

Université de La Rochelle  
Faculté de Sciences et Technologies,

Avenue Michel Crépeau, 17000 LA ROCHELLE

Licence 3 Science de la Vie  
Parcours Biologie Marine

# Structure de la population de Phoques veaux-marins en baie de Somme

Manon Anglade



*Étude réalisée à Picardie Nature – Observatoire de la Faune Sauvage - Pôle Étude Faune  
Sous la responsabilité de Sarah MONNET et Yann PLANQUE.*

18 Avril 2017 – 26 Mai 2017

# Résumé

L'objectif de ce stage était d'estimer la structure de la population de Phoques veaux-marins en baie de Somme. La méthode choisie a été l'analyse des écartements inter-palmures. Elle a permis d'estimer le nombre d'individus répartis dans différentes classes d'âges : les jeunes de l'année (moins d'un an), les subadultes (1 à 3 ans) et les adultes (supérieurs à 4 ans). Ces mesures ont été combinées à des données de comptages, réalisées par les bénévoles de l'association, afin de renforcer la pertinence des estimations pour chaque classe. Les analyses ont été réalisées par tableaux croisés dynamiques. Les résultats ont montré que la population de phoques veaux-marins de la baie de Somme semble très jeune, et composée d'une très grande proportion de subadultes (individus de plus d'un an, mais non reproducteurs), puisque d'après les estimations, ils représentaient 40,21 % en 2011 et 47,43 % en 2014. L'hypothèse qui peut donc être émise est que cette population, récente comparée à d'autres populations européennes de phoques veaux-marins, est encore peu stable, et continue de se modifier rapidement. Cependant, le nombre de jeunes est plus élevé pour l'année 2014 comparée à 2016. Cette observation semble assez paradoxale car le nombre de naissances devrait également augmenter et être supérieur à 2014, ce qui n'est pas le cas ici malgré le plus grand nombre d'adultes recensés en 2016. Ceci pourrait s'expliquer par l'hypothèse précédente avec un grand nombre de subadultes, ne pouvant pas se reproduire car non matures sexuellement. Cependant, dans ce cas d'étude, il existe certaines limites comme par exemple, le trop peu de données acquises pendant certaines périodes de l'année pouvant mener à des erreurs d'interprétation sur la population. Ces limites sont donc à la fois techniques et biologiques. A ma connaissance, c'est la première fois que cette étude est réalisée en baie de Somme grâce à ces mensurations. Pour la continuer, il serait intéressant de récolter davantage de données en 2017 afin de réaliser des comparaisons et de confirmer ou non les hypothèses précédentes.

# Remerciements

Je tiens, tout d'abord, à remercier

Madame **Sarah MONNET**, ma maîtresse de stage, chargée d'études sur les mammifères marins à Picardie Nature

Monsieur **Yann PLANQUE**, mon co-encadrant de stage, ingénieur d'études à l'université de La Rochelle / Centre d'Etudes Biologiques de Chizé (CEBC)

Pour leurs nombreux conseils, leur partage d'expérience ainsi que leur soutien, apportés tout au long de mon stage.

J'adresse également mes remerciements à

Madame **Cécile VINCENT**, ma tutrice de stage, maîtresse de conférences à l'Université de La Rochelle / Centre d'Etudes Biologiques de Chizé (CEBC), pour son aide dans ma recherche de stage

Madame **Christine MARTIN**, ma co-encadrante de stage pour son partage d'expérience et pour la découverte de la baie en bateau.

Enfin, je remercie

Monsieur **Patrick THIERY**, le Président de l'association Picardie Nature pour son accueil au sein de l'association

Madame **Marie FAUVARQUE**, Directrice de Picardie Nature pour avoir retenu ma candidature à ce stage

Les **bénévoles** de l'association qui ont participé aux saisies de données de comptages et d'écartements inter-palmures, sans lesquelles, mon stage n'aurait pu avoir lieu

Toute l'**équipe de Picardie Nature** pour leur accueil et leur bonne humeur.

# Avant-propos

Ce rapport est issu du stage de fin d'année de Licence 3 Sciences du vivant, parcours Biologie Marine, réalisé en 2017, proposée par le Pôle Science et Technologie de La Rochelle.

J'ai effectué mon stage au sein de Picardie Nature, située à Amiens. C'est une association régionale de protection de la Nature et de l'Environnement créée en 1970 et membre de France Nature Environnement. Elle se compose d'un conseil d'administration, présidé par Patrick Thiery, de 10 salariés et de plus de 1600 adhérents directs et indirects, dont plus de 400 bénévoles actifs. Les missions de l'association sont nombreuses. Elle anime de nombreux réseaux naturalistes bénévoles dans le but d'améliorer les connaissances sur la faune picarde, comme par exemple sur les phoques, les chauves-souris, les hirondelles, les amphibiens ou encore les busards. Ces connaissances permettront ensuite de proposer des mesures de gestion et de protection adéquates. Picardie Nature agit également à contribuer au respect de la réglementation vis-à-vis de l'environnement pour ainsi, par exemple, diminuer le nombre de déchets retrouvés dans la nature, limiter le rejet de produits toxiques ou encore la destruction des milieux naturels par l'anthropisation. Pour finir, l'association participe également à l'éducation et à la sensibilisation de tout type de public pour qu'il contribue, à son tour, à la protection de l'environnement (animations pédagogiques, expositions et formations naturalistes).

Mon stage s'est organisé en quatre grandes parties avec, pour commencer, un travail de recherches bibliographiques, suivi d'une phase de tri et de saisie des données acquises sur des fiches de terrain. Puis, il s'est continué par l'analyse des données et, pour finir, par la rédaction du rapport de stage.

Au cours de ce stage, je me suis documentée sur mon modèle d'étude, le Phoque veau-marin, en lisant des références bibliographiques scientifiques. J'ai également trié des centaines de fiches de terrain acquises entre 2011 et 2016 pour en extraire les données de comptages, ainsi que les mesures des écartements inter-palmures et les pourcentages de mue. J'ai saisi ces données informatiquement, puis je les ai analysées par des tableaux croisés dynamiques sur logiciel Excel. J'ai également réalisé deux sorties terrain en baie de Somme. La première s'est déroulée le 22 avril 2017, uniquement en bateau, sur une durée de huit heures où l'objectif était de visualiser les nouvelles conditions environnementales de la baie (changement de localisation du chenal, érosion, ensablement, lieu de passage pour les comptages et échantillonnages). Le but était également d'obtenir des données d'écartements inter-palmures afin de mettre en place un système correctif pour une partie des données. La deuxième sortie a eu lieu le 22 mai 2017, à terre, sur certains dépôts de la baie. La mission était de récolter un maximum de fèces de phoques gris pour l'étude de leur régime alimentaire, incluse dans l'axe 2 du projet "Eco-Phoques". En plus de ces fèces, des mensurations inter-palmures ont pu être récoltées afin de compléter les données existantes. Le fait d'un manque de temps et d'une incertitude sur l'identification de l'espèce échantillonnée, je n'ai pas pu analyser ces données mais, il sera intéressant de les comparer à celles obtenues au mois d'avril, ainsi qu'aux autres données acquises précédemment.

Je peux donc qualifier ce stage, à la fois, de formateur et d'enrichissant d'un point de vue connaissances et méthodes d'analyse de données, ainsi que d'un point de vue humain.

