

ÉTUDE DE LA PRÉDATION DES MOULES DE BOUCHOT PAR LE
GOÉLAND ARGENTÉ : ÉVALUATION DE SON IMPACT
ÉCONOMIQUE SUR LES ENTREPRISES MYTILICOLES ET DE
L'EFFICACITÉ DES MOYENS DE LUTTE EMPLOYÉS.

Amélie GOULARD



STAGE MÉMOIRE – Formation Ingénieur AgroSup Dijon

stage réalisé du 20 mars au 25 août 2017

Manuel SAVARY

Tuteur de stage
Comité Régional de la Conchyliculture Normandie-Mer du Nord
35 rue du Littoral – BP 5
50560 GOUVILLE-SUR-MER

RÉSUMÉ

La production de moules de bouchot (élevage sur pieux) est contrainte par de nombreux facteurs environnementaux. Parmi ceux-ci, la prédation par le Goéland argenté est à l'origine de pertes économiques importantes pour les mytiliculteurs. Le déclin des populations de Goéland argenté en France et en Europe depuis les années 1990 a conduit à le classer sur la Liste rouge des oiseaux nicheurs de France comme espèce quasi-menacée. Les moyens de lutte mis en œuvre ne doivent donc pas affecter de manière significative la dynamique des populations de cette espèce. En Normandie et dans les Hauts-de-France, l'utilisation de systèmes passifs de protection des pieux est limitée par leur faible efficacité au regard des contraintes qu'ils représentent (entravement de la croissance des moules, temps de travail supplémentaire, prix). Il existe de nombreuses méthodes actives d'effarouchement des oiseaux, mais la rapidité avec laquelle les goélands s'accoutument aux divers systèmes mis en œuvre limite fortement l'emploi de ces méthodes. L'effarouchement par tirs à blanc renforcés ponctuellement par des tirs létaux reste à ce jour la méthode qui semble la plus efficace et la plus optimale au regard de l'effort (financier et en termes de temps de travail) à fournir et des résultats visibles.

ABSTRACT

Mussel production is limited by several environmental factors. Mussel predation by European Herring Gull causes important economical damage on mussel farms. The decrease of Herring Gull populations since 1990 has led to list it as a near-threatened species in France and the methods used to fight against predation should not significantly affect population dynamics of this species. In Normandy (France), passive systems use is limited by their low efficiency regarding their strains (growth limitation, additional working time, price). Active methods such as frightening using various devices can be effective but is limited because gulls get used to them. Blank firing occasionally reinforced by lethal shooting remains the most efficient method.

REMERCIEMENTS

Je souhaite tout d'abord adresser un immense merci à Manuel SAVARY, mon tuteur de stage, pour m'avoir accompagnée dans la bonne humeur tout au long de ce mémoire, pour tous ses conseils et multiples relectures. Je remercie également Clémence GARIGLIETTI-BRACHETTO pour m'avoir appuyée notamment pour la partie concernant les Hauts-de-France. Merci aussi à tous les membres du CRC, Jean-Marc JACQUETTE, Sandrine THOMAS, Olga EUDES et Adeline DENIZOT pour leur accueil chaleureux et leur disponibilité quand j'en ai eu besoin.

Un grand merci également à Franck LE MONNIER pour tous les moments passés à Chausey (souvent sous la pluie, certes), pour son aide, ses conseils et tout ce que j'ai pu apprendre grâce à lui. Merci à Alban LENOIR pour avoir lui aussi été un grand appui à Chausey.

Je tiens aussi à remercier Loïc MAINE pour ses conseils et pour le prêt du matériel optique dont j'ai eu besoin.

Merci à tous les membres du groupe de travail, qui m'ont répondu et m'ont fourni tous les renseignements et les documents dont j'ai eu besoin. Je remercie particulièrement Fabrice GALLIEN pour avoir pris le temps de m'accompagner à Chausey quand j'en ai eu besoin et pour le partage de ses connaissances sur l'ornithologie, et Hugues ESCLAFFER pour toutes les informations qu'il m'a fournies et pour sa disponibilité.

Je suis également très reconnaissante à tous les mytiliculteurs qui ont consacré du temps pour me rencontrer et me répondre et qui m'ont été d'un grand appui sur le terrain.

Merci à Jacques ALAMARGOT, du GONm, qui a accepté de répondre à mes questions et de partager ses observations.

Enfin, un grand merci à Sylvie GRANGER pour avoir toujours répondu aussi rapidement à mes questions, pour m'avoir été de bon conseil et pour avoir pris le temps de relire les documents que j'ai pu lui envoyer, même tardivement.

Liste des abréviations

AFB : Agence Française de la Biodiversité

AOT : Autorisation d'Occupation Temporaire

BM : Basse mer

CNC : Comité National de Conchyliculture

CRC : Comité Régional de Conchyliculture

CSRPN : Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel

DDTM : Direction Départementale des Territoires et de la Mer

DPM : Domaine Public Maritime

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

GMS : Grandes et Moyennes Surfaces

GON : Groupe Ornithologique du Nord

GONm : Groupe Ornithologique Normand

ONCFS : Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage

PM : Pleine mer

SMEL : Synergie Mer et Littoral

STG : Spécialité Traditionnelle Garantie

SyMEL : Syndicat Mixte des Espaces Littoraux de la Manche

ZPS : Zone de Protection Spéciale

Liste des figures

Figure 1 : Structure anatomique de la moule *Mytilus edulis*.

Figure 2 : Schéma représentant la compétence territoriale des différents Comités Régionaux de la Conchyliculture en France.

Figure 3 : Schéma représentant le cycle de production classique des moules de bouchot.

Figure 4 : Cordes mises en chantiers.

Figure 5 : Ensemencement des pieux, pieu venant d'être ensemencé et pieu ayant été ensemencé un mois auparavant.

Figure 6 : Cueillette des moules.

Figure 7 : Tri, lavage et conditionnement des moules.

Figure 8 : Espèces présentes dans le milieu et pouvant causer des pertes de production.

Figure 9 : Cadre de l'étude : situation des concessions de cultures marines de la Manche et localisation des deux secteurs d'étude de terrain.

Figure 10 : Adultes des trois espèces de Goéland communes sur les secteurs d'étude.

Figure 11 : Immatures des trois espèces de Goéland communes sur les secteurs d'étude.

Figure 12 : Autres Laridés et Sternidés observables sur les concessions mytilicoles.

Figure 13 : Zone mytilicole de Donville-les-bains et secteurs au sein desquels les goélands argentés ont été dénombrés.

Figure 14 : Zone conchylicole de l'archipel des îles Chausey et secteurs au sein desquels les goélands argentés ont été dénombrés.

Figure 15 : Évolution de la hauteur d'eau au cours d'une marée de six heures et intervalles de temps au cours desquels ont été réalisés les comptages de goélands argentés.

Figure 16 : Zone d'absence de moules due à la prédation par le Goéland argenté.

Figure 17 : Schéma représentant la méthode d'échantillonnage utilisée pour étudier la distribution des longueurs des moules en fonction de leur emplacement sur l'estran et sur le pieu.

Figure 18 : Composantes des pertes de production de la saison écoulée et méthodes de détermination associées.

Figure 19 : Systèmes expérimentaux de protection des pieux contre la prédation par le Goéland argenté, mis en place à Chausey et Donville.

Figure 20 : Localisation des colonies nicheuses de Goéland argenté sur l'archipel des îles Chausey et de leurs aires d'attente à proximité des concessions mytilicoles.

Figure 21 : Évolution au cours d'une année de la fréquentation des bouchots à Donville et à Chausey.

Figure 22 : Représentation graphique des effectifs de Goéland argenté observés sur les concessions mytilicoles de Donville-les-bains entre fin mai et fin juillet 2017.

Figure 23 : Représentation graphique des effectifs de Goéland argenté observés sur les concessions mytilicoles de l'archipel des îles Chausey entre fin mai et fin juillet 2017.

Figure 24 : Secteurs les plus touchés par la prédation des moules par les goélands argentés sur les zones mytilicoles de Donville-les-bains et de l'archipel des îles Chausey.

Figure 25 : Caractéristiques des dégâts causés par le Goéland argenté sur les bouchots.

Figure 26 : Caractéristiques des dégâts causés par la mortalité des moules.

Figure 27 : Caractéristiques des dégâts causés par les bigorneau perceurs.

Figure 28 : Dégâts causés par les eiders.

