaire seraient de poursuivre un suivi des apports de proies durant la saison, avec au minimum une session de prises de vue tous les 15 jours environ entre la fin mai et la fin juillet, dont quatre sessions incontournables en juin-juillet en pleine période d'élevage des jeunes. En effet, étant donné que les trois années d'étude ont mis en évidence trois situations différentes sur le plan alimentaire, avec une variabilité saisonnière des proies, parfois même hebdomadaire (voir également Safina *et al*. 1990, Hall *et al*. 2000, Wambach & Emslie 2003, McLeay *et al*. 2009), il est primordial de continuer à collecter des données. Ce type de suivi photographique pourrait d'ailleurs être proposé en simultané sur d'autres colonies de sternes du littoral français, en Manche, Atlantique et Méditerranée, pour avoir une approche comparative. Il convient également de continuer à suivre la fréquence de nourrissage des poussins, avec un protocole réduisant au maximum les biais liés à l'observateur, et dans la mesure du possible en recueillant simultanément des données sur l'assiduité des parents auprès de leurs poussins (voir Stienen & Brenninkmeijer 2002). Une attention particulière devra être portée sur la sterne de Dougall, espèce pour laquelle peu d'informations ont été collectées sur la période 2012-2014.

Sur une session de prises de vues d'une heure, il est possible d'obtenir de l'ordre de 120 photos exploitables (soit environ 2/mn). Ensuite, pour analyser les clichés, il faut au moins 1 heure pour traiter 100 photos à 2 personnes dont 1 « expert ». Pour ce travail d'identification des proies, il convient de souligner la nécessité d'avoir du matériel photographique adéquat, un ordinateur performant en termes de mémoire vive pour passer en revue les images numériques et zoomer, et des disques durs externes pour stocker et sauvegarder toutes ces photos volumineuses (taille de quelques Mo par photo).

Une approche complémentaire à développer pour l'étude du régime alimentaire consiste à travailler sur la collecte et l'identification des otolithes des proies, ou autres structures non digérées (bec des céphalopodes par exemple). Il est nécessaire pour cela de collecter des fientes ou des pelotes de réjection en périphérie des nids sur les colonies pendant la saison de reproduction, ou de prélever ou

fouiller le substrat en fin de saison après le départ des sternes (Veen *et al*. 2003, Bugoni & Vooren 2004, Catry *et al*. 2006, Barrett *et al*. 2007, Leblond 2009).

Les biais potentiels liés à des changements d'observateurs devront être pris en compte à l'avenir, tant pour la poursuite du programme Skrapesk dans le Finistère sud que pour le développement de programmes similaires ailleurs. Il est important de prévoir un temps de formation adéquat, et de développer des outils de formation spécifiques, pour familiariser les observateurs avec les protocoles de suivi et les contraintes de terrain afin de réduire les risques de biais.

Un des futurs axes de recherche concerne la biologie des proies principales des sternes, notamment les espèces de poissons-fourrage (lançon, sardine, anchois…) à l'échelle du nord du golfe de Gascogne (abondance, répartition spatiale, évolution des stocks, menaces…), afin de mieux cerner la variabilité saisonnière et interannuelle et les répercussions sur l'écologie alimentaire des sternes (voir à ce sujet Meynier *et al*. 2008, Certain *et al*. 2011). La question est de chercher à savoir si les variations observées dans un périmètre contraint, c'est-à-dire dans un rayon d'environ 20 km autour de la colonie, sont un cas particulier à l'échelle locale ou si elles illustrent ce qui se passe à plus large échelle pour ces espèces clés, soumises à de multiples facteurs de pression (Pikitch *et al*. 2012). Il est essentiel de pouvoir comparer les variations interannuelles du régime alimentaire des sternes de l'île aux Moutons avec les variations interannuelles des espèces pêchées au printemps lors des campagnes Pelgas aux abords du Finistère sud (Duhamel *et al*. 2014). Des contacts devront être pris avec Ifremer pour connaître les possibilités d'accès à ces données détaillées.

Figure 30. Sterne ramenant un chinchard en juillet 2014 à l'île aux Moutons, espèce proie pêchée principalement durant la saison de reproduction 2014 (cliché M. Tort, Bretagne Vivante).

Il est également important de comprendre si la diminution de la part des lançons dans l'alimentation des sternes avec l'avancement de la saison de reproduction est liée à une raréfaction progressive du lançon dans le rayon d'action des sternes ou si elle traduit des changements de comportement de sélection des proies par les sternes pour répondre à une évolution du besoin énergétique et nutritionnel de leurs poussins (Robinson & Hamer 2000, Stienen *et al*. 2000). Il en est de même pour les

changements observés concernant les classes de tailles pêchées préférentiellement par les sternes, qui peuvent être liés à un réel choix des sternes de cibler des proies de plus en plus grande au fur et à mesure de l'avancement de la saison de reproduction, à des changements de répartition spatiale, de disponibilité et d'abondance des différents types de proies dans le rayon de prospection alimentaire des sternes ou à la croissance de ces proies (voir Burness *et al*. 1994, Aygen & Emslie 2006). Un travail bibliographique et une collaboration avec des laboratoires spécialisés en halieutique seront indispensables pour mener à bien ces futures investigations. Dans ce contexte, des pêches expérimentales pourraient être réalisées pour prélever des poissons sur les zones de pêche des oiseaux (voir par exemple Frank 1992, Dänhardt & Becker 2011a, Dänhardt *et al*. 2011).

Les investigations sur la taille, le poids et la valeur énergétique des proies devront être approfondies (voir par exemple Martins *et al*. 2004, Paiva *et al*. 2006, McLeay *et al*. 2009, Dänhardt 2010, Perrow *et al*. 2010 ; Figures 31 & 32). L'apport nutritif des parents aux poussins est en effet à la fois dépendant de la fréquence de nourrissage, de la taille des proies et de leur valeur énergétique (Frank 1992). Pour s'adapter aux variations des conditions locales, les sternes ne modifient pas nécessairement leur rythme de nourrissage, mais elles peuvent par contre modifier leur sélection des proies (plus grandes, plus riches… ; voir Robinson & Hamer 2000, Stienen *et al*. 2000). Cela nécessitera au préalable une importante revue de la bibliographie. Les données de la littérature fournissent en effet des informations variables sur les relations d'allométrie entre la longueur des poissons (ou céphalopodes) et leur poids, ainsi que sur leur valeur énergétique, en fonction des régions où ces paramètres ont été étudiés (voir Silva *et al*. 2013). Il sera donc important de pouvoir échantillonner les proies localement pour travailler sur l'aspect énergétique.

L'approfondissement de l'exploitation des données collectées durant le programme Skrapesk devra aussi porter sur la prise en compte des données météorologiques et océanographiques (paramètres physico-chimiques : bathymétrie, nature des fonds, habitats marins associés, température de surface, salinité, courantologie, production primaire, chlorophylle, ressources halieutiques, etc.) pour chercher à caractériser les zones exploitées par les sternes (voir par exemple Schwemmer *et al*. 2009, Tremblay *et al*. 2009, McLeay *et al*. 2010, Thaxter *et al*. 2011, Goyert 2014, Péron & Grémillet 2014, Pettex *et al*. 2014, Wilson *et al*. 2014). Le nombre relativement réduits de trajets réalisés ne permettra cependant pas une approche aussi poussée que celle réalisée au Royaume-Uni, pour une simple question de taille d'échantillon (Harwood & Perrow 2014). Cette approche est également indispensable pour chercher à mieux comprendre la variabilité intra et interannuelle observée sur le plan du régime alimentaire, et les liens avec la variabilité intra et interannuelle de l'abondance des proies et les facteurs environnementaux qui l'influencent (Certain *et al*. 2011, Alheit *et al*. 2014). Dans ce contexte, il faudra chercher à développer une collaboration avec des laboratoires de recherche (Ifremer, MNHN Concarneau, IUEM ou autre), dont les équipes impliquées dans le programme Pelgas sur le suivi des petits poissons pélagiques dans le golfe de Gascogne (Duhamel *et al*. 2014). Il s'agira d'avoir une approche pluridisciplinaire des relations environnement-proies-prédateurs à l'échelle des zones de reproduction des sternes (Dänhardt & Becker 2011b, Goyert 2014).

Figure 31. Sterne caugek ramenant un lançon, proie de valeur énergétique élevée, d'une taille de 3,5 becs à l'île aux Moutons en juin 2013 (cliché M. Plotard, Bretagne Vivante).

Figure 32. Sterne caugek ramenant un syngnathe, proie de faible valeur énergétique, d'une taille de 4 becs à l'île aux Moutons en juin 2014 (cliché M. Tort, Bretagne Vivante).

Remerciements
Nous remercions l'Agence des aires marines protégées pour la confiance et le soutien financier accordés pour la réalisation du programme Skrapesk. Un cofinancement a également été obtenu grâce au fonds européen FEDER « Fonds européen de développement régional ». Nous remercions chaleureusement Linda Wilson (Joint Nature Conservation Council) pour son aide précieuse et ses conseils méthodologiques pour les trajets de poursuite des sternes, et Samuel Iglesias du MNHN de Concarneau pour sa disponibilité et son aide précieuse apportée pour l'identification des proies des sternes. Nous remercions également Franck Cariou, de la société Alouest, pour ses compétences de pilotage et son acuité visuelle, qualités essentielles pour le bon déroulement des séances de poursuite des sternes, mais aussi pour son accueil à bord. Nous remercions aussi Jakob Fric (Hellenic Ornithological Society) pour les informations méthodologiques transmises sur les suivis en mer. Nous remercions toutes les personnes, services civiques et bénévoles, impliquées dans le suivi des colonies de sternes à l'île aux Dames (Finistère nord) et à l'île aux Moutons (Finistère sud), dans le suivi des sternes en pêche, ou ayant contribué aux observations sur le littoral, ainsi que les photographes : Virginie Antoine, Romain Bazire, Patrice Bernard, René-Pierre Bolan, Jacques Cadiou, Lorraine Calamel, Paul Canevet, Matthieu Canevet, Stéphen Canté, Coralie Castel, Jean-Jacques Chever, Lisa Croyère, Dimitri Davignon, Martin De Baets, François de Beaulieu, Even de Kergariou, Benoist Degonne, Orlane Doré, Baptiste Douteau, Bruno Ferré, Yann Flour, Lisa Gautier, Jocelyne Girard, Marc Girard, Marcel Gourvil, Gaétan Guyot, Frank Herrmann, Emmanuel Holder, Raymond Lachuer, Céline Lafon, Cyril Lamarre, Jacques Le Bail, Maden Le Barh, Frédéric Le Cornoux, Damien Le Guillou, Christian Le Jeune, Jean-Paul Le Pelleter, Eliane Le Roux, Dominique Le Strat, Arnaud Lec'hvien, Thomas Léopold, Elen Lepage, Albin Loussouarn, Amaury Louvet, Maïwenn Magnier, Martial Maguet, Nolwenn Malengreau, Geneviève Maout, Jacques Maout, Cédric Martin, Michel Marvy, Michèle Marvy, Philippe Mengin, François Morin, Jean Penhors, Laurie Pescayre, Daniel Piquet Pellorce, Françoise Pironet, Benjamin Ponge, Elise Quéré, Michel Quéré, Julien Robak, Catherine Robert, Thibault Rony, Cédric Roy, Jean-Philippe Sanquer, Lili Scavennec, Aurélien Schmitt, Anne Servant, Fanny Soltész, Graziella Tenin, Laurent Thébault, Alain Thomas, Michèle Thomas, Margaux Thomelier, Joy Toupet, Roger Uguen, Stéphane Wiza). Enfin, nous remercions Céline Dégremont, Matthieu Entraygues, Cécile Gicquel, Aurélie Blanck et Alexis Wargniez pour la relecture du présent rapport.

Bibliographie

Alheit J., Licandro P., Coombs S., Garcia A., Giráldez A., Santamaría M.T.G., Slotte A. & Tsikliras A.C. 2014. Atlantic Multidecadal Oscillation (AMO) modulates dynamics of small pelagic fishes and ecosystem regime shifts in the eastern North and Central Atlantic. *J Mar Syst*. 131 : 21-35.

Anthony J.A., Roby D.D. & Turco K.R. 2000. Lipid content and energy density of forage fishes from the northern Gulf of Alaska. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol*. 248 : 53-78.

Aygen D. & Emslie S.D. 2006. Royal tern (*Sterna maxima*) chick diet at Fisherman Island National Wildlife Refuge, Virginia. *Waterbirds* 29 : 395-400.

Bazire R. 2013. *Utilisation de l'archipel des Glénan par les sternes en période d'alimentation.* Rapport de stage, Bretagne Vivante, Brest, 12 p.

Barrett R.T., Camphuysen C.J., Anker-Nilssen T., Chardine J.W., Furness R.W., Garthe S., Hüppop O., Leopold M.F., Montevecchi W.A. & Veit R.R. 2007. Diet studies of seabirds: a review and recommendations. *ICES J. Mar. Sci*. 64 : 1675-1691.

Bearzi M. & Saylan C. 2008. A hand-held, PDA based system for seabird data collection during cetacean surveys. *J. Mar. Anim. Ecol*. 1 : 9-11.

Becker P.H. & Ludwigs J.D. 2004. *Sterna hirundo* Common tern. *BWP Update* 6 : 91-137.

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.* Oxford University Press, Oxford, 432 p.

Bugoni L. & Vooren C.M. 2004. Feeding ecology of the common tern *Sterna hirundo* in a wintering area in southern Brazil. *Ibis* 146 : 438-453.

Burness G.P., Morris R.D. & Bruce J.P. 1994. Seasonal and annual variation in brood attendance, prey type delivered to chicks, and foraging patterns of male Common Terns (*Sterna hirundo*). *Can. J. Zool.* 72 : 1243-1251.

Cabot D. & Nisbet I. 2013. *Terns*. Collins, London, 461 p.

Cadiou B. 2002. *Oiseaux marins nicheurs de Bretagne*. Les cahiers naturalistes de Bretagne N°4. Conseil Régional de Bretagne, Éditions Biotope, Mèze, 135 p.

Cadiou B., Pons J.-M. & Yésou P. (éds) 2004. *Oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (1960-2000)*. Éditions Biotope, Mèze, 218 p.

Cadiou B., Jacob Y., Le Bray F., Delliou N., Rohr A., Grousseau J. & Pfaff E. 2013. *Programme Skrapesk, Écologie alimentaire des sternes se reproduisant aux Glénan et en baie de Morlaix, rapport intermédiaire – saison 2012.* Rapport Bretagne Vivante, AAMP, Brest, 28 p.

Cadiou B., Jacob Y., Provost P., Quénot F., Yésou P. & Février Y. 2014. *Bilan de la saison de reproduction des oiseaux marins en Bretagne en 2013*. Rapport de l'Observatoire régional des oiseaux marins en Bretagne, Brest, 39 p

Cairns D.K. 1987. Seabirds as indicators of marine food supplies. *Biol. Oceanogr.* 5 : 261-271.

Camphuysen C.J., Fox A.D. & Leopold M.F. 2004. *Towards standardised seabirds at sea census techniques in connection with environmental impact assessments for offshore wind farms in the U.K: A comparison of ship and aerial sampling methods for marine birds, and their applicability to offshore wind farm assessments*. COWRIE Report, 38 p.

Campredon P. 1978. Reproduction de la Sterne caugek, *Thalasseus sandvicensis* Lath., sur le Banc d'Arguin (Gironde). Aperçu de sa distribution hivernale. *L'Oiseau et R.F.O.* 48 : 123-150 & 263-279.

Capoulade M., Quemmerais-Amice G. & Cadiou B. (éds) 2010. *La conservation de la sterne de Dougall*. Actes du séminaire du LIFE « Conservation de la sterne de Dougall en Bretagne ». *Penn ar Bed* 208, 134 p.

Carnot B. & Tort M. 2014. *Rapport d'activités 2014 Ile aux Moutons.* Rapport Bretagne Vivante, 40 p.

Catry T., Ramos J.A., Martins J., Peste F., Trigo S., Paiva V.H., Almeida A., Luís A., Palma J. & Andrade P., 2006. Inter-colony and annual differences in the diet and feeding ecology of little tern adults and chicks in Portugal. *Condor* 108 : 366-376.

Certain G., Masse J., Van Canneyt O., Petitgas P., Doremus G., Santos M.B. & Ridoux V. 2011. Investigating the coupling between small pelagic fish and marine top predators using data collected from ecosystem-based surveys. *Mar. Ecol. Prog. Ser*. 422 : 23-39.

Comolet-Tirman J., Hindermeyer X. & Siblet J.P. 2007. *Liste française des oiseaux marins susceptibles de justifier la création de Zones de Protection spéciale.* Convention MEDD/MNHN 2006 - Fiche n°4. Rapport SPN 2007/5, 11 p.

Coull K.A., Jermyn A.S., Newton A.W., Henderson G.I. & Hall W.B. 1989. *Length/weight relationships for 88 species of fish encountered in the North East Atlantic.* Scottish Fisheries Research Report 43, 81 p.

Cramp S. (Ed.) 1985. *The Birds of the Western Palearctic, Vol. IV, terns to woodpeckers*. Oxford University Press, Oxford, London, New York, 960 p.

Dänhardt A. 2010. *The spatial and temporal link between common terns* Sterna hirundo *and their prey fish in the Wadden Sea.* PhD, Universität Oldenburg, 101 p.

Dänhardt A. & Becker P.H. 2011a. Does small-scale vertical distribution of juvenile schooling fish affect prey availability to surface-feeding seabirds in the Wadden Sea? *J. Sea Res*. 65 : 247–255.

Dänhardt A. & Becker P.H. 2011b. Herring and sprat abundance indices predict chick growth and reproductive performance of common terns breeding in the Wadden Sea. *Ecosystems* 14 : 791-803.

Dänhardt A., Fresemann T. & Becker P.H. 2011. To eat or to feed? Prey utilization of common terns *Sterna hirundo* in the Wadden Sea. *J. Ornithol.* 152 : 347–357.

Diamond A.W. & Devlin C.M. 2003. Seabirds as indicators of changes in marine ecosystems. *Environ. Monit. Assess.* 88: 153-175.

Dies J.I. & Dies B. 2005. Kleptoparasitism and host responses in a sandwich tern colony of eastern Spain. *Waterbirds* 28 : 167-171.

Dubuit M.H. & Beaupoil C. 1985. *Les poissons marins de Bretagne, petit guide de détermination des espèces courantes.* Laboratoire de biologie marine du collège de France, Concarneau, 24 p.

Dudnik Y.I., Zilanov V.K., Kudrin V.D., Nesvetov V.A. & Nesterov A.S. 1981. Distribution and biology of Atlantic saury, *Scomberesox saurus* (Walbaum), in the Northwest Atlantic. *NAFO SCI. Counc. Stud.* 1 : 23-29.

Duffy D.C. 1987. Multiple fish-carrying in swift terns *Sterna bergii*. *Cormorant* 14 : 46-49.

Duhamel E., Doray M., Huret M., Authier M. & Gestin T. 2014. *Direct assessment of small pelagic fish by the PELGAS14 acoustic survey.* Working document for WGHANSA (Copenhagen, ICES HQ, 20-25 June.2014), Ifremer, 30 p.

Durant J.M., Stenseth N.C., Anker-Nilssen T., Harris M.P., Thompson P. & Wanless S. 2004. Marine birds and climate fluctuation in North Atlantic. In Stenseth, N.C., Ottersen, G., Hurrell, J.W. & Belgrano, A. (eds). *Marine Ecosystems and Climate Variation: The North Atlantic*, Oxford University Press, Oxford : 95-105.

Durant J.M., Hjermann D.Ø., Ottersen G. & Stenseth N.C. 2007. Climate and the match or mismatch between predator requirements and resource availability. *Clim. Res.* 33 : 271-283.

Eglington S. & Perrow M.R. 2014. *Literature review of tern* Sterna *sp. foraging ecology*. Report to JNCC, under Contract ref. C13-0204-0686, ECON Ecological Consultancy Ltd, Norwich, 49 p.

Einoder L.D. 2009. A review of the use of seabirds as indicators in fisheries and ecosystem management. *Fish. Res.* 95 : 6-13.

Fijn R.C., Wolf P., Courtens W., Poot M.J.M. & Stienen E.W.M. 2011. Dispersie na het broedseizoen, trek en overwintering van Grote Sterns *Thalasseus sandvicensis* uit de Voordelta (Post-breeding dispersal, migration and wintering of Sandwich Terns *Thalasseus sandvicensis* from the southwestern part of the Netherlands). *Sula* 24 : 121-135.

Fijn R. & Poot M. 2014. Rustende grote sterns in De Putten. GPS-loggers verklapen een link met het Deltagebied. *tussen Duin & Dijk* 3 : 4-7.

Fortin M., Barbraud C. & Maes P. 2013a. Le cormoran huppé *Phalacrocorax aristotelis*, sentinelle du Mor Braz - Programme Cormor 2011-2013. *Ar Vran* 24 : 29-36.

Fortin M., Bost C.A., Maes P. & Barbraud C. 2013b. The demography and ecology of the European shag *Phalacrocorax aristotelis* in Mor Braz, France. *Aquat. Living Resour*. 26 : 179-185.

Frank D. 1992. The influence of feeding conditions on food provisioning of chicks in common terns *Sterna hirundo* nesting in the German Wadden Sea. *Ardea* 80 : 45-55.

Furness R.W. & Camphuysen C.J. 1997. Seabirds as monitors of the marine environment. *ICES J. Mar. Sci.* 54: 726-737.

Furness R.W. & Tasker M.L. 2000. Seabird-fishery interactions: quantifying the sensitivity of seabirds to reduction in sandeel abundance, and identification of key areas for sensitive seabirds in the North Sea. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 202 : 253-264.

GEOCA 2012. *Programme SASNIMIGO (phase test 2012), suivi alimentaire des sternes nicheuses et migratrices du Goëlo.* Rapport final, convention AAMP/12/076, GEOCA, Saint-Brieuc, 57 p.

GEOCA 2013. *Suivi des sternes nicheuses du Goëlo : distribution des colonies et activité alimentaire*. Rapport GEOCA, Communauté de Communes Paimpol-Goëlo, DREAL Bretagne, 38 p.

Garthe S. & Kubetzki U. 1998. Diet of sandwich terns *Sterna sandvicensis* on Juist (Germany). *Sula* 12 : 13-19.

Götmark F. 1990. A test of the information-centre hypothesis in a colony of sandwich terns. *Anim. Behav*. 39 : 487-495.

Goyert H.F. 2014. Relationship among prey availability, habitat, and the foraging behavior, distribution, and abundance of common terns *Sterna hirundo* and roseate terns *S. dougallii*. *Mar. Ecol. Prog. Ser*. 506 : 291-302.

Goyert H.F. 2015. Foraging specificity and prey utilization: evaluating social and memory-based strategies in seabirds. *Behaviour* 152 : 861-895.

Hall C.S., Kress S.W. & Griffin C.R. 2000. Composition, spatial and temporal variation of common and arctic tern chick diets in the Gulf of Maine. *Waterbirds* 23 : 430-439.

Harding A.M., Piatt J.F. & Sydeman W.J. 2005. *Bibliography of literature on seabirds as indicators of the marine environment.* USGS Alaska Science Center, Anchorage, Alaska, 20 p.

Harris M.P. & Wanless S. 2011. The puffin. T. & A.D. Poyser, London, 256 p.

Harwood A.J.P. & Perrow M.R. 2014. *Analysis of JNCC visual tracking data.* Report to JNCC, under Contract ref. C13-0204-0686, ECON Ecological Consultancy Ltd, Norwich, 18 p.

Hays G.C., Richardson A.J. & Robinson C. 2005. Climate change and plankton. *Trends Ecol. Evol.* 20 : 337-344.

Hays H., Dunn E. & Poole A. 1973. Common, arctic, roseate, and sandwich terns carrying multiple fish. *Wilson Bull*. 85 : 233-236.

Hayward P.J. & Ryland J.S. (éds) 2011. *Handbook of the marine fauna of North-West Europe.* Oxford University Press, Oxford, 800 p.

Hémery G., D'amico F., Castege I., Dupont B., D'Elbée J., Lalanne Y. & Mouches C. 2007. Detecting the impact of oceano-climatic changes on marine ecosystems using a multivariate index: the case of the Bay of Biscay (North Atlantic-European Ocean). *Glob. Change Biol.* 14 : 1-12.

ICES. 2008. *Report of the working group on seabird ecology* (WGSE), 10-14 March 2008, Lisbon, Portugal. ICES CM 2008/LRC:05. 99 p.

Iglésias S.P. 2014. *Handbook of the marine fishes of Europe and adjacent waters (A natural classification based on collection specimens, with DNA barcodes and standardized photographs)*, Volume II (Actinopterygians), Provisional version 10, 01 March 2014. 246p. http://iccanam.mnhn.fr

Jacob Y. (coord.) 2013 – *Sternes de Bretagne 2012 – Rapport de l'Observatoire régional des oiseaux marins en Bretagne*. Bretagne Vivante, 24 p.

Jacob Y. (coord.) 2014. *Sternes de Bretagne 2013 – Rapport de l'Observatoire régional des oiseaux marins en Bretagne*. Rapport Bretagne Vivante, Brest, 25 p.

Kitaysky A.S., Hunt G.L., Flint E.N., Rubega M.A. & Decker M.B. 2000. Resource allocation in breeding seabirds: responses to fluctuations in their food supply. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 206 : 283-296.

Komdeur J., Bertelsen J. & Cracknell, G. 1992. *Manual for aeroplane and ship surveys of waterfowl and seabirds.* IWRB special publication No. 19, Slimbridge, 37 p.

Larson K. & Craig D. 2006. Digiscoping vouchers for diet studies in bill-load holding birds. *Waterbirds* 29 : 198-202.

Lascaud T. 2014. *Écologie alimentaire des sternes dans le Finistère sud*. Rapport de stage, 1ère année DEUST Technicien de la Mer et du Littoral, option Gestion et Aménagement de l'Environnement du Littoral, Université du littoral côte d'Opale, Bretagne Vivante, Brest, 20 p.

Leblond G. 2009. *Analyse des pelotes de rejection des sternes du Petit Cul-de-sac marin et du Grand Cul-de-sac marin (Guadeloupe).* Rapport Bios environnement, 19 p.

Lewis S., Sherratt T.N., Hamer K.C., Harris M.P. & Wanless S. 2003. Contrasting diet quality of Northern gannets *Morus bassanus* at two colonies. *Ardea* 91 : 167-176.

Louisy P. 2002. *Guide d'identification des poissons marins Europe et Méditerranée.* Éditions Ulmer, Paris, 430 p.

Meynier L., Pusineri C., Spitz J., Santos M. B., Pierce G. J. & Ridoux V. 2008. Intraspecific dietary variation in the short-beaked common dolphin *Delphinus delphis* in the Bay of Biscay : importance of fat fish. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 354 : 277-287.

Mao M. 2014. *Écologie alimentaire des sternes dans le Finistère sud : zones d'alimentation des sternes dans l'archipel de Glénan en période de reproduction.* Rapport de stage, Master 1 Expertise et Gestion de l'Environnement Littoral (EGEL), Institut Universitaire Européen de la Mer, Bretagne Vivante, Brest, 16 p.

Martins I., Pereira J.C., Ramos J.A. & Jørgensen S.E. 2004. Modelling the effects of different quality prey fish species and of food supply reduction on growth performance of Roseate Tern chicks. *Ecological Modelling* 177 : 95-106.

Monticelli D., Ramos J.A. & Pereira J. 2006. Habitat use and foraging success of roseate and common terns feeding in flocks in the Azores. *Ardeola* 53 : 293-306.

Newton S.F. & Crowe O. 2000. *Roseate Terns - The Natural Connection A conservation/research project linking Ireland and Wales*. Maritime (Ireland/Wales) INTERREG Report No. 2. Marine Institute, Dublin, Ireland, 60 p

National Audubon Society 2007. *Egg Rock Update, Newsletter of the Seabird Restoration Program.* National Audubon Society, Ithaca, 8 p.

Olsen K.M. & Larsson H. 1995. *Terns of Europe and North America.* Christopher Helm, London, 207 p.

Ottersen G., Planque B., Belgrano A., Post E., Reid P.C. & Stenseth N.C. 2001. Ecological effects of the North Atlantic Oscillation. *Oecologia* 128 : 1-14.

Paiva V.H., Ramos J.A., Catry T., Pedro P., Medeiros R. & Palma J. 2006. Influence of environmental factors and nutritive value of food on little tern *Sterna albifrons* chick growth and food delivery. *Bird Stud.* 53 : 1-11.

Paiva V.H., Ramos J.A., Machado D., Penha-Lopes G., Bouslama M.F., Dias N., Nielsen S. 2006. Importance of marine prey to growth of estuarine tern chicks: evidence from an energetic balance model. *Ardea* 94 : 241-255.

Parsons M., Mitchell I., Butler A., Ratcliffe N., Frederiksen M., Foster S. & Reid J.B. 2008. Seabirds as indicators of the marine environment. *ICES J. Mar. Sci.* 65 : 1520-1526.

Péron C. & Grémillet D. 2014. *Habitats maritimes des puffins de France métropolitaine : une approche par balises et analyses isotopiques.* Rapport CEFE-CNRS, AAMP, 131 p.

Perrow M.R., Skeate E.R., Lines P., Brown D. & Tomlinson M.L. 2006. Radio telemetry as a tool for impact assessment of wind farms: the case of little terns *Sterna albifrons* at Scroby Sands, Norfolk, UK. *Ibis* 148, suppl. 1 : 57-75.

Perrow M.R., Gilroy J.J., Skeate E.R. & Mackenzie A. 2010. *Quantifying the relative use of coastal waters by breeding terns: towards effective tools for planning and assessing the ornithological impacts of offshore wind farms.* ECON Ecological Consultancy Ltd. Final report to COWRIE Ltd, 134 p.

Perrow M.R., Skeate E.R. & Gilroy J.J. 2011. Visual tracking from a rigid-hulled inflatable boat to determine foraging movements of breeding terns. *J. Field Ornithol.* 82 : 68-79.

Pettex E., Lambert C., Laran S., Ricart A., Virgili A., Falchetto H., Authier M., Monestiez P., Van Canneyt O., Dorémus G., Blanck A., Toison V. & Ridoux V. 2014. *Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine.* Rapport final, Pelagis, AAMP, MEDDE, 169 p.

Piatt J.F., Sydeman W.J. & Wiese F. 2007. Introduction: a modern role for seabirds as indicators. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 352 : 199-204.