# Sommaire

|  |    |
|--|----|
| <b>Introduction</b> .....  | 3  |
| <b>Matériel et méthode</b> .....   | 4  |
| I) Modèle d'étude.....   | 4  |
| II) Etude de la structure de la population .....   | 5  |
| 1) Choix de la méthode d'analyse .....   | 5  |
| 2) Saisie des données .....  | 5  |
| 3) Analyse des données.....  | 6  |
| a) Correction .....  | 6  |
| b) Analyse des données .....   | 7  |
| <b>Résultats</b> .....   | 7  |
| I) Recensement de la population (données de comptages) .....   | 7  |
| II) Structure de la population (données d'écartements inter-palmures).....   | 8  |
| 1) Préparation et correction des données .....   | 8  |
| 2) Structure de la population selon les classes de Reijnders (1976).....   | 10 |
| 3) Estimation des proportions de chaque classe d'âge au sein de la population.....   | 10 |
| <b>Discussion</b> .....  | 12 |
| I) Premières informations sur la structure de la population grâce aux données de comptages .....   | 12 |
| II) Utilisation des écartements inter-palmures et limites associées.....   | 13 |
| III) Application d'une méthode combinant l'utilisation des données de comptages et l'utilisation des données d'écartements inter-palmures..... | 14 |
| <b>Références bibliographiques</b> .....   | 15 |

## Introduction

La baie de Somme, avec ses 7000 hectares, est un estuaire mégatidal situé sur la façade maritime française de la Manche Est. Elle se caractérise par la présence de trois fleuves côtiers qui sont la Somme, la Maye et le Dien et change au fil des saisons, évolue au cours des siècles, au rythme des marées (Darras, 2004). De par sa localisation géographique, cet estuaire est un écosystème particulièrement apprécié par certaines populations d'oiseaux qui viennent s'y arrêter en grand nombre lors de leur migration.

Cette baie accueille également l'une des trois colonies reproductrices de Phoque veau-marin (*Phoca vitulina*) présentes en France métropolitaine. Celle-ci se regroupe plus particulièrement au sein de la baie du Mont-Saint-Michel, de la baie des Veys et de la baie de Somme (Vincent *et al.*, 2015-2016). Cet estuaire constitue un lieu clé dans le cycle de vie de ces mammifères marins qui évoluent à la fois en mer, où ils effectuent leur comportement de chasse, mais également à terre où ils utilisent des zones de repos, nécessaires à leur biologie (repos, reproduction et mue). En effet, il est composé de larges bancs de sable découverts à marée basse qui leur offrent un habitat adapté à leurs besoins. Ce site, constituant la limite Sud de répartition de cette espèce en Europe, accueille d'ailleurs 60% de cette population française. Cela lui confère ainsi le titre de plus grande colonie reproductrice en France métropolitaine. À l'échelle européenne, cette espèce se concentre plus particulièrement le long des côtes de la mer du Nord (Pays-Bas et Royaume-Unis principalement) mais également en mer Baltique (Aulagnier, 2004).

Depuis 1986, l'association Picardie Nature étudie les phoques de la baie de Somme et participe activement à leur protection. Depuis 2015, elle est d'ailleurs particulièrement impliquée dans un projet intitulé « Eco-phoques ». Celui-ci est coordonné par le Centre d'Etudes Biologiques de Chizé (UMR7372 CNRS / Université de La Rochelle) et est réalisé en partenariat avec Picardie Nature, la CMNF (Coordination Mammalogique du Nord de la France), ADN (Association Découverte Nature), le GEMEL (Groupement d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux) et le PNM EP MO (Parc Naturel Marin des Estuaires Picards et de la Mer d'Opale). Il est financé par la région Hauts-de-France et par ce Parc Naturel Marin. Ce projet a pour but d'améliorer les connaissances sur les deux espèces de phoques présentes le long des côtes de la région des Hauts-de-France, le Phoque gris, (*Halichoerus grypus*) et le Phoque veau-marin (*Phoca vitulina*). Il s'intéresse aussi à leurs interactions avec les activités humaines en Manche Nord-Est. Ce projet s'organise autour de trois grands axes principaux. Le premier se concentre sur le recensement de la population de phoques veaux-marins, afin d'estimer son abondance totale, ainsi que de prédire son évolution au cours du temps. La deuxième repose sur l'étude de son écologie alimentaire par la détermination de ses zones de chasse, de son régime alimentaire par l'analyse de fèces, et par l'estimation de la biomasse consommée à l'échelle de la population. Enfin, le dernier axe étudie les différentes interactions entre les phoques et les activités humaines professionnelles et récréatives, afin d'établir des recommandations sur la gestion des espaces qu'ils fréquentent pour renforcer leur protection.

Mon stage s'inclut plus particulièrement dans l'axe 2 du projet concernant l'estimation de la consommation annuelle de proies par la population de phoques veaux-marins. En effet, pour réaliser cette estimation, des modèles bioénergétiques seront utilisés. Or, pour les mettre en application, nous avons besoin de connaître l'âge des individus, puisque ce facteur influence leurs besoins énergétiques. En effet, le taux métabolique d'un individu n'est pas le même selon son âge et son statut : un jeune de l'année a un taux métabolique plus élevé qu'un adulte, pour

assurer sa croissance par exemple, ce qui peut influencer l'estimation des proies ingérées (Olesiuk, 1993).

L'objectif de mon stage est donc de :

**Déterminer la structure de la population de phoques veaux-marins présente en baie de Somme et estimer le nombre d'individus au sein de chacune des classes d'âges.**

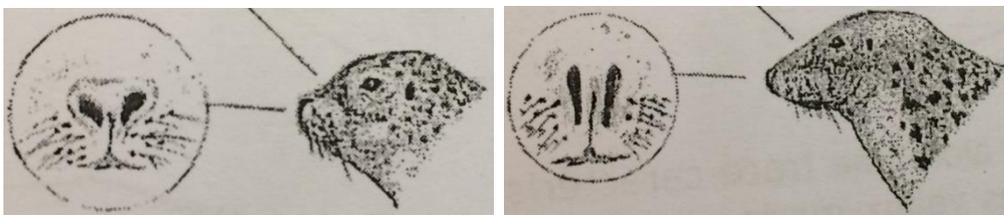
La détermination des classes d'âge d'une population de phoques peut être réalisée par plusieurs méthodes, comme par exemple par l'étude approfondie de coupes d'incisives mettant en avant leurs caractéristiques morphométriques (Blundell et Pendleton, 2008) qui diffèrent selon les âges ; par l'étude du pourcentage de mue, commençant à des temps différents selon les classes d'âge (Thompson et Rothery, 1997) ; ou encore par l'analyse des mesures de l'écartement inter-palmures (Reijnders, 1976).

Dans un premier temps, je décris la méthode choisie pour répondre à l'objectif de mon stage en fonction du modèle d'étude. Dans un deuxième temps, je présente les résultats obtenus. Pour conclure, je les interprète en les comparant et en les mettant en relation afin d'émettre des hypothèses sur cette estimation de structure de population, ainsi que sur le nombre d'individus pour chaque classe d'âge. La méthode choisie dans ce cas d'étude, basée sur l'analyse de données d'écartements inter-palmures, n'a encore jamais été utilisée en baie de Somme.

## Matériel et méthode

### **I) Modèle d'étude**

Le Phoque veau-marin (*Phoca vitulina*) est une espèce de Phocidés largement répartie le long des zones côtières de l'hémisphère Nord (Baird, 2001). Il se caractérise morphologiquement par un décrochement bien marqué entre sa tête et son museau laissant apparaître un front, et par la forme particulière de ses narines se rejoignant en forme de V (**Figure1**).



**Figure 1** : Dessin représentant les caractéristiques morphologiques des narines du Phoque veau-marin (gauche) et du Phoque gris (droite) (Darras, 2004).

Cette espèce est opportuniste : elle se nourrit de proies présentes en plus grande abondance dans le milieu (Andersen *et al.*, 2004). Ainsi, en baie de Somme, les phoques veaux-marins s'alimentent majoritairement de poissons plats de petite taille (Spitz *et al.*, 2015). Le cycle de vie annuel de ces phoques exige des migrations saisonnières (Russel *et al.*, 2013). Cet indice de migration est plus élevé chez les mâles que chez les femelles. Ces dernières sont très stationnaires autour de leur site de mise bas lors de cette période de reproduction (Sennblad, 2000).