Figure 29 : Graphique représentant la masse des moules en fonction de leur longueur.

Figure 30 : Rubans affolants.

Figure 31 : « Fil téléphone » : fil tendu au-dessus d'une rangée de pieux.

Figure 32 : Gaines Catiprotect.

Figure 33 : Goélands argentés (et autres Laridés) en alimentation sur une zone de dépôt de moules sous-taille sur l'estran (ici zone de dépôt du secteur d'Agon).

Figure 34 : Balise sonore testée à Chausey par le groupe de travail en 2007, peu résistante dans ce type de milieu.

Figure 35 : Essai d'effarouchement des goélands par un faucon en 2016 sur la côte ouest du Cotentin.

Figure 36 : Représentation graphique de l'évolution des quotas présentés dans le tableau 3.

Figure 37 : Pertes de naissain causées par la présence du Catiprotect en comparaison avec le témoin.

Figure 38 : Après seulement quelques semaines, les moules passent au travers des mailles de chacun des filets.

Figure 39 : Chute de deux Catiprotect à cause du mauvais temps.

Figure 40 : Comportement de fuite des goélands pendant l'opération de tirs létaux de Chausey le 22 août 2017 : population locale très farouche et individus se laissant approcher. Les oiseaux les moins farouches sont des migrants, ici de Jersey.

Figure 41 : Regroupement des goélands par centaines sur le banc de sable (ici banc de sable de la Canue).

Figure 42 : Comportement typique des goélands lors de l'abattage d'un de leurs congénères : tournoiement au-dessus de l'oiseau abattu avant de prendre la fuite.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Pourcentages de production perdus à cause de la prédation par les goélands à Donville et Chausey : comparaison entre les valeurs estimées à partir du protocole de terrain et les valeurs déclarées par les mytiliculteurs.

Tableau 2 : Estimation par les mytiliculteurs des pertes de production dues au différents prédateurs et à la mortalité sur les secteurs de Donville et de l'archipel des îles Chausey.

Tableau 3 : Détail du nombre de prélèvements de Goéland argenté autorisés en 2017 par secteur et modalités des tirs.

Tableau 4 : Évolution depuis la première autorisation en 2002 du nombre maximal de Goélands argentés pouvant être abattus à Chausey et du nombre de sorties correspondantes.

Tableau 5 : Bilan de l'efficacité des systèmes passifs expérimentés après un mois de présence sur les pieux.

Tableau 6 : Bilan des observations réalisées lors de l'évaluation de l'efficacité des tirs létaux à Chausey.

Liste des annexes

Annexe 1 : Tableaux de données des effectifs totaux de Goélands argentés comptés à Donville et Chausey.

Annexe 2 : Tableaux de données des pourcentages par secteur des effectifs totaux de Goélands argentés comptés à Donville et Chausey.

Annexe 3 : Tableau de données des effectifs de goélands observés nageant entre les bouchots ou posés au sommet des pieux.

Annexe 4 : Données de comptage obtenues lors des observations d'opérations d'effarouchement par tirs à blanc sur les concessions mytilicoles de Donville.

Annexe 5 : Données de comptage et d'évaluation des distances d'approche obtenues lors de l'observation de l'opération de tirs létaux de goélands argentés à Chausey le 22 août 2017.

Table des matières

INTRODUCTION	1
1. CONTEXTE	2
1.1. Biologie et physiologie de la moule	2
1.2. Présentation de la mytiliculture en Normandie et Hauts-de-France	3
1.2.1. Cadre réglementaire et organisation de la filière conchylicole	3
1.2.2. Systèmes de production mytilicole et cycle de production de la moule de bouchot.....	3
1.2.3. Rendement, qualité de la récolte et commercialisation	5
1.2.4. Pertes de production liées à l'environnement.....	6
1.3. La prédation des moules par le Goéland argenté.....	7
1.3.1. Le Goéland argenté <i>Larus argentatus</i> et son statut de conservation.....	7
1.3.2. Moyens de lutte employables pour lutter contre les oiseaux prédateurs en agriculture	9
1.3.3. Gestion du Goéland argenté en Normandie et Hauts de France pour limiter la prédation des moules.....	10
1.4. Questions et objectifs.....	10
2. MATERIEL ET METHODES	11
2.1. Cadre de l'étude	11
2.2. Collecte des données.....	12
2.3. Enquêtes.....	12
2.4. Observations de terrain	13
2.4.1. Protocole n°1 : Caractérisation de la prédation par les goélands argentés.....	13
2.4.1.1. <i>Identification du Goéland argenté</i>	13
2.4.1.2. <i>Suivi par secteur</i>	14
2.4.1.3. <i>Suivi par individu</i>	14
2.4.2. Protocole n°2 : Estimation des pertes de production dues à la prédation par les goélands.....	14
2.4.2.1. <i>Prédation de naissain</i>	15
2.4.2.2. <i>Bilan des pertes de production de la saison écoulée</i>	15
2.4.3. Protocole n°3 : Évaluation de l'efficacité des systèmes de lutte	17
2.4.3.1. <i>Systèmes passifs</i>	17
2.4.3.2. <i>Lutte active</i>	17
2.4.4. Traitement des résultats.....	18
3. RESULTATS	18
3.1. Populations locales de goélands argentés	18
3.2. Caractérisation du comportement du Goéland argenté sur les concessions mytilicoles et des prédateurs de moules 19	
3.2.1. Époque des prédateurs et évolution de la fréquentation des bouchots par les goélands au cours d'une saison de production de moules.....	19
3.2.2. Comportement du Goéland argenté sur les concessions mytilicoles	20
3.2.2.1. <i>Évolution de la fréquentation des bouchots au cours d'une marée</i>	20
3.2.2.2. <i>Mode de prédation des moules par le Goéland argenté</i>	20
3.2.3. Caractéristiques des dégâts observables sur les pieux et différenciation des pertes dues aux différents prédateurs 21	
3.3. Évaluation des pertes et impact économique	22
3.3.1. Estimation des pertes de production par observation des pieux.....	22
3.3.1.1. <i>Prédation de naissain de la saison en cours (2017-2018)</i>	22
3.3.1.2. <i>Bilan des pertes de production de la saison écoulée (2016-2017)</i>	23
3.3.1.3. <i>Parts de pertes dues aux différents prédateurs</i>	28
3.3.2. Bilan des coûts induits par la prédation.....	29
3.4. Évaluation des moyens de lutte et de leur efficacité.....	31
3.4.1. Recensement des moyens de lutte existants	31
3.4.1.1. <i>Lutte passive : méthodes d'exclusion et de leurres alimentaires</i>	31
3.4.1.2. <i>Lutte active : méthodes de dispersion et d'élimination</i>	32
3.4.1.3. <i>Bilan</i>	35
3.4.2. Évaluation de terrain de l'efficacité des moyens de lutte.....	35
3.4.2.1. <i>Systèmes passifs</i>	35
3.4.2.2. <i>Lutte par effarouchement</i>	36
4. DISCUSSION, PERSPECTIVES ET PRECONISATIONS	39

4.1.	Caractérisation du comportement du Goéland argenté sur les concessions mytilicoles.....	39
4.1.1.	Saisonnalité des prédatons et évolution des effectifs de Goéland argenté sur les concessions au cours d'une marée	39
4.1.2.	Évolution locale des populations de Goéland argenté et de la prédation des moules	41
4.2.	Évaluation de l'impact économique de la prédation par le Goéland argenté sur les entreprises mytilicoles	41
4.2.1.	Approximations appliquées dans les calculs de pertes de production.....	42
4.2.2.	Types de pertes auxquels doivent faire face les producteurs de moules	43
4.3.	Évaluation des moyens de lutte et de leur efficacité.....	44
4.3.1.	Analyse des systèmes de lutte passive	45
4.3.2.	Analyse de la lutte active.....	46

CONCLUSION..... 51

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES..... 52

INTRODUCTION

Avec plus de 5 500 kilomètres de littoral, la France métropolitaine dispose d'un environnement propice à l'aquaculture et notamment à la conchyliculture (élevage de coquillages). Elle produit les trois quarts des huîtres européennes et est le second producteur de moules en Europe, derrière l'Espagne (Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, 2014). En Normandie, la mytiliculture (élevage de moules) est une activité récente par rapport aux autres régions françaises, avec une implantation sur la côte Ouest du département de la Manche en 1963 (Nogues et Gangnery, 2008). Elle s'est néanmoins rapidement développée et le département de la Manche constitue aujourd'hui l'un des premiers bassins de la production conchylicole avec environ 25% de la production française de moules de bouchot (CRC Normandie-Mer du Nord, 2015a). La mytiliculture représente donc en Normandie une activité économique importante qu'il est nécessaire de préserver.