Pikitch E., Boersma P.D., Boyd I.L., Conover D.O., Cury P., Essington T., Heppell S.S., Houde E.D., Mangel M., Pauly D., Plagányi É., Sainsbury K. & Steneck R.S. 2012. *Little fish, big impact: managing a crucial link in ocean food webs.* Lenfest Ocean Program, Washington, DC, 108 p.

Powers K.D. 1982. A comparison of two methods of counting birds at sea. *J. Field Ornithol.* 53 : 209-222.

Provost P. & Bentz G. 2013. *Réserve Naturelle des Sept-Îles*. *Rapport d'activités 2013.* LPO, 123 p.

Quemmerais-Amice G. (coord.) 2010. Sternes de Bretagne 2009 – Rapport de l'Observatoire régional des oiseaux marins en Bretagne. LIFE Nature « Conservation de la sterne de Dougall en Bretagne ». Rapport Bretagne Vivante – SEPNB, 57 p.

Quéro J.-C., Porché P. & Vayne J.-J. 2003. *Guide des poissons de l'Atlantique européen.* Delachaux & Niestlé, Launay – Paris, 465 p.

Rail J.-F., Chapdelaine G., Brousseau P. & Savard J.-P.L. 1996. *Utilisation des oiseaux marins comme bioindicateurs de l'écosystème marin du Saint-Laurent*. Environnement Canada – Région du Québec, Service canadien de la faune, Sainte-Foy. Série de rapports techniques, n° 254, 113 p.

Ramos J.A. 2000. Characteristics of foraging habitats and chick food provisioning by tropical roseate terns. *Condor* 102 : 795-803.

Ramos J.A., Sola E., Monteiro L.R. & Ratcliffe N. 1998. Prey delivered to roseate terns chicks in the Azores. *J. Field Ornithol*. 69 : 419-429.

Robertson G.S., Bolton M., Grecian W.J., Wilson L.J., Davies W. & Monaghan P. 2014. Resource partitioning in three congeneric sympatrically breeding seabirds: foraging areas and prey utilization. *Auk* 131 : 434-446.

Rock J.C., Leonard M.L. & Boyne A.W. 2007a. Do co-nesting arctic and common terns partition foraging habitat and chick diets? *Waterbirds* 30 : 579-587.

Rock J.C., Leonard M.L. & Boyne A.W. 2007b. Foraging habitat and chick diets of Roseate Tern, *Sterna dougalli*, breeding on Country Island, Nova Scotia. *Avian Conserv. Ecol.* 2(1) : 4. [online] URL: http://www.ace-eco.org/vol2/iss1/art4/

Safina C., Wagner R.H., Witting D.A. & Smith K.J. 1990. Prey delivered to roseate and common tern chicks: composition and temporal variability. *J. Field Ornithol.* 61 : 331-338.

Sanders J.G. 2008. Fish brought to young Atlantic puffins *Fratercula arctica* on Burhou, Channel Islands. *Seabird* 21 : 105–107.

Schreiber J. & Kissling W.D. 2005. Factors affecting the breeding success of Arctic Terns *Sterna paradisaea* in a colony at Kaldbaksbotnur, Faroe Islands. *Atl. Seabirds* 7 : 97-105.

Schwemmer P., Adler S., Guse N., Markones N., Garthe S. 2009. Influence of water flow velocity, water depth and colony distance on distribution and foraging patterns of terns in the Wadden Sea. *Fish. Oceanogr.* 18 : 161-172.

Shealer D. 1998. Differences in diet and chick provisioning between adult roseate and sandwich terns in Puerto Rico. *Condor* 100 : 131-140.

Silva J.F., Ellis J.R. & Ayers R.A. 2013. *Length-weight relationships of marine fish collected from around the British Isles.* Sci. Ser. Tech. Rep. 150, Cefas Lowestoft, 109 p.

Soanes L.M., Bright J.A., Brodin G., Mukhida F. & Green J.A. 2015. Tracking a small seabird: first records of foraging behaviour in the Sooty Tern *Onychoprion fuscatus*. *Mar. Ornithol.* 43 : 235-239.

Spitz J., Mourocq E., Shoen V. & Ridoux V. 2010. Proximate composition and energy content of forage species from the Bay of Biscay: high or low quality food? *ICES J. Mar. Sci*. 67 : 909-915.

Spitz J. & Jouma'a J. 2013. Variability in energy density of forage fish from the Bay of Biscay (NE Atlantic): reliability of functional grouping. *J. Fish Biol.* 82 : 2147-2152.

Stienen E.W.M. 2006. *Living with gulls: trading off food and predation in the sandwich tern* Sterna sandvicensis. Alterra Scientific Contributions, 15. PhD Thesis. Alterra, Wageningen, 192 p.

Stienen E.W.M. & Brenninkmeijer A. 2002. Foraging decisions of sandwich terns in the presence of kleptoparisitising gulls. *Auk* 119 : 473-486.

Stienen E.W.M., van Beers P.W.M., Brenninkmeijer A., Habraken J.M.P.M., Raaijmakers M.H.J.E. & van Tienen P.G.M. 2000. Reflections of a specialist: patterns in food provisioning and foraging conditions in sandwich terns *Sterna sandvicensis*. *Ardea* 88 : 33-49.

Szostek K.L., Becker P.H., Meyer B.C., Sudmann S.R. & Zintl H. 2014. Colony size and not nest density drives reproductive output in the common tern *Sterna hirundo.* Ibis 156 : 48-59.

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

Thaxter C.B., Johnston A., Cook A.S.C.P. & Burton N.H.K. 2011. *Review and application of statistical techniques to model the at-sea distributions of breeding sandwich terns*. BTO Research Report 582, 57 p.

Thaxter C.B., Lascelles B., Sugar K., Cook A.S.C.P., Roos S., Bolton M., Langston R.H.W., & Burton N.H.K. 2012. Seabird foraging ranges as a preliminary tool for identifying candidate Marine Protected Areas. *Biol. Cons.* 156 : 53-61.

Thomas L., Buckland S.T., Rexstad E.A., Laake J.L., Strindberg S., Hedley S.L., Bishop J.R.B., Marques T.A. & Burnham K.P. 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *J. Appl. Ecol.* 47 : 5-14.

Tremblay Y., Bertrand S., Henry R.W., Kappes M.A., Costa D.P. & Shaffer S.A. 2009. Analytical approaches to investigating seabird–environment interactions: a review. *Mar. Ecol. Prog. Ser*. 391 : 153-163.

UICN France & MNHN 2008. *La liste rouge des espèces menacées en France, oiseaux nicheurs de France métropolitaine*, www.uicn.fr/liste-rougeoiseaux-nicheurs.html

Veen J., Peeters J., Leopold M.F., van Damme C.J.G. & Veen T. 2003. *Les oiseaux piscivores comme indicateurs de la qualité de l'environnement marin : suivi des effets de la pêche littorale en Afrique de l'Ouest.* Alterra report 666, Wageningen, Pays-Bas, 190 p.

Valéry L. 2010. *Évaluation de l'état de conservation des habitats d'oiseaux marins au sein des ZPS - Guide méthodologique.* Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 40 p.

Valle C.A., Cruz F., Cruz J.B., Merlen G. & Coulter M.C. 1987. The impact of the 1982–1983 El Niño-Southern Oscillation on seabirds in the Galapagos Islands, Ecuador. *J. Geophys. Res*. 92 : 14437-14444.

Wambach E. & Emslie S.D. 2003. Seasonal and annual variation in the diet of breeding, known-age royal terns in North Carolina. *Wilson Bull.* 115 : 448-454.

Weimerskirch H. 2002. Seabird demography and its relationship with the marine environment. In Schreiber E.A. & Burger J. (Eds), *Biology of marine birds*. CRC Press, Boca Raton, Florida : 115-135.

Wilson L.J., Black J., Allen S. & Kober K. 2011. Combining tracking and transect data to identify important foraging areas for terns. *Seabird Group 11th International Conference*, 2-4 Sep 2011, University of Plymouth, Conference Handbook and Book of Abstracts, Seabird Group, University of Plymouth, RSPB, p. 60.

Wilson L.J., Black J., Brewer M.J., Potts J.M., Kuepfer A., Win I., Kober K., Bingham C., Mavor R. & Webb A. 2014. *Quantifying usage of the marine environment by terns* Sterna *sp. around their breeding colony SPAs.* JNCC Report No. 500, Peterborough, 118 p. + annexes. http://jncc.defra.gov.uk/page-6644

Yésou P., Bernard F., Marquis J. & Nisser J. 2005. Biologie de reproduction de la sterne pierregarin *Sterna hirundo* sur l'île de Béniguet, Finistère. *Alauda* 73 : 107-118.

Annexes

Annexe 1 – Actions de communication

Annexe 2 – Carte des transects Samm et des transects Cormor

Annexe 3 – Découpage des secteurs de suivi dans l'archipel des Glénan

Annexe 4 – Tableau récapitulatif des proies observées

Annexe 5 – Bilan des observations d'oiseaux marins (hors sternes), mammifères marins et poissons remarquables sur les transects et l'ensemble des autres trajets

Annexe 6 – Guide méthodologique

Annexe 1 – Actions de communication

Le programme Skrapesk a été présenté à différentes occasions depuis le lancement du projet :

– « Programme Skrapesk : écologie alimentaire des sternes en baie de Morlaix », cycle de séminaires de la station biologique de Roscoff, Roscoff, 16 avril 2012 (http://www.sb-roscoff.fr/seminaires-et-colloques.html)

– « Programme Skrapesk : les sternes en pêche en Bretagne », séminaire « Oiseaux marins nicheurs, ressources halieutiques et environnement marin » organisé par la réserve naturelle nationale des Sept-Îles / LPO dans le cadre de l'Orom (observatoire régional des oiseaux marins en Bretagne), Pleumeur-Bodou, 14 janvier 2013

– « Programme Skrapesk : exploitation du milieu marin par les sternes en période de reproduction », journée d'échanges sur la thématique de l'écologie alimentaire des oiseaux marins en Bretagne organisée par l'Orom (observatoire régional des oiseaux marins en Bretagne), Séné, 24 octobre 2013

– « Études récentes sur l'écologie alimentaire des oiseaux marins en Bretagne », rencontres ornithologiques bretonnes, Saint-Brieuc, 7-8 décembre 2013 (communication présentant différentes études en cours autres que le programme Skrapesk, sur les sternes dans le Trégor-Goëlo, le fou de Bassan aux Sept-Îles, le cormoran huppé dans le Mor Braz et le macareux moine aux Sept-Îles)

(http://www.bretagne-vivante.org/images/stories/groupes_naturalistes/bvo/rencontres/ROB2013/CR_ROB2013/etudes%20recentes%20sur%20l%20%C3%A9cologie%20alimentaire%20des%20oiseaux%20marins%20en%20bretagne.pdf)

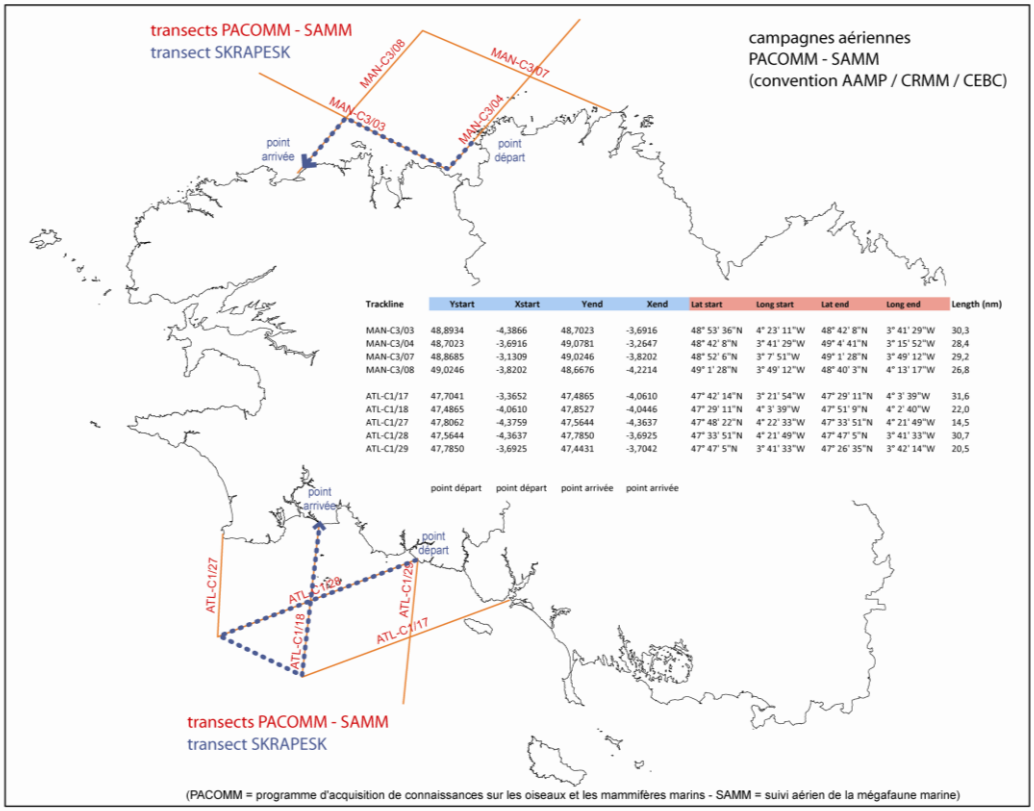
– « Programme Skrapesk : exploitation du milieu marin par les sternes en période de reproduction », atelier Pacomm 2013 (programme d'acquisition de connaissances sur les oiseaux et mammifères marins), Paris, 12-13 décembre 2013

– « Foraging ecology of terns in Brittany, France: predominance of sandeels and unexpected occurrence of the Atlantic saury as a regular prey », poster présenté à la 12th International Seabird Group Conference, Oxford (UK), 22-23 mars 2014

– Participation à la nuit européenne des chercheurs, animation sur le thème « kikimanjki & kikimanjou : techniques d'investigations pour étudier l'écologie alimentaire des oiseaux marins » et présentation des suivis Skrapesk, Océanopolis, Brest, 25 septembre 2015

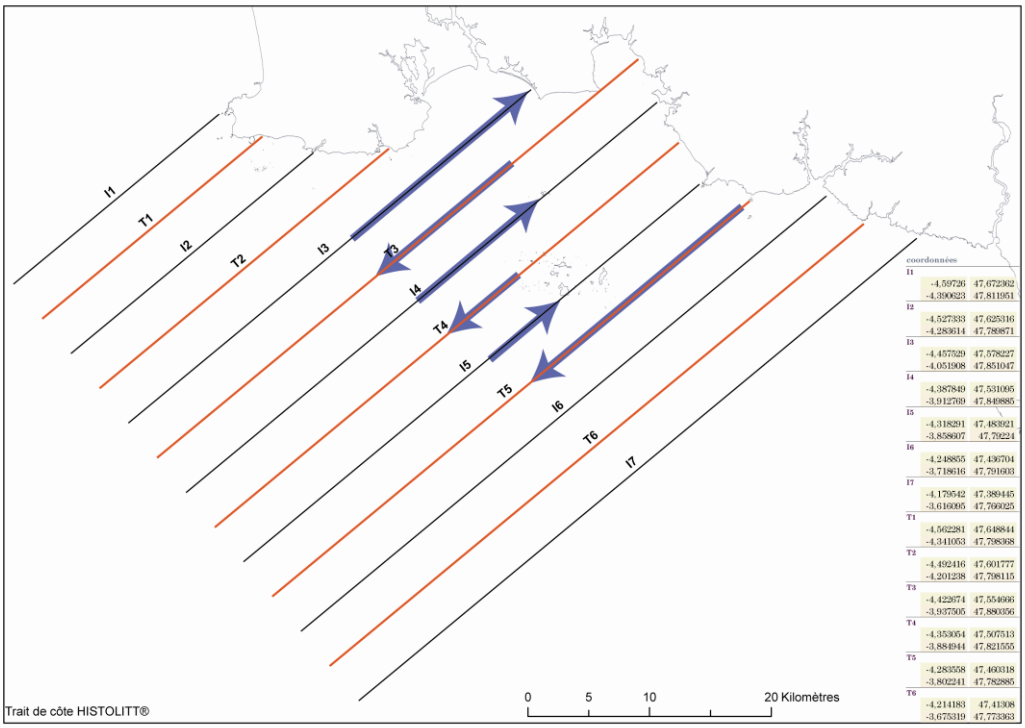
Annexe 2 – Carte des transects Samm et des transects Cormor

– Localisation des transects PACOMM-SAMM au niveau des deux zones d'étude du programme Skrapesk



Trackline	Ystart	Xstart	Yend	Xend	Lat start	Long start	Lat end	Long end	Length (nm)
MAN-C3/03	48,8934	-4,3866	48,7023	-3,6916	48° 53' 36"N	4° 23' 11"W	48° 42' 8"N	3° 41' 29"W	30,3
MAN-C3/04	48,7023	-3,6916	49,0781	-3,2647	48° 42' 8"N	3° 41' 29"W	49° 4' 41"N	3° 15' 52"W	28,4
MAN-C3/07	48,8685	-3,1309	49,0246	-3,8202	48° 52' 6"N	3° 7' 51"W	49° 1' 28"N	3° 49' 12"W	29,2
MAN-C3/08	49,0246	-3,8202	48,6676	-4,2214	49° 1' 28"N	3° 49' 12"W	48° 40' 3"N	4° 13' 17"W	26,8
ATL-C1/17	47,7041	-3,3652	47,4865	-4,0610	47° 42' 14"N	3° 21' 54"W	47° 29' 11"N	4° 3' 39"W	31,6
ATL-C1/18	47,4865	-4,0610	47,8527	-4,0446	47° 29' 11"N	4° 3' 39"W	47° 51' 9"N	4° 2' 40"W	22,0
ATL-C1/27	47,8062	-4,3759	47,5644	-4,3637	47° 48' 22"N	4° 22' 33"W	47° 33' 51"N	4° 21' 49"W	14,5
ATL-C1/28	47,5644	-4,3637	47,7850	-3,6925	47° 33' 51"N	4° 21' 49"W	47° 47' 5"N	3° 41' 33"W	30,7
ATL-C1/29	47,7850	-3,6925	47,4431	-3,7042	47° 47' 5"N	3° 41' 33"W	47° 26' 35"N	3° 42' 14"W	20,5
	point départ	point départ	point arrivée	point arrivée					

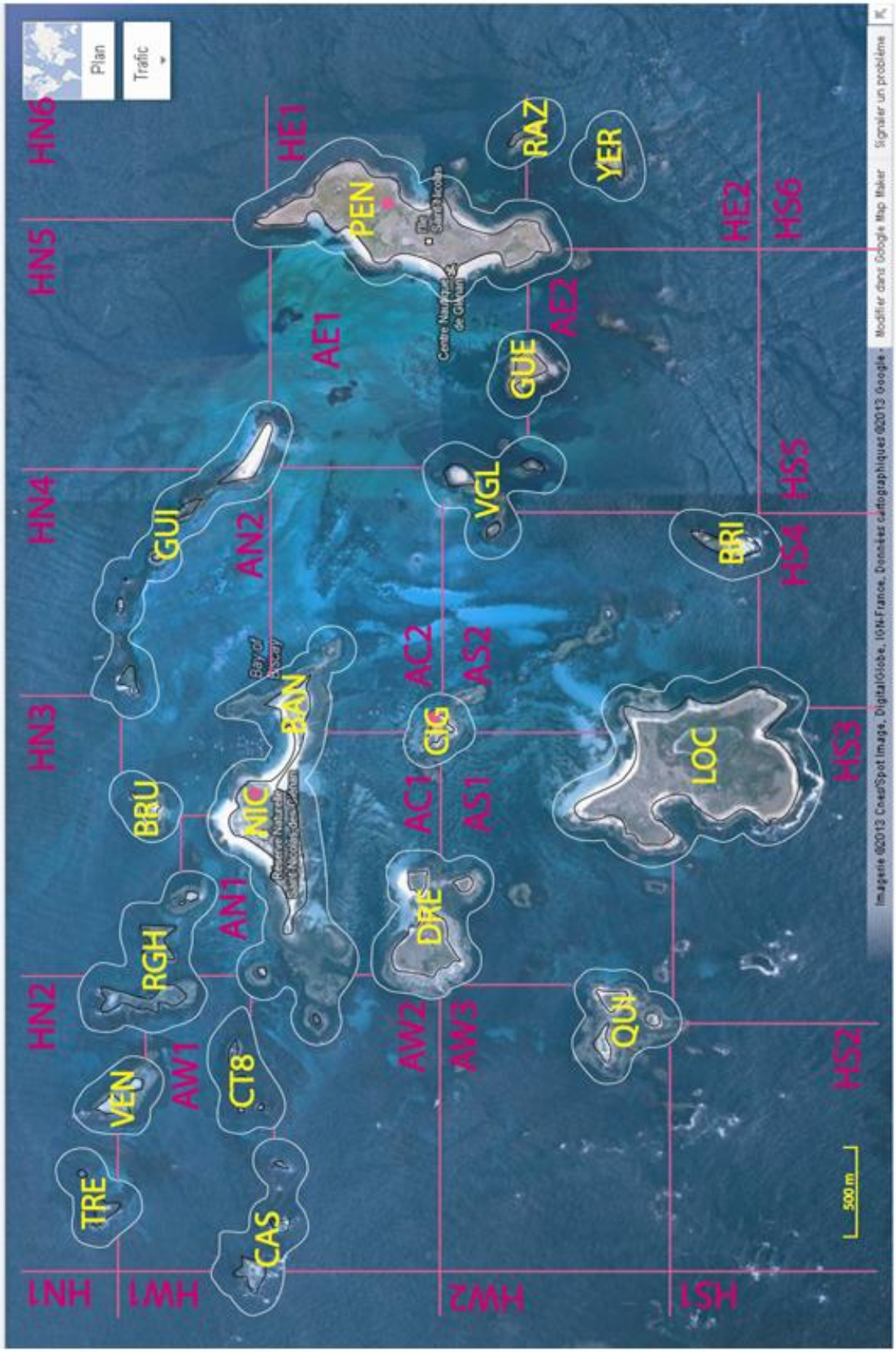
– Localisation des transects définis dans la continuité des transects Cormor au niveau de la zone d'étude du programme Skrapesk dans le Finistère sud



coordonnées	
I1	
-4,59726	47,672302
-4,390623	47,811951
I2	
-4,527333	47,625316
-4,283614	47,789871
I3	
-4,457529	47,578227
-4,051908	47,851047
I4	
-4,387849	47,531095
-3,912769	47,849885
I5	
-4,318291	47,483921
-3,858607	47,79224
I6	
-4,248855	47,436704
-3,718616	47,791603
I7	
-4,179542	47,389445
-3,616005	47,799025
T1	
-4,562281	47,648844
-4,341053	47,798368
T2	
-4,492416	47,601777
-4,201238	47,798115
T3	
-4,422674	47,554666
-3,937505	47,880356
T4	
-4,353054	47,507513
-3,884944	47,821555
T5	
-4,283558	47,460318
-3,802241	47,782885
T6	
-4,214183	47,41308
-3,675319	47,773363

Annexe 3 – Découpage des secteurs de suivi dans l'archipel des Glénan

– Carte des différents secteurs délimités dans l'archipel des Glénan (Finistère sud) pour le suivi des sternes en pêche



Annexe 4 – Tableau récapitulatif des proies observées

– Bilan des 3 années de suivi des proies par photographies des oiseaux revenant à la colonie de l'île aux Moutons (Finistère sud) : liste des proies identifiées et acronymes utilisés pour les légendes des figures du rapport

famille & code	espèces	
"ALEVIN"		
ALV	espèce indéterminée	espèce indéterminée
AMMODYTIDAE		
AMMO	Gymnammodytes semisquamatus	lançon aiguille (ou cicerelle)
	Hyperoplus immaculatus	lançon jolivet
	Hyperoplus lanceolatus	lançon commun
	lançon indéterminé	lançon indéterminé
AMMO?	lançon?	
"ARGENTES" (ATHERINIDAE, CLUPEIDAE, ENGRAULIDAE)		
ARG	Atherina presbyter	athérine ou prêtre
	Clupea harengus	hareng
	Sardina pilchardus	sardine
	Sprattus sprattus	sprat
	Engraulis encrasicolus	anchois commun
	"petit bleu"	sardine, anchois… ?
	"argenté" indéterminé	"argenté" indéterminé?
ARG?	Atherina presbyter?	athérine ou prêtre?
	Sardina pilchardus?	sardine?
	Engraulis encrasicolus?	sardine, anchois… ?
	"petit bleu"?	"petit bleu"?
	"argenté" indéterminé?	"argenté" indéterminé?
BELONIDAE		
BEL	Belone belone?	orphie
BEL?	Belone belone?	orphie?
BLENNIIDAE		
BLEN	blennie indéterminé	blennie indéterminé
BLEN?	blennie indéterminé?	blennie indéterminé?
CALLIONYMIDAE		
CAL	Callionymus lyra	callionyme lyre (ou dragonnet)
CARANGIDAE		
CAR	Trachurus trachurus	chinchard commun
CAR?	Trachurus trachurus?	chinchard commun?
CRUSTACE?		
CRE?	crevette?	crevette?
CYPRINIDAE		
CYP	Rutilus rutilus ou Scardinius erythrophtalmus	gardon ou rotengle?
GADIDAE		
GAD	Merlangius merlangus	merlan
	Merlangius merlangus ou Micromesistius poutassou?	merlan ou merlan bleu?
	Pollachius pollachius	lieu jaune
	Pollachius virens	lieu noir
	Trisopterus luscus	tacaud commun
	Trisopterus minutus ou Merlangius merlangius	petit tacaud ou merlan?
	Gaidropsarus sp.	motelle sp.?
	gadidae indéterminé	gadidae indéterminé
GAD?	Merlangius merlangus?	merlan?
	Motelle sp.?	motelle sp.?
	Pollachius pollachius?	lieu jaune?
	Pollachius virens?	lieu noir?
	Trisopterus luscus?	tacaud commun?
	Trisopterus minutus?	petit tacaud?
	Ciliata mustela ou Gaidropsarus mediterraneus?	motelle à cinq barbillons ou motelle de Méditerranée ?
	gadidae indéterminé?	gadidae indéterminé

famille & code	espèces	
GASTEROSTEIDAE		
GAS	Spinachia spinachia	épinoche de mer
GAS?	Spinachia spinachia?	épinoche de mer?
GOBIIDAE		
GOB	Lesueurigobius friesii	gobie à grandes écailles
GOB?	Pomatoschistus minutus?	gobie des sables (= gobie buhotte)?
INSECTE		
INS	fourmi	fourmi
	hanneton	hanneton
	sauterelle	sauterelle
	insecte indéterminé	insecte indéterminé
INVERTEBRE		
INV	Alloteuthis subulata	encornet loliginidé
	Alloteuthis subulata?	encornet loliginidé?
	Loligo sp.?	calmar indéterminé
	Seiche sp.	seiche indéterminée
	céphalopode indéterminé	céphalopode indéterminé
INV?	céphalopode indéterminé?	céphalopode indéterminé?
LABRIDAE		
LAB	Centrolabrus exoletus	centrolabre ou petite vieille
	Ctenolabrus rupestris	cténolabre (= rouquié)
	Ctenolabrus rupestris?	cténolabre (= rouquié)?
	Symphodus melops	crénilabre mélops
	labridae indéterminé	labridae indéterminé
LAB?	Ctenolabrus rupestris?	cténolabre (= rouquié)?
MERLUCCIIDAE		
MERL	Merluccius merluccius	merlu d'Europe
MERL?	Merluccius merluccius?	merlu d'Europe?
MUGILIDAE		
MUG	Chelon labrosus	mulet lippu
	Mugil sp.	mulet indéterminé
NEPHROPIDAE		
NEPH	Nephrops norvegicus	langoustine
PLEURONECTIFORMES		
PLEU	arnoglosse?	Arnoglossus sp.?
	cardine franche ou arnoglosse tacheté	Lepidorhombus whiffiagonis ou Arnoglossus thori?
SALMONIDAE		
SAL?	Onchorhynchus mykiss?	truite arc-en-ciel?
SCOMBRIDAE		
SCOM	Scomber scombrus	maquereau commun
SCOM?	Scomber scombrus?	maquereau commun?
SCOMBERESOCIDAE		
SCOS	Scomberesox saurus	balaou de l'Atlantique
SCOS?	Scomberesox saurus?	balaou de l'Atlantique?
SYNGNATHIDAE		
SYN	Syngnathus sp.	syngnathe indéterminé
SYN?	Syngnathus sp.?	syngnathe indéterminé?
"AUTRE"		
AUT	autre proie indéterminée	autre proie indéterminée

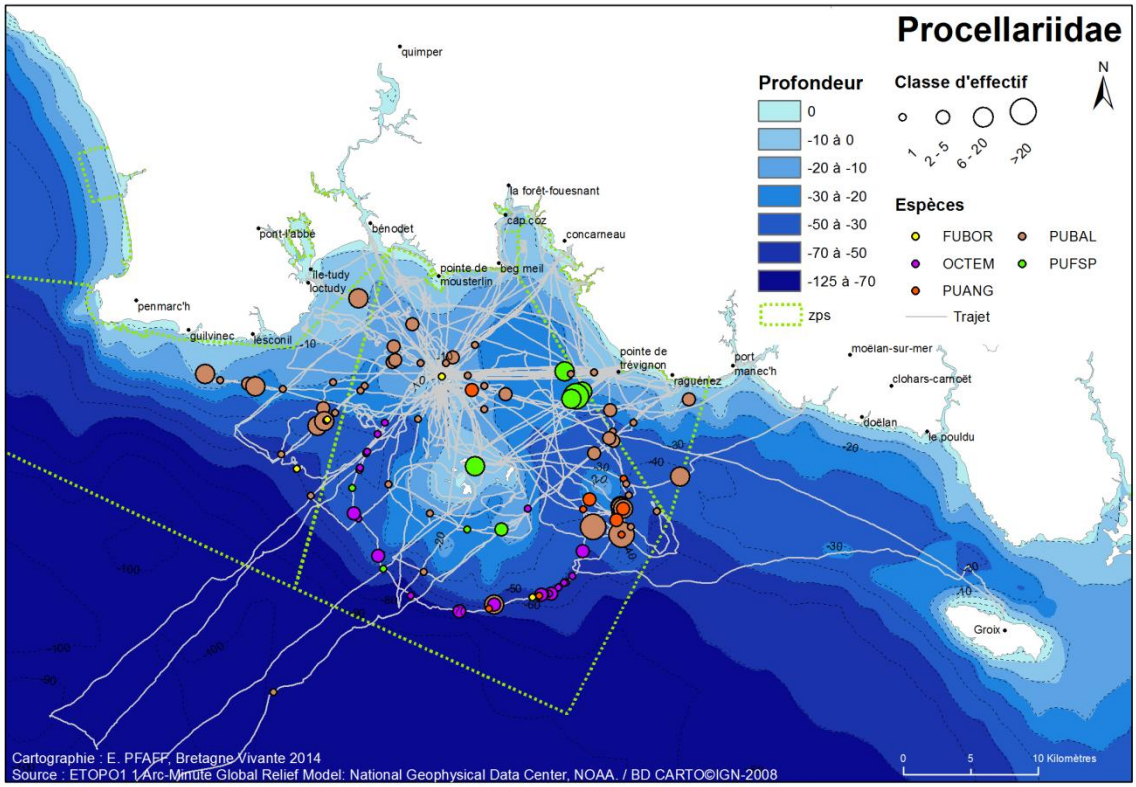
Annexe 5 – Bilan des observations d'oiseaux marins (hors sternes), mammifères marins et poissons remarquables sur les transects et l'ensemble des autres trajets