## **II) Etude de la structure de la population**

### **1) Choix de la méthode d'analyse**

Il existe différentes techniques pour étudier une structure de population et ainsi définir ses classes d'âges, et le nombre d'individus qui s'y trouvent. L'analyse approfondie de coupes d'incisives en est un exemple (Blundell et Pendleton, 2008).

Ce type d'étude peut également être réalisé par l'analyse de la période de mue. En effet, il est possible d'estimer l'âge des individus en fonction de cette période qui diffère en fonction de leur âge et leur statut : au cours de la période dite de "mue" (*i.e.* période annuelle où les phoques renouvellent leur pelage), les premiers à muer sont les subadultes (animaux d'au moins un an, mais non matures sexuellement), puis les femelles adultes et enfin, les mâles adultes (Thompson et Rothery, 1987). Néanmoins, la date de déclenchement de la mue peut être influencée par différents facteurs, comme la condition corporelle ou encore les hormones sexuelles (Daniel *et al.*, 2003). De ce fait, c'est seulement après l'allaitement des petits que les femelles adultes se reproduisent à nouveau et entrent en phase de diapause embryonnaire où elles finissent de muer et se réalimentent progressivement pour ensuite, continuer le développement de leur nouvel embryon (Reijnders *et al.*, 2010). Bien qu'efficace, cette méthode n'a pu être utilisée ici. En effet, malgré la saisie des pourcentages de mue, du nombre total de jeunes de l'année, du nombre total de phoques veaux-marins par reposoir et de leur sexe, le nombre de données était insuffisant et leur relevé trop irrégulier au cours de la période de mue pour être exploités de façon pertinente. Je me suis donc concentré sur d'autres critères pour analyser la structure de la population.

Pour déterminer la structure de la population de phoques veaux-marins en baie de Somme, nous avons ainsi choisi la troisième méthode : l'analyse des mesures d'écartements inter-palmures. Elle nous permettra de distinguer les adultes des subadultes (individus non matures) et des jeunes de l'année (Norgaard et Larsen, 1991), et ainsi de faire des estimations sur le nombre d'individus présents dans chacune de ces catégories.

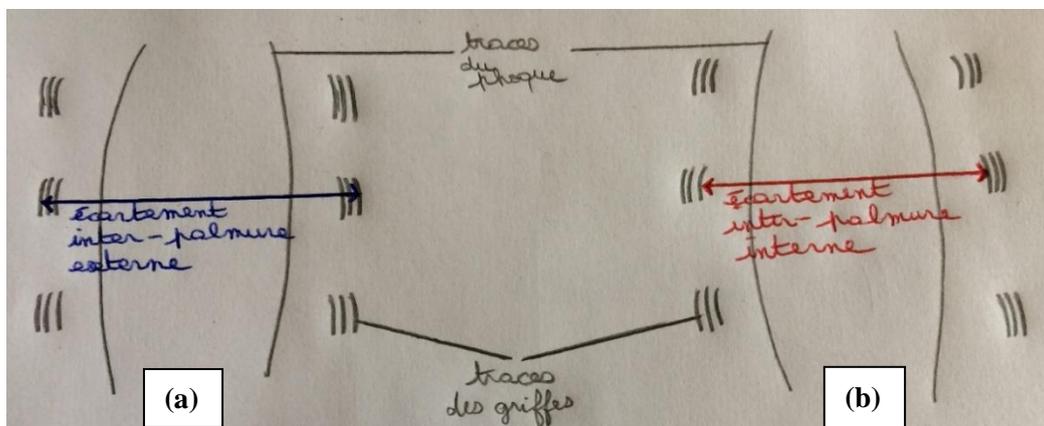
### **2) Saisie des données**

Les données utilisées pour mon stage sont issues du suivi régulier de la population de Phoque veau-marin en baie de Somme, réalisé par Picardie Nature. Dans un souci de représentativité de la population, seules les fiches de terrains des 5 dernières années ont été utilisées. Ces fiches ont été complétées lors de comptages ou toutes autres sorties de terrain. Ces comptages se font de façon terrestre, maritime ou aérienne (Reijnders, 1976), hors saison estivale et pendant la saison estivale, à marée basse lorsque les phoques sont sur leurs reposoirs. Ces fiches nous renseignent ainsi sur l'effectif de la population tout au long de l'année. Entre juin et août, elles permettent également de dénombrer les jeunes de l'année, c'est-à-dire les jeunes nés durant cet été. Ils sont facilement identifiables du fait de leur association avec leur mère, leur petite taille ainsi que leur pelage nouvellement mué (Jemison et Kelly, 2001). En effet, cette période correspond à la reproduction du Phoque veau-marin, à la mise bas des petits, ainsi qu'à leur allaitement. Elle commence, plus précisément, au début de la deuxième quinzaine de juin et se complète jusque fin juillet (Pitcher et Calkins, 1979). Les jeunes, une fois nés, sont directement capables de nager mais sont aidés par leur mère pour revenir sur les bancs de sable (pendant une période d'un mois). Leur comportement change au cours de leur sevrage et ils deviennent de plus en plus solitaires au cours des saisons pour ensuite, devenir matures sexuellement et pouvoir se reproduire (Boulva et McLaren, 1979).

En ce qui concerne les mesures d'écartements inter-palmures, elles ont été mesurées par les bénévoles à partir des traces laissées par les phoques sur le sable, lorsqu'ils se déplacent sur

les reposoirs. Ces mesures sont obtenues suite à des mouvements naturels des individus ou suite à des dérangements causant leur mise à l'eau. Cet écartement inter-palmures correspond à la mesure de la plus petite distance entre les empreintes de griffes à l'extrémité de leurs palmures avant. Il est fonction de la taille de l'individu et donc de son âge. Nous distinguons trois classes d'âge (Reijnders, 1976) : les jeunes de l'année, c'est-à-dire ceux qui ont moins d'un an, avec des mensurations strictement inférieures à 36 cm, les subadultes (de 1 à 3 ans) avec des mensurations entre 36 et 55 centimètres, et les adultes (4 ans et plus) avec des mensurations strictement supérieures à 55 centimètres.

De ce fait, au cours de mon stage, j'ai saisi informatiquement ces informations recueillies par les bénévoles dans une base de données. Elles correspondent aux effectifs de phoques veaux-marins, prenant en compte le maximum d'individus pour chacune des années étudiées et le nombre maximum de naissances observées, ainsi que les mesures d'écartements inter-palmures associées à chaque individu échantillonné. Ces informations viennent compléter et appuyer les suivis de comptages déjà réalisés. Cependant, ces mesures n'ont pas été acquises de façon uniforme par les observateurs d'une session à l'autre. En effet, certains réalisaient des mensurations prenant en compte la partie la plus extérieure des nageoires (bout des griffes) et d'autres prenaient la partie intérieure (base des griffes), comme le montrent les schémas suivant (**Figure 2**).



**Figure 2** : Schémas des mesures d'écartement inter-palmures selon deux méthodes de mensurations externes (a) et internes (b).

### 3) Analyse des données

#### a) Correction

Afin d'être pertinent dans les analyses, il a donc été nécessaire de corriger une partie des données. De la même façon que Reijnders (1976), j'ai ici décidé de me concentrer sur les mesures de griffes internes (distance la plus courte entre les griffes des deux palmures ; cf **Figure 2,b**), et donc de corriger les données acquises sur les griffes externes.