Cependant, du fait de sa pratique en milieu naturel ouvert, l'élevage de moules de bouchot présente de nombreuses contraintes liées notamment à l'existence de prédateurs (oiseaux, crabes, mollusques...). Ces prédateurs occasionnent des pertes de production dont l'impact économique sur les entreprises est plus ou moins important. En Normandie, trois espèces d'oiseaux ont été identifiées comme prédatrices : la Macreuse noire *Melanitta nigra*, l'Eider à duvet *Somateria mollissima* et le Goéland argenté *Larus argentatus*. À la différence des deux premières espèces, qui ont le statut réglementaire d'espèces chassables, le Goéland argenté est une espèce sauvage inscrite dans la Directive 2009/147/EC, dite « Directive Oiseaux ». Celle-ci contraint les États membres de l'Union Européenne à engager des mesures visant à conserver cette espèce. Les méthodes de gestion telles que l'effarouchement nécessitent donc l'obtention d'un Arrêté préfectoral de dérogation à son statut de protection.

La demande d'un tel arrêté doit être solidement justifiée, or les modalités d'évaluation des pertes engendrées et la pertinence de certaines méthodes de perturbations sont actuellement remises en question. Le travail entrepris cible donc une meilleure connaissance des caractéristiques de la prédation par les goélands, de l'impact économique que celle-ci provoque réellement sur les entreprises mytilicoles et de l'efficacité des différentes méthodes de lutte à l'amener à un niveau acceptable pour les producteurs mais avec des systèmes applicables techniquement et financièrement, sans incidence sur l'évolution des populations de Goéland argenté.

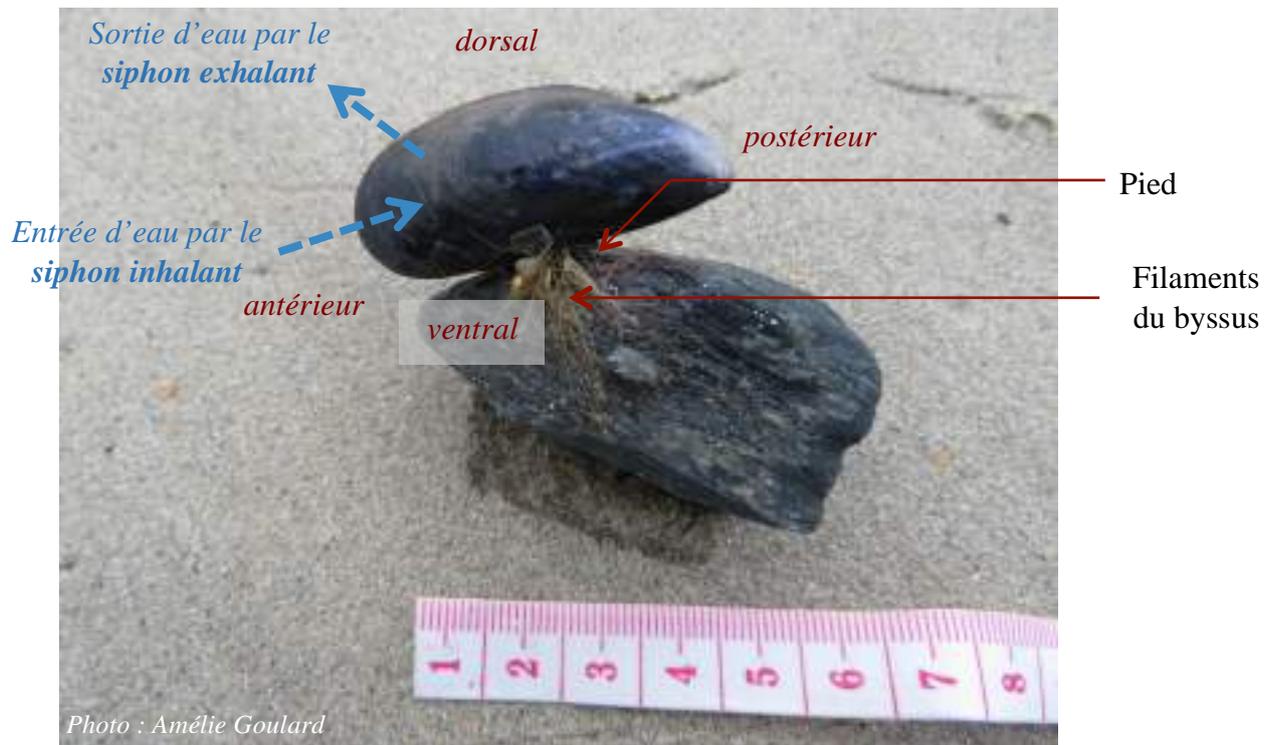


Figure 1 : Structure anatomique de la moule *Mytilus edulis*.

1. Contexte

1.1. Biologie et physiologie de la moule

La moule est un mollusque bivalve marin appartenant à la famille des Mytilidés. Il s'agit d'un **coquillage filtreur** vivant en eau peu profonde (jusqu'à dix mètres de profondeur environ), fixé sur un substrat dur tel qu'un fond rocheux, une coque de bateau, des pierres, des pilotis... Les moules se fixent grâce à un ensemble de filaments qu'elles sécrètent, appelé **byssus** (figure 1). Grégaires, elles se fixent ensemble pour former des agglomérats appelés **moulières**. Ces agglomérats sont toutefois dynamiques et les coquillages peuvent effectuer des déplacements courts (Didierlaurent *et al.*, 2014).

En France métropolitaine, deux espèces de moules sont communément élevées : *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758 sur les côtes de la mer du Nord, de la Manche et de l'Atlantique, et *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 sur les côtes de l'océan Atlantique et de la mer Méditerranée (Lubet et Dardignac, 1976). Les deux espèces peuvent s'hybrider entre elles aux endroits où elles coexistent (Didierlaurent *et al.*, 2014).

La moule respire et s'alimente grâce à un courant d'eau créé par les cils vibratiles des branchies, entre le siphon inhalant et le siphon exhalant (figure 1). Au contact des branchies, les échanges gazeux se font et l'eau est filtrée pour extraire le **phytoplancton** dont le mollusque se nourrit (Didierlaurent *et al.*, 2014).

La croissance des moules dépend de différents paramètres, les principaux étant la salinité et la température de l'eau et surtout la nourriture disponible. Les conditions optimales sont une température comprise entre 10 et 20°C et une salinité allant de 12 à 38‰ et les coquillages ne peuvent plus vivre si la température de l'eau dépasse 27°C (Didierlaurent *et al.*, 2014). La disponibilité en phytoplancton est liée d'une part à la quantité présente dans l'eau et d'autre part à la durée d'immersion des coquillages. Pour se développer normalement, les moules doivent être immergées au moins 75% du temps (Didierlaurent *et al.*, 2014). En conséquence, la **position des moules sur l'estran** (zone du littoral située entre les limites extrêmes des plus hautes et des plus basses marées) **joue un rôle important dans leur vitesse de croissance** : les moules croissent moins rapidement en haut d'estran car il s'agit de la zone qui découvre le plus tôt lorsque la mer se retire et reste émergée le plus longtemps.

Concernant la reproduction, plusieurs pontes ont lieu chaque année entre mars et octobre, libérant plusieurs millions d'ovocytes dans le milieu. La fécondation est externe, c'est-à-dire que les femelles expulsent des ovules qui sont ensuite fécondés dans l'eau par les spermatozoïdes également libérés dans le milieu par les mâles (His et Cantin, 1995). Les larves se développent alors un certain temps dans l'eau avant de se fixer sur un support fin (cordes, algues...). Une métamorphose intervient et les larves deviennent des moules juvéniles qui, lorsqu'elles atteignent une taille d'un à deux millimètres, sécrètent les filaments du byssus et se fixent sur un substrat plus dur. **L'ensemble de ces jeunes moules est appelé naissain** (Didierlaurent *et al.*, 2014).



Figure 2 : Schéma représentant la compétence territoriale des différents Comités Régionaux de la Conchyliculture en France.