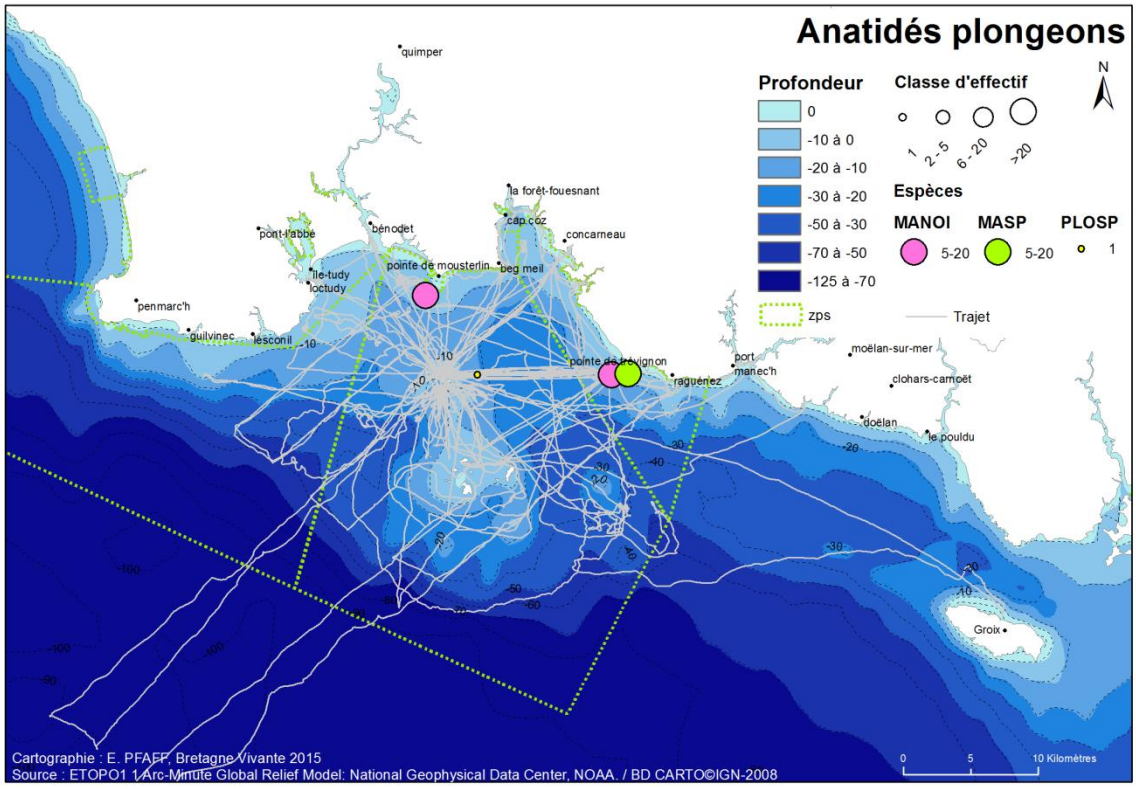
Annexe 5.1 – Liste des codes espèces apparaissant sur les cartes

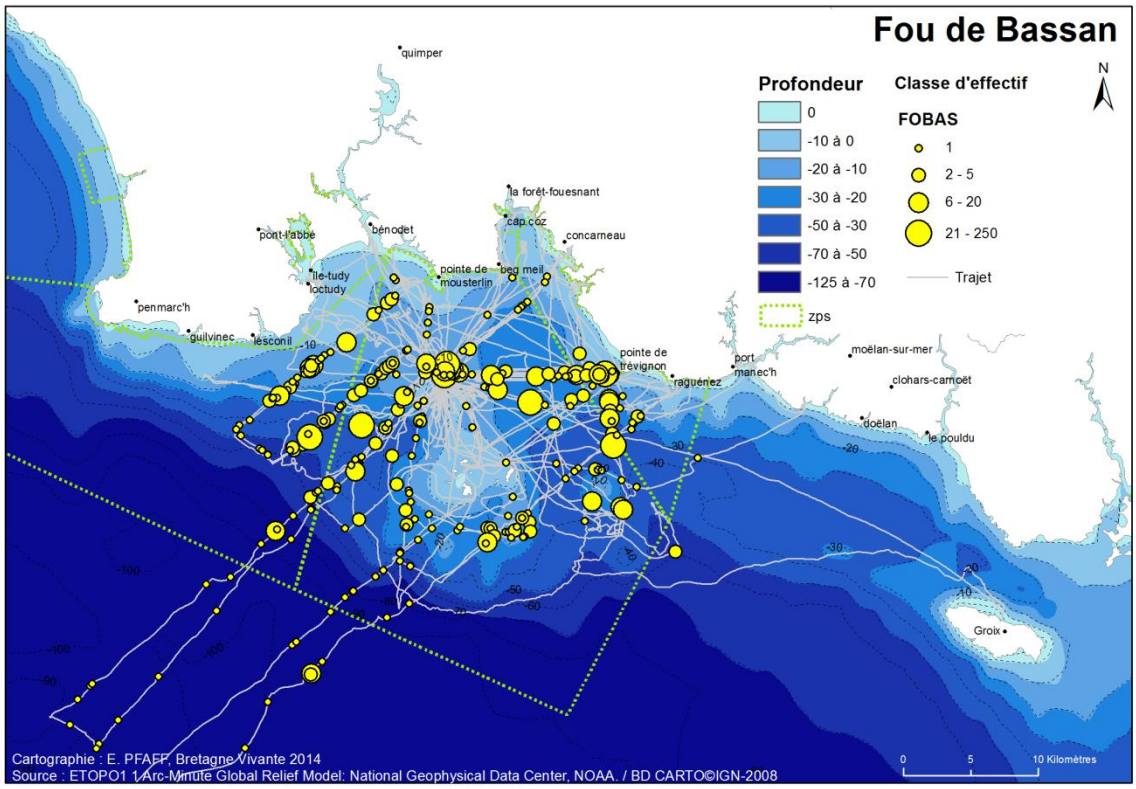
Nom vernaculaire	CODE	Nom scientifique
GAVIIDAE		
Plongeon catmarin	PLCAT	Gavia stellata
Plongeon arctique	PLARC	Gavia arctica
Plongeon imbrin	PLIMB	Gavia immer
Plongeon sp.	PLOSP	Gavia sp.
PODICIPEDIDAE		
Grèbe huppé	GRHUP	Podiceps cristatus
Grèbe jougris	GRJOU	Podiceps grisegena
Grèbe esclavon	GRESC	Podiceps auritus
Grèbe à cou noir	GRCNO	Podiceps nigricollis
Grèbe sp. "escounoir"	GRECN	Podiceps sp.
Grèbe sp.	GRESP	Podiceps sp.
PROCELLARIIDAE		
Fulmar boréal	FUBOR	Fulmarus glacialis
Puffin cendré	PUCEN	Calonectris diomedea
Puffin majeur	PUMAJ	Puffinus gravis
Puffin fuligineux	PUFUL	Puffinus griseus
Puffin des Anglais	PUANG	Puffinus puffinus
Puffin des Baléares	PUBAL	Puffinus mauretanicus
Puffin sp. "Baléglais"	PUBAN	Puffinus sp.
Puffin sp.	PUFSP	
HYDROBATIDAE		
Océanite tempête	OCTEM	Hydrobates pelagicus
Océanite culblanc	OCCUL	Oceanodroma leucorhoa
Océanite sp.	OCESP	
SULIDAE		
Fou de Bassan	FOBAS	Morus bassanus
PHALACROCORACIDAE		
Grand Cormoran	GRCOR	Phalacrocorax carbo
Cormoran huppé	COHUP	Phalacrocorax aristotelis
Cormoran sp.	CORSP	Phalacrocorax sp.
ANATIDAE		
Bernache cravant	BECRA	Branta bernicla
Tadorne de Belon	TABEL	Tadorna tadorna
Fuligule milouinan	FUMIL	Aythya marila
Eider à duvet	EIDUV	Somateria mollissima
Harelde boréale	HABOR	Clangula hyemalis
Macreuse noire	MANOI	Melanitta nigra
Macreuse brune	MABRU	Melanitta fusca
Garrot à oeil d'or	GAOOR	Bucephala clangula
Harle huppé	HAHUP	Mergus serrator
Anatidé sp.	ANASP	
MAMMIFERES & POISSONS		
Dauphin commun	DAUCOM	Delphinus delphis
Dauphin de Risso	DAURIS	Grampus griseus
Dauphin sp.	DAUSP	
Globicéphale noir	GLOBI	Globicephala melas
Marsouin	MARS	Phocoena phocoena
Poisson lune	MOLMOL	Mola mola
Requin pèlerin	REQPEL	Cetorhinus maximus
Requin sp.	REQSP	
Petit rorqual	RORQP	Balaenoptera acutorostrata

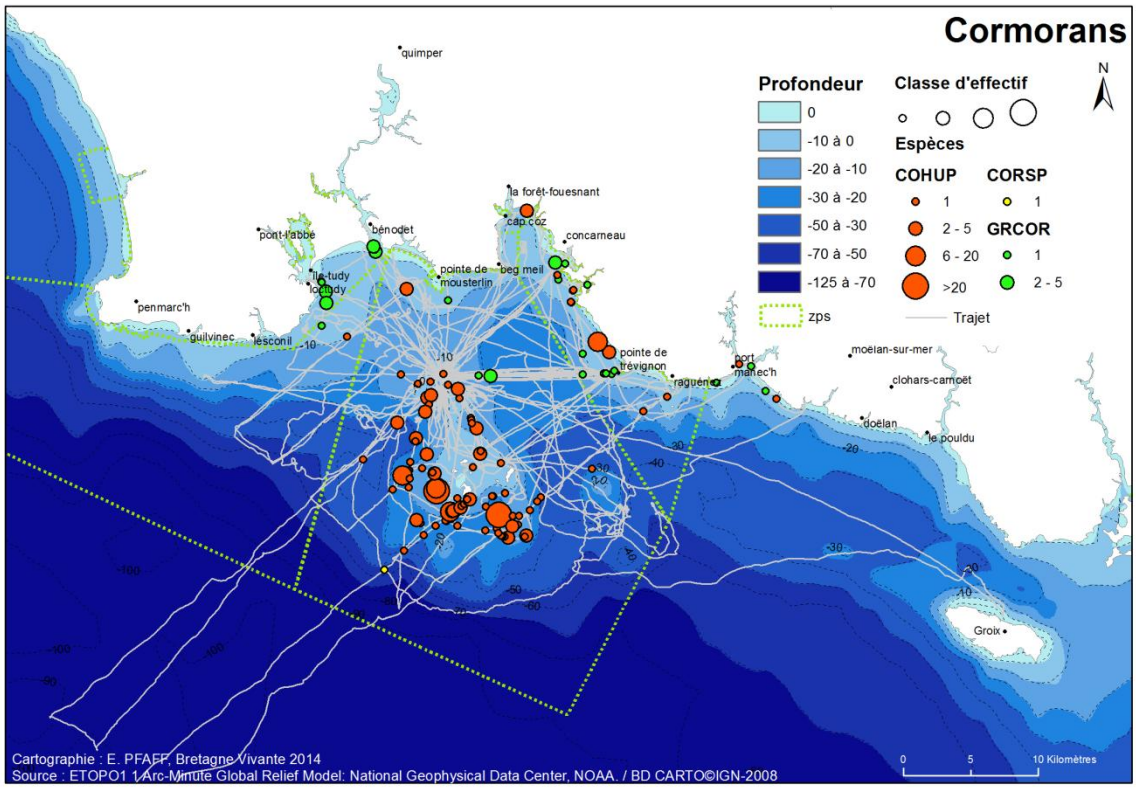
Nom vernaculaire	CODE	Nom scientifique
HAEMATOPODIDES		
Huîtrier pie	HUPIE	Haematopus ostralegus
SCOLOPACIDAE		
Phalarope à bec étroit	PHBET	Phalaropus lobatus
Phalarope à bec large	PHBLA	Phalaropus fulicarius
Phalarope sp.	PHASP	Phalaropus sp.
STERCORARIIDAE		
Labbe pomarin	LAPOM	Stercorarius pomarinus
Labbe parasite	LAPAR	Stercorarius parasiticus
Labbe à longue queue	LALON	Stercorarius longicaudus
Grand Labbe	GRLAB	Catharacta skua
Labbe sp. "pomasite"	LABPP	Stercorarius sp.
Labbe sp.	LABSP	
LARIDAE		
Mouette mélanocéphale	MOMEL	Larus melanocephalus
Mouette pygmée	MOPYG	Larus minutus
Mouette de Sabine	MOSAB	Larus sabini
Mouette rieuse	MORIE	Larus ridibundus
Goéland cendré	GOCEN	Larus canus
Goéland brun	GOBRU	Larus fuscus
Goéland argenté	GOARG	Larus argentatus
Goéland leucophée	GOLEU	Larus michaellis
Goéland bourgmestre	GOBOU	Larus hyperboreus
Goéland marin	GOMAR	Larus marinus
Mouette tridactyle	MOTRI	Rissa tridactyla
Goéland sp.	GOESP	
Mouette sp.	MOUSP	
Laridé sp.	LARSP	
STERNIDAE		
Sterne caugek	STCAU	Sterna sandvicensis
Sterne de Dougall	STDOU	Sterna dougallii
Sterne pierregarin	STPIE	Sterna hirundo
Sterne arctique	STARC	Sterna paradisaea
Sterne naine	STNAI	Sterna albifrons
Guifette noire	GUNOI	Chlidonias niger
Sterne "comic"	STMIC	Sterna sp.
Sterne sp.	STESP	
ALCIDAE		
Guillemot de Troïl	GUTRO	Uria aalge
Pingouin torda	PITOR	Alca torda
Mergule nain	MENAI	Alle alle
Macareux moine	MAMOI	Fratercula arctica
Alcidé sp.	ALCSP	

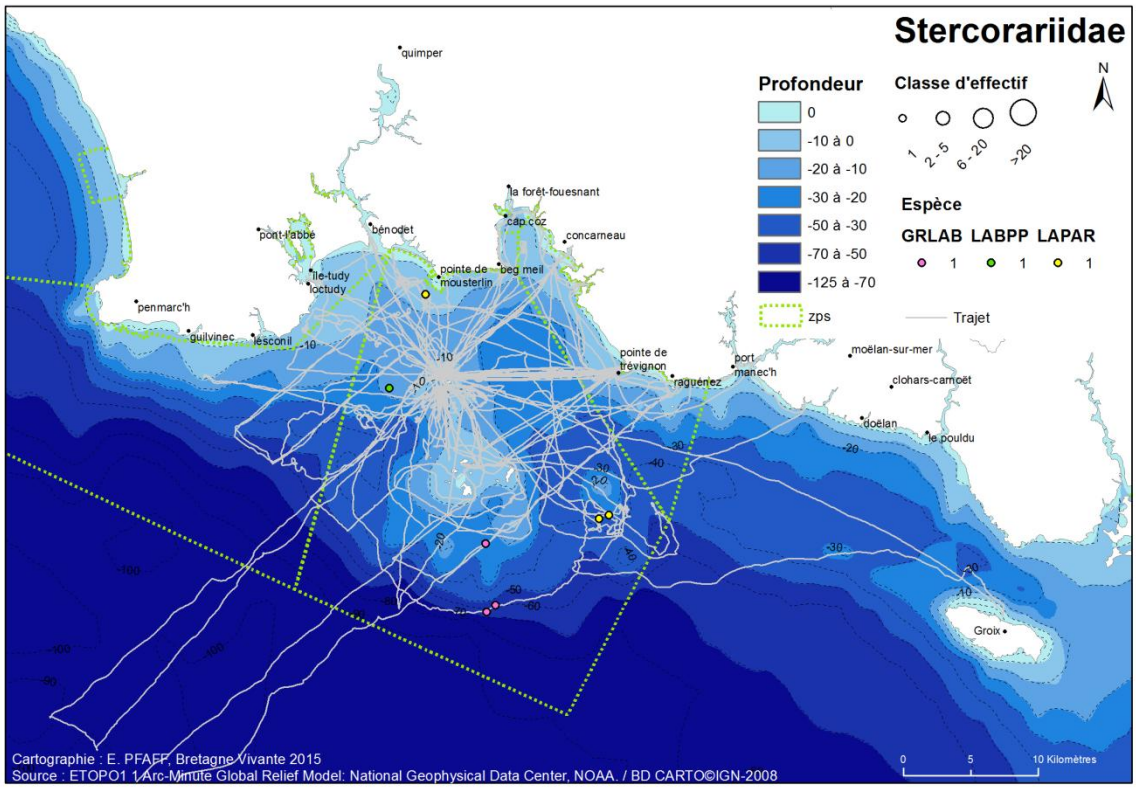
Annexe 5.2 – Bilan annexe cartographique de l'ensemble des observations d'autres espèces sur la zone d'étude (oiseaux, mammifères marins, requins et poissons lune) en Finistère sud (2012-2014)

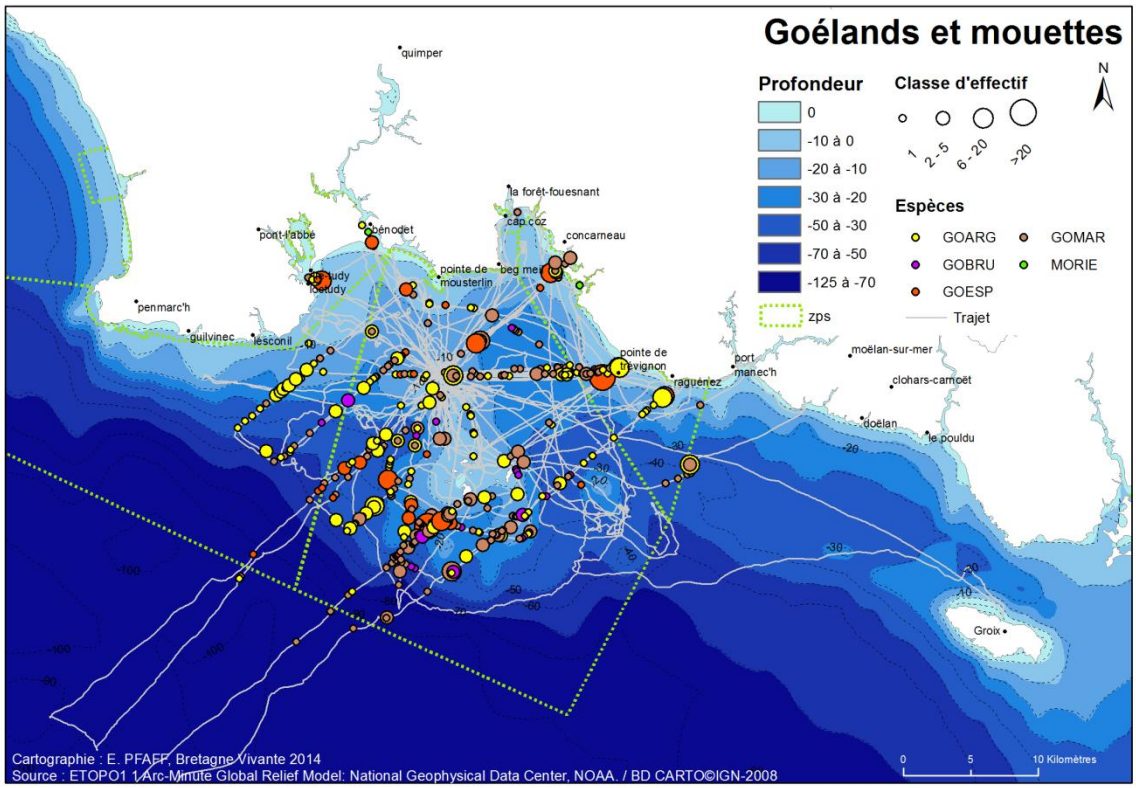


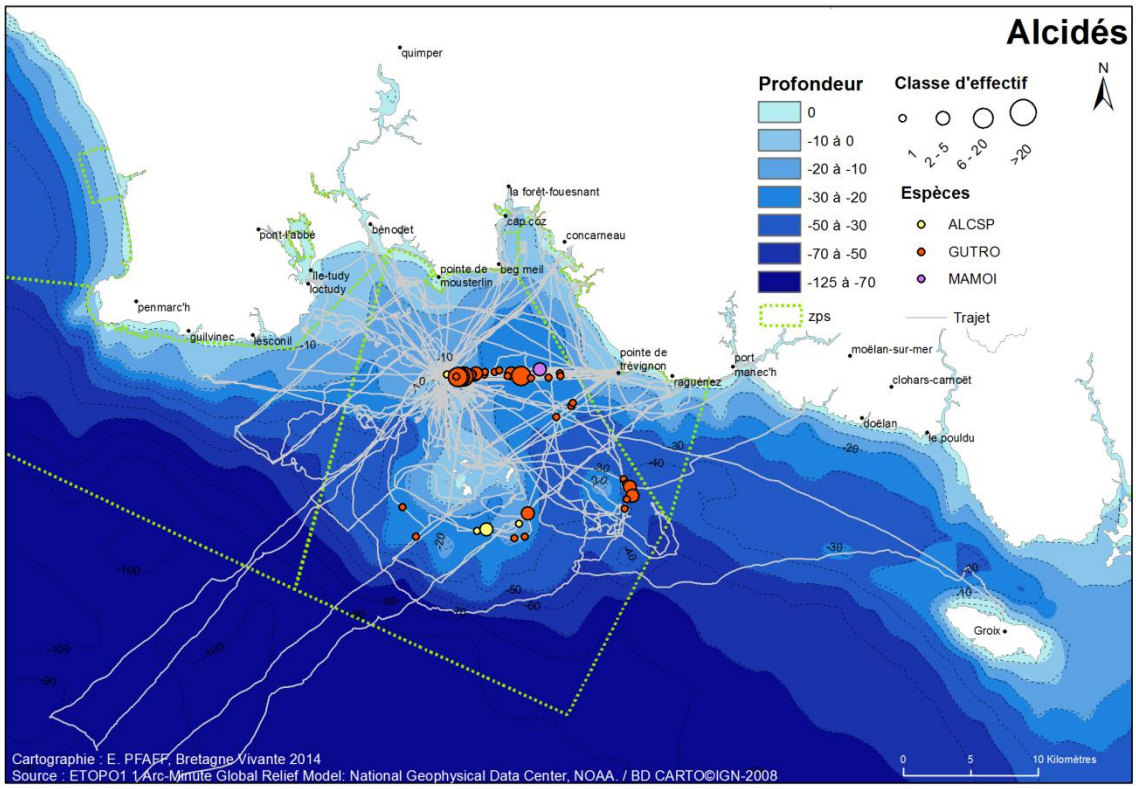


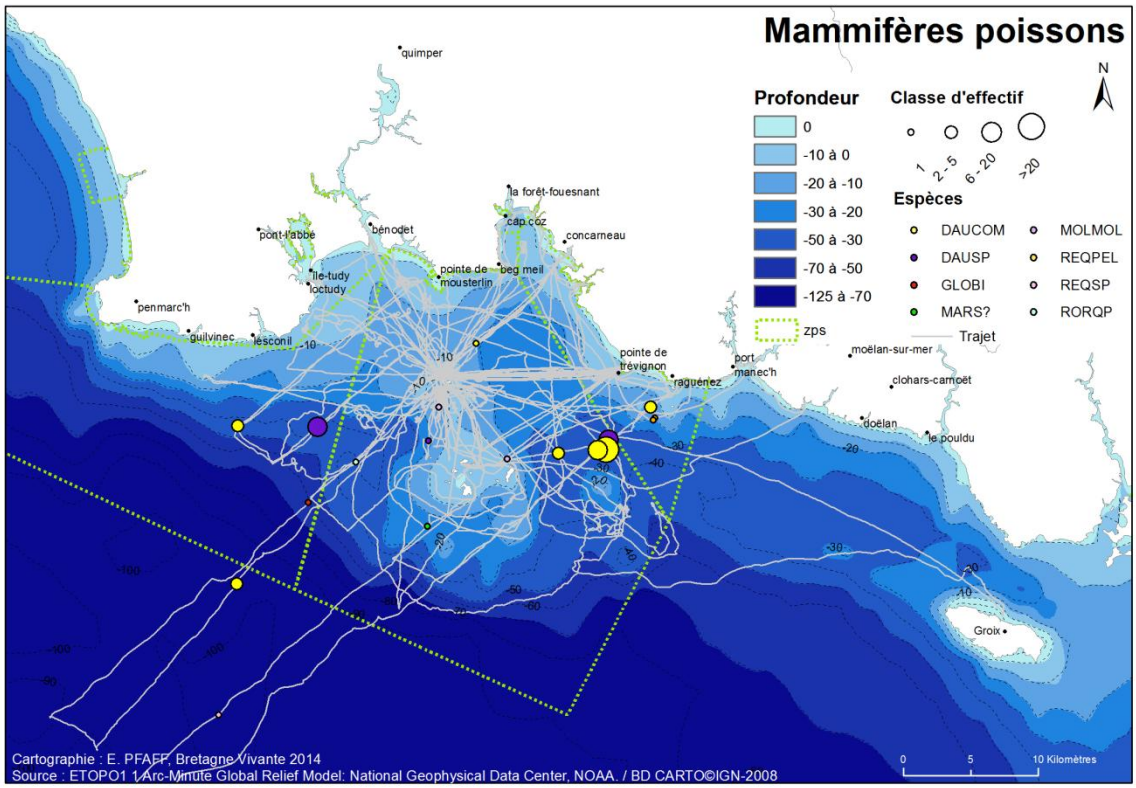

Fou de Bassan
Profondeur
0
-10 à 0
-20 à -10
-30 à -20
-50 à -30
-70 à -50
-125 à -70
zps
Classe d'effectif
FOBAS
1
2 - 5
6 - 20
21 - 250
Trajet
N
quimper
la forêt-fouesnant
cap coz
concarneau
pont-l'abbé
bénodet
île-tudy
loctudy
pointe de mousterlin
beg meil
penmarc'h
guilvinec
lesconil
pointe de trévignon
raguenez
port manec'h
moëlan-sur-mer
clohars-carnoët
doëlan
le pouldu
Groix
Cartographie : E. PFAFF, Bretagne Vivante 2014
Source : ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: National Geophysical Data Center, NOAA. / BD CARTO©IGN-2008
0
5
10 Kilomètres


Cormorans
Profondeur
0
-10 à 0
-20 à -10
-30 à -20
-50 à -30
-70 à -50
-125 à -70
zps
Classe d'effectif
Espèces
COHUP
1
2 - 5
6 - 20
>20
CORSP
1
GRCOR
1
2 - 5
Trajet
N
quimper
la forêt-fouesnant
cap coz
concarneau
pont-l'abbé
bénodet
île-tudy
loctudy
pointe de mousterlin
beg meil
penmarc'h
guilvinec
lesconil
pointe de trévignon
raguenez
port manec'h
moëlan-sur-mer
clohars-carnoët
doëlan
le pouldu
Groix
Cartographie : E. PFAFF, Bretagne Vivante 2014
Source : ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: National Geophysical Data Center, NOAA. / BD CARTO©IGN-2008
0
5
10 Kilomètres

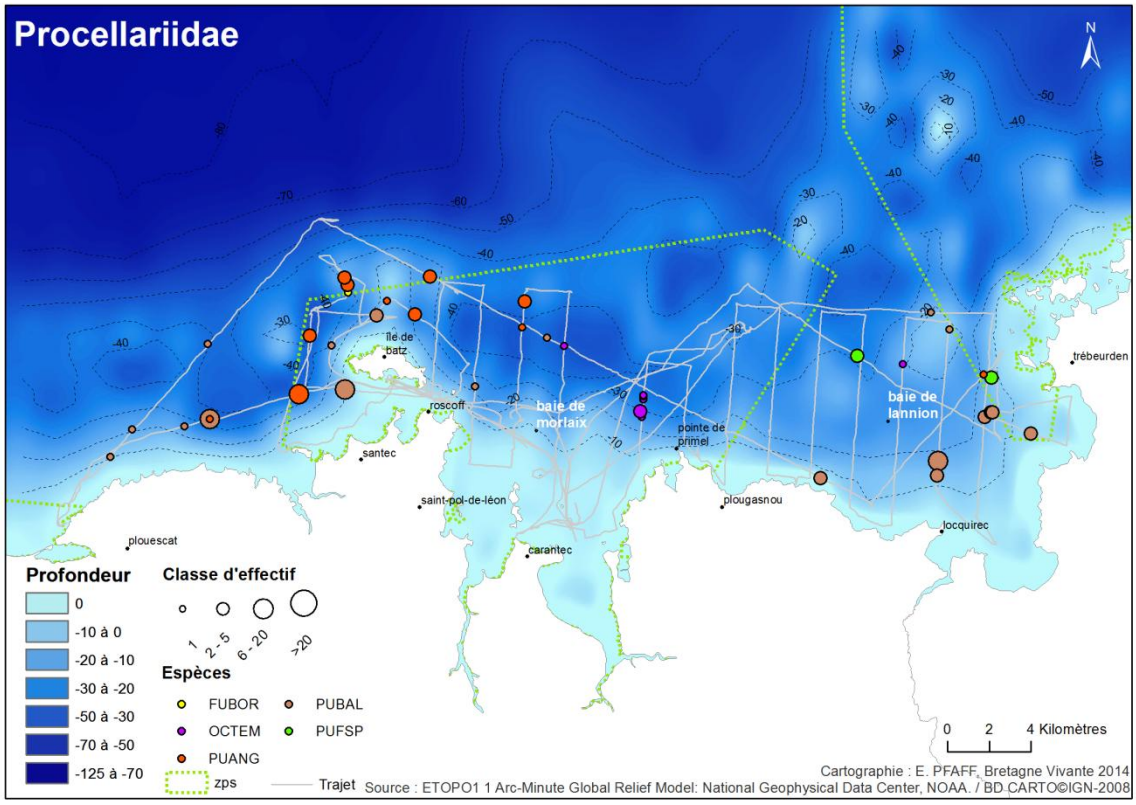

Stercorariidae
Profondeur
0
-10 à 0
-20 à -10
-30 à -20
-50 à -30
-70 à -50
-125 à -70
zps
Classe d'effectif
1
2 - 5
6 - 20
>20
Espèce
GRLAB LABPP LAPAR
1 1 1
Trajet
N
quimper
la forêt-fouesnant
cap coz
concarneau
pont-l'abbé
bénodet
île-tudy
loctudy
pointe de mousterlin
beg meil
penmarc'h
guilvinec
lesconil
pointe de trévignon
port manec'h
raguenez
moëlan-sur-mer
clohars-carnoët
doëlan
le pouldu
Groix
Cartographie : E. PFAFF, Bretagne Vivante 2015
Source : ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: National Geophysical Data Center, NOAA. / BD CARTO©IGN-2008
0 5 10 Kilomètres