Dans un premier temps, j'ai donc identifié les données de mensurations à corriger dans la base de données. J'ai ensuite effectué une sortie terrain en baie de Somme afin de collecter des mesures combinées, internes et externes. Enfin, grâce au logiciel R, j'ai déterminé si ces mesures me permettaient d'appliquer un système correctif en testant leur corrélation grâce à un test de Pearson. Pour ce faire, j'ai d'abord testé la normalité des données par un test de Shapiro-Wilk afin de vérifier si les données réelles acquises sur le terrain suivaient une loi normale. Par la suite, j'ai effectué une régression linéaire permettant d'obtenir l'équation de la droite, ainsi que le  $R^2$  (représentativité du modèle par rapport aux données réelles). Une fois ces étapes

réalisées, toutes les données de mensurations inter-palmures ont été uniformisées sur un écartement entre griffes internes grâce à l'équation de la droite, pour les rendre exploitables selon les résultats de Reijnders (1976).

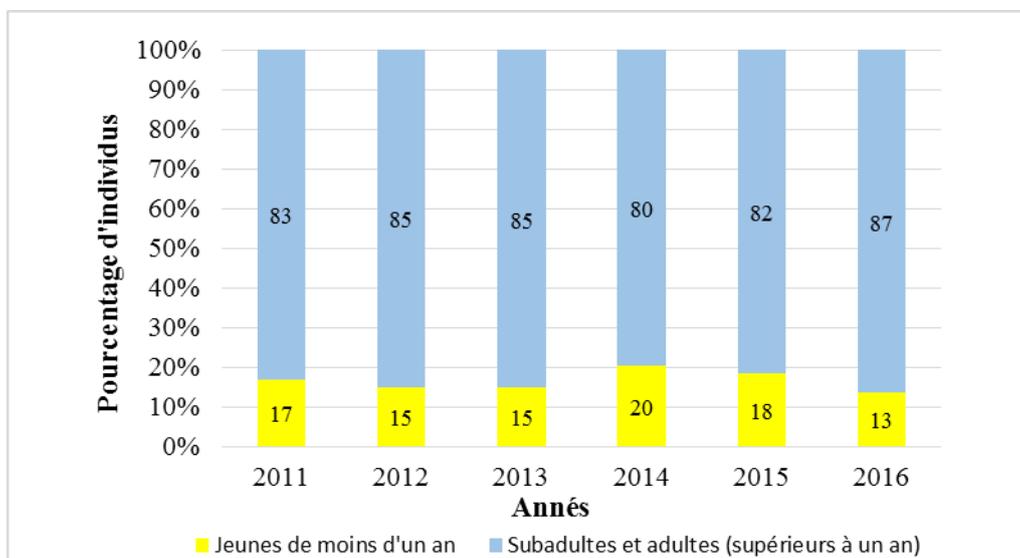
### b) Analyse des données

Les analyses de ces données de mensurations inter-palmures uniformisées sont réalisées grâce à la méthode des tableaux croisés dynamiques sur logiciel Excel. Ces tableaux synthétisent les données brutes afin de réaliser des représentations graphiques, et par conséquent, des statistiques descriptives afin d'analyser et d'interpréter les données. Ces principaux résultats sont présentés dans la partie résultats ci-dessous.

## Résultats

### I) Recensement de la population (données de comptages)

Le pourcentage d'individus de moins d'un an, c'est-à-dire les jeunes de l'année, ainsi que le pourcentage d'individus de plus d'un an, c'est-à-dire les individus non matures et les individus adultes, ont été synthétisés dans un histogramme empilé (**Figure 3**). Ces pourcentages ont été obtenus à partir de fiches de terrain remplies par des bénévoles ces cinq dernières années.



**Figure 3** : Histogramme empilé représentant le pourcentage total d'individus de moins d'un an et le pourcentage total de subadultes et adultes en fonction des années de suivi. Les valeurs correspondent aux pourcentages arrondis.

Nous remarquons que le pourcentage de jeunes de moins d'un an est relativement constant entre 2011 et 2014. En effet, celui-ci est situé aux environs de 15% avec de légères variations allant de 17% en 2011 à 20% en 2014. En revanche, nous notons une différence plus accentuée entre 2014 et 2016. En effet, cette dernière année est marquée par un nombre moindre de naissances (13%), comparée à 2014, avec, de plus, une proportion de subadultes et adultes plus élevée.

Pour appuyer davantage cette étude, j'ai comparé le nombre d'individus inclus dans chaque catégorie d'âge en fonction des années. Les comptages réguliers nous permettent de connaître le nombre d'individus de la classe des jeunes de l'année et donc, par déduction, le nombre d'individus total pour les deux autres classes d'âge fusionnées (subadultes et adultes). J'ai ainsi pu réaliser des ratios pour comparer (**Tableau 1**).

**Tableau 1 :** Tableau représentant le nombre d'individus par classe d'âge en fonction des années, ainsi que le ratio du nombre de jeunes de l'année sur le nombre de subadultes et adultes.

|   | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|---|------|------|------|------|------|------|
| <b>Nombre total d'individus</b>             | 310  | 370  | 392  | 394  | 473  | 557  |
| <b>Nombre total de jeunes de l'année</b>    | 52   | 55   | 58   | 80   | 87   | 75   |
| <b>Nombre total de subadultes + adultes</b> | 258  | 315  | 334  | 314  | 386  | 482  |
| <b>Ratio jeunes de l'année/subad+ad</b>     | 0,20 | 0,17 | 0,17 | 0,25 | 0,23 | 0,16 |

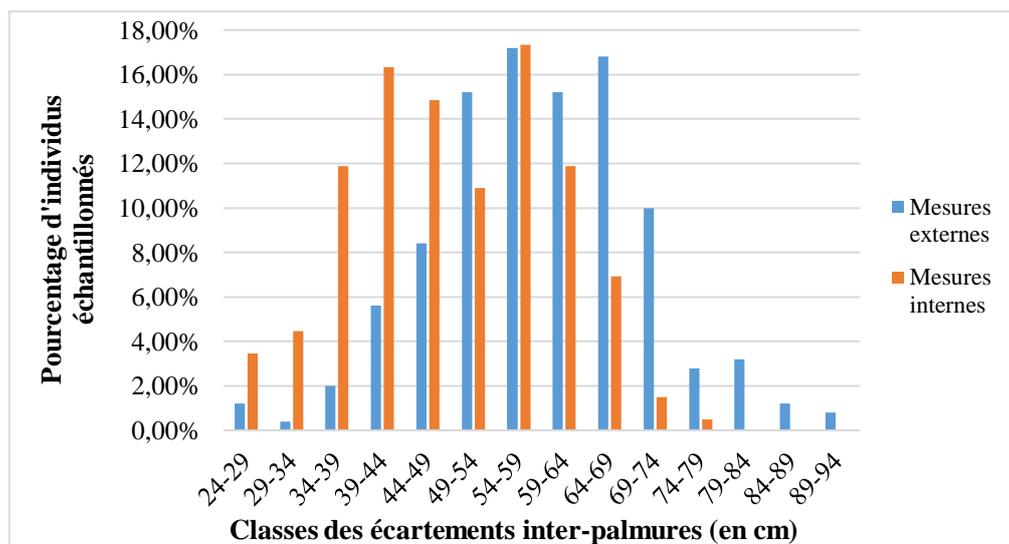
La population de phoques veaux-marins de la baie de Somme voit ses effectifs augmenter au cours des années. En effet, ils passent de 310 individus en 2011 à 557 en 2016, soit une augmentation de 79,68 %. Nous voyons également que le ratio "jeunes de l'année"/"subadultes+adultes" en 2014 est le plus élevé, comparé aux autres années, ce qui soutient bien que le nombre de jeunes de moins d'un an est supérieur pour cette même année. En 2016, ce ratio est le plus faible, comme nous l'ont montré les résultats précédents.

## II) Structure de la population (données d'écartements inter-palmures)

Pour analyser les 452 données d'écartements inter-palmures acquises et saisies dans la base de données, il a fallu les uniformiser. Comme expliqué précédemment (*cf chapitre II)3a), Matériel et méthodes*), j'ai choisi de me baser sur les mesures de griffes internes, de la même façon que Reijnders (1976).