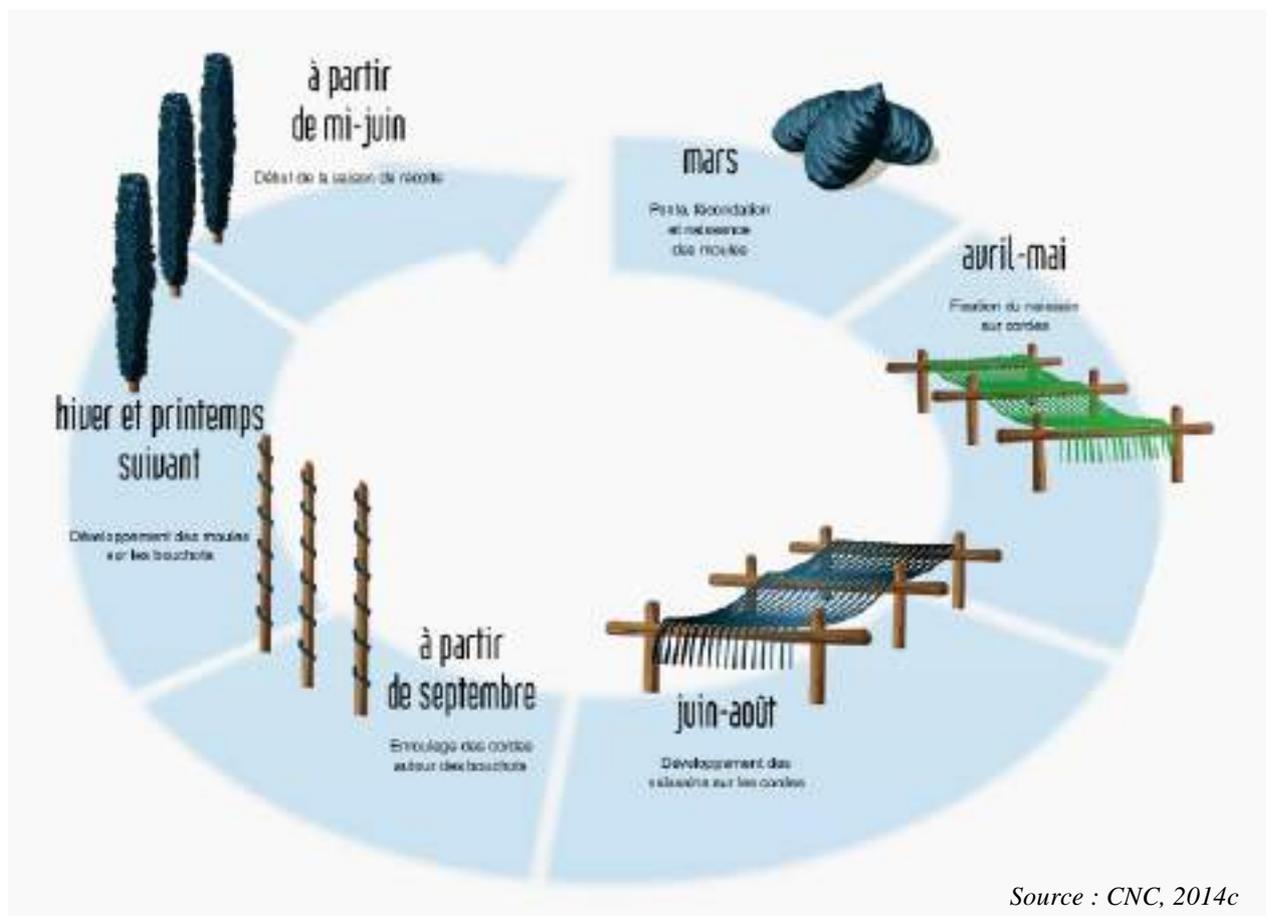


Figure 3 : Schéma représentant le cycle de production classique des moules de bouchot.

1.2. Présentation de la mytiliculture en Normandie et Hauts-de-France

1.2.1. Cadre réglementaire et organisation de la filière conchylicole

L'élevage de coquillages prend place sur le **Domaine Public Maritime naturel** (DPM), constitué entre autres « *du sol et du sous-sol de la mer, compris entre la limite haute du rivage (c'est-à-dire celle des plus hautes mers) et la limite, côté large, de la mer territoriale* » (Préfet Maritime de l'Atlantique, 2017). L'utilisation du DPM nécessite l'obtention d'un titre d'autorisation à durée définie de type **concession** (dans le cas des cultures marines) ou de type **Autorisation d'Occupation Temporaire** (Préfet Maritime de l'Atlantique, 2017). Ces titres sont accordés par le Préfet de département par le biais d'un représentant de l'État (Direction départementale des territoires et de la mer / Délégation à la mer et au littoral) et présentent un cahier des charges à respecter (Préfet Maritime de l'Atlantique, 2017). De plus, les pratiques des éleveurs sur les concessions sont encadrées par des **Schémas départementaux des structures des exploitations de cultures marines**, arrêtés préfectoraux mis en place au niveau de chaque département (CRC Normandie-Mer du Nord, 2015b).

La profession conchylicole est représentée aux niveaux régional et national par une organisation interprofessionnelle établie par l'article L912-6 du Code Rural et de la Pêche maritime. Au niveau régional, le **Comité Régional de la Conchyliculture** (CRC) a pour rôle de représenter et de défendre les intérêts généraux des conchyliculteurs de sa circonscription géographique, conchyliculteurs qui en sont membres *de facto* (paiement de cotisations professionnelles obligatoires). Il s'agit d'une structure privée, mais qui assure des missions de service public. En France, il existe sept CRC ([figure 2](#)). Le CRC Normandie-Mer du Nord représente tous les concessionnaires éleveurs de coquillages sur le DPM entre le Mont Saint-Michel et la frontière belge (régions Normandie et Hauts-de-France) et son siège se situe dans la Manche. En ce qui concerne plus particulièrement la mytiliculture, les concessionnaires représentés par le CRC Normandie-Mer du Nord sont au nombre de cent quarante-deux, dont cent dix sont situés dans la Manche.

Le **Comité National de Conchyliculture** (CNC) est quant à lui un service public, placé sous la tutelle du Ministère en charge de l'Environnement et dont le siège est localisé à Paris. Il représente tous les éleveurs, transformateurs et distributeurs de coquillages élevés sur le territoire français et défend leurs intérêts généraux. Il est l'interlocuteur obligatoire des pouvoirs publics pour toute réglementation relative à la conchyliculture (CNC, 2014b).

1.2.2. Systèmes de production mytilicole et cycle de production de la moule de bouchot

Il existe différents types de production mytilicole sur le littoral français : la **moule de bouchot** (élevée sur pieu), la **moule de filière** (élevée sur des cordes en suspension en pleine mer) et de façon plus minoritaire la **moule élevée sur parc** (à même le sol ou en surélévation, en poche ou non). L'élevage sur pieu reste prédominant, notamment en Normandie et dans les Hauts-de-France où la plupart des mytiliculteurs produisent des moules de bouchot. Sur quatre-vingt mille tonnes de moules produites en France, cinquante-cinq mille tonnes sont issues de ce mode de production (CNC, 2014c).



Figure 4 : Cordes mises en chantiers.