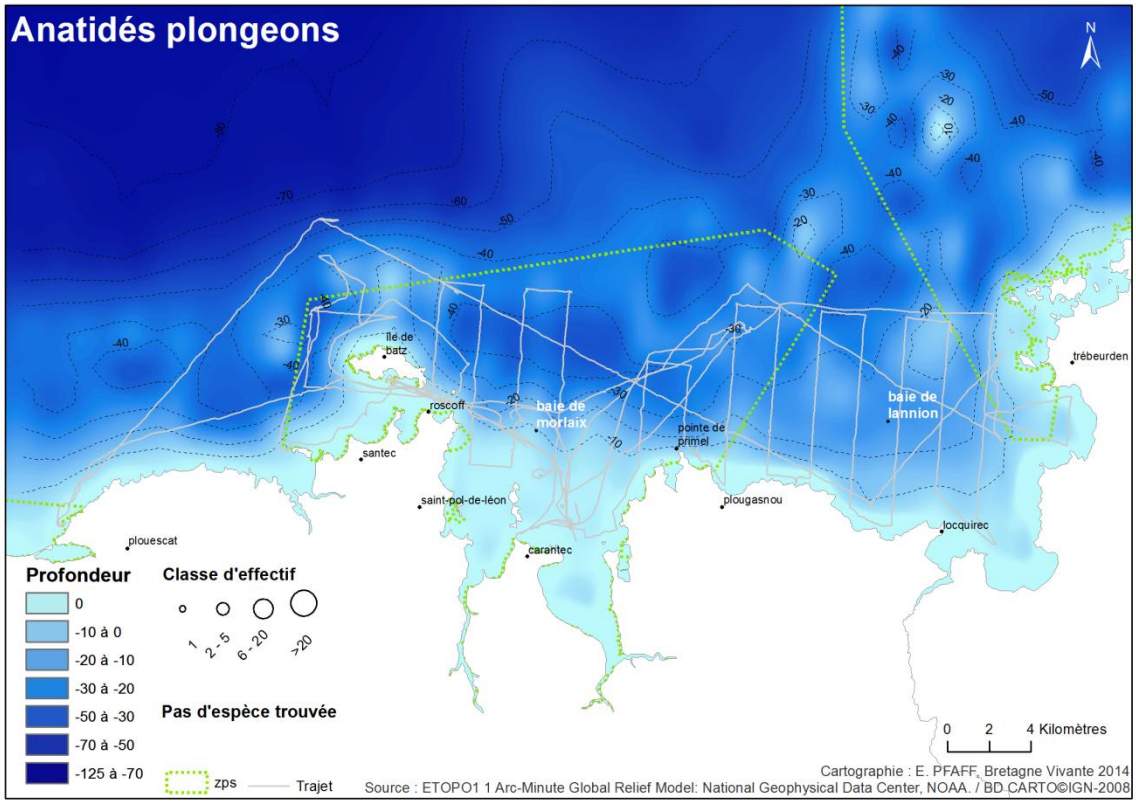

Goélands et mouettes
Profondeur
0
-10 à 0
-20 à -10
-30 à -20
-50 à -30
-70 à -50
-125 à -70
zps
Classe d'effectif
1
2 - 5
6 - 20
>20
Espèces
GOARG
GOMAR
GOBRU
MORIE
GOESP
Trajet
N
quimper
la forêt-fouesnant
cap coz
concarneau
pont-l'abbé
bénodet
île-tudy
loctudy
pointe de mousterlin
beg meil
penmarc'h
guilvinec
lesconil
pointe de trévignon
port manec'h
raguenez
moëlan-sur-mer
clohars-carnoët
doëlan
le pouldu
Groix
Cartographie : E. PFAFF, Bretagne Vivante 2014
Source : ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: National Geophysical Data Center, NOAA. / BD CARTO©IGN-2008
0 5 10 Kilomètres

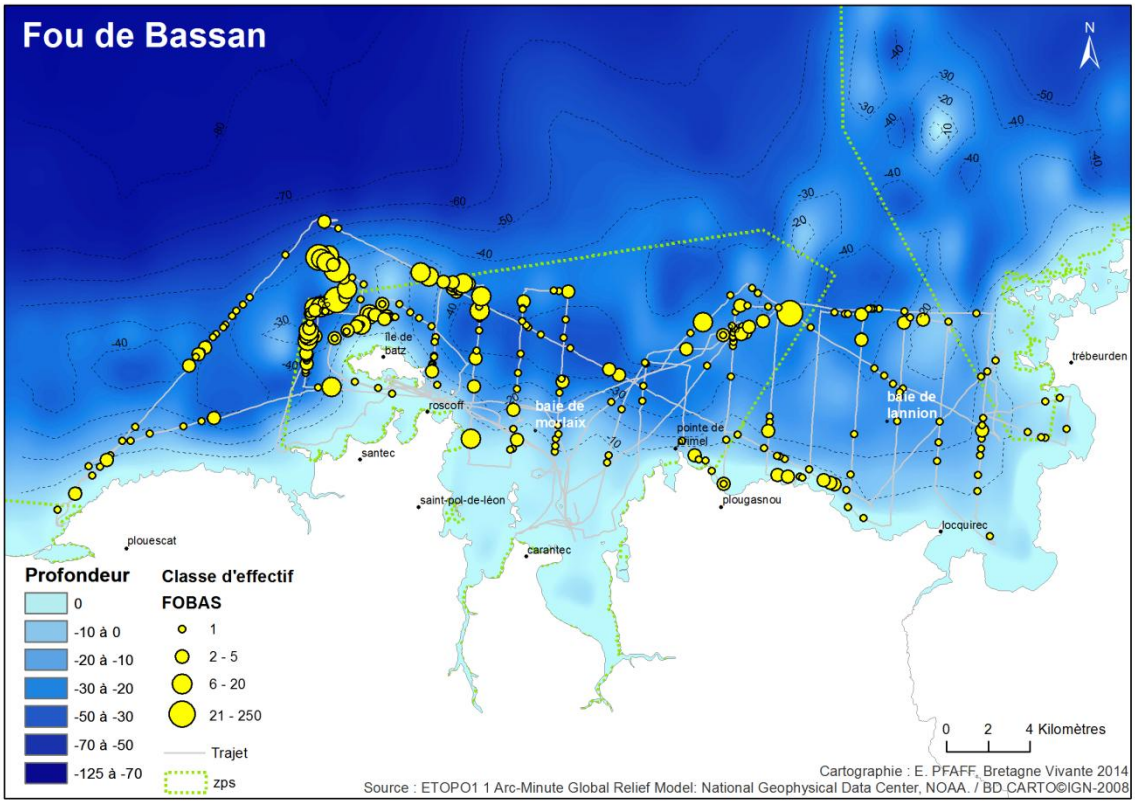

Alcidés
Profondeur
0
-10 à 0
-20 à -10
-30 à -20
-50 à -30
-70 à -50
-125 à -70
zps
Classe d'effectif
1
2 - 5
6 - 20
>20
Espèces
ALCSP
GUTRO
MAMOI
Trajet
N
quimper
la forêt-fouesnant
cap coz
concarneau
pont-l'abbé
bénodet
île-tudy
loctudy
pointe de mousterlin
beg meil
penmarc'h
guilvinec
lesconil
pointe de trévignon
raguenez
port manec'h
moëlan-sur-mer
clohars-carnoët
doëlan
le pouldu
Groix
Cartographie : E. PFAFF, Bretagne Vivante 2014
Source : ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: National Geophysical Data Center, NOAA. / BD CARTO©IGN-2008
0
5
10 Kilomètres

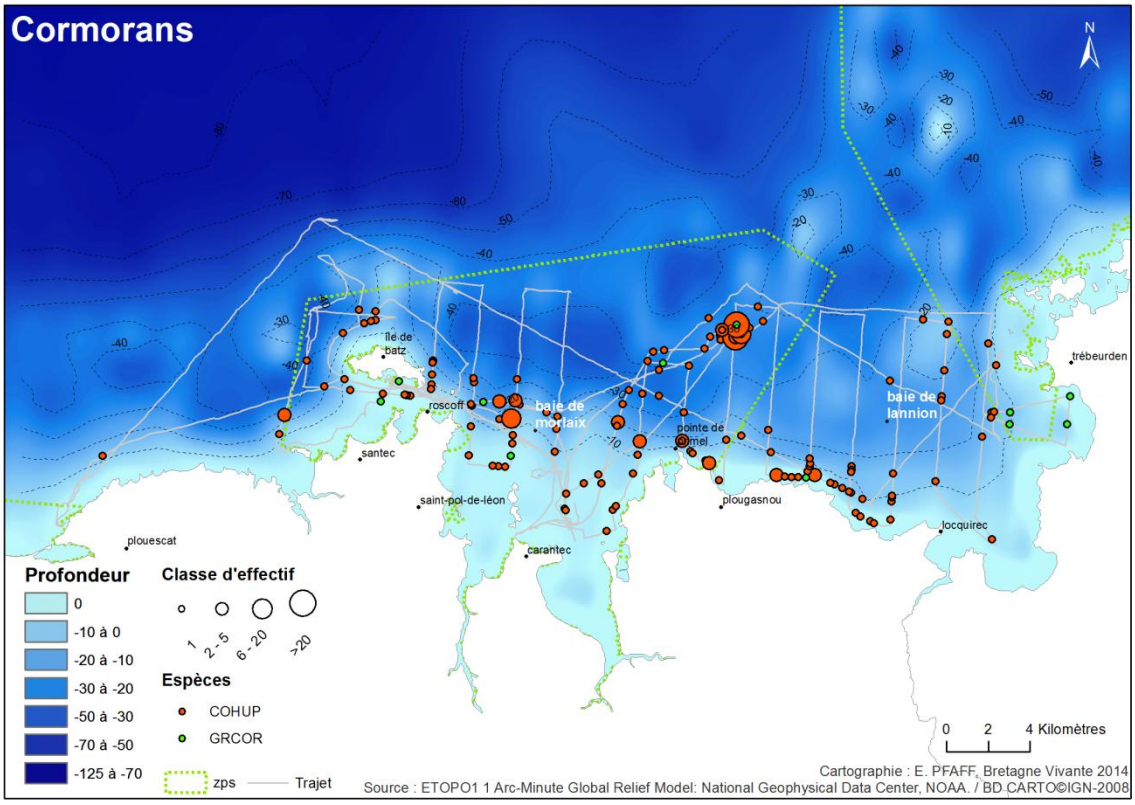

Mammifères poissons
Profondeur
0
-10 à 0
-20 à -10
-30 à -20
-50 à -30
-70 à -50
-125 à -70
zps
Classe d'effectif
1
2 - 5
6 - 20
>20
Espèces
DAUCOM
DAUSP
GLOBI
MARS?
MOLMOL
REQPEL
REQSP
RORQP
Trajet
N
quimper
la forêt-fouesnant
cap coz
concarneau
pont-l'abbé
bénodet
île-tudy
loctudy
pointe de mousterlin
beg meil
penmarc'h
guilvinec
lesconil
pointe de trévignon
raguenez
port manec'h
moëlan-sur-mer
clohars-carnoët
doëlan
le pouldu
Groix
Cartographie : E. PFAFF, Bretagne Vivante 2014
Source : ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: National Geophysical Data Center, NOAA. / BD CARTO©IGN-2008
0
5
10 Kilomètres

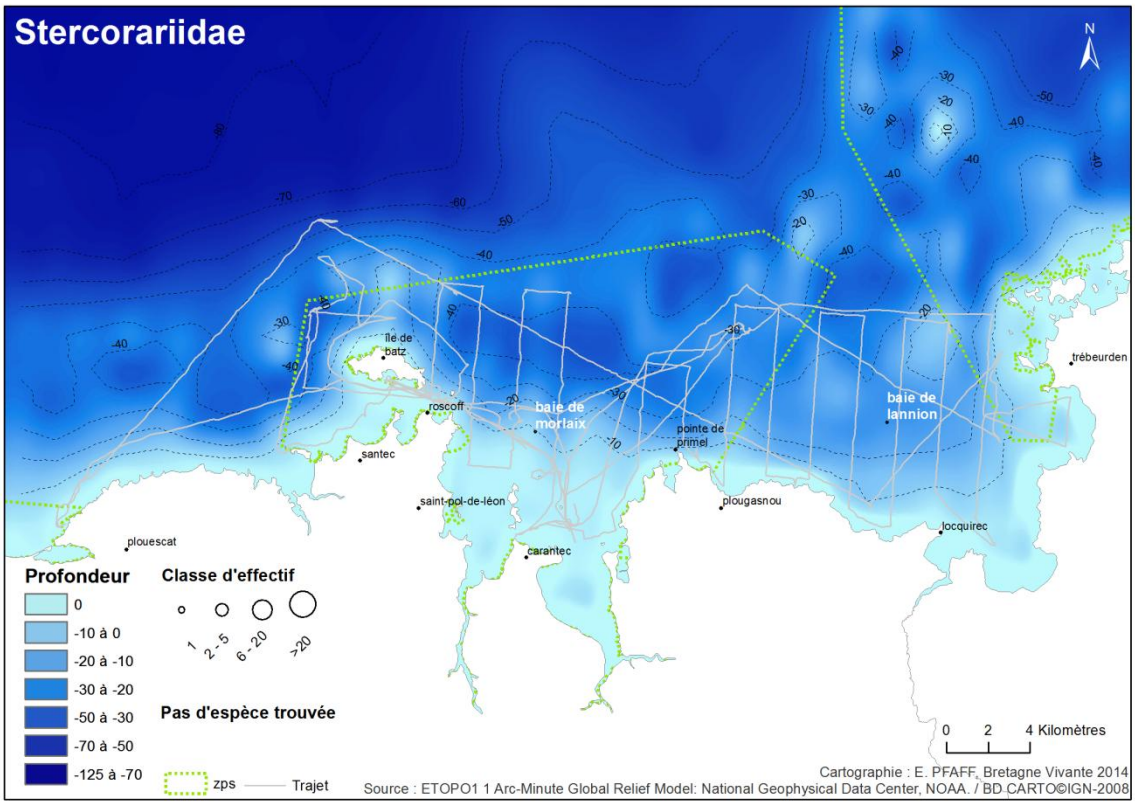
Annexe 5.3 – Bilan annexe cartographique de l'ensemble des observations d'autres espèces sur la zone d'étude (oiseaux, mammifères marins, requins et poissons lune) en Finistère nord (2012)

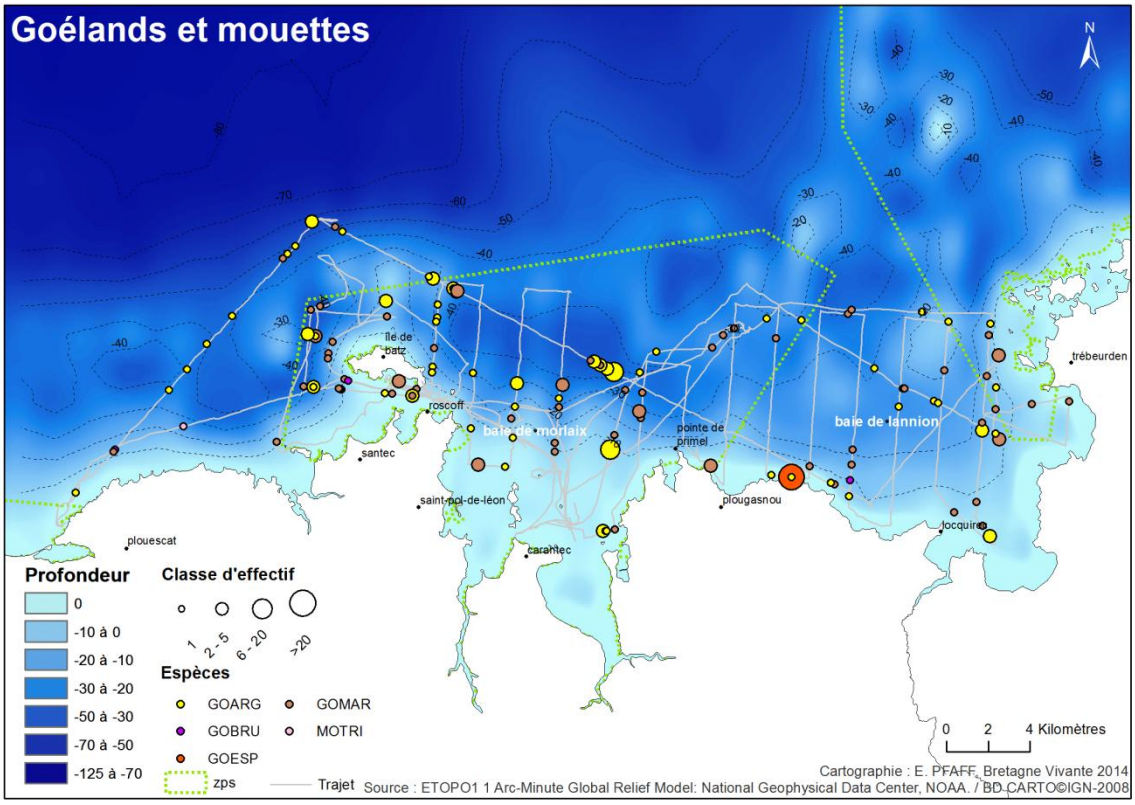


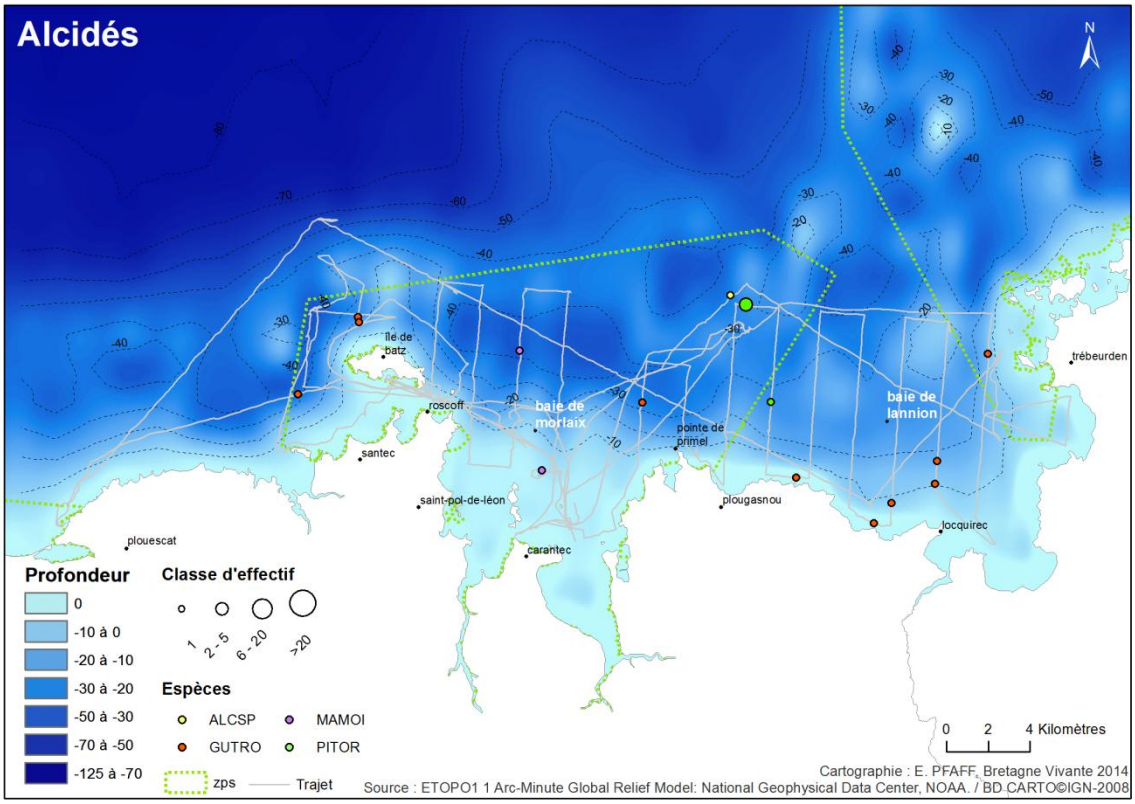


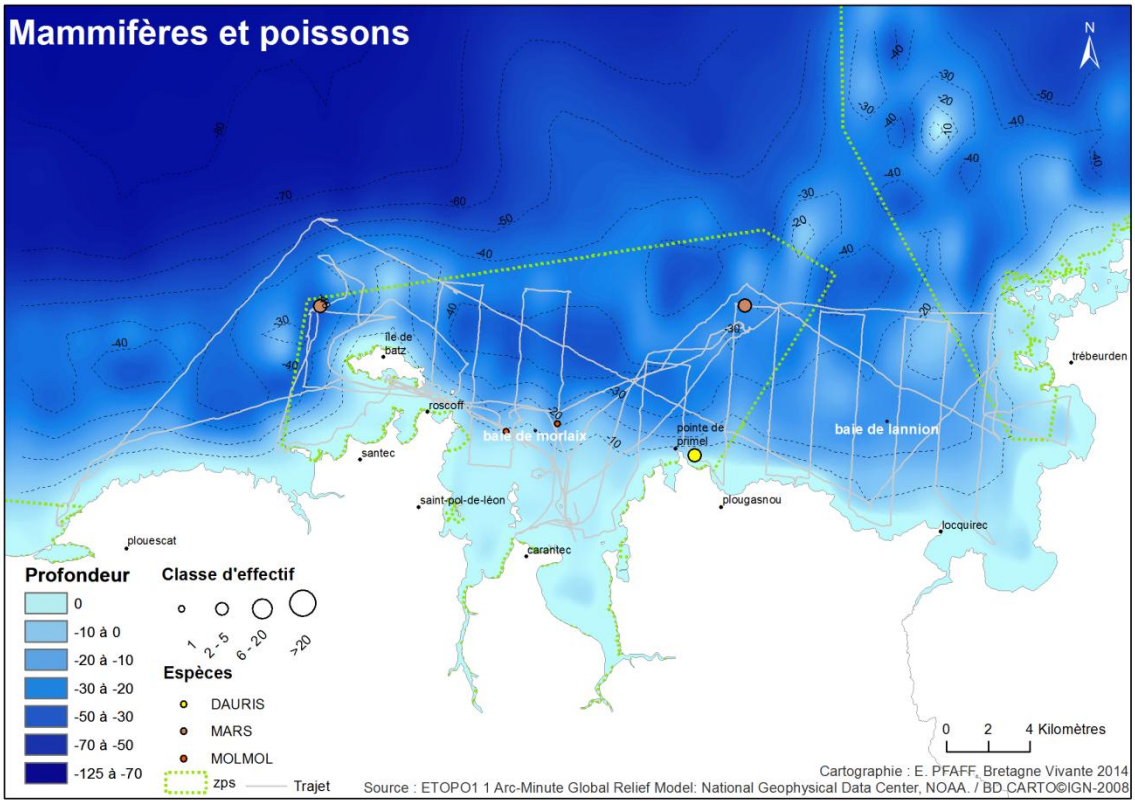

Fou de Bassan
N
île de batz
roscoff
santec
saint-pol-de-léon
carantec
baie de morlaix
pointe de primel
plougasnou
baie de lannion
trébeurden
locquirec
plouescat
Profondeur
0
-10 à 0
-20 à -10
-30 à -20
-50 à -30
-70 à -50
-125 à -70
Classe d'effectif
FOBAS
1
2 - 5
6 - 20
21 - 250
Trajet
zps
0 2 4 Kilomètres
Cartographie : E. PFAFF, Bretagne Vivante 2014
Source : ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: National Geophysical Data Center, NOAA. / BD CARTO©IGN-2008


Cormorans
N
île de batz
roscoff
santec
saint-pol-de-léon
carantec
baie de morlaix
pointe de primel
plougasnou
baie de lannion
trébeurden
locquirec
plouescat
Profondeur
0
-10 à 0
-20 à -10
-30 à -20
-50 à -30
-70 à -50
-125 à -70
Classe d'effectif
1
2 - 5
6 - 20
>20
Espèces
COHUP
GRCOR
zps
Trajet
0 2 4 Kilomètres
Cartographie : E. PFAFF, Bretagne Vivante 2014
Source : ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: National Geophysical Data Center, NOAA. / BD CARTO©IGN-2008


Stercorariidae
N
île de batz
roscoff
baie de morlaix
santec
saint-pol-de-léon
carantec
pointe de primel
plougasnou
baie de lannion
trébeurden
locquirec
plouescat
Profondeur
0
-10 à 0
-20 à -10
-30 à -20
-50 à -30
-70 à -50
-125 à -70
Classe d'effectif
1
2 - 5
6 - 20
>20
Pas d'espèce trouvée
zps
Trajet
0 2 4 Kilomètres
Cartographie : E. PFAFF, Bretagne Vivante 2014
Source : ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: National Geophysical Data Center, NOAA. / BD CARTO©IGN-2008


Goélands et mouettes
N
île de batz
roscoff
baie de morlaix
santec
saint-pol-de-léon
carantec
pointe de primel
plougasnou
baie de lannion
trébeurden
locquirec
plouescat
Profondeur
0
-10 à 0
-20 à -10
-30 à -20
-50 à -30
-70 à -50
-125 à -70
Classe d'effectif
1
2 - 5
6 - 20
>20
Espèces
GOARG
GOMAR
GOBRU
MOTRI
GOESP
zps
Trajet
0 2 4 Kilomètres
Cartographie : E. PFAFF, Bretagne Vivante 2014
Source : ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: National Geophysical Data Center, NOAA. / BD CARTO©IGN-2008


Alcidés
N
île de batz
roscoff
santec
baie de morlaix
pointe de primel
baie de lannion
trébeurden
saint-pol-de-léon
plougasnou
locquirec
carantec
plouescat
Profondeur
0
-10 à 0
-20 à -10
-30 à -20
-50 à -30
-70 à -50
-125 à -70
Classe d'effectif
1
2 - 5
6 - 20
>20
Espèces
ALCSP
MAMOI
GUTRO
PITOR
zps
Trajet
0 2 4 Kilomètres
Cartographie : E. PFAFF, Bretagne Vivante 2014
Source : ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: National Geophysical Data Center, NOAA. / BD CARTO©IGN-2008


Mammifères et poissons
N
île de batz
roscoff
santec
baie de morlaix
pointe de primel
baie de lannion
trébeurden
saint-pol-de-léon
plougasnou
locquirec
carantec
plouescat
Profondeur
0
-10 à 0
-20 à -10
-30 à -20
-50 à -30
-70 à -50
-125 à -70
Classe d'effectif
1
2 - 5
6 - 20
>20
Espèces
DAURIS
MARS
MOLMOL
zps
Trajet
0 2 4 Kilomètres
Cartographie : E. PFAFF, Bretagne Vivante 2014
Source : ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: National Geophysical Data Center, NOAA. / BD CARTO©IGN-2008

Suivis en mer

–Trajets de poursuite à vue

–Trajets de traque aléatoire

–Trajets d'échantillonnage par transects linéaire

–Trajets non dédiés

Identification des proies

Suivis depuis la côte

Suivis à terre sur les colonies

Alimentation des sternes

–Période des parades et des nourrissages de cour

–Période d'élevage des poussins

–Direction de vol des adultes

Paramétrage et utilisation du GPSMap 78 – GARMIN

Suivis en mer

La méthodologie retenue s'inspire largement des études réalisées ces dernières années en Grande-Bretagne sur les sternes en mer (Perrow *et al*. 2010, 2011, Wilson *et al*. 2011), et des suivis standardisés des oiseaux marins en mer (méthode ESAS, European Seabird At Sea ; voir par exemple Powers 1982, Tasker *et al*. 1984, Komdeur *et al*. 1992, Camphuysen *et al*. 2004, Valéry 2010). Afin de collecter un maximum d'informations avec des moyens financiers limités, les suivis en mer seront de quatre types : traque aléatoire, transects, poursuite et opportuniste.

Lors des sorties en mer, l'équipage est constitué au minimum d'un pilote, d'un observateur et d'un secrétaire chargé de consigner les observations. Dans la mesure du possible, un ou deux autres observateurs pourront également être embarqués, afin de faciliter le travail de terrain.

À chaque sortie, des informations sur les conditions météorologiques seront notées (direction et force du vent, état de la mer et direction de la houle, couverture nuageuse, précipitations, visibilité), en début de journée, en milieu de journée et en fin de journée, ainsi que sur les conditions de marées (coefficient de marée et heures de basse mer et pleine mer).

Le GPS portable est activé à chaque début de sortie, programmé pour enregistrer le trajet du bateau, et servant aussi à enregistrer d'autres points particuliers durant le trajet. Les montres de l'observateur et du secrétaire sont synchronisées sur l'heure du GPS, à la seconde près.

La collecte des informations se fait de manière standardisée, en utilisant des codes pour gagner du temps lors de la prise de note (voir par exemple Camphuysen *et al*. 2004, Camphuysen & Garthe 2004, Monticelli *et al*. 2006).

Quelle que soit la méthode de suivi, les éventuelles interactions avec les pêcheries seront répertoriées, les sternes pouvant s'alimenter sur les rejets de pêche des chalutiers ou sur les appâts des palangres. Des contacts seront pris avec les pêcheurs professionnels, notamment en Finistère sud, pour recueillir d'éventuels témoignages sur la présence de sternes en mer derrière les bateaux en pêche.