### 1) Préparation et correction des données

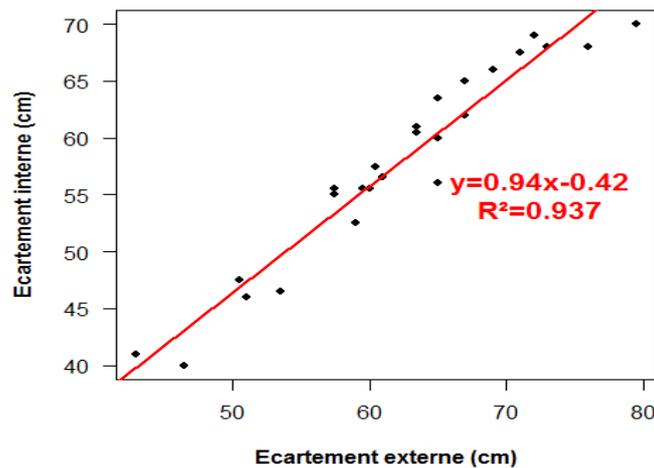
Dans un premier temps, j'ai identifié les mensurations à corriger dans la base de données. Le graphique suivant (**Figure 4**) illustre les différences entre les mesures internes et externes des griffes selon les observateurs bénévoles.



**Figure 4 :** Diagramme en barres représentant la distribution des individus échantillonnés en fonction de différentes classes d'écartements inter-palmures suivant les mesures externes (données à corriger) ou internes des griffes de phoques.

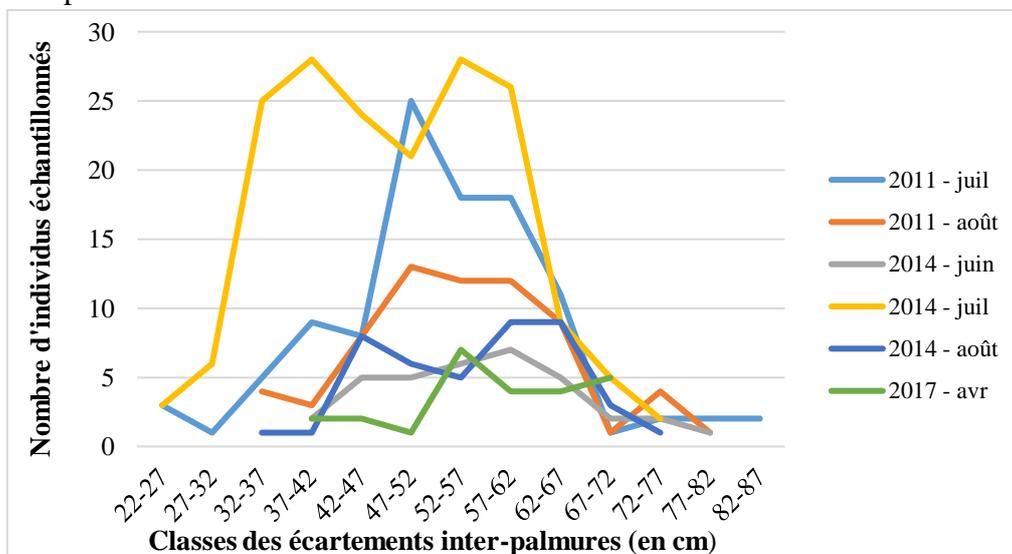
Nous remarquons bien une différence de répartition dans les classes d'écartements inter-palmures, en fonction des mesures prises à l'intérieur ou à l'extérieur des griffes, qui auraient pu influencer les possibles conclusions sur la structure de population. Il est donc important de les corriger pour éviter ces biais d'observation.

Lors de la sortie terrain en baie de Somme, j'ai pu relever 25 mesures d'écartements inter-palmures, à la fois internes et externes, afin d'initier la correction des mensurations. Avant de déterminer ce système correctif, j'ai, tout d'abord, réalisé un test de Shapiro-Wilk sous logiciel R (**Annexe 1**) afin de vérifier la normalité du jeu de données. La p-value de 0,98 pour les mesures externes et de 0,17 pour les mesures internes signifient que ces deux variables suivent bien une loi normale, avec un risque de 5%. Les données étant normales, j'ai donc pu réaliser un test de corrélation de Pearson (**Annexe 2**) entre ces mesures. La p-value de  $2,562 \cdot 10^{-15}$  confirme la forte corrélation entre ces deux types de mesure ( $p < 0,001$ ). J'ai ensuite appliqué un modèle de régression linéaire (**Figure 5**) afin d'obtenir l'équation de la droite ( $y = 0,94x - 0,42$ ) qui me servira de système correctif pour les mesures externes. Le  $R^2$  de la droite est de 0,937, ce qui indique que le modèle est bien représentatif des données.



**Figure 5 :** Mesures de l'écartement inter-palmure interne en fonction de l'écartement externe. La droite de régression linéaire est ici représentée en rouge sur ce graphique.

Pour visualiser les données après correction, j'ai fait des classes d'écartements inter-palmures en fonction du nombre d'individus échantillonnés par mois et par année (**Figure 6**) à titre de comparaisons.



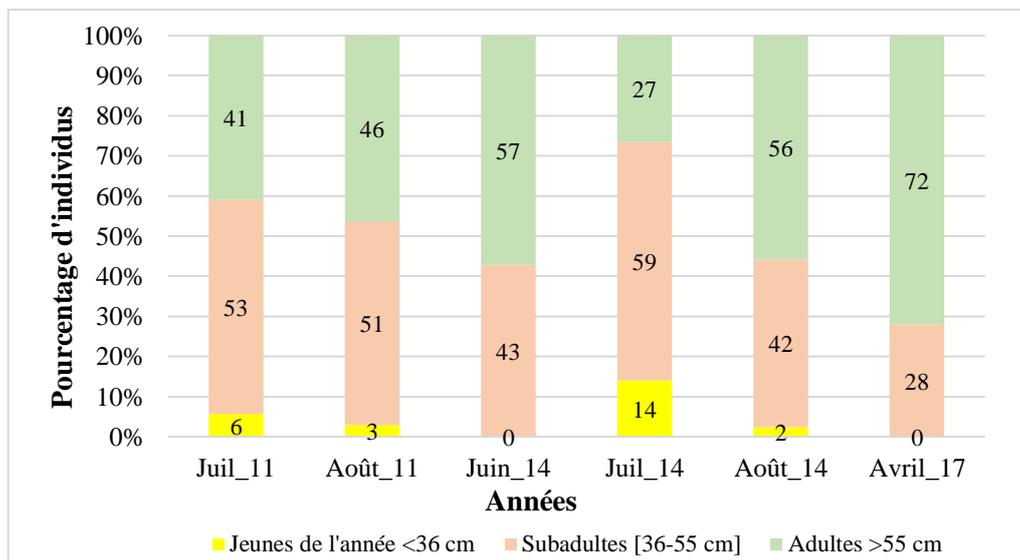
**Figure 6 :** Distribution des individus échantillonnés par mois et par année en fonction des classes d'écartements inter-palmures.

Le mois de juillet, en général, compte le plus d'individus recensés que les autres mois. Ce graphique montre particulièrement deux pics, bien marqués, dans deux classes de petites mensurations pour juillet 2014. La tendance est différente pour juillet 2011 car les deux pics

majoritaires sont observés pour des classes plus grandes. Août 2014 a également une tendance différente d'août 2011. Nous remarquons que le nombre d'individus échantillonnés possédant des petites mensurations est supérieur en août 2014 qu'en août 2011. Pour ce qui est de juin 2014 et avril 2017, ces mois semblent avoir des tendances assez similaires.