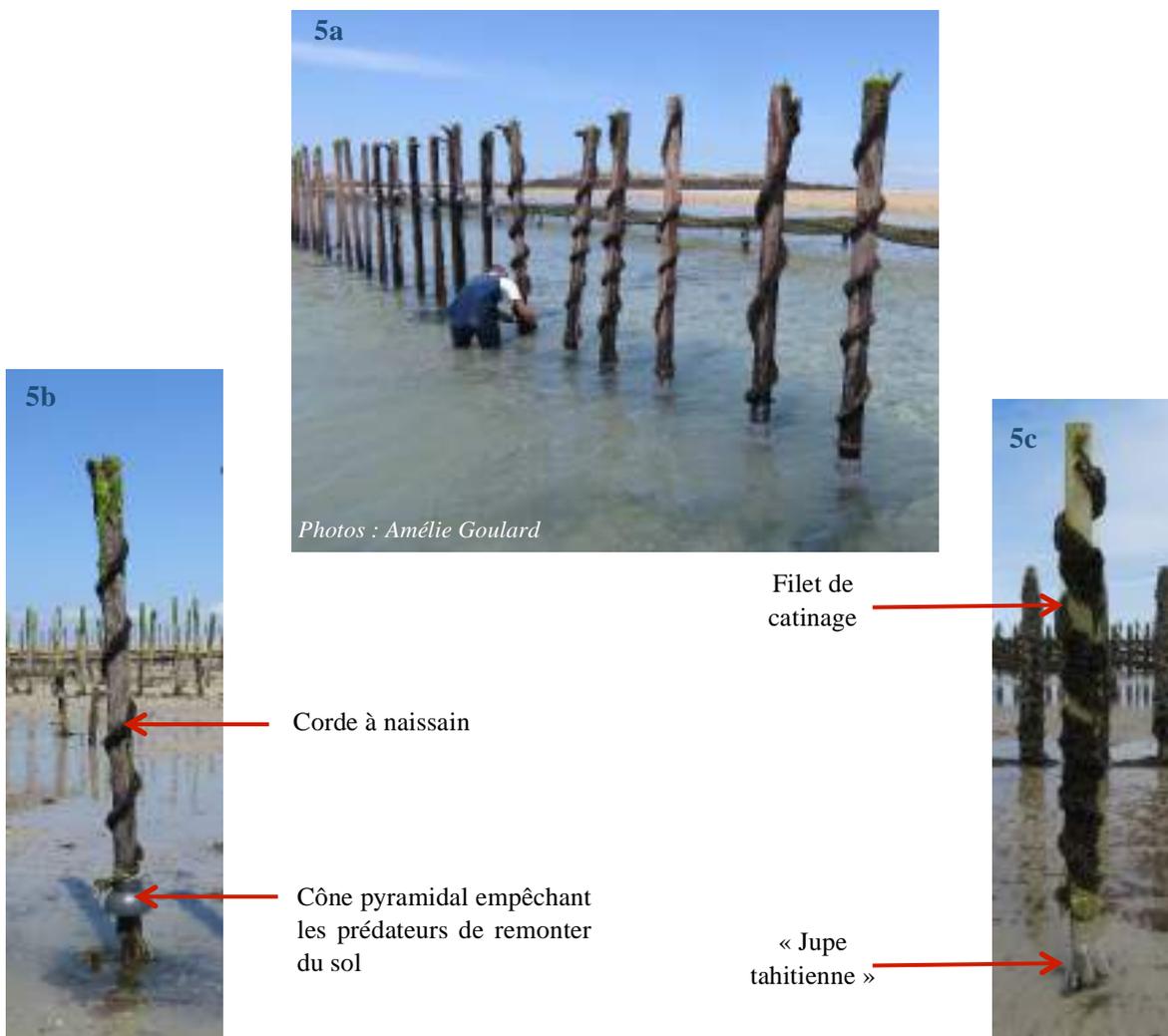


Figure 5 : Ensemencement des pieux (5a), pieu venant d'être ensemencé (5b) et pieu ayant été ensemencé un mois auparavant (5c)

Le cycle de production de la moule de bouchot peut s'étaler sur une durée de un à deux ans, selon les éleveurs et les sites de production (Thomas *et al.*, 2006). Le terme de **bouchot** désigne dans la Manche (Préfet de la Manche, 2005) une ligne de cent mètres constituée d'une **double rangée de cent vingt-cinq pieux** (en chêne ou en bois exotique). Dans la Somme, les lignes sont constituées de trois rangées de deux cents mètres avec deux cent trente-trois pieux et dans le Pas-de-Calais les lignes sont l'une longueur maximale de cent mètres avec deux cent cinquante pieux plantés en deux ou quatre rangées. La [figure 3](#) (CNC, 2014c) présente les principales étapes d'un cycle de production classique, détaillées ci-après.

➤ **Captage du naissain**

La première étape du cycle de production est appelée **captage** et a lieu entre mars et juin. Elle consiste en la disposition de lignes en fibre de noix de coco dans des zones connues pour être des gisements naturels de moules (zone de reproduction naturelle de moules) pour permettre au naissain de s'y fixer. Il n'existe à ce jour pas de bassin de captage en Normandie. Les mytiliculteurs normands achètent donc leurs cordes à des éleveurs, qui ont procédé au captage principalement dans les gisements de Noirmoutier, de la Plaine-sur-mer ou d'Oléron, sur la côte Atlantique (Nogues et Gangnery, 2008).

➤ **Mise en chantier des cordes**

Les cordes reçues par les professionnels sont ensuite disposées sur des portiques en bois appelés **chantiers** (situés sur les concessions, entre les bouchots, ou externalisés hors des pieux dans des concessions dédiées) de façon à laisser le naissain se développer sur les cordes entre juin et août ([figure 4](#)).

➤ **Ensemencement des pieux et croissance des moules**

À partir de septembre, les cordes sont enroulées sur les pieux : c'est l'**ensemencement** des bouchots ([figure 5](#)). **Un pieu d'une hauteur maximale de 2,40 mètres** imposée par le schéma des structures de la Manche (Préfet de la Manche, 2005) **nécessite une corde longue de 3 mètres** (2,5 mètres pour la Somme et le Pas-de-Calais). Un cône pyramidal ou une gaine de plastique appelée « Tahitienne » est disposé(e) au bas de chaque pieu, de façon à empêcher des prédateurs tels que les bigorneaux perceurs ou les crabes de remonter du sol. Après quelques semaines, des filets souples sont disposés sur les pieux pour aider la croissance des moules en les fixant et éviter qu'elles ne soient emportées lors des tempêtes ([figure 5](#)). Cette étape est appelée **catinage**. Au cours de leur croissance, les moules passent progressivement au travers du filet et forment différentes couches autour du pieu. Il est nécessaire d'ajouter régulièrement de nouveaux filets, toujours dans le même but de former un support pour les moules de la couche superficielle et d'empêcher leur emportement par la mer. **La durée idéale de croissance des moules est de douze à seize mois**. Dans les secteurs dans lesquels l'eau est moins riche en phytoplancton, la durée de pousse nécessaire pour atteindre une taille de moule commercialisable peut s'élever à deux ans. Par ailleurs, il existe une **différence de croissance des moules selon leur emplacement sur le pieu** (Blin *et al.*, 2004). Les moules situées en tête de pieu sont plus souvent et plus longtemps émergées que celles situées en milieu ou en bas de pieu et disposent donc d'un apport nutritif moindre. De même, il existe une compétition trophique entre les moules de la couche superficielle du pieu et celles des couches inférieures, qui explique que les coquillages situés au plus près du pieu soient de plus petite taille que ceux



Photo : Amélie Goulard

Figure 6 : Cueillette des moules



7a



7b



7c



7d

Photos : Amélie Goulard

Figure 7 : Tri (7a), lavage (7b) et conditionnement (7c et 7d) des moules

constituant la couche externe (Blin, comm. pers.). Il en découle une **large diversité de tailles des mollusques pour une même durée de pousse**.

➤ **Cueillette et conditionnement**

À partir de mi-juin de l'année n+1 a lieu la récolte, appelée **cueillette**. Elle se fait de façon mécanique, à l'aide d'une cueilleuse, cylindre métallique qui entoure le pieu et se referme par le bas en mettant celui-ci à nu (**figure 6**). Dans les Hauts-de-France, certains mytiliculteurs récoltent une partie de leurs moules manuellement afin de ne cueillir que les moules de taille commercialisable situées sur la couche externe des pieux. Les moules peuvent être mises en réserve (c'est-à-dire stockées dans des grands bacs) pendant une période allant jusqu'à quinze jours (CRC Normandie-Mer du Nord, 2015a). Elles sont ensuite généralement plongées douze à quarante-huit heures dans des bassins de purification (étape qui a lieu ou non en fonction de la qualité de l'eau du secteur de production).

Les opérations qui suivent la cueillette sont également très mécanisées. Les moules entrent dans une chaîne de machines (**figure 7**) et sont successivement égrenées et séparées des filets de catinage, lavées, brossées, triées selon leur taille (les petites moules non commercialisables, appelées **moules sous-taille**, sont enlevées à l'aide d'une calibreuse et font partie des sous-produits). Elles peuvent enfin être débyssussées (enlèvement du byssus), selon la demande du client, avant d'être conditionnées généralement en sacs de dix ou quinze kilogrammes et expédiées.