Les observateurs s'entrainent à évaluer les distances avant le démarrage des suivis, et également pendant la période des suivis, en s'exerçant en mer avec des objets fixes (rochers, balises, bouées de casier, etc.), à la fois en utilisant des jumelles réticulées ou un petit télémètre fait maison (Heinemann 1981, cf. document JNCC) et, bien entendu, à l'œil nu. Il est possible d'utiliser un fil de pêche (type palangre) ou une corde de longueur connue (environ 120 m) avec une bouée à son extrémité, que le pilote ou un autre entraineur laisser filer en arrière du bateau à des distances variables, corde tendue, et chaque observateur donne son estimation de distance. Les tests doivent être pratiqués au moins une fois par semaine, pour s'assurer que la marge d'erreur reste de l'ordre de ± 10 m.

L'entrainement peut aussi se faire à terre, par exemple lors des déplacements en voiture, avec les repères de chaussée (50 m entre les petites marques réfléchissantes sur le bord d'une voie express par exemple) ou le marquage au sol (sur le bord d'une voie express ou d'une autoroute, ligne de rive aux approches de certains carrefours et dans les bretelles de raccordement = bandes blanches de 20 m espacées de 6 m ou ligne délimitant une bande d'arrêt d'urgence, en section courante hors bretelles de raccordement = bandes blanches de 39 m espacées de 13 m).

L'objectif est d'apprendre à mémoriser à quoi ressemble un guillemot, un goéland, un fou de Bassan ou toute autre espèce classique à 50 m, à 100 m, etc. (c'est-à-dire quelle est l'allure générale de l'oiseau et quels sont les détails morphologiques visibles à ces différentes distances).

La méthode ESAS considère que les conditions sont défavorables quant l'état de la mer est de 6 Bft et que la visibilité est inférieure à 1 km (pour des navires où l'observateur est à plus de 5 m au-dessus de la surface de la mer, généralement 9-10 m). Pour des semi-rigides, les conditions défavorables sont les suivantes : état de la mer > 3 Bft et houle > 1,5 m (Roycroft *et al*. 2007, Ronconi & Burger 2009, Perrow et al. 2010, 2011).

Trajets de poursuite à vue

Dans le Finistère sud, ces suivis sont réalisés en utilisant une embarcation semi-rigide très rapide (« *RIB – rigid-hulled inflatable boat* »), capable de naviguer à 40 nœuds, vitesse de vol que peuvent atteindre les sternes caugek lors de leurs trajets. Avec cette embarcation rapide, deux ou trois sorties sont prévues durant la période d'élevage, l'objectif étant alors de suivre jusqu'à leurs zones de pêche les sternes qui partent de la colonie de l'île aux Moutons pour chercher de la nourriture pour leurs poussins. Sur la journée d'observation, différentes trajectoires de vol des oiseaux sont sélectionnées pour essayer d'échantillonner les différentes zones de pêche (Perrow *et al*. 2010, 2011, Wilson *et al*. 2011).
Ce type de suivi n'est pas programmé dans le Finistère nord, les conditions de navigation n'étant pas du tout les mêmes que dans le Finistère sud (présence de nombreux îlots et chenaux de navigation).
Ce suivi est planifié sur une journée entière, sauf cas de contraintes météorologiques, et il faut essayer de prendre la mer aussi tôt que possible.

Mise en œuvre du suivi

À chaque sortie, des informations sur les conditions météorologiques sont notées (direction et force du vent, état de la mer et direction de la houle, couverture nuageuse, précipitations, visibilité), à plusieurs moment de la journée (par exemple à chaque changement de fiche de suivi ou toutes les deux fiches), ainsi que sur les conditions de marées (coefficient de marée et heures de basse mer et pleine mer).

L'équipage est composé au minimum d'un observateur principal qui se concentre sur la sterne suivie pour ne pas la perdre de vue et qui annonce ses comportements, d'un observateur secondaire qui aide l'observateur principal et qui gère en plus le GPS portable, d'un secrétaire qui s'occupe quasi-exclusivement de la prise de notes (tâche de plus en plus délicate au fur et à mesure que la vitesse augmente et que la mer est formée), et d'un pilote qui se concentre sur la sterne suivie et les indications des observateurs sur les changements de direction ou de vitesse de l'oiseau, et sur la sécurité de la navigation (roches, autres navires, etc.). La présence d'un troisième observateur, voire d'un quatrième observateur, permet de réduire le risque de perdre de vue l'oiseau ou de rater certains comportements, mais aussi de prendre des photos des sternes en pêche, ou encore de rechercher et noter les autres espèces présentes sur la zone (oiseaux, mammifères marins, poisson lune, requin pèlerin, etc.).

Le bateau est à proximité de l'îlot (à moins de 300 m), dans une zone facilement navigable, et les observateurs repèrent une sterne qui part de la colonie en vol (en espérant qu'il s'agisse bien d'un individu reproducteur ayant un ou des poussins) et donne le top départ au pilote. À partir des zones d'attente de l'île aux Moutons, il est impossible de repérer précisément une sterne qui décolle de la colonie.
L'observateur principal dirige le pilote (DIRECTION + ACCÉLÈRE / RALENTI / STOP) en fonction du comportement de la sterne pour suivre au plus près la trajectoire de la sterne (c'est la route du bateau enregistrée par le GPS portable qui est considérée comme étant la route de la sterne). Le bateau doit parfois s'éloigner de la trajectoire de l'oiseau pour des raisons de sécurité (zone de roches découvertes ou affleurantes, autre navire sur zone) ou rester à distance (vitesse réduite dans les ports, bateau au mouillage).
Le bateau doit cependant rester suffisamment en retrait pour ne pas avoir d'incidence sur le comportement de la sterne. Il semble qu'une distance d'environ 50 m soit raisonnable, mais c'est à l'observateur et au pilote de faire les ajustements nécessaires en fonction de la réaction des différents individus suivis.
L'objectif est d'essayer de suivre la sterne pendant l'intégralité de son trajet aller-retour entre la colonie et la zone de pêche. Si la sterne suivie est perdue en cours de route, une autre sterne en pêche ou en vol avec une proie peut alors être prise en chasse dans le secteur où la première poursuite a été abandonnée.

Dans la mesure du possible, il faut essayer de suivre les différentes espèces de sternes avec la même pression d'observation, mais les contraintes météorologiques et logistiques peuvent en décider autrement.

Les zones d'attente du bateau à proximité de la colonie sont changées de temps en temps, pour éviter tout biais lié à des directions de vol préférentielles et pour sélectionner différentes trajectoires de route de pêche. À proximité de l'île aux Moutons, les deux zones d'attente les plus favorables, permettant à la fois d'observer les sternes quittant l'île et de lancer la poursuite dans des conditions de sécurité, sont situées juste au nord et juste au sud du phare.

Lors de chacune des poursuites, les indications suivantes sont répertoriées :
1- numéro de la poursuite ;
2– espèce suivie = SC (caugek), SD (Dougall), SP (pierregarin) ;
3– point de départ* (point GPS et position par rapport à la colonie) et point de fin* de la poursuite
4– heure de début* et heure de fin* de la poursuite (heures, minutes, secondes), et noter sur la même ligne DÉPART et FIN respectivement dans la colonne « remarques » ;
5– comportement de l'oiseau : noté au début de la poursuite, puis à chaque changement de comportement (méthode adoptée par le JNCC), et à chaque fois avec l'heure à la seconde près (heure sur le GPS ou heure sur la montre synchronisée avec le GPS ; il est indispensable d'avoir l'heure précise, pour recaler les comportements sur le trajet enregistré par le GPS), ou en prenant un point de navigation « *waypoint* » correspondant sur le GPS portable, dont le numéro est reporté sur le bordereau. Perrow *et al*. (2010) notent le comportement toutes les minutes environ, dans les limites des possibilités de prise de notes dans un bateau rapide.

* quand un numéro de waypoint est enregistré, il n'est pas nécessaire de noter systématiquement les coordonnées géographiques et l'heure, mais ces informations peuvent quand même être notées de temps en temps, pour des vérifications en cas de besoin

Par ordre de priorité, les comportements à noter sont les suivants :

(i) tout signe de manœuvre d'évitement du bateau par l'oiseau (voir plus loin)
(ii) comportement d'alimentation (voir plus loin)
(iii) transport de proie(s) (avec identification de l'espèce, du genre ou de la famille)
(iv) type de vol, hauteur de vol et vitesse de vol (voir plus loin)

6– indication sur le niveau de certitude concernant le statut de l'oiseau, considéré comme reproducteur, et sur quelles bases il est considéré comme tel (dans la colonne « remarques »)
7– si la poursuite est abandonnée en cours de route et la raison de l'abandon (voir plus loin)

Enregistrement des informations

La prise de note se fait sur des bordereaux standardisés et le secrétaire prend bien soin de ne pas perdre les documents par-dessus bord lors des poursuites. Les données doivent être saisies dès que possible après la journée de suivi. Une copie des précédents bordereaux peut être prise à bord lors des suivis ultérieurs mais en aucun cas un bordereau original dont les données n'ont pas été saisies ne doit reprendre la mer !

Les codes à utiliser sur le terrain sont présentés à titre indicatif (ce sont les codes qui seront utilisés pour la saisie), l'important est d'avoir une information claire et distincte transmise par l'observateur au secrétaire, secrétaire qui retranscrit cette information orale pour prendre rapidement des notes aussi synthétiques que possibles, mais parfaitement lisibles et compréhensibles par la personne qui fera la saisie des données !

Les informations comportementales à répertorier (dans la colonne « Cpt ») sont classées en deux grandes catégories, comportement « continu » ou « instantané », et sont les suivantes :

Type de vol

• Vol « direct » (comportement « continu ») [code VDIR / **VD**] (« *direct flight* »)
L'oiseau vole vers une direction bien définie, généralement en vol rapide. C'est le type de vol classique de retour de la zone de pêche vers la colonie, mais il est également utilisé par des oiseaux qui se déplacent entre deux zones distinctes. Noter **VDR** quand l'oiseau repart en vol direct après un autre comportement.
– Noter également dans la colonne « remarques » si l'oiseau vole bas sur l'eau ou plus en hauteur (4 classes : < 1 m, 1-20 m, 20-120 m, > 120 m, hauteur observée uniquement pour des caugek en parade), ainsi que chaque changement de hauteur de vol.
– Noter aussi dans la colonne « remarques » la vitesse de l'oiseau (en nœuds) d'après le GPS portable ou le GPS du bateau.

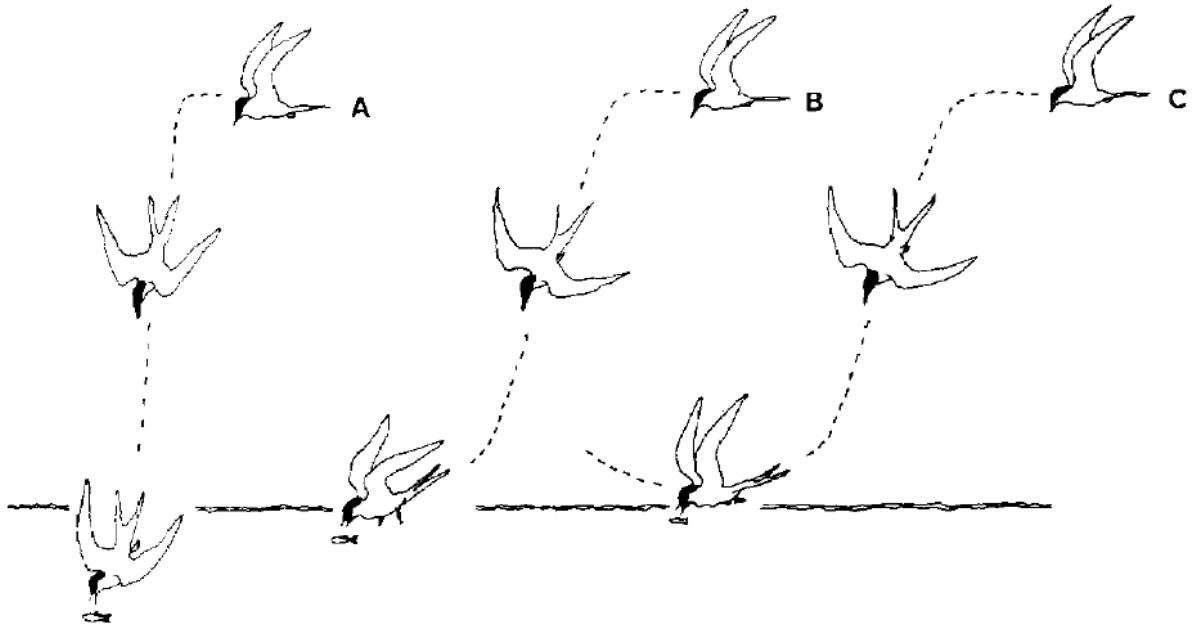
• Vol « transit » (comportement « continu ») [code VTRAN / **VT**] (« *transit flight* »)
C'est le type de vol classique des individus qui ne sont pas activement impliqués dans la recherche alimentaire. Pas aussi déterminé que le vol direct et généralement plus lent, et la tête souvent orientée vers le bas (ce qui n'est pas toujours facile à déterminer…). Peu fréquent chez les oiseaux qui volent bas sur l'eau.
– Noter également dans la colonne « remarques » si l'oiseau vole bas sur l'eau ou plus en hauteur (3 classes : < 1 m, 1-20 m, > 20 m), ainsi que chaque changement de hauteur de vol.
– Noter aussi dans la colonne « remarques » la vitesse de l'oiseau (en nœuds) d'après le GPS portable ou le GPS du bateau.

Autres codes spécifiques pour les oiseaux en vol :
• Virage sur l'aile [code **VSA**]
• Glissade sur l'aile [code **GLSA**]
• Monte et descend [code **MD**]
• Net changement de direction, sans modification du type de vol [code **CHDIR**]

Recherche alimentaire

• Recherche active (comportement « continu ») [code RECHE / **RA ou RE**] (« *active search* »)
L'individu est clairement en train de chercher à manger. Le vol peut être erratique, et généralement bien plus lent que pour les deux catégories précédemment citées, avec l'oiseau qui volette en faisant du surplace ou qui fait des descentes en piqué. L'oiseau reste souvent dans une même zone, avec un vol circulaire. Une partie de ces comportements de recherche active précèdent des tentatives de capture de proie, mais si c'est très fugace (quelques secondes), il est possible de noter seulement la succession vol « transit » puis plongeon, par exemple.
Les plongeons interrompus avant de toucher l'eau sont répertoriés avec un code spécifique plongeon interrompu [PLINT / **PIN**] (« *broken-off dive* »), mais dans certaines études ils sont considérés comme « recherche active » (voir Taylor 1983, Baptist & Leopold 2010).

Mode d'alimentation des sternes (comportement « instantané ») :



(d'après Taylor 1983)

• PLONGEON [code PLONG / **PLG**] (« *plunge dive* » ou « *full plunge dive* ») = plongeon d'assez haut, la tête la première, avec immersion totale [code PLONGT / **PLGT**] ou partielle (souvent quasi-totale) [code PLONGP / **PLGP**] de l'oiseau
• TREMPETTE [code TREMP / **TRP**] (« *surface dip* » ou « *partial plunge dive* ») = plongeon de faible hauteur, parfois les pattes les premières, avec immersion partielle de l'oiseau
• PICORE (« *surface peck* » ou « *contact dip* ») = picore / pique en surface, sans immersion de l'oiseau et sans se poser [code PICOR / **PIC**] ou en se posant quelques secondes sur l'eau, ailes relevées [code **PICPO**]

• KLEPTOPARASITISME [code KLEPVI / **KLVI**] (« *kleptoparasitism victim* ») = l'oiseau suivi est la victime. Tous les cas de kleptoparasitisme doivent être répertoriés. Des détails complémentaires sont à répertorier, à savoir l'espèce qui attaque et l'issue de l'attaque.
• KLEPTOPARASITISME [code KLEPAT / **KLAT**] (« *kleptoparasitism attacker* ») = l'oiseau suivi est l'attaquant. Des détails complémentaires sont à noter dans la colonne des remarques, à savoir l'espèce qui est attaquée et l'issue de l'attaque. Si l'attaque est réussie, les informations sur la proie sont à répertorier comme lors de la capture classique d'une proie. Si l'attaque est un échec, l'information sur le type de proie est à noter dans la colonne des remarques.

Évaluer si la tentative de capture d'une proie est un succès ou un échec
Compte tenu que les sternes peuvent se nourrir de très petits invertébrés, il n'est pas toujours possible de déterminer avec certitude si la tentative de capture d'une proie a été un succès ou un échec. Il faut toujours s'efforcer d'obtenir le maximum d'informations (succès ou échec et type de proie), et le noter dans la colonne « Proies ». En cas d'incertitude, il faut noter « issue inconnue » [**INC**]. Il faut noter « échec » [**ECH**] uniquement lorsque les conditions d'observation permettent d'avoir la certitude que l'oiseau redécolle sans rien. Cela reste cependant très difficile à évaluer et la majorité des tentatives sont enregistrées comme « avec succès » [**SUC**] ou « issue inconnue ». Si c'est « avec succès », c'est inutile de noter cette information dans la colonne « Proies » qui sera obligatoirement remplie.

Exemple
Une sterne peut parfois faire du vol surplace, entamer un plongeon, s'arrêter soudainement au dessus de la surface, faire un pose et recommencer à faire du surplace, puis finir par faire trempette. Dans ce cas, le code enregistré est « trempette ». Une tentative avortée de plongeon est à enregistrer comme « plongeon interrompu ».
Une séquence d'observation va fournir des résultats du type : 10 minutes de vol « transit », puis 6 minutes de recherche active, et durant ces 6 minutes, 5 plongeons et 7 « trempettes » enregistrées.

Attention à bien noter tous les changements de manière systématique, avec waypoint associé, pour avoir la durée de chaque séquence comportementale ! (ex. : RA, VT, RA, PLGT, VD…)

Lorsque le bateau est à distance pour des raisons de sécurité (sterne en pêche dans un port, près du rivage, etc.), il faut évaluer la distance entre le bateau et la sterne et la direction de l'oiseau par rapport au bateau et noter ces informations dans la colonne remarques sur la ligne du waypoint correspondant (exemple : 100 m au SW).

Proies

Il est important de chercher à identifier les proies en mer car les adultes pêchent et consomment en mer des proies différentes de celles qu'ils ramènent à leurs poussins.

Les informations à répertorier dans la colonne « Proies » sont les suivantes :

• Taille

La taille des proies est estimée par rapport à la taille du bec, par classes de taille de 0,5 en 0,5 dans la mesure du possible (0,5, 1, 1,5 bec, etc.), ou à défaut par une fourchette (< 0,5 bec, 0,5-1 bec, 1-1,5 bec, etc.).

Le protocole de suivi en mer du JNCC préconise les classes de taille suivantes :
Inconnu (I)
Minuscule (XS)..... < ½ longueur de bec (à peine visible)
Petite (S)..... ½-1 longueur de bec
Moyenne (M) ..... 1-2 longueur de bec
Grande (L) ..... 2-3 longueur de bec
Très grande (XL)..... > 3 longueur de bec

• Type de proies

[*voir guide détaillé d'identification avec photographies*]

Inconnu (**PRI ou ?**)..... type de proie inconnu ; éventuelle description sommaire dans la colonne « remarques »

Invertébré (**INV**) ..... description dans la colonne « remarques »

Il peut s'agir de calmar (ou encornet), le préciser (**CAL**), de seiche, le préciser (**SEI**), ou de langoustine, le préciser (**LGT** et surtout pas LAN, code du lançon !)

Alevin (**ALV**)..... alevin, minuscule ou petit, corps transparent

Lançon (**LAN**)..... lançon (Ammodytidés), corps très allongé, presque cylindrique ; museau long et pointu ; couleur variable selon les espèces et selon le temps passé hors de l'eau ; plusieurs espèces généralement impossible à identifier à distance

Balaou (**BAL**) ..... balaou de l'Atlantique (Scomberesocidés), facilement identifiable grâce à son bec et aux pinnules entre la queue et les nageoires dorsales et annales

Maquereau (**MAQ**)..... maquereau commun (Scombridés), facilement identifiable grâce aux lignes noires caractéristiques sur le dos et aux pinnules entre la queue et les nageoires dorsales et annales

Gadidés (**GAD**) ..... les Gadidés (lieu, merlan, motelle, cabillaud par exemple) sont nettement plus trapus et d'aspect moins argenté que les clupéidés, avec une tête plus pointue et une bouche droite, et 3 nageoires dorsales ; généralement de couleur brunâtre ou verdâtre, et plus blanchâtre sur les flancs et le ventre ; espèces difficiles à identifier à distance

– lieu jaune cependant facile à identifier, les jeunes étant très colorés

– merlan avec museau légèrement saillant et arrondi et présentant une tache noire pectorale ; dos plus ou moins sombre et flancs blanc argenté

« argenté » (**ARG**) ..... catégorie des « poissons argentés », identification spécifique délicate, ces poissons peuvent appartenir à l'une des 3 familles ci-dessous, d'où la notation sur le terrain « argenté » (ARG), à défaut d'avoir une identification certaine (possibilité de noter « CLU ? », « ENG ? » ou « ATH ? » selon les cas de figure). Les critères à regarder sont notamment la tête, l'œil, la bouche et le corps

Clupéidés (**CLU**) ..... sardine, sprat et hareng par exemple, corps fuselé, légèrement comprimé, 1 nageoire dorsale

sardine = poisson qui saigne facilement (éventuelle tâche rouge plus ou moins étendue sur la tête ou le corps des proies)

Engraulidés (**ENG**) ..... anchois, plus fin et cylindrique que la sardine, 1 nageoire dorsale

Athérinidés (**ATH**)..... athérines, prêtres, poissons généralement de petite taille ; corps élancé, 2 nageoires dorsales, yeux de grande taille, dos gris jaunâtre, verdâtre ou bleuâtre, piqueté de petits points noirs, bande argentée caractéristique le long des flancs

Carangidés (**CAR**)..... chinchard commun, ligne latérale arquée caractéristique, fin pédoncule caudal et queue très échancrée

Pas du lançon (**PAL**)..... proie inconnue, mais clairement pas du lançon ; description dans la colonne « remarques »

Autre (**AUT**) ..... proie inconnue, mais clairement aucune des espèces ou familles précédemment citées ; description dans la colonne « remarques » (callionyme, mulet, merlu, poisson plat, gobie, blennie, syngnathe, épinoche, Labridés, Cyprinidés, morceaux indéterminés = morceaux de corps de poisson ou viscères, etc.)

Noter **AVALE** dans la colonne « remarques » si l'adulte avale la proie en mer après la capture

Noter dans la colonne « remarques » si l'adulte revient avec plus d'une proie dans le bec (et préciser le nombre de proies)

Associations de prospection alimentaire ou pêcheries collectives

L'information que l'on souhaite obtenir est de savoir si certaines espèces sont plus souvent que d'autres associées à d'autres oiseaux lors des leurs activités de prospection alimentaire, et si il existe des différences interspécifiques en termes d'espèces auxquelles elles s'associent, ou des différences en fonction des colonies.

Les associations de prospection alimentaire sont parfois très lâches et il est difficile de juger si la sterne suivie est effectivement associée à d'autres oiseaux ou pas. Il faut donc faire le choix qui semble le plus pertinent pour juger si oui ou non la sterne suivie s'oriente de manière délibérée vers d'autres oiseaux (en vol ou sur l'eau) pour rechercher de la nourriture. La composition spécifique et la part relative des différentes espèces change souvent très vite dans les pêcheries collectives et il est donc difficile d'enregistrer toutes les informations correspondantes.

Dès que la sterne suivie se retrouve en pêche dans une association mono/multispécifique de prospection alimentaire [code **AMPA**], le noter dans la colonne « remarques ».

Par ordre de priorité, il est demandé de noter (dans la colonne « remarques » et « heure ») :

(i) l'heure à laquelle la sterne suivie rejoint [code **REJ**] / est rejointe [code **REJPA**] par d'autres oiseaux / mammifères marins et l'heure à laquelle la sterne suivie quitte l'association

(ii) si l'association comporte d'autres sternes de la même espèce ou d'une autre espèce de sternes (c'est-à-dire si c'est une pêcherie collective impliquant uniquement des sternes, avec le détail des différentes espèces associées)

(iii) estimer le nombre d'individus des différentes espèces de sternes associées (estimer l'effectif maximum)
- densité relative des oiseaux en pêche d'après une estimation des distances entre individus (DENSE = < 5 m entre les oiseaux en pêche les plus proches voisins ; MOYENNE = ≤ 5 m distance entre voisins ≤ 15 m ; LÂCHE = distance entre voisins > 15 m)

Si le temps disponible le permet, sans répercussion sur l'enregistrement des informations prioritaires, il est demandé de noter :

(iv) si la pêcherie collective implique des alcidés (et quelle espèce), des laridés (goélands, mouettes), des mammifères marins, etc.

(v) estimer le nombre d'individus des différentes espèces / familles associées (estimer l'effectif maximum)

Ces données sur les pêcheries collectives sont à consigner sur le même bordereau que celui sur lequel sont consignées les informations comportementales concernant la sterne suivie.

Reposoir

• Sterne posée, sur l'eau ou sur un autre support [code REPOS / **RP**] (« *resting behaviour* »)

Ce code concerne les oiseaux qui se posent sur une bouée ou un autre support, ou qui restent sur l'eau. Des informations complémentaires peuvent être notées dans la colonne « remarques ». Ce type de comportement peut cependant ne pas être consigné car les périodes de repos sont généralement de très courte durée (secondes).

Effet du semi-rigide

Tout occasion où la sterne suivie semble réagir à la présence du semi-rigide doit être consignée dans colonne « Cpt » [code **EFFSR**] avec l'heure correspondante, et avec des informations complémentaires notées dans la colonne « remarques ». L'effet peut être négatif (la sterne tente d'échapper au semi-rigide, par exemple en regardant en arrière ou en changeant de trajectoire, de hauteur ou de vitesse de vol) ou positif (la sterne se met à chercher de la nourriture dans le sillage du semi-rigide).

De manière analogue, tout effet du semi-rigide sur les autres espèces doit être consigné sur un autre bordereau que celui sur lequel sont consignées les informations comportementales concernant la sterne suivie. Cela peut être fait durant le trajet ou au retour en fin de journée. Il peut s'agir par exemple du passage du semi-rigide en plein milieu d'un groupe d'alcidés ou de puffins non détectés à temps. L'heure où cela s'est produit, la durée du dérangement et les effets observés sont à consigner.

Issue de la poursuite

Il est important de bien noter la catégorie correspondante, toute autre information pouvant être consignée dans la colonne « remarques ».

• si la sterne est perdue en cours de route, noter **PERDUE / PERD** dans la colonne « Cpt » et **FIN =** code correspondant à la situation (voir ci-dessous) dans la colonne « remarques »

– perdue car trop rapide pour le bateau [code **FIN = VITESSE**]
– perdue au milieu d'un groupe de sternes [code **FIN = GROUPE**] ; *remarque* : si la sterne est perdue de vue dans un groupe, il est possible de prendre en poursuite une autre sterne qui quitte la zone pour le trajet retour, en précisant bien sur le bordereau que ce n'est pas la même sterne (le trajet aller et le trajet retour auront deux numéros d'identification distincts)
– perdue à cause d'une mauvaise visibilité (réverbération, repérage impossible sur fond de terre ou de mer) [code **FIN = VISI**]
– perdue à cause des conditions météorologiques (par exemple trop de pluie, trop de vent, trop de mer…) [code **FIN = METEO**]
– perdue pour des raisons de sécurité (par exemple trop faible réserve en carburant, passage impossible sur des fonds dangereux…) [code **FIN = SÉCURITÉ**]
– perdue pour une autre raison (rajouter une notre dans une autre colonne du bordereau) [code **FIN = AUTRE**]

• si la sterne est suivie jusqu'à son retour à la colonie ou à son voisinage immédiat, noter **SUIVIE / SUIV** dans la colonne « Cpt » et **FIN =** code correspondant à la situation (voir ci-dessous) dans la colonne « remarques »
– colonie avec poisson ! [code **FIN = POISSON**]
– colonie sans poisson ! [code **FIN = PAPOISSON**]
– colonie avec poisson ? [code **FIN = POIPASUR**]
– colonie sans poisson ? [code **FIN = PAPOIPASUR**]

• si la sterne est perdue en cours de route à son retour quand elle file apparemment tout droit vers la colonie mais qu'il est impossible de la suivre (trop rapide, navigation dangereuse…), noter **PERDUE / PERD** dans la colonne « Cpt » et **FIN =** code correspondant à la situation (voir ci-dessous) dans la colonne « remarques »
– file vers la colonie avec poisson ! [code **FIN = FILPOISSON**]
– file vers la colonie sans poisson ! [code **FIN = FILPAPOISSON**]
– file vers la colonie avec poisson ? [code **FIN = FILPOIPASUR**]
– file vers la colonie sans poisson ? [code **FIN = FILPAPOIPASUR**]

Enregistrement du trajet de la poursuite

Le GPS portable est activé à chaque début de poursuite, programmé pour enregistrer un point toutes les 5 secondes. Les montres de l'observateur et du secrétaire sont synchronisées sur l'heure du GPS, à la seconde près. Le fichier enregistré (journal de suivi) doit fournir l'heure (heures, minutes, secondes) et la position.
À chaque prise de note d'un changement de comportement, ou autre information, un point de navigation « *waypoint* » correspondant» est pris sur le GPS portable et son numéro est reporté sur le bordereau.
Le secrétaire a la responsabilité du GPS portable et doit s'assurer que l'appareil est en sécurité à bord. La batterie doit bien évidemment être rechargée avant chaque sortie et le matériel doit être vérifié avant de prendre la mer, et au cours du trajet pour s'assurer qu'il fonctionne correctement.
Les données doivent impérativement être téléchargées au retour à terre et le GPS ne doit pas repartir en mer avec des données non sauvegardées des précédentes sorties.

Une fiche récapitulative du mode d'emploi du GPS pour les besoins du programme Skrapesk est fournie aux équipes de terrain (mode d'emploi sur le terrain, récupération des fichiers de données, format des données géoréférencées téléchargées depuis le GPS, etc.).

Analyse des données des poursuites

Pour chaque individu suivi, les données collectées permettront de calculer la durée du trajet (trajet aller-retour complet ou trajet partiel, en heures), la vitesse moyenne de vol (en km/h), la distance totale parcourue (en km), la distance maximale par rapport à la colonie (en km), la distance maximale au large (par rapport à la terre ferme, en km), et le taux de tentatives de pêche (avec succès ou échec, nombre par heure).