## 2) Structure de la population selon les classes de Reijnders (1976)

Pour la suite des analyses, j'ai décidé de prendre les mêmes classes d'écartements inter-palmures (associés à des tranches d'âges) que Reijnders (1976). Ainsi, nous avons les jeunes de l'année avec une mesure strictement inférieure à 36 centimètres, les subadultes (de 1 à 3 ans) avec une mesure comprise entre 36 et 55 centimètres et les adultes (>3 ans) dont la mesure est strictement supérieure à 55 centimètres (**Figure 7**).



**Figure 7** : Histogramme empilé représentant les individus échantillonnés dans chaque classe d'âge en fonction des mois et des années d'étude.

Le pourcentage de jeunes de l'année échantillonnés ainsi que celui des subadultes, en juillet 2014, sont les plus élevés par rapport au reste des données, toutes dates confondues. En revanche, en août 2014, le pourcentage d'adultes échantillonnés est supérieur à celui d'août 2011. De plus, nous notons une absence de jeunes de l'année observés en juin 2014 et avril 2017 avec, tout de même, un nombre de subadultes et d'adultes plus important en avril 2017.

## 3) Estimation des proportions de chaque classe d'âge au sein de la population

L'année 2017 n'étant pas suffisamment représentative de la population, du fait du peu de données acquises, j'ai choisi de me concentrer sur les données d'écartements inter-palmures échantillonnées pour les années 2011 et 2014, et ce plus particulièrement pendant la période de reproduction (juillet-août) pour en estimer la structure de population. Ce choix est dû à une présence accrue des bénévoles sur le terrain et à la planification de sortie bateau, favorables à la prise de telles mesures, ce qui permet d'avoir un jeu de données plus robuste.

Le nombre d'individus pour deux classes d'écartements inter palmures, mesures inférieures à 55 centimètres et mesures supérieures à 55 centimètres, selon ces deux années d'étude, est obtenu par addition des comptages de juillet/août. La proportion correspondante en est déduite par produit en croix en fonction du nombre total d'individus échantillonnés au sein de chaque classe (**Tableau 2**).

**Tableau 2** : Tableau représentant la proportion d'individus selon deux années d'étude en fonction de deux classes d'écartements inter-palmures.

| Années | Mois         | Ecartements inter-palmures          |            |                                     |            |
|--------|--------------|-------------------------------------|------------|-------------------------------------|------------|
|        |              | Mesures < 55 cm (individus ≤ 3 ans) |            | Mesures > 55 cm (individus ≥ 4 ans) |            |
|        |              | Nombre                              | Proportion | Nombre                              | Proportion |
| 2011   | juillet/août | 98                                  | 56,98 %    | 74                                  | 43,02 %    |
| 2014   | juillet/août | 149                                 | 67,73 %    | 71                                  | 32,27 %    |

Nous remarquons que l'année 2014 se compose d'une proportion d'individus d'âge inférieur ou égal à trois ans (67,73 %) supérieure, comparée à 2011 (56,98 %).

Le nombre maximal de phoques veaux-marins par année d'étude ainsi que le nombre de jeunes de l'année associés sont obtenus par comptages. La proportion de jeunes de l'année peut alors être déterminée (**Tableau 3**).

**Tableau 3** : Tableau représentant la proportion totale de jeunes de l'année selon l'ensemble du nombre d'individus de la population pour deux années d'étude.

| Années | Mois         | Comptages            |                              |
|--------|--------------|----------------------|------------------------------|
|        |              | Nombre de Pv maximum | Proportion jeunes de l'année |
| 2011   | juillet/août | 310                  | 16,77 %                      |
| 2014   | juillet/août | 394                  | 20,30 %                      |

L'année 2014 est marquée par une proportion de jeunes (20,30 %) supérieure à celle de 2011 (16,77 %).

La combinaison des informations obtenues grâce aux comptages (cf **Tableau 3**), pour la classe des « jeunes de l'année », avec les informations obtenues grâce aux écartements inter-palmures, (cf **Tableau 2**) pour les classes « adultes et subadultes » est présentée dans le **Tableau 4**. La classe subadultes est estimée par soustraction de proportions entre les individus ayant des écartements inférieurs à 55 centimètres et les jeunes de l'année. Les nombres d'individus estimés le sont sur la base des effectifs maximum recensés pour 2011 et 2014 via les comptages.

**Tableau 4** : Tableau représentant la proportion d'individus échantillonnés au sein de chaque classe d'âge en fonction de deux années d'observation.

| Mois | Années       | Combinaison des informations / structure de la population |                          |                        |                         |                     |                         |
|------|--------------|---|--------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|
|      |              | Jeunes de l'année   |                          | Subadultes (1 à 3 ans) |                         | Adultes (< à 4 ans) |                         |
|      |              | Proportion  | Nombre individus comptés | Proportion estimée     | Nombre individus estimé | Proportion estimée  | Nombre individus estimé |
| 2011 | juillet/août | 16,77 %   | 52                       | 40,21 %                | 125                     | 43,02 %             | 133                     |
| 2014 | juillet/août | 20,30 %   | 80                       | 47,43 %                | 187                     | 32,27 %             | 127                     |

De façon générale, nous observons une augmentation du nombre de jeunes et de subadultes au cours de ces deux années d'étude. Les résultats semblent montrer que la population est plus jeune en 2014 avec un nombre estimé de 80 jeunes et 187 subadultes comparé à 2011 qui en compte 52 et 125 respectivement. Toutefois, le nombre d'adultes semble rester relativement constant.

## Discussion

L'objectif de mon stage est de déterminer la structure de population de phoques veaux-marins en baie de Somme en estimant le nombre d'individus appartenant à chaque classe d'âge : les jeunes de l'année, les subadultes et les adultes. Cette détermination de structure d'âge de ces phoques européens est considérée comme une tâche difficile mais cruciale pour les études sur leur histoire de vie (Dietz *et al.*, 1989), et notamment ici dans le cadre de l'axe 2 du projet "Eco-phoques" dans lequel est inséré mon stage.

### **I) Premières informations sur la structure de la population grâce aux données de comptages**

D'après nos résultats (**Figure 3**), la population semble contenir des proportions de jeunes assez stables et importantes au cours de 2011 et 2014, malgré de légères variations dues aux erreurs de comptages en fonction de l'observateur et des conditions d'observation. De par ces proportions, la population paraît donc plus jeune au cours de ces années. Cependant, l'année 2014 se démarque tout de même des autres années par un nombre de naissances plus élevé. Il pourrait potentiellement s'expliquer par un nombre de femelles adultes plus important que les autres années, malgré le nombre général d'adultes paradoxalement plus faible, comparé à 2016 par exemple. Ceci peut donc signifier que la population est plus jeune en 2014. L'année 2016 recense, en revanche, une proportion de subadultes et d'adultes plus élevée, avec une diminution, bien marquée, des naissances. Ceci est assez contradictoire car normalement, vu le nombre d'adultes supérieur comparé aux autres années, nous devrions observer une augmentation des naissances, ce qui n'est pas le cas ici. L'un des facteurs pouvant influencer ceci concerne le fait que les jeunes de l'année grandissent, et deviennent des individus non matures sexuellement. Il se produirait alors une accumulation de subadultes, dans la population, qui seraient donc non reproducteurs pour l'instant. Il se pourrait également, que le nombre de femelles adultes soit plus faible ou qu'il y ait une différence dans le nombre moyen de jeunes par femelles adultes (Reijnders, 1978) avec un nombre plus faible pour 2016. De plus, cette année-ci, les survols aériens, au-dessus de la baie, ont été effectués une à deux semaines plus tard que la normal. Il serait donc, également, fortement possible que le nombre de jeunes ait été sous-estimé du fait d'un grand nombre pouvant déjà être sevrés lors du recensement aérien. La population semble donc, plus âgée, lors de cette période.