1.2.3. Rendement, qualité de la récolte et commercialisation

À la récolte, le rendement est évalué par le poids de moules par pieu. En sortie de calibreuse, le **poids net moyen de moules par pieu** est déterminé, c'est-à-dire la **quantité moyenne de moules de taille commercialisable contenues sur un pieu**. Le poids brut représente quant à lui le poids de l'ensemble des moules (de toutes tailles) et des filets récupérés par la cueilleuse (Blin *et al.*, 2014). En Normandie, le poids brut moyen par pieu est de 58 kg et le poids net moyen par pieu est de 43 kg (Blin *et al.*, 2014).

La **qualité de la récolte** est évaluée par le **taux de remplissage** des moules, c'est-à-dire le pourcentage de chair calculé selon l'Indice Simplifié de l'indice de Lawrence et Scott (Bourvic *et al.*, 2013). La moyenne régionale du taux de chair est de 25,8% (Blin *et al.*, 2017). La **qualité sanitaire du produit** est également suivie par différents réseaux animés par l'IFREMER. Le réseau microbiologique REMI a pour objectif d'évaluer les niveaux de contamination microbiologique dans les coquillages et de suivre leurs évolutions et de détecter et suivre les épisodes de contamination (IFREMER, 2016a). Le réseau phytoplanctonique REPHY a pour objectifs la connaissance de la biomasse, de l'abondance et de la composition du phytoplancton marin des eaux côtières et lagunaires et la détection et le suivi des espèces phytoplanctoniques productrices de toxines susceptibles de s'accumuler dans les produits marins de consommation (Ifremer Environnement, 2014). Enfin le réseau d'observation de la contamination chimique (ROCCH) surveille les contaminants de type métaux, organochlorés et hydrocarbures accumulés dans les coquillages (IFREMER, 2016b). Les zones de production de coquillages peuvent être classées en trois catégories (A, B ou C) selon les résultats obtenus dans le cadre des réseaux évoqués ci-dessus. En zone de catégorie A, les moules peuvent être directement commercialisées. Le passage en bassin a alors vocation à stocker les moules et à y éliminer les impuretés. En zone B, le temps de passage dans les bassins est plus long afin de purifier les des coquillages (élimination des micro-organismes présents

8a



Photo : © Wikimedia Commons

8b



Photo : SMEL

8c



Photo : SMEL

8d



Photo : Vincent Palomares (www.oiseaux.net)

8e



Photo : Jean-Marie Poncelet (www.oiseaux.net)

8f



Photo : Amélie Goulard

Figure 8 : Espèces présentes dans le milieu et pouvant causer des pertes de production.

8a : Crépiudules *Crepidula fornicata*

8b : Sargasses *Sargassum muticum*

8c : Bigorneau perceur *Nucella lapillus*

8d : Eider à duvet *Somateria millissima*

8e : Macreuse noire *Melanitta nigra*

8f : Goéland argenté *Larus argentatus*

dans les moules). Il n'est pas possible de commercialiser des moules élevées provenant de zones C. Enfin, la **taille des moules** (longueur et épaisseur) est un critère pris en compte pour l'attribution de signes de qualité, tels que la Spécialité Traditionnelle Garantie (STG) « Moule de bouchot » ou le Label Rouge par exemple. Ainsi, le cahier des charges de la STG, auquel adhèrent 95% des mytiliculteurs de Normandie et Hauts-de-France, impose une épaisseur minimale des moules de douze millimètres avec un taux de chair supérieur à 21,86%.

Pour la **commercialisation**, les moules de bouchot sont, en Normandie, majoritairement destinées aux **grandes et moyennes surfaces** (GMS) par l'intermédiaire de grossistes, mais une partie de la production est expédiée à d'autres types de distributeurs comme les poissonneries ou les restaurateurs, ou encore vendue de façon directe (marchés par exemple). La part de moules destinée aux GMS est de 70 à 75% (CRC Normandie-Mer du Nord, 2015a). Dans les Hauts-de-France, les circuits de vente utilisés sont principalement les marchés locaux dits « de niche », comme la restauration ou les poissonneries.

1.2.4. Pertes de production liées à l'environnement

Comme toute production en milieu naturel ouvert, la mytiliculture est soumise à de nombreuses contraintes environnementales, qui peuvent être sources de mortalité chez les moules et de pertes économiques pour le producteur. Parmi ces contraintes, la **météorologie** peut avoir son importance du fait du risque d'emportement des coquillages par les tempêtes, et ce malgré les filets de catinage, ou même d'emportement ou de déterrement du pieu lui-même. La quantité dans le milieu du **phytoplancton** dont se nourrissent les moules est également déterminante de leur vitesse de croissance (Didierlaurent *et al.*, 2014) et des volumes finaux de production.

De nombreuses espèces présentes dans le milieu peuvent occasionner des pertes de production plus ou moins importantes.

- Les **crépidules** (*Crepidula fornicata*), mollusques gastéropodes marins considérés comme espèce invasive (figure 8a), entrent en compétition trophique avec les moules (Ifremer Environnement, 2009).
- La **sargasse** (*Sargassum muticum*), quant à elle, est une algue originaire du Japon, également invasive (figure 8b). En s'accumulant au pied des parcs mytilicoles (Pien *et al.*, 2016), les sargasses forment des barrages qui limitent la circulation de l'eau et donc l'approvisionnement en alimentation pour les mollusques. Cette accumulation forme également une échelle pour des prédateurs tels que les crabes et les bigorneaux perceurs. Enfin l'enroulement des algues autour des pieux peut arracher les moules et entraîner leur perte dans le milieu (Pien *et al.*, 2016).
- Des **agents pathogènes** vivant dans l'eau, comme *Vibrio splendidus* (Béchemin *et al.*, 2015) ou *Mytilicola intestinalis* (Basuyaux *et al.*, 2011), peuvent également causer de fortes mortalités.

Il est possible de lutter contre les pertes dues aux crépidules et aux sargasses grâce au nettoyage régulier des parcs à moules (Observatoire de la biodiversité et du patrimoine naturel en Bretagne, 2008) qui consiste à racler le sol pour enlever les mollusques et les algues qui s'y fixent.

Pour les sargasses, des projets de mise en place de barrages autour des parcs pour les récupérer et les valoriser sont actuellement étudiés (Pien *et al.*, 2016).

La **prédation** par différentes espèces est enfin source de pertes de production qui peuvent être très préjudiciables pour les professionnels.

- Les **crabes** attaquent le bas des pieux en remontant du sol. Outre les systèmes de type « jupe tahitienne » mis en place sur le bas des pieux pour empêcher les crabes de remonter, la disposition de casiers permet de lutter efficacement contre ce prédateur (Gouletquer *et al.*, 1995).
- Les **bigorneaux perceurs** de type nuelles (*Nucella lapillus*), appartenant à la famille des Muricidés, infestent surtout les cordes à naissain (Basuyaux *et al.*, 2012). Avec la croissance des moules, les nuelles sont amenées au cœur du pieu et disposent d'un abri et d'une source d'alimentation. Comme leur nom l'indique, les bigorneaux perceurs (figure 8c) exercent une prédation en perçant la coquille des moules et en en digérant la chair (première perte), mais parfois la quantité de nuelles au cœur du pieu entraîne le détachement des moules du pieu et donc leur perte totale (Basuyaux *et al.*, 2012). Chaque juvénile de perceur consomme environ huit cents jeunes moules durant les cinq premiers mois de sa vie (Basuyaux *et al.*, 2012). La balnéation des cordes dans une eau de mer sur-salée est une solution de lutte efficace (Basuyaux *et al.*, 2012), en plus de l'entretien des parcs.
- Les **oiseaux** constituent enfin d'importants prédateurs dont la gestion est complexe. En Normandie et Hauts de France, trois espèces d'oiseaux sont sources de préoccupation : deux espèces de canards plongeurs (l'**Eider à duvet** *Somateria mollissima* et la **Macreuse noire** *Melanitta nigra*) et un Laridé (le **Goéland argenté** *Larus argentatus*). Les canards (figures 8d et 8e) exercent une prédation hivernale des moules de toutes tailles. En plongeant, ils peuvent consommer la totalité des moules d'un pieu (CRC Normandie-Mer du Nord, 2015b). Le Goéland argenté (figure 8f) n'est quant à lui pas plongeur et profite de l'émersion partielle des pieux pour consommer les moules (CRC Normandie-Mer du Nord, 2015b).