Trajets de traque aléatoire

La traque aléatoire en bateau est basée sur la recherche des espèces cibles, en l'occurrence les sternes, à différentes périodes du cycle de marée (haute, basse, descendante, montante). Le bateau prospecte une zone prédéfinie et les observateurs recherchent à l'œil nu et aux jumelles les sternes en pêche, qu'il s'agisse d'individus isolés ou en groupe. Dès qu'un ou plusieurs individus en recherche active ou en pêche sont repérés, le bateau se déroute dans leur direction.

Ce suivi peut être planifié sur une demi-journée ou sur une journée entière, et il faut essayer de prendre la mer aussi tôt que possible.

À chaque sortie, des informations sur les conditions météorologiques seront notées (direction et force du vent, état de la mer et direction de la houle, couverture nuageuse, précipitations, visibilité), plusieurs fois dans la journée, notamment si elles varient beaucoup (au minimum en début de journée, en milieu de journée et en fin de journée), ainsi que sur les conditions de marées (coefficient de marée et heures de basse mer et pleine mer).

Lors du repérage des sternes en recherche active ou en pêche, les indications suivantes seront répertoriées :
– heure de l'observation (heures, minutes, secondes) ;
- localisation de la zone (coordonnées géographiques prises sur le GPS du bateau ou point GPS instantané de la position du bateau, « *waypoint / poskey* », pris sur le GPS portable, distance estimée entre le bateau et les sternes en pêche et direction des sternes par rapport au bateau, par exemple à environ 150 m dans le SW ; 3 informations permettant de calculer a posteriori la position des sternes) ;
– espèces présentes et nombre d'individus par espèce (voir détails ci-dessous) ;
- densité relative des oiseaux en pêche d'après une estimation des distances entre individus (DENSE = < 5 m entre les oiseaux en pêche les plus proches voisins ; MOYENNE = ≤ 5 m distance entre voisins ≤ 15 m ; LÂCHE = distance entre voisins > 15 m) ;
– comportement de recherche alimentaire (code RECHAC) et/ou mode d'alimentation des sternes (code PLONG - PLONGEON = plongeon d'assez haut avec immersion totale ou quasi-totale ; code TREMP - TREMPETTE = plongeon de plus faible hauteur avec immersion partielle ; code PICOR - PICORE = picore / pique en surface, sans immersion) (voir détails ci-dessous)
– taille et type des proies pêchées (si les conditions d'observation permettent une identification)
– direction(s) de vol des oiseaux après capture d'un poisson (points cardinaux ou degrés) ;
- autres éventuelles informations complémentaires (autres activités des oiseaux que la pêche, autres espèces associées).
Une fois les informations collectées, le bateau repart prospecter une nouvelle zone.

Le GPS portable est activé à chaque début de sortie, programmé pour enregistrer un point toutes les 30 secondes, en plus des points de navigation (*waypoints*) pris lors des observations de sternes en pêche (ou d'autres observations particulières). Les montres de l'observateur et du secrétaire sont synchronisées sur l'heure du GPS, à la seconde près.

Tous les autres oiseaux, et mammifères marins, rencontrés sur le trajet aléatoire sont aussi à répertorier sur le bordereau, notamment les oiseaux posés sur l'eau (les oiseaux en vol, hors sternes ou espèce particulière, c'est moins important, l'objectif principal concerne les zones de prospection alimentaire).

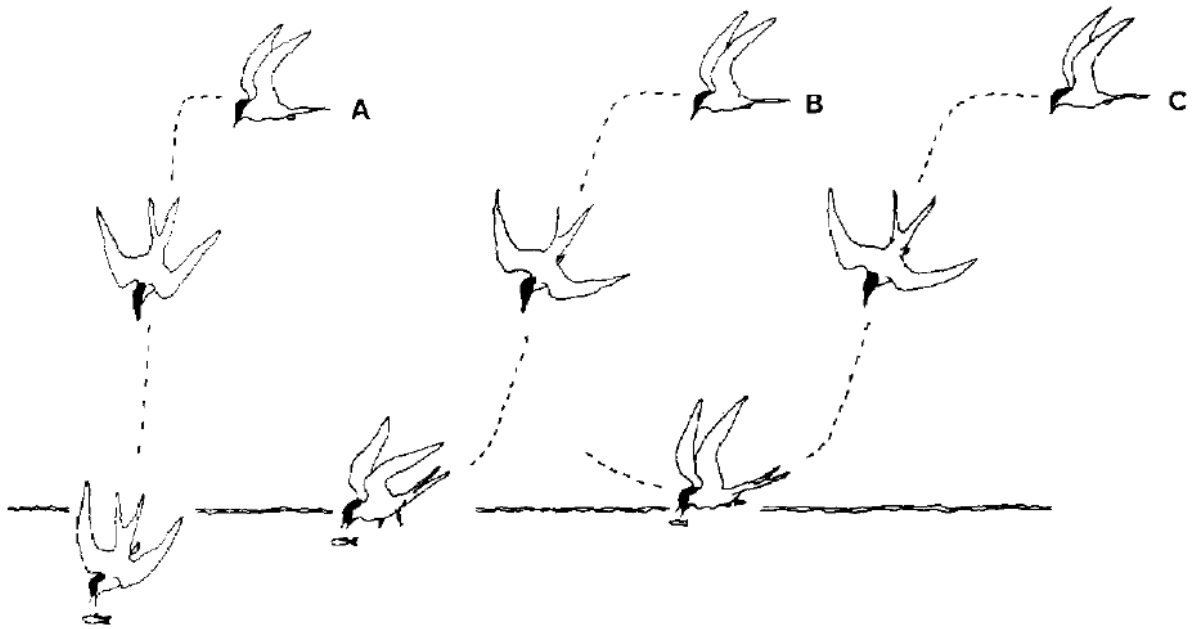
Dans la mesure du possible, le sens des trajets et les secteurs prospectés seront changés à chaque sortie pour mettre en évidence d'éventuelles variations des zones de pêche en fonction du cycle des marées (marée basse, mi-marée montante, marée haute, mi-marée descendante).

Recherche alimentaire

• Recherche active [code RECHAC] (« *active search* »)
L'individu est clairement en train de chercher à manger. Le vol peut être erratique, et généralement bien plus lent que pour les deux catégories précédemment citées, avec l'oiseau qui volette en faisant du surplace ou qui fait des descentes en piqué. L'oiseau reste souvent dans une même zone, avec un vol circulaire. Une partie de ces comportements de recherche active précèdent des tentatives de capture de proie, mais si c'est

très fugace (quelques secondes), il est possible de noter seulement la succession vol « transit » puis plongeon, par exemple.
Les plongeons interrompus avant de toucher l'eau sont répertoriés avec un code spécifique plongeon interrompu [PLINT] (« *broken-off dive* »), mais dans certaines études ils sont considérés comme « recherche active » (voir Taylor 1983, Baptist & Leopold 2010).

Mode d'alimentation des sternes :



(d'après Taylor 1983)

• **(A)** PLONGEON [code PLONG / **PLG**] (« *plunge dive* » ou « *full plunge dive* ») = plongeon d'assez haut, la tête la première, avec immersion totale [code PLONGT / **PLGT**] ou partielle (souvent quasi-totale) [code PLONGP / **PLGP**] de l'oiseau (Perrow et al. 2010)

• **(B)** TREMPETTE [code TREMP / **TRP**] (« *surface dip* » ou « *partial plunge dive* ») = plongeon de faible hauteur, parfois les pattes les premières, avec immersion partielle de l'oiseau

• **(C)** PICORE [code PICOR / **PIC**] (« *surface peck* » ou « *contact dip* ») = picore / pique en surface, sans immersion de l'oiseau

• KLEPTOPARASITISME [code KLPVI] (« *kleptoparasitism victim* ») = l'oiseau suivi est la victime. Tous les cas de kleptoparasitisme doivent être répertoriés. Des détails complémentaires sont à répertorier, à savoir l'espèce qui attaque et l'issue de l'attaque.

• KLEPTOPARASITISME [code KLPAT] (« *kleptoparasitism attacker* ») = l'oiseau suivi est l'attaquant. Des détails complémentaires sont à noter dans la colonne des remarques, à savoir l'espèce qui est attaquée et l'issue de l'attaque. Si l'attaque est réussie, les informations sur la proie sont à répertorier comme lors de la capture classique d'une proie. Si l'attaque est un échec, l'information sur le type de proie est à noter dans la colonne des remarques.

Associations de prospection alimentaire ou pêcheries collectives

L'information que l'on souhaite obtenir est de savoir si certaines espèces sont plus souvent que d'autres associées à d'autres oiseaux lors des leurs activités de prospection alimentaire, et si il existe des différences interspécifiques en termes d'espèces auxquelles elles s'associent, ou des différences en fonction des colonies.
Les associations de prospection alimentaire sont parfois très lâches et il est difficile de juger si la sterne observée est effectivement associée à d'autres oiseaux ou pas. La composition spécifique et la part relative des différentes espèces change souvent très vite dans les pêcheries collectives et il est donc difficile d'enregistrer toutes les informations correspondantes.

Les informations à noter dans la colonne « remarques » sont :

(i) si l'association comporte d'autres sternes de la même espèce ou d'une autre espèce de sternes (c'est-à-dire si c'est une pêcherie collective impliquant uniquement des sternes, avec le détail des différentes espèces associées)

(ii) estimer le nombre d'individus des différentes espèces de sternes associées (estimer l'effectif maximum)

(iii) si la pêcherie collective implique des alcidés (et quelle espèce), des laridés (goélands, mouettes), des mammifères marins, etc.

(iv) estimer le nombre d'individus des différentes espèces / familles associées (estimer l'effectif maximum)

Proies

Il est important de chercher à identifier les proies en mer car les adultes pêchent et consomment en mer des proies différentes de celles qu'ils ramènes à leurs poussins.

Les informations à répertorier, sur la ou les sternes observées pendant quelques minutes, sont les suivantes :

• Taille

La taille des proies est estimée par rapport à la taille du bec, par classes de taille de 0,5 en 0,5 dans la mesure du possible (0,5, 1, 1,5 bec, etc.), ou à défaut par une fourchette (< 0,5 bec, 0,5-1 bec, 1-1,5 bec, etc.).

Le protocole de suivi en mer du JNCC préconise les classes de taille suivantes :

Inconnu (I)
Minuscule (XS)..... < ½ longueur de bec (à peine visible)
Petite (S)..... ½-1 longueur de bec
Moyenne (M) ..... 1-2 longueur de bec
Grande (L) ..... 2-3 longueur de bec
Très grande (XL)..... > 3 longueur de bec

• Type de proies

[*voir guide détaillé d'identification avec photographies*]

Inconnu (**PRI ou ?**)..... type de proie inconnu ; éventuelle description sommaire dans la colonne « remarques »

Invertébré (**INV**) ..... description dans la colonne « remarques »
Il peut s'agir de calmar (ou encornet), le préciser (**CAL**), de seiche, le préciser (**SEI**), ou de langoustine, le préciser (**LGT** et surtout pas LAN, code du lançon !)

Alevin (**ALV**)..... alevin, minuscule ou petit, corps transparent

Lançon (**LAN**)..... lançon (Ammodytidés), corps très allongé, presque cylindrique ; museau long et pointu ; couleur variable selon les espèces et selon le temps passé hors de l'eau ; plusieurs espèces généralement impossible à identifier à distance

Balaou (**BAL**) ..... balaou de l'Atlantique (Scomberesocidés), facilement identifiable grâce à son bec et aux pinnules entre la queue et les nageoires dorsales et annales

Maquereau (**MAQ**)..... maquereau commun (Scombridés), facilement identifiable grâce aux lignes noires caractéristiques sur le dos et aux pinnules entre la queue et les nageoires dorsales et annales

Gadidés (**GAD**)..... les Gadidés (lieu, merlan, motelle, cabillaud par exemple) sont nettement plus trapus et d'aspect moins argenté que les clupéidés, avec une tête plus pointue et une bouche droite, et 3 nageoires dorsales ; généralement de couleur brunâtre ou verdâtre, et plus blanchâtre sur les flancs et le ventre ; espèces difficiles à identifier à distance
– lieu jaune cependant facile à identifier, les jeunes étant très colorés
– merlan avec museau légèrement saillant et arrondi et présentant une tache noire pectorale ; dos plus ou moins sombre et flancs blanc argenté

« argenté » (**ARG**)..... catégorie des « poissons argentés », identification spécifique délicate, ces poissons peuvent appartenir à l'une des 3 familles ci-dessous, d'où la notation sur le terrain

« argenté » (ARG), à défaut d'avoir une identification certaine (possibilité de noter « CLU ? », « ENG ? » ou « ATH ? » selon les cas de figure). Les critères à regarder sont notamment la tête, l'œil, la bouche et le corps

Clupéidés (**CLU**) ..... sardine, sprat et hareng par exemple, corps fuselé, légèrement comprimé, 1 nageoire dorsale

sardine = poisson qui saigne facilement (éventuelle tâche rouge plus ou moins étendue sur la tête ou le corps des proies)

Engraulidés (**ENG**) ..... anchois, plus fin et cylindrique que la sardine, 1 nageoire dorsale

Athérinidés (**ATH**)..... athérines, prêtres, poissons généralement de petite taille ; corps élancé, 2 nageoires dorsales, yeux de grande taille, dos gris jaunâtre, verdâtre ou bleuâtre, piqueté de petits points noirs, bande argentée caractéristique le long des flancs

Carangidés (**CAR**)..... chinchard commun, ligne latérale arquée caractéristique, fin pédoncule caudal et queue très échancrée

Pas du lançon (**PAL**)..... proie inconnue, mais clairement pas du lançon ; description dans la colonne « remarques »

Autre (**AUT**) ..... proie inconnue, mais clairement aucune des espèces ou familles précédemment citées ; description dans la colonne « remarques » (callionyme, mulet, merlu, poisson plat, gobie, blennie, syngnathe, épinoche, Labridés, Cyprinidés, morceaux indéterminés = morceaux de corps de poisson ou viscères, etc.)

Trajets d'échantillonnage par transects linéaire

Le bateau suit une route préalablement établie pour prospecter la zone d'étude en effectuant une série de transects linéaires (« *line transect* »), de préférence en zig-zag ou perpendiculaires à la côte ou, à défaut, parallèles à la côte. Tout au long du trajet, le recueil des informations se fait selon la méthode standardisée d'échantillonnage par bande (« *strip transect* » ; Tasker *et al*. 1984, Komdeur et al. 1992, Camphuysen et al. 2004). Compte tenu du nombre réduit de sorties prévues, cette méthode a été jugée plus pertinente que la méthode d'échantillonnage par la distance (« *distance sampling* » ; Thomas *et al*. 2010), qui nécessite d'évaluer l'angle entre le cap du bateau et l'oiseau observé. Cette méthode est utilisée dans le cadre du programme Cormor dans le Mor Braz.

La méthode générale est adaptée en fonction du type de navire sur lequel embarquent les observateurs, les conditions de suivis dépendant de la hauteur à laquelle se positionne l'observateur. Dans le cadre du programme Skrapesk ce sont des embarcations basses sur l'eau qui sont utilisées, semi-rigide ou coque alu (voir à ce sujet Roycroft *et al*. 2007, Ronconi & Burger 2009).

Ce type de suivi peut être planifié sur une demi-journée ou sur une journée entière.

À chaque sortie, des informations sur les conditions météorologiques seront notées (direction et force du vent, état de la mer et direction de la houle, couverture nuageuse, précipitations, visibilité), en début de journée, en milieu de journée et en fin de journée, ainsi que sur les conditions de marées (coefficient de marée et heures de basse mer et pleine mer).

2 bordereaux à remplir : bordereau « trajet » et bordereau « espèces »

Le bateau avance à vitesse constante, soit environ 10 nœuds (5-15 nœuds) (noter la vitesse moyenne du bateau sur le bordereau). À 10 nœuds, le bateau parcours environ 300 m par minute. Noter sur le bordereau « trajet » l'heure de début et l'heure de fin de chaque transect linéaire (soit plusieurs segments dans une même journée) et la position GPS associée à chacun de ces points.

Les observations sont faites en continu. L'observateur a en charge un secteur de 90° dans le sens de la marche du navire, sur bâbord ou sur tribord. Comme il est prévu d'avoir un seul observateur à bord, le choix du côté se fera en fonction de la position du soleil pour réduire l'impact de la réverbération et de l'éblouissement sur les capacités de détection des oiseaux. Si deux observateurs sont présents, l'observation se fera sur un secteur de 180° dans le sens de la marche du navire, soit 90° par observateur.

La détection des oiseaux se fait à l'œil nu, en essayant de les repérer avant qu'ils ne réagissent à l'approche du navire, les jumelles ne sont utilisées que pour une éventuelle confirmation de l'identification de l'espèce. Les jumelles sont utilisées de manière systématique quand les espèces cibles du suivi sont des plongeons, ce qui n'est pas le cas dans le programme Skrapesk.

Les jumelles réticulées sont utilisées pour la mesure des angles. Lorsque la méthode nécessite la mesure des angles, les 2 angles à prendre sont : le cap géographique de l'observation (lecture du compas au degré près) et l'angle entre l'oiseau et l'horizon (mesure à l'aide des réticules).

Une observation correspond à un oiseau, ou un groupe d'oiseaux (toutes espèces confondues), posé sur l'eau ou étroitement associé avec l'environnement marin (en train de s'alimenter en plongeant, etc.). Lors de la réalisation du suivi, les macrodéchets peuvent aussi être répertoriés de manière systématique de la même manière que les oiseaux.
Les oiseaux en vol sont répertoriés à part, en faisant des comptages instantanés (« *snapshots* »), l'observateur devant s'efforcer à faire ce comptage instantané aussi rapidement que possible (5-10 secondes), toujours à l'œil nu.
Sur l'eau ou en vol, les oiseaux sont considérés comme étant en groupe lorsqu'ils sont à 3-5 m les uns des autres ou lorsqu'ils sont un peu plus éloignés mais avec le même type de comportement (par exemple tous en en pêche ou tous en vol dans la même direction).

Les oiseaux sont notés comme étant localisés dans une des bandes suivantes :
A = 0-50 m, B = 50-100 m, C = 100-200 m et D = 200-300 m, E = > 300 m, Z = dans la zone des 300 m, mais sans plus d'indication de distance (W = « *within* »), M = du mauvais côté du bateau (« *wrong side* »), c'est-à-dire hors de la zone scannée par l'observateur, V = oiseaux en vol (F = « *flying birds* »), sans indication de distance.
Dans le cadre des suivis menés par le JNCC, il a été considéré que les observateurs étaient en mesure de détecter les sternes jusqu'à une distance de 500 m depuis un grand semi-rigide, et que la bande la plus éloignée correspond donc à la classe de distances 300-500 m.

La zone échantillonnée par l'observateur est le plus souvent un carré de 300 m × 300 m.
Avec des semi-rigides ou d'autres types de bateaux où l'observateur est bas sur l'eau, il est possible de réduire la taille de la zone échantillonnée en considérant un carré de 200 m × 200 m et la dernière bande D = > 200 m (voir par exemple Roycroft et al. 2007, mais aussi Ronconi & Burger 2009 qui conservent les 300 m).

Attention, un radeau de puffins par exemple, comptant plusieurs dizaines ou centaines d'oiseaux, peut être à cheval sur plusieurs bandes, et il faut donc affecter à chaque bande l'effectif correspondant (« découpage » du radeau).

Les oiseaux sur l'eau ou en vol hors de la zone du transect échantillonnée, ainsi que les oiseaux en vol dans la zone échantillonnée entre les comptages instantanés, sont enregistrés comme étant hors du transect.

Les données collectées pendant 1 min seront regroupées pour les analyses (à des échelles géographiques plus larges, les données sont regroupées par périodes de 5 min ou 10 min).

Les analyses de densité d'oiseaux utiliseront selon les cas, les données des bandes A-D ou A-C.

La séquence d'observation est donc la suivante :
T = h0, comptage instantané des oiseaux en vol puis des oiseaux sur l'eau pendant 1 min (c'est-à-dire pendant le trajet du bateau sur 300 m, ou 200 m selon le choix prédéfini) ;
T = h1, nouveau comptage instantané des oiseaux en vol puis des oiseaux sur l'eau pendant 1 min (c'est-à-dire pendant le trajet du bateau sur les 300 m ou 200 m suivants).
etc.

Il est possible d'alléger la méthode de suivi le temps de se familiariser avec la technique (types 2 et 5 ci-dessous, le type 3 correspond aux cas des trajets non dédiés et le type 4 ne présente pas d'intérêt dans le cadre du programme Skrapesk)

<u>Type de comptage (ESAS)</u>

1 = méthode complète du transect avec comptage des oiseaux sur l'eau + comptage instantané des oiseaux en vol
2 = méthode partielle du transect avec comptage des oiseaux sur l'eau uniquement, sans comptage instantané des oiseaux en vol
3 = toutes les observations faites, mais sans autres informations relative au transect
4 = simplement présence / absence d'espèces, sans effectifs, durant le trajet effectué
5 = méthode complète du transect avec comptage des oiseaux sur l'eau + comptage instantané des oiseaux en vol, mais sans rechercher les oiseaux en dehors de la zone échantillonnée

Lors du repérage du ou des oiseaux, les indications suivantes seront répertoriées :
- heure de l'observation (heures, minutes, secondes)
- localisation de l'observation (point de navigation « *waypoint* » correspondant», pris sur le GPS portable) ; dans le cas des suivis par transect, c'est l'heure l'information à répertorier de manière systématique, le bateau avançant à vitesse constante, la position est facile à déterminer a posteriori
- espèce présente (espèce ou à défaut uniquement le genre ou la famille ; par exemple alcidé sp., labbe sp.)
– âge des oiseaux, si possible et distinction variable selon les espèces ; distinction adulte [A] / immature [I] / jeune (de l'année) [J] ou non adulte mais âge indéterminé [N]
– plumage / mue :

- Pour le cas général, plumage nuptial [N], plumage d'hiver [H], plumage de transition [T]
- Pour les fous de Bassan, 5 classes de plumage : type 1 pour AGE = J, type 2 pour AGE = I, type 3 pour AGE = I, type 4 pour AGE = I, type 5 pour AGE = I (voir fiche d'identification correspondante)

- Pour les labbes, type L (*light*) = phase claire, type I = intermédiaire, type D (*dark*) = phase sombre
- Pour les fulmars, type LL (*light*) = phase claire (celle qui niche en Bretagne), type L = phase « grisée », type D (*dark*) = phase sombre, type DD = phase très sombre (voir fiche d'identification correspondante)
- Pour les alcidés, 3 classes de taille pour AGE = J, taille 1 = ½ ou moins par rapport à la taille de l'adulte, taille 2 = au moins ½, taille 3 = taille quasi adulte

– nombre d'individus par espèce (nombre exact ou estimation pour les groupes importants)
– distance estimée entre le bateau et les oiseaux (bande A-E)
– hors (1) ou dans transect (2), code 2 également utilisé quand aucun oiseau n'est vu durant une période d'observation. Le code 2 est utilisé pour les oiseaux en vol observés durant le comptage instantané effectué à chaque nouvelle portion de transect et le code 1 est utilisé pour les oiseaux en vol observés après le comptage instantané effectué à chaque nouvelle portion de transect. Le code 1 est également utilisé pour les oiseaux sur l'eau au-delà de la largeur de bande sélectionnée (300 m ou 200 m)
– Dir./bateau = direction de la position des oiseaux par rapport au bateau ; codes 2-9 = 8 classes de direction, de 2 = N à 9 = NW (utiliser au choix les codes selon facilité : 2 = N, 3 = NE, 4 = E, 5 = SE, 6 = S, 7 = SW, 8 = W, 9 = NW)
– Tr. = hors (1) ou dans transect (2), code 2 également utilisé quand aucun oiseau n'est vu durant une période d'observation. Code 2 utilisé pour oiseaux en vol observés durant comptage instantané effectué à chaque nouvelle portion de transect et code 1 utilisé pour oiseaux en vol observés après comptage instantané effectué à chaque nouvelle portion de transect. Code 1 également utilisé pour oiseaux sur l'eau au-delà de la largeur de bande sélectionnée (300 m ou 200 m)
– comportement des oiseaux

(i) le strict minimum pour les oiseaux sur l'eau est de distinguer les comportements liés à l'alimentation (recherche de proies, mode de pêche, transport de proies…) [code ALIM] des autres comportements généraux (toilette et lissage des plumes, interactions sociales diverses, repos, inactif) [code AUTR]

(ii) il est souhaitable d'arriver au minimum à distinguer 4 catégories pour les oiseaux sur l'eau : comportement liés à l'alimentation (recherche de proies, mode de pêche, transport de proies…) [code ALIM], oiseaux actifs (toilette et lissage des plumes, interactions sociales diverses) [code ACTI], oiseaux au repos (oiseaux la tête sous l'aile) [code REPO], et oiseaux inactifs (pas de comportement particulier noté, ou pas assez de temps pour déterminer le type de comportement) [code INAC]

(iii) il est possible de noter encore plus de détails sur ces comportements (Camphuysen & Garthe 2004 ; voir fiche correspondante consacrée aux comportements) ; on retrouve dans ces catégories comportementales le mode d'alimentation des sternes (plongeon, trempette, picore)

(iv) pour les oiseaux en vol, noter la direction de vol : code 1 = pas de direction définie, codes 2-9 = 8 classes de direction, de 2 = N à 9 = NW (utiliser au choix les codes selon facilité : 1 = P, 2 = N, 3 = NE, 4 = E, 5 = SE, 6 = S, 7 = SW, 8 = W, 9 = NW) et les transports de proies

– proie : éventuelles informations sur les proies capturées ou transportées par l'oiseau (taille et type des proies)
– remarques éventuelles

Le GPS portable est activé à chaque début de sortie, programmé pour enregistrer un point toutes les minutes. Les montres de l'observateur et du secrétaire sont synchronisées sur l'heure du GPS, à la seconde près.

Le point enregistré toutes les minutes correspond au début de chaque zone d'échantillonnage (300 m ou 200 m), un point sera recalculé ensuite entre chaque point enregistré pour avoir le centroïde de chaque zone d'échantillonnage.

Dans la mesure du possible, le sens de début des trajets sera changé à chaque sortie pour mettre en évidence d'éventuelles variations des zones de pêche en fonction du cycle des marées (marée basse, mi-marée montante, marée haute, mi-marée descendante).

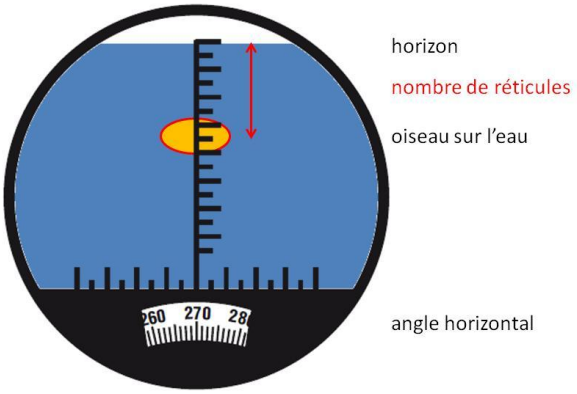
Évaluation des distances en mer

L'évaluation des distances en mer est particulièrement compliquée.

Les observateurs s'entrainent à évaluer les distances avant le démarrage des suivis, et également pendant la période des suivis, en s'exerçant en mer avec des objets fixes (rochers, balises, bouées de casier, etc.), à la fois en utilisant des jumelles réticulées ou un petit télémètre fait maison (Heinemann 1981, cf. document JNCC « *Guide to making a rangefinder stick* » permettant de calibrer un télémètre à partir de la longueur du bras tendu et de la hauteur des yeux de l'observateur par rapport à la surface de l'eau) et, bien entendu, à l'œil nu. La marge d'erreur doit rester la plus faible possible.

Des jumelles réticulées 7 × 50 sont utilisées pour la mesure des angles. Les 2 angles à prendre sont : le cap géographique de l'observation (lecture du compas au degré près ; 270 dans l'exemple ci-dessous) et l'angle entre l'horizon et l'oiseau (mesuré en nombre de réticules ; 35 dans l'exemple ci-dessous). Pour pouvoir calculer ensuite les distances, il faut également connaître la position du bateau (coordonnées géographiques prises sur le GPS du bateau ou point GPS instantané de la position du bateau, « *waypoint* », pris sur le GPS portable) et la hauteur des yeux de l'observateur par rapport à la surface de l'eau (à mesurer pour chaque observateur et pour chaque bateau utilisé).

Lors de l'observation des sternes en pêche, ce n'est pas les sternes en vol qu'il faut prendre en compte, mais le point d'impact sur l'eau là où elles plongent.



Lorsque l'observateur n'est pas tourné vers le large et l'horizon, mais vers la terre ferme (où l'horizon est masqué lorsque le bateau n'est pas à grande distance de la côte), il faut prendre l'angle (nombre de réticules) entre la limite terre-mer et l'oiseau (et le noter sur le bordereau ; par exemple 35 T).

Trajets non dédiés

Lors des déplacements en mer des équipes impliquées dans le programme Skrapesk, dans le cadre de leurs activités de routine mais hors des sorties dédiées présentées précédemment, des données pourront également être collectées de manière opportuniste mais standardisée, si les conditions opérationnelles le permettent (état de la mer, temps disponible, nombre de personnes à bord, etc.), mais avec un effort de recherche des oiseaux bien moindre.

De manière analogue, si des opportunités se présentent, les observateurs impliqués dans le programme Skrapesk peuvent être amenés à participer à une mission en mer sur un autre navire. Dans ce cas, le recueil d'information peut se faire de manière opportuniste mais standardisée (comme présenté ci-dessus), ou peut se faire en utilisant la méthode d'échantillonnage par bande si les conditions le permettent (selon le type de trajet et la vitesse du navire, la position de l'observateur, etc.).

Le GPS portable est activé à chaque début de sortie, programmé pour enregistrer un point toutes les minutes. Les montres de l'observateur et du secrétaire sont synchronisées sur l'heure du GPS, à la seconde près.

La prise de note se fait en utilisant les mêmes bordereaux que pour les trajets aléatoires ou les transects.

Lors du repérage du ou des oiseaux (ou mammifères marins), les indications répertoriées sont les mêmes que pour les trajets aléatoires ou les transects.

Remerciements
Nous remercions chaleureusement Linda Wilson (Joint Nature Conservation Council) pour son aide précieuse et ses conseils méthodologiques, ainsi que Jakob Fric (Hellenic Ornithological Society) pour les informations méthodologiques transmises.