De plus, la population de phoques veaux-marins augmente au cours des années, comme remarqué dans le **Tableau 1**. La baie de Somme peut donc constituer un environnement favorable pour la vie de ces Phocidés. En effet, elle semble regrouper les conditions environnementales optimales, dont les phoques ont besoins (Jemison et Kelly, 2001), pour pouvoir assurer leur reproduction, leur croissance et le maintien de leur métabolisme. Une forte sensibilisation de la population locale et de ses touristes a également été mise en place par les bénévoles sur cette espèce depuis plusieurs années. Elle a pour but de limiter les dérangements, et ce, principalement en saison estivale (juin à août). Mais malgré tout, le nombre de dérangements augmente chaque année, du fait de la croissance touristique. La baie change, également, de plus en plus au cours du temps, elle s'ensable davantage. Une hypothèse peut être émise sur le fait que les phoques doivent adapter leur comportement selon l'habitat et les conditions environnementales et donc, exercer la plasticité comportementale (Vincent *et al.*, 2010). Cela pourrait entraîner des changements dans la phénologie des naissances affectant les femelles adultes au cours des années (Jemison et Kelly, 2001). Cependant, ces éventualités

doivent être étudiées en 2017 et après, afin de les confirmer avec certitude ou non. Ces conditions pourraient donc contribuer à la pérennisation des phoques, à long terme, dans cette région.

Afin d'émettre des hypothèses pertinentes sur cette structure de population, nous avons étudié la moyenne des ratios de jeunes de l'année/subadultes+adultes entre deux populations de phoques veaux-marins. Ce ratio annuel pour la population de la baie de Somme est donc de  $0,20 \pm 0,04$  entre 2011 et 2016. Il est de  $0,23 \pm 0,04$  entre 1974 et 1978 pour la population néerlandaise de la mer des Wadden (Reijnders, 1978). Nous avons donc ici des valeurs de ratio assez semblables entre la population de phoques veaux-marins en baie de Somme, de 2011 à 2014, et celle en mer des Wadden néerlandaise, dans les années 70. D'après Reijnders (1978), cette dernière population était moins stable que d'autres populations en Europe. En effet, elle était composée d'un nombre d'individus non matures proportionnellement plus élevé que la population de phoques veaux-marins de Schleswig Holstein, en mer des Wadden allemande. Cette population avait un ratio annuelle de "jeunes de l'année"/"subadultes+adultes" de 0,42 ce qui montre bien que celle-ci était plus stable et possédait, à l'époque, un taux de reproduction plus élevé que les populations néerlandaises (Reijnders, 1978). La population de la baie de Somme, ces cinq dernières années, est donc proche de la population néerlandaise il y a environ 40 ans. Cette baie accueille donc une population relativement jeune ce qui suggère une dynamique encore instable actuellement. Les comptages réalisés ces cinq dernières années ne nous donnent pas suffisamment d'informations sur la structure de population. Il a été nécessaire de compléter cette étude par des données d'écartements inter-palmures afin d'affiner l'estimation de sa structure.

## **II) Utilisation des écartements inter-palmures et limites associées**

Du fait de l'hétérogénéité des données d'écartements inter-palmures acquises par les bénévoles, un système correctif a été mis en place. Celui-ci a permis d'obtenir des données robustes afin d'estimer cette structure de population. D'après nos résultats (**Figure 7**), le mois de juillet présente généralement un nombre de jeunes individus (*cf* mensurations inférieures à 36 centimètres) plus importante que les autres mois, ce qui est en accord avec la biologie de cette espèce. Ici, cette observation est d'autant plus marquée pour l'année 2014. Cela peut s'expliquer, par le fait, que ce mois correspond à la période centrale des naissances (Reijnders, 1976). Le mois d'août, de façon globale, pour les deux années confondues, possède une proportion d'adultes plus élevée que juillet car ce mois est caractéristique de la période de mue des adultes, ce qui peut légèrement modifier la structure de population. De plus, il se pourrait qu'un nombre important de femelles qualifiées de plus âgées s'accouplent, à nouveau, directement après la période d'allaitement des jeunes. Cela leur permettrait d'effectuer, plus tôt, leur premier voyage (ou migration) de recherche de nourriture, afin d'accumuler de nouvelles réserves de graisses, perdues lors de cet allaitement (Lunn et Boyd, 1993). En parallèle, ce mois recense également, un nombre de jeunes de l'année plus faible. Ceci pourrait être dû à leur dispersion suite à leur sevrage qui est rapide, puisqu'il se déroule entre 23 et 27 jours après la naissance (Boness *et al.*, 1994). Ces jeunes de l'année seraient donc moins nombreux sur les repaires qu'en juillet. Ces mouvements d'individus ont déjà pu être observés par télémétrie grâce à des transmetteurs satellites collés sur leur pelage (Thompson et Miller, 1990). De plus, les jeunes peuvent être soumis à un fort taux de mortalité durant leur première année de vie, pouvant atteindre les 60% (Reijnders, 1978). L'année 2017 montrerait une population constituée préférentiellement d'adultes, pour l'instant, avec une absence de jeunes de l'année.

Ceci peut être le fait que le mois d'avril, durant lequel, ont été réalisées les mensurations d'écartements inter-palmures, ne correspond pas à la période des naissances. Cependant, du fait du peu d'échantillons acquis, nous ne pouvons pas émettre d'hypothèses certaines sur cette dynamique de population. Il faudrait réaliser davantage d'échantillonnages, et notamment pendant la saison estivale pour avoir une idée de l'estimation de cette structure. Cela montre à quel point un faible échantillonnage est à prendre avec énormément de prudence afin de ne pas biaiser les interprétations. De plus, ces hypothèses émises jusqu'à maintenant prennent en compte une grande variabilité du nombre d'individus échantillonnés selon les périodes d'étude (mois et années) du fait de limites techniques (bénévoles, matériel) et biologiques (cycle de vie de ces mammifères, notamment hors saison estivale et en saison estivale, conditions météorologiques, accessibilité au site pour les échantillonnages).

### **III) Application d'une méthode combinant l'utilisation des données de comptages et l'utilisation des données d'écartements inter-palmures**

Afin d'estimer cette structure en baie de Somme, j'ai décidé de me concentrer sur l'étude de deux mois en particulier qui sont juillet/août sur les années 2011 et 2014 (cf **Tableaux 2,3 et 4**). Ce choix est basé sur le fait d'un nombre de données acquises plus élevé comparé aux autres mois. Ceci peut s'expliquer par la biologie de l'espèce. En effet, cette période correspond aux naissances. Un plus grand nombre d'individus est donc observé sur les reposoirs en baie de Somme, notamment les couples mères-jeunes. Cette période correspond également à la mue des animaux, ce qui induit une plus forte présence sur leurs reposoirs. Selon moi, cette période est donc la plus pertinente pour estimer la structure de population car il est possible d'obtenir le maximum de données.

D'après nos résultats, la proportion de jeunes a été sous-estimée par les données d'écartements inter-palmures, suite à un manque de mesures par rapport aux données de comptages. En effet, ces données d'écartements inter-palmures analysées, selon les classes de Reijnders (1976), montrent une proportion moyenne de jeunes de l'année de 4,5 % pour juillet/août 2011 contre 16,77 % avec les données de comptages. Pour juillet/août 2014, ces proportions sont de 8 % et de 20,30 % respectivement. De ce fait, j'ai ici considéré les proportions estimées par les comptages comme les plus réalistes afin de déterminer la proportion de jeunes. Il a donc été nécessaire de combiner ces deux types de données. En ce qui concerne les subadultes et les adultes, leurs proportions ont été estimées par mensurations inter-palmures. Les résultats (**Tableau 4**) semblent avoir le même ordre de grandeur concernant les proportions d'individus ce qui paraît assez cohérent avec les observations faites antérieurement.