1.3. La prédation des moules par le Goéland argenté

1.3.1. Le Goéland argenté *Larus argentatus* et son statut de conservation

Le Goéland argenté est une espèce d'oiseau faisant partie du groupe des Laridés, qui comprend de nombreuses espèces de mouettes et goélands. Les espèces communément présentes et cohabitant dans les régions Normandie et Hauts-de-France sont le Goéland marin *Larus marinus*, le Goéland brun *Larus fuscus* et le Goéland cendré *Larus canus*. De même que les autres Laridés, le Goéland argenté *Larus argentatus* niche en grandes colonies sur le littoral. Néanmoins, il est de plus en plus commun dans l'intérieur des terres, surtout en dehors des périodes de nidification (Svensson *et al.*, 2015) qui ont généralement lieu entre avril et juin. En France, l'aire de répartition du Goéland argenté s'étend sur les côtes de la Mer du Nord et de la Manche, et sur la côte Atlantique jusqu'en Charente maritime. C'est ensuite le Goéland leucophée *Larus michaellis* qui occupe le littoral de la Bretagne Sud à l'Espagne et sur les côtes méditerranéennes (quelques couples nichent également en Normandie depuis 1995).

Espèce partiellement migratrice, le Goéland argenté est présent toute l'année sur son aire de répartition, mais les individus sédentaires sont rejoints en période hivernale par des nicheurs de Scandinavie et de la Baltique (Svensson *et al.*, 2015).

La question de l'évolution des populations de goélands est intimement liée à celle des ressources alimentaires. Les goélands sont à la fois prédateurs et charognards, et **exploitent pour s'alimenter aussi bien les milieux marins que littoraux et continentaux** (Cadiou et Yésou, 2006). La distance des dortoirs aux lieux nourriciers peut d'ailleurs atteindre quarante kilomètres (Svensson *et al.*, 2015). Ils se nourrissent à la fois de vertébrés, d'invertébrés et de rejets de pêche et le Goéland argenté, omnivore, a également d'autres sources d'alimentation d'origine anthropique comme les ordures ménagères (Washburn *et al.*, 2013).

Le Goéland argenté nichait communément au XIX^{ème} siècle sur le littoral de Picardie, Normandie et Bretagne, atteignant le Morbihan au sud (Henry et Monnat, 1981 cités par Yésou, 2003). À partir du milieu du XIX^{ème} siècle, un **premier déclin des effectifs** est observé du fait d'activités humaines telles que la plumasserie et le tir considéré comme sportif, d'où une quasi-disparition de l'espèce des côtes françaises au début du XX^{ème} siècle (Yésou, 2003). À partir des années 1920, un **nouvel essor des populations** est observé, ayant pour cause deux types de facteurs (Spaans *et al.*, 1991 cités par Yésou, 2003 ; Migot, 1987) : d'une part un changement de l'attitude de l'Homme à l'égard des oiseaux marins (traduit par la **protection réglementaire** de certaines espèces et l'arrêt de la collecte des œufs et de la chasse des adultes) et d'autre part la mise à disposition de **nouvelles ressources alimentaires d'origine anthropique** (rejets de pêche chalutière, ordures ménagères dans des décharges à ciel ouvert). À partir de 1965, les effectifs de *Larus argentatus* sont redevenus comparables à ceux du début du XIX^{ème} siècle, mais l'espèce conquiert de nouveaux espaces et notamment les milieux urbain et industriel (Cadiou, 1997). Enfin, un **nouveau déclin est enregistré à la fin des années 1990, toujours observé de nos jours**, dû à la fermeture progressive des décharges à ciel ouvert (Pons, 1992 cité par Yésou, 2003), mais également à d'autres facteurs comme la modification des techniques de pêche (Furness *et al.*, 1988 cités par Yésou, 2003), la mise en place de campagnes de destruction en milieu naturel et en milieu urbain (Cadiou et Jonin, 1997 cités par Yésou, 2003 ; Pons, 2002) et enfin au développement de la prédation par le Goéland marin *L. marinus*.

Les populations de Goéland argenté n'ont donc pas évolué uniquement de façon numérique depuis le XIX^{ème} siècle. **Une modification progressive du régime alimentaire et des zones de nidification a pu être observée et fait apparaître de nouveaux problèmes**, tant écologiques (compétition avec d'autres espèces comme les sternes) qu'humains (nuisances sonores et visuelles dans les villes, problèmes de salubrité publique et problèmes économiques dans les secteurs industriel et agricole).

Comme « l'ensemble des espèces d'oiseaux vivant naturellement à l'état sauvage sur le territoire européen des États membres », le Goéland argenté est une espèce d'intérêt communautaire (art. 4.2. de la Directive 2009/147/EC), Directive qui « a pour objet la protection, la gestion et la régulation de ces espèces et en régit l'exploitation » (article 1). Au niveau national, sa conservation est réglementée par le Code de l'Environnement (articles L411-1 à L412-1 et R411-1 à R412-7) et il est protégé par l'Arrêté ministériel du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. L'espèce est classée sur la **Liste rouge des oiseaux nicheurs de France métropolitaine de 2016 en tant qu'espèce quasi-menacée**, c'est-à-dire proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises (UICN France *et al.*, 2016). Le Goéland

argenté reste toutefois classé comme **espèce de préoccupation mineure sur la Liste rouge mondiale des espèces menacées** (BirdLife International, 2016).

1.3.2. Moyens de lutte employables pour lutter contre les oiseaux déprédateurs en agriculture

Les problèmes que posent l'avifaune notamment vis-à-vis de l'agriculture ne sont pas nouveaux et d'après Clergeau (2000), l'ensemble des interventions de l'homme à ce sujet au fil de l'histoire humaine peut se résumer en deux stratégies : la **protection des sites pour écarter les oiseaux indésirables** et la **destruction des oiseaux pour limiter le nombre d'individus**. Cette deuxième stratégie de régulation de population, bien qu'employée à une époque au Canada (Blokpoel et Tessier, 1987) pour lutter contre le Goéland à bec cerclé *L. delawarensis* (abattage d'individus, collecte des œufs ou dérangement pour les décourager à nicher) ne peut pas être employée dans le cas du Goéland argenté du fait de son statut de protection.

Les méthodes employées dans ce type de situation peuvent donc reposer sur la **protection des cultures à l'aide de systèmes passifs** tels que des **filets** ou autres dispositifs d'exclusion qui empêchent les oiseaux d'accéder à la culture (Kaplan *et al.*, 1972 ; Treca, 1985 ; Severac et Siegwart, 2013). Les méthodes les plus utilisées restent cependant les méthodes d'**effarouchement**, qui ont pour objectif « *d'empêcher ou d'atténuer les dommages causés par les animaux déprédateurs en réduisant leur désir d'entrer ou de stationner sur un zone où se trouve une ressource* » (Nolte, 1999 cité par Gilsdorf *et al.*, 2002). De très nombreux dispositifs d'effarouchement ont pu être étudiés pour lutter contre des espèces déprédatrices telles que les cormorans en aquaculture (Glahn *et al.*, 2000), les Flamants roses dans les rizières de Camargue (Béchet et Berson, 2007), les Grues cendrées dans les champs de Picardie (Salvi, 2014) ou encore les Bernaches nonnettes dans les prairies d'Écosse (Percival *et al.*, 1997). Quelle que soit l'espèce, on retrouve les mêmes types de dispositifs pour un **effarouchement visuel ou auditif** : tirs à canon, gyrophares, diffusion de cris de détresse, utilisation de rapaces, épouvantails de forme humaine ou de rapace, dispositifs pyrotechniques, laser, rubans affolants, produits chimiques entraînant la dispersion des individus... Par ailleurs, une stratégie d'orientation des populations utilisant l'effarouchement a pu montrer une certaine efficacité pour diverses espèces d'oiseaux. Appelée **stratégie du « push and pull »**, c'est-à-dire « effarouchement ici et attraction là-bas » (Mansson et Nilson, 2014 cités par Salvi, 2014), elle a pour objectif, à défaut de pouvoir diminuer la prédation sur les cultures, de reporter les oiseaux sur des parcelles dédiées (parcelles sacrifiées en échange d'indemnisations) afin de préserver les autres parcelles.