Bibliographie

Baptist M.J. & Leopold M.F. 2010. Prey capture success of Sandwich terns *Sterna sandvicensis* varies non-linearly with water transparency *Ibis* 152 : 815-825.

Camphuysen C.J., Fox A.D. & Leopold M.F. 2004. *Towards standardised seabirds at sea census techniques in connection with environmental impact assessments for offshore wind farms in the U.K: A comparison of ship and aerial sampling methods for marine birds, and their applicability to offshore wind farm assessments*. COWRIE Report, 38 p.

Camphuysen C.J. & Garthe S. 2004. Recording foraging seabirds at sea: standardised recording and coding of foraging behaviour and multi-species associations. *Atlantic Seabirds* 6 : 1-32.

Heinemann D. 1981. A range finder for pelagic bird censusing. *Journal of Wildlife Management* 45 : 489-493.

Komdeur J., Bertelsen J. & Cracknell G. 1992. *Manual for aeroplane and ship surveys of waterfowl and seabirds.* IWRB special publication No. 19, Slimbridge, 37 p.

Monticelli D., Ramos J.A. & Pereira J. 2006. Habitat use and foraging success of roseate and common terns feeding in flocks in the Azores. *Ardeola* 53 : 293-306.

Perrow M.R., Gilroy J.J., Skeate E.R. & Mackenzie A. 2010. *Quantifying the relative use of coastal waters by breeding terns: towards effective tools for planning and assessing the ornithological impacts of offshore wind farms.* ECON Ecological Consultancy Ltd. Final report to COWRIE Ltd, 134 p.

Perrow M.R., Skeate E.R. & Gilroy J.J. 2011. Visual tracking from a rigid-hulled inflatable boat to determine foraging movements of breeding terns. *Journal of Field Ornithology* 82 : 68-79.

Powers K.D. 1982. A comparison of two methods of counting birds at sea. *Journal of Field Ornithology* 53 : 209-222.

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

Roycroft D., Cronin M., Mackey M., Ingram S.N. & O'Cadhla O. 2007. *Risk assessment for marine mammal and seabird populations in South-Western Irish Waters (RAMSSI).* Report to the Higher Education Authority, Coastal and Marine Resources Centre, University College Cork, 198 p.

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

Taylor I.R. 1983. Effect of wind on the foraging behaviour of common and sandwich terns. *Ornis Scandinavica* 14 : 90-96.

Thomas L., Buckland S.T., Rexstad E.A., Laake J.L., Strindberg S., Hedley S.L., Bishop J.R.B., Marques T.A. & Burnham K.P. 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* 47 : 5-14.

Valéry L. 2010. *Évaluation de l'état de conservation des habitats d'oiseaux marins au sein des ZPS - Guide méthodologique.* Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 40 p.

Wilson L.J., Black J., Allen S. & Kober K. 2011. Combining tracking and transect data to identify important foraging areas for terns. Seabird Group 11th International Conference, 2-4 Sep 2011, University of Plymouth, *Conference Handbook and Book of Abstracts*, Seabird Group, University of Plymouth, RSPB : 60.

Identification des proies

L'identification du type de proies se fait directement sur le terrain (à terre ou en mer) ou au bureau en visionnant les photographies prises sur le terrain.

Il est important de chercher à identifier les proies en mer car les adultes pêchent et consomment en mer des proies différentes de celles qu'ils ramènent à leurs poussins. Cependant, compte tenu de la rapidité avec laquelle les sternes avalent leurs proies et compte tenu de la petite taille de certaines proies, cela s'avère très difficile en pratique. Quelques photos prises en mer en 2013 et 2014 lors des trajets de poursuites ont montré que la perception de certaines proies par les observateurs n'était pas la même aux jumelles en temps réel et en examinant la photo ultérieurement.

Les informations à répertorier dans la colonne « Proies » sont les suivantes :

• Taille des proies

La taille des proies est estimée par rapport à la taille du bec, par classes de taille de 0,5 en 0,5 dans la mesure du possible (0,5, 1, 1,5 bec, etc.), ou à défaut par une fourchette (< 0,5 bec, 0,5-1 bec, 1-1,5 bec, etc.).

• Type de proies
[*guide d'identification détaillé avec photographies*]

Les éléments à regarder pour identifier les proies sont la forme du corps (long, court, large, compressé latéralement ou verticalement, cylindrique…), la forme de la tête, du museau et de la bouche (mais éléments pas toujours bien visibles), la forme de la queue (échancrée, droite, pointue), la coloration générale (flancs, dos, nageoires…) et les éventuelles zones de coloration particulière (tâche pectorale, nageoires…), l'implantation des nageoires (mais caractère morphologique rarement bien visible) et la tenue du corps en fonction de la manière dont la proie pend ou pas dans le bec des sternes (aspect « ferme », « rigide » ou « mou »). La combinaison de tous ces critères morphologiques permet d'identifier la famille ou l'espèce, en procédant souvent par élimination des espèces ou familles qui ne correspondent pas aux critères observables.

Inconnu (**PRI ou ?**)..... type de proie inconnu, le plus souvent car non observé dans de bonnes conditions ou observation trop rapide (nourrissage des poussins) ; éventuelle description sommaire dans la colonne « remarques » du bordereau de suivi

Invertébré (**INV**) ..... description dans la colonne « remarques »
Il peut s'agir de calmar (ou encornet), le préciser (**CAL**), de seiche, le préciser (**SEI**), ou de langoustine, le préciser (**LGT** et surtout pas LAN, code du lançon !)

Alevin (**ALV**)..... alevin, minuscule ou petit, corps transparent

Lançon (**LAN**)..... lançon (Ammodytidés), corps très allongé, presque cylindrique ; museau long et pointu ; couleur variable selon les espèces et selon le temps passé hors de l'eau ; plusieurs espèces généralement impossible à identifier à distance
– lançon aiguille (ou cicerelle) *Gymnammodytes semisquamatus*, le plus petit (moins de 20-25 cm), montre notamment une pupille en poire, ou en goutte d'eau, et 2 zones distinctes sur l'opercule, sombre en haut, claire en bas, et la coloration générale est plus dans les tons brun-jaune
– lançon commun *Hyperoplus lanceolatus*, le plus grand (jusqu'à 40 cm), montre notamment une pupille ronde, et un menton allongé et bulbeux, avec une extrémité sombre, et présente une tâche noire entre l'œil et le museau, et la coloration générale est plus dans les tons bleu-vert
– lançon jolivet *Hyperoplus immaculatus*, de taille intermédiaire (moins de 30 cm), ne présente pas les critères des 2 espèces précédentes (c'est l'espèce la plus abondante sous criée), la coloration générale est plus dans les tons brun-vert, mais la présence du lançon équille A*mmodytes tobianus* n'est pas exclue…

Balaou (**BAL**) ..... balaou de l'Atlantique *Somberesox saurus* (Scomberesocidés), facilement identifiable grâce à son bec et aux pinnules entre la queue et les nageoires dorsales et annales

Maquereau (**MAQ**)..... maquereau commun *Scomber scombrus* (Scombridés), facilement identifiable grâce aux lignes noires caractéristiques sur le dos et aux pinnules entre la queue et les nageoires dorsales et annales

Gadidés (**GAD**) ..... les Gadidés (lieu, merlan, tacaud, motelle, cabillaud par exemple) sont nettement plus trapus et d'aspect moins argenté que les clupéidés, avec une tête plus pointue et une bouche droite, et 3 nageoires dorsales ; généralement de couleur brunâtre ou verdâtre, et plus blanchâtre sur les flancs et le ventre
Les jeunes individus de plusieurs espèces de cette famille de poissons peuvent être pêchés par les sternes ; d'aspects souvent très similaires, ils sont alors difficiles à identifier à distance
– lieu jaune *Pollachius pollachius* cependant facile à identifier, les jeunes étant très colorés
– merlan *Merlangius merlangus* avec museau légèrement saillant et arrondi et présentant une tache noire pectorale ; dos plus ou moins sombre et flancs blanc argenté
– tacaud commun*Trisopterus luscus* présentant un corps brun, avec une tache noire pectorale

« argenté » (**ARG**) ..... catégorie des « poissons argentés », identification spécifique délicate, ces poissons peuvent appartenir à l'une des 3 familles ci-dessous, d'où la notation sur le terrain « argenté » (ARG), à défaut d'avoir une identification certaine (possibilité de noter « CLU ? », « ENG ? » ou « ATH ? » selon les cas de figure). Les critères à regarder sont notamment la tête, l'œil, la bouche et le corps

Clupéidés (**CLU**) ..... sardine *Sardina pilchardus*, sprat *Sprattus sprattus* et hareng *Clupea harengus* par exemple, corps fuselé, légèrement comprimé, 1 nageoire dorsale
grosses écailles pour la sardine ; longueur du museau supérieure au diamètre de l'œil ; bout du museau transparent ; et c'est un poisson qui saigne facilement (éventuelle tâche rouge plus ou moins étendue sur la tête ou le corps des proies)

Engraulidés (**ENG**) ..... anchois *Engraulis encrasicolus*, plus fin et plus cylindrique que la sardine, 1 nageoire dorsale
plus fin et cylindrique que la sardine ; bouche en arrière du museau contrairement à la sardine, avec un museau conique saillant et plutôt foncé (mais pas facile à distinguer à distance entre une sardine maigre et un anchois gras…)

Athérinidés (**ATH**)..... athérines, prêtres, poissons généralement de petite taille, souvent littoraux ; corps élancé, 2 nageoires dorsales, nageoire dorsale et abdominale en vis-à-vis, yeux de grande taille, dos gris jaunâtre, verdâtre ou bleuâtre, piqueté de petits points noirs, bande argentée caractéristique le long des flancs
plus petites écailles que la sardine ; longueur du museau inférieure au diamètre de l'œil ; attention, il peut y avoir des gros individus ! (*Atherina presbyter* voir ligne latérale bien nette et aspect rouge au niveau du museau et de la base de la queue)

Carangidés (**CAR**)..... chinchard commun *Trachurus trachurus*, ligne latérale arquée caractéristique, fin pédoncule caudal et queue très échancrée

Labridés (**LAB**) ..... coloration rougeâtre à verdâtre, nageoire dorsale avec des épines, aspect écailleux
Cténolabre = rouquié *Ctenolabrus rupestris* coloration rougeâtre, tache noire sur le pédoncule caudal et sur l'origine de la dorsale
Autres espèces possibles : cténilabre mélops *Symphodus melops*, centrolabre ou petite vieille *Centrolabrus exoletus*

Syngnathe (**SYN**) ..... syngnathes *Entelurus* ou *Syngnathus sp.*, poissons longs et très fins (plusieurs espèces possibles)

Gastérostéidés (**GAS**)... épinoche de mer *Spinachia spinachia*, museau allongé, corps plus court que le syngnathe et queue bien plus fine que le corps

Cyprinidés (**CYP**)..... gardon *Rutilus rutilus* ou rotengle *Scardinius erythrophtalmus* (espèces d'eau douce), nageoires rouge-orangé, grande nageoire caudale bien visible, écailles bien distinctes

Autre (**AUT**) ..... proie inconnue, mais clairement aucune des espèces ou familles précédemment citées ; description dans la colonne « remarques » (callionyme lyre ou dragonnet *Callionymus lyra*, mulet lippu *Chelon labrosus*, merlu commun *Merluccius merluccius*, poisson plat, gobie, blennie, morceaux indéterminés = morceaux de corps de poisson ou viscères, etc.)

Pas du lançon (**PAL**)..... proie inconnue, mais clairement pas du lançon ; description dans la colonne « remarques »

Insecte (**INS**)..... il arrive que les sternes pierregarin ramène des insectes, par exemple des hannetons ou des fourmis, voire d'autres espèces ; à préciser ou à décrire dans la colonne « remarques »

Le travail d'identification des proies est réalisé grâce aux guides d'identification (Dubuit & Beaupoil 1985, Louisy 2002, Quéro *et al*. 2003, Hayward & Ryland 2011, Iglésias 2014), et affiné grâce à une collaboration avec Samuel Iglesias (MNHN Concarneau).

Dubuit M.H. & Beaupoil C. 1985. *Les poissons marins de Bretagne, petit guide de détermination des espèces courantes.* Laboratoire de biologie marine du collège de France, Concarneau, 24 p.

Hayward P.J. & Ryland J.S. (éds) 2011. *Handbook of the marine fauna of North-West Europe.* Oxford University Press, Oxford, 800 p.

Iglésias S.P. 2014. *Handbook of the marine fishes of Europe and adjacent waters (A natural classification based on collection specimens, with DNA barcodes and standardized photographs)*, Volume II (Actinopterygians), Provisional version 10, 01 March 2014. 246p. http://iccanam.mnhn.fr

Louisy P. 2002. *Guide d'identification des poissons marins Europe et Méditerranée.* Éditions Ulmer, Paris, 430 p.

Quéro J.-C., Porché P. & Vayne J.-J. 2003. *Guide des poissons de l'Atlantique européen.* Delachaux & Niestlé, Launay – Paris, 465 p.

Remarque : les proies non consommées, trouvées dans la colonie ou en périphérie, sont à récupérer dans la mesure du possible et à stocker au congélateur dans des sacs plastiques type Ziploc avec mention de la date et de la colonie, ou à photographier avec une règle ou un objet faisant office d'échelle sur la photographie.

Compilation réalisée par Bernard Cadiou, Mélodie Tort et Tiffany Lascaud (Bretagne Vivante), en collaboration avec Samuel Iglesias (MNHN Concarneau). Merci également à Julie Grousseau et Alexandra Rohr pour le travail préliminaire initié en 2012, à Guillaume Senterre et Charlotte Lemerre pour leur aide dans l'examen des photos, et à Jean-Pierre Cuillandre et Alexandre Carpentier pour leurs conseils.

Ammodytidés – lançon commun

Ammodytidés – lançon aiguille

Ammodytidés – lançon jolivet ou équille

Clupéidés – sprat

Clupéidés – sardines

Clupéidés – sardine

Engraulidés – anchois

Engraulidés – anchois

(clichés Bretagne Vivante – observateurs Skrapesk)

Clupéidés/Engraulidés – « petit bleu »

Clupéidés/Engraulidés – « petit bleu »

Athérinidés – athérine

Athérinidés – athérine

Gadidés – lieu jaune

Gadidés – lieu jaune

Scombridés – maquereau

Scomberesocidés – balaou de l'Atlantique

(clichés Bretagne Vivante – observateurs Skrapesk)

Gadidés – merlan

Gadidés – tacaud

Carangidés – chinchard

Carangidés - chinchard

Labridés – Cténilabre mélops

Labridés – Cténolabre = rouquié

Mugilidés – mulet

Merlucciidés - merlu

(clichés Bretagne Vivante – observateurs Skrapesk)

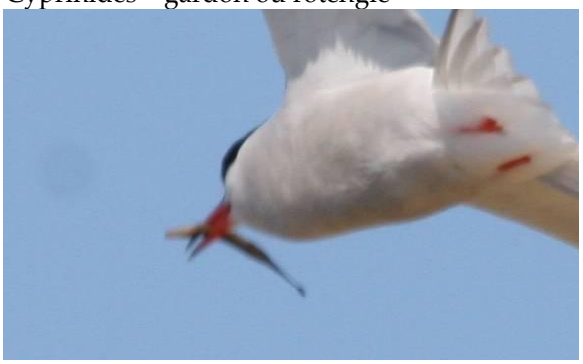
Gobidés – gobie buhotte (?)

Syngnathidés - syngnathe

Cyprinidés – gardon ou rotengle

Cyprinidés – gardon ou rotengle

Gastérostéidés – épinoche de mer



Gastérostéidés – épinoche de mer

Pleuronectiformes – cardine ou arnoglosse

Callionymidés – callionyme lyre

(clichés Bretagne Vivante – observateurs Skrapesk)

Gadidés – motelle sp. (phase juvénile)

Crustacés – langoustine

Invertébrés – calamar

Invertébrés - calamar

Insecte – hanneton

Insecte – fourmi

Insecte – sauterelle

(clichés Bretagne Vivante – observateurs Skrapesk)

Suivis depuis la côte

Les ornithologues locaux sont sollicités pour faire des sorties dédiées d'observation ou pour transmettre leurs observations collectées de manière opportunistes depuis la côte concernant des sternes en pêche, qu'il s'agisse d'individus isolés ou de groupes d'oiseaux plus importants.

Protocole de suivi depuis la côte

Pour compléter les suivis en mer, un réseau d'observateurs est mobilisé pour réaliser des observations ponctuelles depuis la côte afin de rechercher des sternes en pêche, de mai à juillet et principalement durant la période d'élevage des poussins.

Certains de ces observateurs sont déjà impliqués dans le suivi de la présence du puffin des Baléares sur le littoral breton dans le cadre du programme FAME (*future of the Atlantic marine environment*), coordonné par la LPO en France, et qui bénéficie d'un soutien financier de l'AAMP (programme qui s'est achevé en 2012).

Pour la zone nord, le secteur ciblé s'étend entre Brignogan et les Sept-Îles. Hors de la baie de Morlaix, des sternes pierregarin nichent aussi aux Sept-Îles, voire occasionnellement des sternes caugek.
Pour la zone sud, le secteur ciblé s'étend entre l'étang de Trunvel (Treogat) et Groix. Hors de l'île aux Moutons, des sternes pierregarin nichent aussi à l'étang de Trunvel.

Lors du repérage des sternes en pêche, les indications suivantes seront répertoriées :
- **date** de l'observation ;
- **heure** de l'observation (ou **plage horaire** de la session d'observation) ;
- **localisation** du **lieu d'observation** (commune, lieu-dit, et si possible coordonnées géographiques du lieu d'observation ; se référer par exemple au site geoportail http://www.geoportail.fr/) et de la **zone de pêche** (à préciser par rapport au lieu d'observation (direction : points cardinaux et estimation de la distance à la côte ; *exemple* : dans le port de Trégunc ou à environ 500 m dans le nord-est de la pointe du Bloscon à Roscoff) ;
- **espèces** de sternes présentes et **nombre** d'individus par espèce ;
- **direction(s) de vol** des oiseaux quittant les zones de pêche avec des proies dans le bec à répertorier systématiquement lors de ces séances d'observation ;

D'autres informations sont facultatives :
[*facultatif*] - **densité** relative des oiseaux en pêche d'après une estimation des distances entre individus (DENSE = < 5 m entre les oiseaux en pêche les plus proches voisins ; MOYENNE = ≥ 5 m distance entre voisins ≤ 15 m ; LÂCHE = distance entre voisins > 15 m) ;
[*facultatif*] — **mode d'alimentation** des sternes (PLONGEON = plongeon d'assez haut avec immersion totale ou quasi-totale de l'oiseau ; TREMPETTE = plongeon de plus faible hauteur avec immersion partielle ; PICORE = picore / pique en surface, sans immersion) ;
[*facultatif*] - **type de proies** pêchées (si les conditions d'observation permettent une identification) ;
[*facultatif*] — autres éventuelles **informations complémentaires** (autres activités des oiseaux que la pêche, autres espèces associées, par exemple alcidés, laridés, fous, voire mammifères marins, observation de kleptoparasitisme…).

Remarques :
– les observations ne concernant pas directement une zone de pêche clairement identifiée mais des sternes en vol avec des proies dans le bec sont également à consigner et à transmettre ;
– les séances d'observation sans aucun contact avec des sternes en pêche sont également à consigner et à transmettre (date, heure, localisation).

Pour la zone nord, les données sont à transmettre à : yann.jacob[at]bretagne-vivante.org
Pour la zone sud, les données sont à transmettre à : gaetan.guyot[at]bretagne-vivante.org

Une opération concertée est programmée sur les deux zones d'étude les 22 & 23 juin et 6 & 7 juillet 2013, avec des observations dans la matinée

Suivis à terre sur les colonies

Alimentation des sternes

Les sternes transportent leurs proies dans le bec, ce qui rend possible une identification à distance. Cependant, le type de proies prélevées par les sternes étant difficile à observer directement en mer, l'utilisation d'un affût près de la colonie est nécessaire pour recueillir ces informations.

Les séances d'observation permettront d'identifier les types de proies apportées par le mâle à la femelle au moment des parades nuptiales et des nourrissages de cour et par les parents aux poussins durant la période d'élevage, grâce à des photos numériques de qualité (Larson & Craig 2006), ainsi que de mesurer la fréquence de nourrissage des poussins (cf. ci-dessous). La taille relative des proies par rapport au bec de l'adulte sera également systématiquement relevée pour permettre une évaluation des classes de taille des proies exploitées par les sternes, paramètre pouvant servir d'indicateur de la disponibilité et de la qualité des ressources alimentaires.

Le travail d'identification des proies nécessitera le développement d'une collaboration avec un laboratoire de recherche (MNHN Concarneau, IUEM, IFREMER, station biologique de Roscoff ou autre).

Selon les capacités d'identification des proies des observateurs impliqués dans les suivis, des séances d'observations sans prise de photographies pourront également être programmées. Les possibilités de mise en place d'un programme allégé de routine sur le nourrissage seront évaluées après la réalisation d'un catalogue de proies permettant de réduire l'utilisation de la digiscopie et le stockage de nombreuses et volumineuses images numériques.

En baie de Morlaix, un affût est installé sur la colonie de l'île aux Dames, ce qui permettra de faire des observations aux jumelles à très faible distance des oiseaux et de prendre des photographies.

Au Glénan, sur l'île aux Moutons, les observations se feront à distance, ce qui nécessitera l'utilisation de la digiscopie, c'est-à-dire un appareil photographique numérique monté sur une longue-vue (Larson & Craig 2006).

Le régime alimentaire des sternes sera étudié au moment de la formation des couples et des offrandes de proies en mai, puis durant la période d'élevage des poussins en juin-juillet.

1-Période des parades et des nourrissages de cour

Les sessions d'observation se font en mai, sur la colonie ou sur l'estran, pendant quelques heures d'affilée.

Les observations se font à la longue-vue, soit en répertoriant simultanément les informations sur le bordereau, soit en utilisant la digiscopie ou la photographie, en insérant la date et l'heure sur les photographies numériques, et en répertoriant les informations a posteriori sur le bordereau en consultant les photographies prises.

Noter la colonie d'étude, le nom de l'observateur, la date et la plage horaire de la session d'observation, ainsi que les horaires de marées entourant la plage horaire.

Noter ensuite l'heure de chaque observation, l'espèce concernée (SC = sterne caugek, SD = sterne de Dougall, SP = sterne pierregarin), l'endroit où est le couple (estran = ESTR, colonie = COL, autres cas = AUT, à préciser dans la colonne « remarques »), la taille des proies, le type des proies, les éventuels cas de kleptoparasitisme, et éventuellement le comportement du couple après le nourrissage.

• Taille des proies
Pour les suivis à terre, la taille des proies est estimée par rapport à la taille du bec, par classes de taille de 0,5 en 0,5 dans la mesure du possible (< 0,5, 0,5, 1, 1,5 bec, etc.), ou à défaut par une fourchette (0,5-1 bec, 1-1,5 bec, etc.) (voir par exemple Morris 1986, Shealer 1998, Aygen & Emslie 2006, Moore *et al*. 2000).

Il est conseillé de faire des séances d'entrainement, en observant à distance, dans des conditions similaires à celle de la colonie d'étude, une tête factice de sterne avec des « proies » de taille variable dans le bec (Stienen *et al*. 2000). Pour limiter les risques de biais liés à l'estimation des tailles, il est recommandé d'avoir toujours le même observateur. Si plusieurs observateurs interviennent, il convient de faire des tests pour évaluer la variabilité inter-observateurs.

• Type de proies
[*voir guide détaillé d'identification avec photographies*]

Inconnu (**PRI ou ?**)..... type de proie inconnu, le plus souvent car non observé dans de bonnes conditions ou observation trop rapide (nourrissage des poussins) ; éventuelle description sommaire dans la colonne « remarques »

Invertébré (**INV**) ..... description dans la colonne « remarques »
Il peut s'agir de calmar (ou encornet), le préciser (**CAL**), de seiche, le préciser (**SEI**), ou de langoustine, le préciser (**LGT** et surtout pas LAN, code du lançon !)

Alevin (**ALV**)..... alevin, minuscule ou petit, corps transparent

Lançon (**LAN**)..... lançon (Ammodytidés), corps très allongé, presque cylindrique ; museau long et pointu ; couleur variable selon les espèces et selon le temps passé hors de l'eau ; plusieurs espèces généralement impossible à identifier à distance
– lançon aiguille (ou cicerelle) *Gymnammodytes semisquamatus*, le plus petit (moins de 20-25 cm), montre notamment une pupille en poire, ou en goutte d'eau, et 2 zones distinctes sur l'opercule, sombre en haut, claire en bas, et la coloration générale est plus dans les tons brun-jaune
– lançon commun *Hyperoplus lanceolatus*, le plus grand (jusqu'à 40 cm), montre notamment une pupille ronde, et un menton allongé et bulbeux, avec une extrémité sombre, et présente une tâche noire entre l'œil et le museau, et la coloration générale est plus dans les tons bleu-vert
– lançon jolivet *Hyperoplus immaculatus*, de taille intermédiaire (moins de 30 cm), ne présente pas les critères des 2 espèces précédentes (c'est l'espèce la plus abondante sous criée), la coloration générale est plus dans les tons brun-vert, mais la présence du lançon équille A*mmodytes tobianus* n'est pas exclue…

Balaou (**BAL**) ..... balaou de l'Atlantique (Scomberesocidés), facilement identifiable grâce à son bec et aux pinnules entre la queue et les nageoires dorsales et annales

Maquereau (**MAQ**)..... maquereau commun (Scombridés), facilement identifiable grâce aux lignes noires caractéristiques sur le dos et aux pinnules entre la queue et les nageoires dorsales et annales

Gadidés (**GAD**) ..... les Gadidés (lieu, merlan, motelle, cabillaud par exemple) sont nettement plus trapus et d'aspect moins argenté que les clupéidés, avec une tête plus pointue et une bouche droite, et 3 nageoires dorsales ; généralement de couleur brunâtre ou

verdâtre, et plus blanchâtre sur les flancs et le ventre ; espèces difficiles à identifier à distance
– lieu jaune cependant facile à identifier, les jeunes étant très colorés
– merlan avec museau légèrement saillant et arrondi et présentant une tache noire pectorale ; dos plus ou moins sombre et flancs blanc argenté

« argenté » (**ARG**) ..... catégorie des « poissons argentés », identification spécifique délicate, ces poissons peuvent appartenir à l'une des 3 familles ci-dessous, d'où la notation sur le terrain « argenté » (ARG), à défaut d'avoir une identification certaine (possibilité de noter « CLU ? », « ENG ? » ou « ATH ? » selon les cas de figure). Les critères à regarder sont notamment la tête, l'œil, la bouche et le corps

Clupéidés (**CLU**) ..... sardine, sprat et hareng par exemple, corps fuselé, légèrement comprimé, 1 nageoire dorsale
sardine = poisson qui saigne facilement (éventuelle tâche rouge plus ou moins étendue sur la tête ou le corps des proies)

Engraulidés (**ENG**) ..... anchois, plus fin et cylindrique que la sardine, 1 nageoire dorsale
plus fin et cylindrique que la sardine ; bouche en arrière du museau contrairement à la sardine, avec un museau conique saillant et plutôt foncé (mais pas facile à distinguer à distance entre une sardine maigre et un anchois gras…)

Athérinidés (**ATH**)..... athérines, prêtres, poissons généralement de petite taille ; corps élancé, 2 nageoires dorsales, yeux de grande taille, dos gris jaunâtre, verdâtre ou bleuâtre, piqueté de petits points noirs, bande argentée caractéristique le long des flancs
plus petites écailles que la sardine ; longueur du museau inférieure au diamètre de l'œil ; attention, il peut y avoir des gros individus !

Carangidés (**CAR**)..... chinchard commun, ligne latérale arquée caractéristique, fin pédoncule caudal et queue très échancrée

Pas du lançon (**PAL**)..... proie inconnue, mais clairement pas du lançon ; description dans la colonne « remarques »

Autre (**AUT**) ..... proie inconnue, mais clairement aucune des espèces ou familles précédemment citées ; description dans la colonne « remarques » (callionyme, mulet, merlu, poisson plat, gobie, blennie, syngnathe, épinoche, Labridés, Cyprinidés, insecte…)

• Comportement du couple après le nourrissage
Observer le couple pendant quelques minutes et noter si le nourrissage de cour est suivi ou non d'une phase de monte, avec le mâle sur le dos de la femelle mais sans accolement cloacal [code = MONTE], ou d'un accouplement effectif avec accolement cloacal [code = ACCPL].

• Kleptoparasitisme : si le couple observé est la victime de kleptoparasitisme pendant le nourrissage de cour (Garciá *et al*. 2000), noter l'espèce qui attaque et l'issue de l'attaque (dans la colonne « remarques »).

Remarque : lors du recensement de la colonie, ou après le départ des sternes, il faut collecter les proies non consommées trouvées au sol (stockage dans des sacs en plastique de type Ziploc en mentionnant la date et le lieu de ramassage).

Aygen D. & Emslie S.D. 2006. Royal tern (*Sterna maxima*) chick diet at Fisherman Island National Wildlife Refuge, Virginia. *Waterbirds* 29 : 395-400.

Garciá O., Becker P. & Favero M. 2011. Kleptoparasitism during courtship in *Sterna hirundo* and its relationship with female reproductive performance. *J. Ornithol.* 152 : 103-110.

Larson K. & Craig D. 2006. Digiscoping vouchers for diet studies in bill-load holding birds. *Waterbirds* 29 : 198-202.

Moore D.J., Williams T.D. & Morris R.D. 2000. Mate provisioning, nutritional requirements for egg production, and primary reproductive effort of female common terns *Sterna hirundo*. *J. Avian Biol*. 31 : 183-196.

Morris R.D. 1986. Seasonal differences in courtship feeding rates of male common terns. *Can. J. Zool*. 64 : 501-507.

Shealer D.A. 1998. Size-selective predation by a specialist forager, the Roseate tern. *Auk* 115 : 519-525.

Stienen E.W.M., van Beers P.W.M., Brenninkmeijer A., Habraken J.M.P.M., Raaijmakers M.H.J.E. & van Tienen P.G.M. 2000. Reflections of a specialist: patterns in food provisioning and foraging conditions in sandwich terns *Sterna sandvicensis*. *Ardea* 88 : 33-49.

2-Période d'élevage des poussins

La fréquence de nourrissage des poussins est étudiée durant la période d'élevage en juin-juillet en réalisant des sessions d'observation continue durant quelques heures d'affilée.