**Pour conclure**, nous pouvons suggérer que la population semble jeune comparée aux années d'avant 2014. Nous pouvons, en effet, estimer à 20,30 % la proportion de jeunes de l'année, à 47,43 % celle des subadultes et à 32,37 % celle des adultes.

Cette étude sur la structure de population des phoques veaux-marins en baie de Somme, par l'analyse des écartements inter-palmures, n'avait encore jamais été réalisée à ma connaissance. Pour la renforcer, il faudrait attendre les données de la saison estivale 2017 afin de vérifier si cette dynamique de population semble toujours en augmentation et d'un jeune âge. De plus, il serait intéressant d'acquérir davantage de mensurations hors saison estivale pour obtenir des informations supplémentaires sur leur biologie en baie de Somme. Nous pourrions ainsi faire des comparaisons en fonction des saisons, en prenant en compte d'éventuels problèmes liés au nombre de bénévoles disponibles, aux conditions météorologiques et environnementales.

## Références bibliographiques

- Andersen, S. M., Lydersen, C., Grahl-Nielsen, O., & Kovacs, K. M. (2004). Autumn diet of harbour seals (*Phoca vitulina*) at Prins Karls Forland, Svalbard, assessed via scat and fatty-acid analyses. *Canadian journal of zoology*, 82(8), 1230-1245.
- Aulagnier, S. (2004). Mammifères sauvages de Normandie : statut et répartition. 2ème ed. Groupe Mammalogique Normand. Condé-sur-Noireau. 306 PP.
- Baird, R. W. (2001). Status of harbour seals, *Phoca vitulina*, in Canada. *Canadian Field-Naturalist*, 115(4), 663-675.
- Bjørge, A. (1991). Status of the harbour seal *Phoca vitulina* L. in Norway. *Biological conservation*, 58(2), 229-238.
- Blundell, G. M., & Pendleton, G. W. (2008). Estimating age of harbor seals (*Phoca vitulina*) with incisor teeth and morphometrics. *Marine Mammal Science*, 24(3), 577-590.
- Bonessl, D. J., Bowen, W. D., & Oftedal, O. T. (1994). Evidence of a maternal foraging cycle resembling that of otariid seals in a small phocid, the harbor seal. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 34(2), 95-104.
- Boulva, J., & McLaren, I. A. (1979). Biology of the harbor seal, *Phoca vitulina*, in eastern Canada. Dept. of Fisheries and Oceans.
- Daniel, R. G., Jemison, L. A., Pendleton, G. W., & Crowley, S. M. (2003). Molting phenology of harbor seals on Tugidak Island, Alaska. *Marine Mammal Science*, 19(1), 128-140.
- Darras, J-C. 2004. Les phoques de la Baie de Somme les connaître, les observer... Éditions Safran. 28 PP.
- Dietz, R., Heide-Jørgensen, M. P., & Härkönen, T. (1989). Mass deaths of harbor seals (*Phoca vitulina*) in Europe. *Ambio* (Sweden).
- Jemison, L. A., & Kelly, B. P. (2001). Pupping phenology and demography of harbor seals (*Phoca vitulina richardsi*) on Tugidak Island, Alaska. *Marine Mammal Science*, 17(3), 585-600.
- Lunn, N. J., & Boyd, I. L. (1993). Effects of maternal age and condition on parturition and the perinatal period of Antarctic fur seals. *Journal of Zoology*, 229(1), 55-67.
- Nørgaard, N., & Larsen, B. H. (1991). Age determination of harbour seals *Phoca vitulina* by cementum growth layers, X-ray of teeth, and body length. Ministry of the Environment, National Environmental Research Institute, Department of Wildlife Ecology.
- Olesiuk, P. F. (1993). Annual prey consumption by harbor seals (*Phoca vitulina*) in the Strait of Georgia, British-Columbia. *Fishery Bulletin*, 91(3), 491-515.
- Pitcher, K. W., & Calkins, D. G. (1979). Biology of the harbor seal, *Phoca vitulina richardsi*, in the Gulf of Alaska (pp. 1-72). Outer Continental Shelf Environmental Assessment Program, US Department of Interior, Bureau of Land Management.
- Reijnders, P. J. (1976). The harbour seal (*Phoca vitulina*) population in the Dutch Wadden Sea: size and composition. *Netherlands Journal of Sea Research*, 10(2), 223-235.
- Reijnders, P. J. (1978). Recruitment in the harbour seal (*Phoca vitulina*) population in the Dutch Wadden Sea. *Netherlands Journal of Sea Research*, 12(2), 164-179.
- Reijnders, P. J., Brasseur, S. M., & Meesters, E. H. (2010). Earlier pupping in harbour seals, *Phoca vitulina*. *Biology letters*, 6(6), 854-857.
- Russell, D. J., McConnell, B., Thompson, D., Duck, C., Morris, C., Harwood, J., & Matthiopoulos, J. (2013). Uncovering the links between foraging and breeding regions in a highly mobile mammal. *Journal of Applied Ecology*, 50(2), 499-509.
- Sennblad, P. (2000). Sex and age related summer migration and site fidelity in the Skagerrak harbour seal population (Doctoral dissertation, Tjärnö Marine Biological Laboratory).
- Spitz, J., Dupuis, L., Becquet, V., Dubief, B., & Trites, A. W. (2015). Diet of the harbour seal *Phoca vitulina*: implication for the flatfish nursery in the Bay of Somme (English Channel, France). *Aquatic Living Resources*, 28(1), 11-19.
- Thompson, P., & Rothery, P. (1987). Age and sex differences in the timing of moult in the common seal, *Phoca vitulina*. *Journal of Zoology*, 212(4), 597-603.
- Thompson, P. M., & Miller, D. (1990). Summer foraging activity and movements of radio-tagged common seals (*Phoca vitulina* L.) in the Moray Firth, Scotland. *Journal of applied Ecology*, 492-501.
- Vincent, C., McConnell, B. J., Delayat, S., Elder, J. F., Gautier, G., & Ridoux, V. (2010). Winter habitat use of harbour seals (*Phoca vitulina*) fitted with Fastloc™ GPS/GSM tags in two tidal bays in France. *NAMMCO Scientific Publications*, 8, 285-302.
- Vincent, C., Brevart, C., Ruellet, T., Caurant, F., Sicard, O., Huon, M., Planque, Y., Fremau, M-H., Dupuis, L., Lemaire, D., Thiery, P., Leviez, F., Simon-Bouhet, B., Beaudet, M. (2015-2016). Eco-phoques, Bases scientifiques pour une meilleure connaissance des phoques et de leurs interactions avec les activités humaines en Manche Nord-Est. Rapport intermédiaire - Tranche 1. PP 68.

# Annexes

```
> shapiro.test(data_mes$Mesure_ext_cm)

      Shapiro-Wilk normality test

data:  data_mes$Mesure_ext_cm
W = 0.98653, p-value = 0.9777

> shapiro.test(data_mes$Mesure_int_cm)

      Shapiro-Wilk normality test

data:  data_mes$Mesure_int_cm
W = 0.94283, p-value = 0.172
```

**Annexe 1** : Résultats du test de Shapiro-Wilk, réalisé sous logiciel R, afin de vérifier la normalité des données d'écartements inter-palmures externes et internes.

```
> cor.test(data_mes$Mesure_ext_cm, data_mes$Mesure_int_cm, method = "pearson")

      Pearson's product-moment correlation

data:  data_mes$Mesure_ext_cm and data_mes$Mesure_int_cm
t = 18.521, df = 23, p-value = 2.562e-15
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.9278641 0.9860314
sample estimates:
      cor
0.9680727
```

**Annexe 2** : Résultats du test de Pearson, réalisé sous logiciel R, afin de vérifier la corrélation entre les données d'écartements inter-palmures externes et internes.