Les variations, interannuelles ou inter-colonies, observées pour ce paramètre peuvent servir d'indicateur de la disponibilité des ressources alimentaires.

Les observations se font généralement à l'œil nu et aux jumelles, parfois à la longue-vue, en répertoriant simultanément les informations sur le bordereau. Compte tenu de la rapidité avec laquelle le nourrissage peut s'effectuer, il n'est guère envisageable d'utiliser la digiscopie ou la photographie, en insérant la date et l'heure sur les photographies numériques, et en répertoriant les informations a posteriori sur le bordereau en consultant les photographies prises (Larson & Craig 2006). Par contre, lorsque la séance de suivi se fait à deux observateurs, l'un des observateurs se concentre sur les apports, et la prise de note, et l'autre observateur peut se charger des prises de vues en simultané.

Hors cadre des sessions d'observation standardisée, et sur des périodes plus courtes, des photographies des apports de proies sont également à faire (en digiscopie ou avec un appareil photographique), soit lors de l'approche en vol, soit lors du nourrissage des poussins. Il existe en effet des couloirs de vol régulièrement empruntés par les sternes revenant à la colonie avec des proies pour les poussins. Des séances de prises de vues peuvent être réalisées en continu durant ½ à 1 heure. Attention à ne pas photographier plusieurs fois le même oiseau, sauf cas particulier d'une proie « originale ».

Pour faciliter l'archivage des photos et le travail d'analyse des images, lors du transfert des photos de l'appareil vers l'ordinateur, il faut remplacer le texte IMG avant le numéro de la photo (proposé par défaut dans la fenêtre de transfert) par les initiales ou le nom de l'observateur.

Les sessions d'observation sont programmées sur les 4 différentes phases du cycle des marées : marée haute, marée descendante, marée basse, marée montante, et portent sur différentes classes d'âge de poussins (âgés de moins d'une semaine, d'une à deux semaines, de plus de deux semaines) et sur les différentes espèces de sternes.

Noter la colonie d'étude, le nom de l'observateur, la date et la plage horaire de la session d'observation, ainsi que les horaires de marées entourant la plage horaire.

Les sessions d'observation durent de deux heures à quelques heures d'affilée.

Selon la topographie de la colonie, la répartition des nids, l'âge des poussins et l'espèce étudiée, les suivis porteront soit sur des groupes familiaux bien identifiables (cas de la sterne pierregarin notamment) soit sur des groupes de poussins (cas des poussins en crèche pour la sterne caugek notamment). Pour chaque colonie suivie, le meilleur point d'observation est à déterminer durant chaque saison de reproduction en fonction de la localisation des sternes. Il est important de faire un croquis des couples suivis et des numéros attribués, afin de pouvoir répéter les suivis sur les mêmes zones à plusieurs dates. Mais les couples et espèces sélectionnés pour chaque session d'observation ne sont pas obligatoirement les mêmes.

L'utilisation d'une cache (mobile ou fixe) permet de se rapprocher de la colonie pour faire les observations.

Pour le suivi portant sur les groupes familiaux, noter le nombre de poussins de chacun des couples suivis (environ 1 à 10 couples, selon les facilités d'observation ; la position de chaque couple peut être reportée sur un croquis, avec un numéro d'identification) avant de commencer la session d'observation en continu, et noter en cours de suivi dans la colonne « remarques » si le nombre de poussins détectés pour tel ou tel couple est supérieur au nombre de poussins notés au départ.

Pour le suivi portant sur des groupes de poussins (15-20 poussins environ), noter le nombre de poussins visibles au départ puis noter à intervalles réguliers (toutes les 1-2 minutes) dans la colonne « remarques » le nombre de poussins du groupe effectivement visibles, afin d'avoir une valeur moyenne de la taille du groupe.

Noter ensuite l'heure de chaque observation d'apport de proies et l'espèce concernée (SC = sterne caugek, SD = sterne de Dougall, SP = sterne pierregarin).

Un dictaphone peut éventuellement être utilisé pour faire le suivi, mais il faut s'assurer de bien enregistrer l'ensemble des informations requises (en ayant un bordereau vierge avec soi), et surtout de remplir les fiches de suivi le jour même en réécoutant l'enregistrement.

L'âge des poussins est déterminé d'après l'aspect général, d'après les caractéristiques du plumage, soit avec quelques jours de précision (d'après les critères du tableau en annexe), soit en distinguant les petits poussins (pp ; tout en duvet), les poussins moyens (pm ; rémiges et rectrices en pousse) et les grands poussins et jeunes volant (gp / jv ; oiseaux bien emplumés).

L'activité de pêche des sternes est souvent plus intense en début de matinée et en fin de journée. Les observations sont donc à concentrer durant ces périodes.

Commencer les suivis tôt le matin si possible, et faire des sessions d'observations de quelques heures d'affilée (au minimum 2 heures dans la mesure du possible, voire plus longtemps). Sur la colonie de Rockabill en Irlande, par exemple, plusieurs sessions de 2 heures sont réalisées ainsi que quelques sessions sur la journée entière (Newton & Crowe 2000). Pendant la session d'observation, toute l'attention de l'observateur est portée uniquement sur les poussins suivis, pour ne pas rater d'apports de proies.

• Taille des proies

Pour les suivis à terre, la taille des proies est estimée par rapport à la taille du bec, par classes de taille de 0,5 en 0,5 dans la mesure du possible (0,5, 1, 1,5 bec, etc.), ou à défaut par une fourchette (< 0,5 bec, 0,5-1 bec, 1-1,5 bec, etc.) (voir par exemple Morris 1986, Shealer 1998, Aygen & Emslie 2006, Moore *et al*. 2000).

Il est conseillé de faire des séances d'entrainement, en observant à distance, dans des conditions similaires à celle de la colonie d'étude, une tête factice de sterne avec des « proies » de taille variable dans le bec (Stienen *et al*. 2000). Pour limiter les risques de biais liés à l'estimation des tailles, il est recommandé d'avoir toujours le même observateur. Si plusieurs observateurs interviennent il convient de faire des tests pour évaluer la variabilité inter-observateurs.

Noter dans la colonne « remarques » si l'adulte revient avec plus d'une proie dans le bec (et préciser le nombre de proies).

• Type de proies

[*voir guide détaillé d'identification avec photographies*]

Inconnu (**I ou ?**)..... type de proie inconnu, le plus souvent car non observé dans de bonnes conditions ou observation trop rapide (nourrissage des poussins) ; éventuelle description sommaire dans la colonne « remarques »

Invertébré (**INV**) ..... description dans la colonne « remarques »

Il peut s'agir de calmar (ou encornet), le préciser (**CAL**), de seiche, le préciser (**SEI**), ou de langoustine, le préciser (**LGT** et surtout pas LAN, code du lançon !)

Alevin (**ALV**)..... alevin, minuscule ou petit, corps transparent

Lançon (**LAN**)..... lançon (Ammodytidés), corps très allongé, presque cylindrique ; museau long et pointu ; couleur variable selon les espèces et selon le temps passé hors de l'eau ; plusieurs espèces généralement impossible à identifier à distance

– lançon aiguille (ou cicerelle) *Gymnammodytes semisquamatus*, le plus petit (moins de 20-25 cm), montre notamment une pupille en poire, ou en goutte d'eau, et 2 zones distinctes sur l'opercule, sombre en haut, claire en bas, et la coloration générale est plus dans les tons brun-jaune

– lançon commun *Hyperoplus lanceolatus*, le plus grand (jusqu'à 40 cm), montre notamment une pupille ronde, et un menton allongé et bulbeux, avec une extrémité sombre, et présente une tâche noire entre l'œil et le museau, et la coloration générale est plus dans les tons bleu-vert

– lançon jolivet *Hyperoplus immaculatus*, de taille intermédiaire (moins de 30 cm), ne présente pas les critères des 2 espèces précédentes (c'est l'espèce la plus abondante sous criée), la coloration générale est plus dans les tons brun-vert, mais la présence du lançon équille A*mmodytes tobianus* n'est pas exclue…

Balaou (**BAL**) ..... balaou de l'Atlantique (Scomberesocidés), facilement identifiable grâce à son bec et aux pinnules entre la queue et les nageoires dorsales et annales

Maquereau (**MAQ**)..... maquereau commun (Scombridés), facilement identifiable grâce aux lignes noires caractéristiques sur le dos et aux pinnules entre la queue et les nageoires dorsales et annales

Gadidés (**GAD**)..... les Gadidés (lieu, merlan, motelle, cabillaud par exemple) sont nettement plus trapus et d'aspect moins argenté que les clupéidés, avec une tête plus pointue et une bouche droite, et 3 nageoires dorsales ; généralement de couleur brunâtre ou verdâtre, et plus blanchâtre sur les flancs et le ventre ; espèces difficiles à identifier à distance

– lieu jaune cependant facile à identifier, les jeunes étant très colorés

– merlan avec museau légèrement saillant et arrondi et présentant une tache noire pectorale ; dos plus ou moins sombre et flancs blanc argenté

« argenté » (**ARG**)..... catégorie des « poissons argentés », identification spécifique délicate, ces poissons peuvent appartenir à l'une des 3 familles ci-dessous, d'où la notation sur le terrain « argenté » (ARG), à défaut d'avoir une identification certaine (possibilité de noter « CLU ? », « ENG ? » ou « ATH ? » selon les cas de figure). Les critères à regarder sont notamment la tête, l'œil, la bouche et le corps

Clupéidés (**CLU**)..... sardine, sprat et hareng par exemple, corps fuselé, légèrement comprimé, 1 nageoire dorsale

sardine = poisson qui saigne facilement (éventuelle tâche rouge plus ou moins étendue sur la tête ou le corps des proies)

Engraulidés (**ENG**)..... anchois, plus fin et cylindrique que la sardine, 1 nageoire dorsale

plus fin et cylindrique que la sardine ; bouche en arrière du museau contrairement à la sardine, avec un museau conique saillant et plutôt foncé (mais pas facile à distinguer à distance entre une sardine maigre et un anchois gras…)

Athérinidés (**ATH**)..... athérines, prêtres, poissons généralement de petite taille ; corps élancé, 2 nageoires dorsales, yeux de grande taille, dos gris jaunâtre, verdâtre ou bleuâtre, piqueté de petits points noirs, bande argentée caractéristique le long des flancs

plus petites écailles que la sardine ; longueur du museau inférieure au diamètre de l'œil ; attention, il peut y avoir des gros individus !

Carangidés (**CAR**)..... chinchard commun, ligne latérale arquée caractéristique, fin pédoncule caudal et queue très échancrée

Pas du lançon (**PAL**)..... proie inconnue, mais clairement pas du lançon ; description dans la colonne « remarques »

Autre (**AUT**)..... proie inconnue, mais clairement aucune des espèces ou familles précédemment citées ; description dans la colonne « remarques » (callionyme, mulet, merlu, poisson plat, gobie, blennie, syngnathe, épinoche, Labridés, Cyprinidés, morceaux indéterminés = morceaux de corps de poisson ou viscères, etc.)

Insecte (**INS**)..... il arrive que les sternes pierregarin ramène des insectes, par exemple des hannetons ou des fourmis, voire d'autres espèces ; à préciser ou à décrire dans la colonne « remarques »

Remarque : lors du recensement de la colonie, ou après le départ des sternes, il faut collecter les proies non consommées trouvées au sol (stockage dans des sacs en plastique de type Ziploc en mentionnant la date et le lieu de ramassage).

• Devenir de la proie

AP = proie avalée par le poussin

AA = proie finalement avalée par l'adulte

NA = proie non avalée, tombée au sol

KL = kleptoparasitisme, noter dans la colonne « remarques » si des parents qui viennent nourrir les poussins de la zone suivie sont victimes de kleptoparasitisme, et préciser quelle est l'espèce qui dérobe les proies.

?? = devenir inconnu (zone peu visible ou autre raison)

Aygen D. & Emslie S.D. 2006. Royal tern (*Sterna maxima*) chick diet at Fisherman Island National Wildlife Refuge, Virginia. *Waterbirds* 29 : 395-400.

Barrett R.T., Camphuysen C.J., Anker-Nilssen T., Chardine J.W., Furness R.W., Garthe S., Hüppop O., Leopold M.F., Montevecchi W.A. & Veit R. R. 2007. Diet studies of seabirds: a review and recommendations. *ICES J. Mar. Sci.* 64 : 1675-1691.

Dies J.I. & Dies B. 2005. Kleptoparasitism and host responses in a sandwich tern colony of eastern Spain. *Waterbirds* 28 : 167-171.

Hays H., Dunn E. & Poole A. 1973. Common, arctic, roseate, and sandwich terns carrying multiple fish. *Wilson Bull.* 85 : 233-236.

Larson K. & Craig D. 2006. Digiscoping vouchers for diet studies in bill-load holding birds. *Waterbirds* 29 : 198-202.

Newton S.F. & Crowe O. 2000. *Roseate Terns - The Natural Connection A conservation/research project linking Ireland and Wales*. Maritime (Ireland/Wales) INTERREG Report No. 2. Marine Institute, Dublin, Ireland.

Perrow M.R., Gilroy J.J., Skeate E.R. & Mackenzie A. 2010. *Quantifying the relative use of coastal waters by breeding terns: towards effective tools for planning and assessing the ornithological impacts of offshore wind farms.* ECON Ecological Consultancy Ltd. Final report to COWRIE Ltd, 134 p.

Ramos J.A., Solà E., Monteiro L.R. & Ratcliffe N. 1998. Prey delivered to roseate tern chicks in the Azores. *J. Field Ornithol.* 69 : 419-429.

Shealer D. 1998. Differences in diet and chick provisioning between adult roseate and sandwich terns in Puerto Rico. *Condor* 100 : 131-140.

Stienen E.W.M., van Beers P.W.M., Brenninkmeijer A., Habraken J.M.P.M., Raaijmakers M.H.J.E. & van Tienen P.G.M. 2000. Reflections of a specialist: patterns in food provisioning and foraging conditions in sandwich terns *Sterna sandvicensis*. *Ardea* 88 : 33-49.

Yésou P., Bernard F., Marquis J. & Nisser J. 2002. Biologie de reproduction de la sterne naine *Sterna albifrons* sur la façade atlantique française (île de Béniguet, Finistère). *Alauda* 70 : 285-292.

Yésou P., Bernard F., Marquis J. & Nisser J. 2005. Biologie de reproduction de la sterne pierregarin *Sterna hirundo* sur l'île de Béniguet, Finistère. *Alauda* 73 : 107-118.

3-Direction de vol des adultes

Lors des activités de suivi de routine des colonies, les directions de vol des adultes revenant avec des proies ou partant en pêche seront notées de manière opportuniste.

La configuration de l'île aux Moutons permet d'y envisager des suivis plus précis et standardisés des directions de vol des adultes revenant avec de la nourriture à partir d'un point d'observation surélevé à proximité de la colonie de sternes et offrant une vision à 360°.

8 directions de vol sont prises en compte, définies par les points cardinaux :
[N à NE], [NE à E], [E à SE], [SE à S], [S à SW], [SW à W], [W à NW], [NW à N]

Se faire des repères pour visualiser les angles et les secteurs à observer.

Pendant 5 à 15 mn par secteur, noter en continu le nombre de sternes des différentes espèces qui reviennent à la colonie avec des proies.

Selon la fréquence d'arrivée des oiseaux, il peut être utile de faire le suivi à 2 personnes, 1 observateur et 1 secrétaire. Le suivi peut être réalisé à 2 observateurs dos à dos prenant en compte des secteurs opposés, avec un secrétaire en plus si besoin.

Noter dans la colonne « remarques » le nombre de sternes qui reviennent avec plus d'une proie dans le bec (et préciser le nombre de proies).

Noter dans la colonne « remarques » si des sternes qui reviennent vers la colonie avec des proies sont victimes de kleptoparasitisme, et préciser quelle est l'espèce qui dérobe les proies.

Dies J.I. & Dies B. 2005. Kleptoparasitism and host responses in a sandwich tern colony of eastern Spain. *Waterbirds* 28 : 167-171.

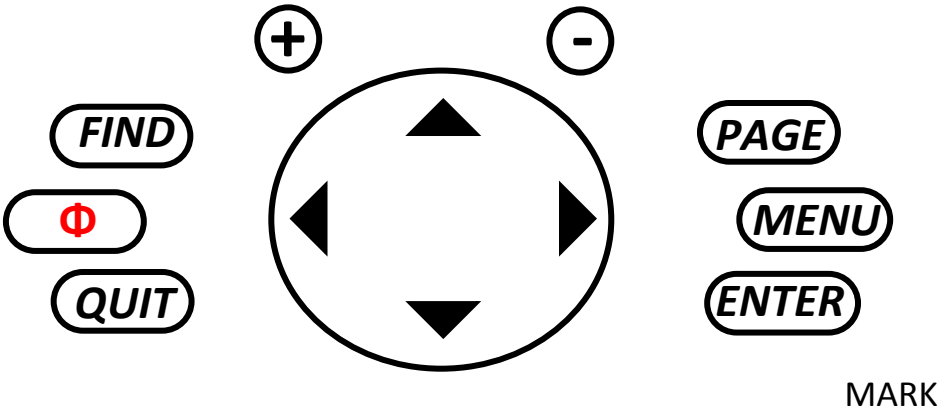
Hays H., Dunn E. & Poole A. 1973. Common, arctic, roseate, and sandwich terns carrying multiple fish. *Wilson Bull.* 85 : 233-236.

Perrow M.R., Gilroy J.J., Skeate E.R. & Mackenzie A. 2010. *Quantifying the relative use of coastal waters by breeding terns: towards effective tools for planning and assessing the ornithological impacts of offshore wind farms.* ECON Ecological Consultancy Ltd. Final report to COWRIE Ltd, 134 p.

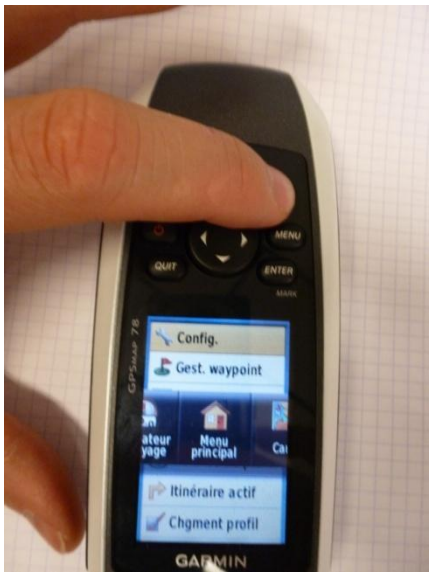
Paramétrage et utilisation du GPSMap 78 – GARMIN dans le cadre du programme SKRAPESK

Afin de travailler sur des bases communes entre les différents sites du programme SKRAPESK, le présent document propose de paramétrer les GPS de la même manière. L'objectif n'est pas de rédiger une notice d'utilisation du GPSMAP78 mais de permettre aux utilisateurs de configurer les appareils utilisés sur les différents sites du programme SKRAPESK afin de disposer de paramètres au même format lors des campagnes de terrain, et de fichiers standardisés en sortie de GPS, conformes aux protocoles des différents types de prospection envisagés dans SKRAPESK (traque aléatoire, transects, poursuites).

La façade du GPS est munie de boutons et d'un écran :



Paramétrage général du GPS



Mettre le GPS sous tension > Φ
Sélectionner le **MENU PRINCIPAL**
- soit en appuyant deux fois sur ***MENU***
- soit en appuyant plusieurs fois sur ***PAGE*** jusqu'à affichage du **MENU PRINCIPAL**

Un menu déroulant apparait :

	Paramétrage préconisé pour le programme SKRAPESK
Config.	**> Config.**
Gestion Waypoint	**> Système**
Calcul itinéraire	**GPS/**Normal
Gestion de tracés	**Langue**/Français
Alarmes de Proxi	**Type de pile**/NiMH rechargeable
Initinéraire actif	**Interface/**Série Garmin
Changement de profil	**> Carte**
Soleil et heures	**Orientation/**Nord en haut
Calendrier	**texte guide**/lors du suivi itinéraire
Réveil	**champs de données/** 4 petits
Calculatrice	information carte/activé – HXEU457S-Bretagnev2011.5
Chronomètre	**> Marine**
Calcul de zone	**Mode carte marine**/Nautique
Photo viewer	
Chasse et pêche	**> Traces**
Approximation waypoint	**Journal de suivi**/enregistrer, afficher sur carte
Chasse au trésor	**Méthode enregistrement**/heure
Satellites	**Intervalle**/00:00:05 ou 00:00:30 selon type de suivi (cf. protocole SKRAPESK)
	Archivage auto/quotidien

Paramétrages des différents écrans

Après avoir allumé le GPS (**Φ**), en pressant sur ***PAGE*** un bandeau déroulant apparait permettant d'accéder aux différents écrans du GPS. A chaque pression du bouton ***PAGE*** les différents écrans diponibles défilent :

Le paramétrage des différents écrans peut se faire :

- soit via le **MENU PRINCIPAL** puis **config.**
- soit directement depuis l'écran choisi puis **menu**/paramétrage ou configuration

L'écran « **CALCULATEUR DE VOYAGE** » peut-être utilisé comme écran de travail en routine.

Pour y accéder presser plusieurs fois sur ***PAGE*** jusqu'à faire apparaître l'écran « **CALCULATEUR DE VOYAGE** »

Paramétrage du **CALCULATEUR DE VOYAGE** (écran de travail)

> ***PAGE*** plusieurs pressions successives jusqu'à affichage du **CALCULATEUR DE VOYAGE**
> ***MENU***
> **modifier tableau de bord/**grands champs données
> Puis
> **>modifier champs**

heure HH:MM:SS	le format de l'heure se règle via : menu principal/Config./heure/format heure 24 heures, fuseau horaire/automatique
Vitesse nœuds	le format de distance et vitesse se règle via : menu principal/Config./Unités/Distances et vitesse/Nautiq (nm, kt, m)
Cap degrés numériques	le format de distance et vitesse se règle via : menu principal/Config./Cap/Degrés numériques
Position lat./long.	le format de position se règle via le menu principal/Config. /Format position/hddd°mm.mmm'

Paramétrage de la **Carte**

> ***PAGE*** plusieurs pressions successives jusqu'à affichage de la **CARTE**
> ***MENU***
> **paramétrage carte**
> **Orientation/**nord en haut
> **Texte guide**/lors du suivi itinéraire
> **champs de données**/4 petits
> **Configuration avancée page carte**/Zoom auto activé, Niveaux de zoom/Automatique
> **Information carte**/sélectionner carte/Activé - HXEU457S-BRETAGNE v2011.5
> Puis appuyer deux fois sur ***QUIT*** pour revenir à l'écran **Carte**

heure	**cap**	Puis **> menu** **> modifier champs** Naviguer dans les quatre petits champs en haut pour afficher les paramètres de votre choix : heure, cap, position, vitesse
position	**vitesse**	
carte		

Paramétrage du **Compas**

> ***PAGE*** **:** plusieurs pressions successives jusqu'à affichage du **COMPAS**
> ***MENU***
> **modifier tableau de bord**/Grands champs données
> ***ENTER***
> Une fenêtre s'affiche au dessus du compas
> ***MENU***
> **Modifier champs**/sélectionner le champ que l'on souhaite afficher : Position (lat./long.) par exemple.

Enregistrement des TRAJETS et WAYPOINTS

Les trajets de prospection peuvent être enregistrés automatiquement par le GPS. Ils sont appelés **tracés**.

Paramétrage pour l'enregistrement automatique des tracés

> ***PAGE***/menu principal/configuration/tracés
> **> Journal de suivi**/enregistrer, afficher sur carte
> **> Méthode enregistrement**/heure

Intervalle : 00:00:30 (trajets traque aléatoire)
00:00:05 (trajets de poursuite à vue) cf. protocole SKRAPESK

Archivage auto/Quotidien

enregistrement

TRACES

Le tracé est enregistré automatiquement dès lors que le GPS est allumé. Ce tracé est intitulé « **tracé actuel** ».

Les tracés sont archivés quotidiennement sous un nom par défaut composée de la date et l'heure d'enregistrement [exemple : 15-MAI-12 15:26:08]

Les tracés actuels et archivés peuvent être consultés via MENU PRINCIPAL/Gestion des tracés/Tracé actuel ou tracés archivés/ <sélectionner le tracé voulu>

WAYPOINTS

Lors des missions de terrain, une observation particulière peut être géolocalisée grâce à l'enregistrement d'un waypoint. L'enregistrement s'effectue de la manière suivante :

A partir de l'écran de travail (carte, calculateur de voyage ou compas) appuyer sur ***ENTER*** (*MARK*) quelques secondes, un nouvel écran apparaît avec un numéro de waypoint et d'autres paramètres dont la position. Réappuyer sur ***ENTER*** (*MARK*) pour enregistrer le point. Reporter le numéro du waypoint sur le bordereau de terrain avec les informations associées (heure, espèce, effectif, distance au bateau, relèvement, comportement, etc.).

Les waypoints sont consultables dans MENU PRINCIPAL/Gestion Waypoint/ENTER/ <sélectionner le waypoint voulu>/ENTER/les informations concernant le waypoint apparaissent dans un nouvel écran.

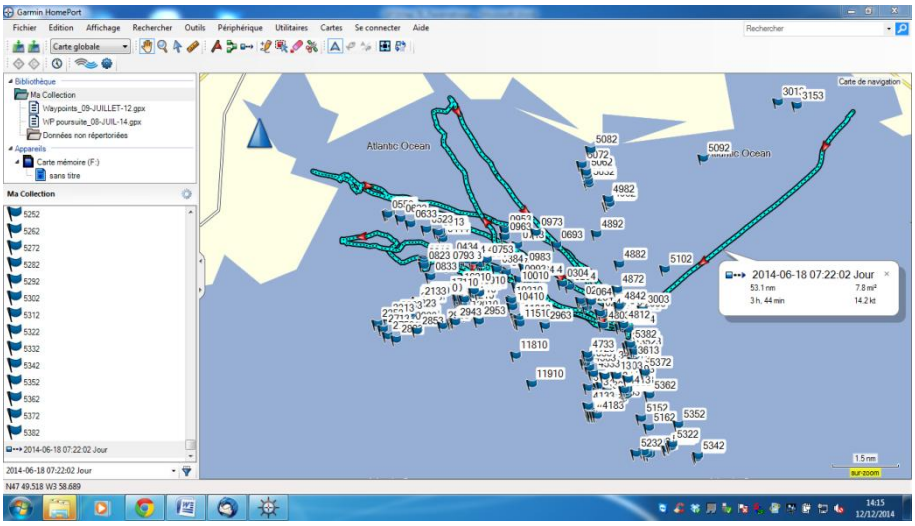
Générer les fichiers de travail à partir des relevés du GPS

Le GPS enregistre les données de tracés et des waypoints au format .gpx. Afin de saisir les données transcrites sur les bordereaux papier lors de la mission de terrain, il convient de générer un fichier excel dans lequel sera effectuée cette saisie.

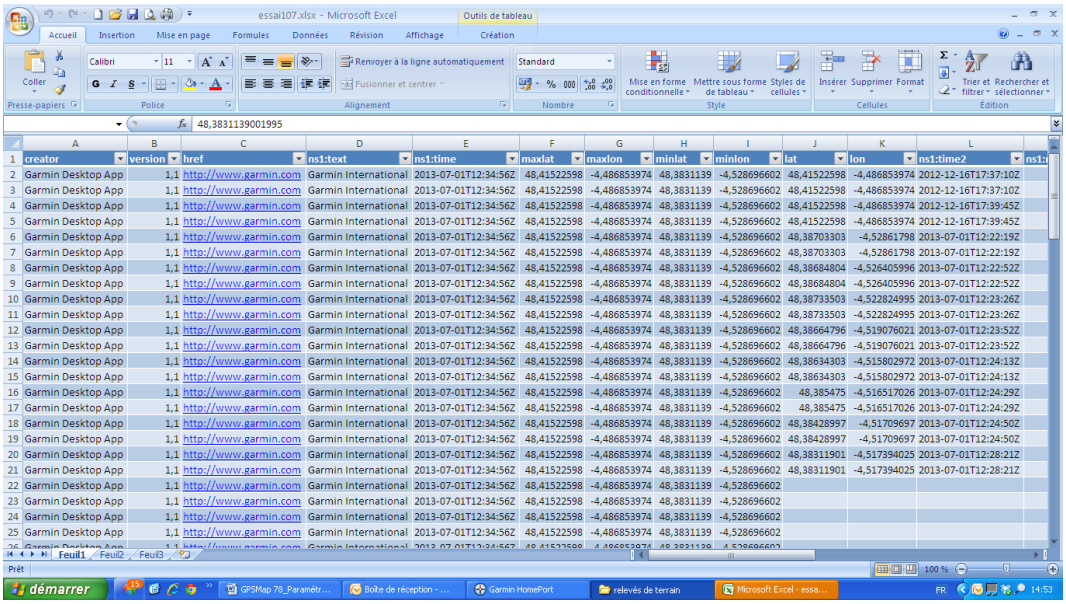
Brancher le GPS sur l'ordinateur via le cable USB, le gps s'allume automatiquement.

Ouvrir le logiciel Garmin HomePort. A gauche de l'écran une colonne divisée en deux fenêtres superposées apparaît.

La fenêtre supérieure permet d'organiser les données recueillies sur le terrain provenant du GPS en différents répertoires. Dans la fenêtre inférieure apparaissent les waypoints et les tracés de chaque mission.



Exporter les données du GPS vers un fichier excel

Sélectionner l'ensemble des waypoints et le tracé correspondant a un relevé puis dans le menu « fichier » en haut à gauche de l'écran sélectionner « exporter » vers un répertoire dédié aux « **relevés de terrain** » qui servira à archiver les fichiers au format .gpx brut de sortie du GPS.

Créer un second répertoire « **fichiers de travail** » dans lequel une copie des fichiers .gpx est enregistrée. Ce fichier .gpx peut-être ouvert avec excel (clic droit sur l'icône du fichier, choisir « ouvrir avec » puis « excel »). Cliquer sur ok / oui lors de l'ouverture de l'ensemble des fenêtres jusqu'à l'affichage de la feuille de calcul excel. C'est dans ce second fichier que les données du bordereau de terrain seront saisies sur la ligne correspondant à chaque waypoint. Un fichier excel est généré permettant de visualiser les données enregistrées dans le GPS. Les données collectées sur les bordereaux de terrain sont reportées dans ce fichier en créant les champs correspondants à chaque colonne du bordereau.
Enregistrer ce fichier au format excel (.xls) en conservant le même nom de fichier que le fichier source (.gpx).