Toutes ces méthodes ont cependant le point commun de ne présenter une **efficacité que temporaire** du fait de l'**accoutumance** des oiseaux aux différents dispositifs (Reinhold et Sloan, 1997 ; Gilsdorf *et al.*, 2002 ; Béchet et Berson, 2007). Les solutions pour pallier ce phénomène d'accoutumance sont la **combinaison de différents dispositifs** avec leur **changement de place régulier** d'une part (Reinhold et Sloan, 1997 ; Gilsorf *et al.*, 2002) et la mise en œuvre de **tirs létaux pour renforcer l'effarouchement** d'autre part (Kirby, 1996 ; Glahn *et al.*, 2000a ; Reinhold et Sloan, 1997 ; Gilsdorf *et al.*, 2002).

Face à toutes ces contraintes, il semble nécessaire de lutter contre les organismes qui causent des dégâts aux productions de façon **intégrée**, c'est-à-dire de **mettre en œuvre en temps opportun une diversité de méthodes de lutte pour réduire les dommages à des niveaux tolérables, et ce de**

façon rentable pour les usagers du site (Gilsdorf *et al.*, 2002). Ces méthodes doivent aussi être **acceptables** socialement et pour la protection de l'environnement.

1.3.3. Gestion du Goéland argenté en Normandie et Hauts de France pour limiter la prédation des moules

En Normandie et Hauts de France, diverses méthodes sont actuellement employées pour lutter contre la prédation des moules de bouchot par le Goéland argenté. Des systèmes passifs de type filet (filets souples ou rigides), gaines (gaine à dorade ou Catiprotect®) ou rubans affolants sont couramment utilisés (CRC Normandie-Mer du Nord, 2015).

L'utilisation de méthodes actives de type « effarouchement » est contrainte par le statut de protection de l'espèce, mais **des dérogations au régime de protection du Goéland argenté peuvent cependant être accordées**, « pour prévenir de dommages importants notamment aux cultures et à l'élevage » et « à condition qu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante (...) et que la dérogation ne nuise pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle » (article L411-2 §4 du Code de l'Environnement). Ces dérogations sont accordées, sur **avis préalable du Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN)**, par un **Arrêté préfectoral** qui autorise à réaliser des opérations d'effarouchement des oiseaux par des **tirs à blanc** réalisés par les mytiliculteurs et ponctuellement par des **tirs létaux** réalisés alors par des agents de l'ONCFS en Normandie et par les mytiliculteurs en Hauts de France (Préfet de la Manche, 2017 ; Préfet du Pas-de-Calais, 2017).

Depuis 2000, un groupe de travail a été mis en place dans la Manche afin de traiter de la question de la prédation par les oiseaux (macreuses, eiders et goélands). Il comprenait initialement les services de l'État (DREAL et DDTM), l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS), le Groupe Ornithologique Normand (GONm) et le CRC Normandie-Mer du Nord. Aujourd'hui d'autres acteurs l'ont intégré : le Conservatoire du Littoral, le Syndicat Mixte des Espaces Littoraux de la Manche (SyMEL), l'Agence Française de la Biodiversité et la Réserve Naturelle Nationale de Beauguillot. Ce groupe de travail a pour rôle de **trouver les modes opératoires les moins impactants pour les populations d'oiseaux concernées et les plus efficaces pour la production mytilicole** afin de **concilier enjeux économiques et patrimoine naturel**. Il apporte notamment un avis consultatif sur les demandes faites par le CRC de régulations de populations d'oiseaux prédateurs sur les concessions mytilicoles par la mise en place de battues administratives (cas des macreuses et eiders), d'opérations de tirs létaux (cas des goélands argentés) et d'effarouchement. La collaboration entre les différents acteurs du groupe a ainsi permis la mise en place depuis 2003 des mesures évoquées ci-dessus.

1.4. Questions et objectifs

Aujourd'hui, le suivi du phénomène de prédation permet de disposer d'une certaine quantité de données concernant notamment l'évolution quantitative des pertes de moules, la caractérisation des prédatons et de leur impact économique. Il apparaît cependant nécessaire de synthétiser les suivis et expérimentations réalisés et de compléter l'analyse par l'apport de nouvelles données, afin d'avoir une meilleure connaissance des pertes économiques que la prédation représente, tant en termes de manque à gagner qu'en termes de coûts de production supplémentaires et de temps passé à la lutte contre la prédation ou à la réparation des dégâts causés.

Il se pose ainsi les questions suivantes :

Comment la prédation des moules par le Goéland argenté se caractérise-t-elle ?

Comment quantifier les dégâts économiques causés par cette prédation sur les entreprises mytilicoles en Normandie et Hauts-de-France ?

Quels moyens de lutte sont-ils employables contre le Goéland argenté et quelle est leur efficacité à réduire la prédation des moules sans affecter de manière significative les populations de cette espèce ?

Il en découle trois objectifs :

1) **Caractériser la prédation** des moules par les goélands

La caractérisation de la prédation (saisonnalité, cyclicité, localisation, type de moules prédatées...) permettra de savoir comment orienter l'utilisation des systèmes de lutte (que protéger, où, quand et comment).

2) **Évaluer les dégâts économiques** causés par la prédation due aux goélands sur les entreprises mytilicoles

La quantification des pertes de production liées à la prédation par les goélands d'une part et des coûts de mise en œuvre des systèmes de lutte contre cette dernière d'autre part permettra de savoir le niveau de préoccupation à accorder à cette cause de perte de production et donc l'effort à fournir pour la mise en place de systèmes de lutte (notamment en termes de coût de mise en œuvre).

3) **Recenser et diagnostiquer les moyens de lutte** employés

Un état des lieux des différents moyens de lutte actuellement utilisés et de leurs avantages et inconvénients permettra de déterminer lesquels sont les plus adaptés et les conditions optimales de leur utilisation. Leur efficacité et leur efficience pourront ainsi être déterminées, l'efficacité étant le rapport entre les résultats de réduction des pertes et l'objectif de limiter la prédation et l'efficience étant le rapport entre les résultats de réduction des pertes et les coûts de mise en œuvre du système.

2. Matériel et méthodes

2.1. Cadre de l'étude

L'étude concerne l'ensemble de la circonscription du CRC Normandie-Mer du Nord, et plus précisément le domaine mytilicole compris entre le Mont Saint-Michel et la frontière belge (culture des moules de bouchot présentes dans les départements de la Manche, de la Somme, du Pas-de-Calais), mais le département de la Manche est plus particulièrement ciblé. Les concessionnaires concernés sont au nombre de cent trente, dont cent dix sont situés dans la Manche, quatorze dans la Somme et six dans le Pas-de-Calais.

Deux secteurs ont été définis pour un suivi plus approfondi (figure 9) : le secteur de Donville-les-bains (côte ouest de la Manche) **et l'archipel des îles Chausey** (archipel constitué d'une cinquantaine d'îles et d'une multitude d'îlots, situé au large de la côte occidentale de la Manche). Le secteur de Donville est constitué de dix concessions mytilicoles appartenant à quatre

concessionnaires (avec un total de 6080 mètres linéaires de bouchots). L'archipel des îles Chausey comprend seize concessions mytilicoles appartenant à sept concessionnaires (avec un total de 34 210 mètres linéaires de bouchots). Cet archipel est entièrement classé en Zone de Protection Spéciale (ZPS) pour les oiseaux au titre de Natura 2000. L'une des actions détaillées dans le Document d'objectif correspondant est d'ailleurs « *d'améliorer la cohabitation entre les activités professionnelles et l'avifaune d'intérêt communautaire* » avec la « *recherche d'une compatibilité optimale entre la conservation des oiseaux et les activités professionnelles* ». La cartographie sur photo aérienne de ces deux bassins de production est visible sur les [figures 13 et 14](#) (pages 13 et 14).

Ces secteurs ont été choisis car il s'agit des deux secteurs les plus touchés par la prédation par les goélands dans la Manche, d'après les bilans annuels réalisés par le CRC. Ce sont les deux seuls secteurs qui disposent d'un Arrêté préfectoral de dérogation pour la réalisation de tirs pour destruction de goélands dans le département.

2.2. Collecte des données

Une **étude bibliographique** a permis dans un premier temps d'avoir des informations sur la caractérisation de la prédation des moules de bouchot par les goélands, sur les dégâts économiques occasionnés et sur les systèmes de lutte existants.

Depuis sa mise en place dans les années 2000, le groupe de travail sur la prédation par les oiseaux dans la Manche a collecté une grande quantité d'informations. Plusieurs études et de nombreux constats de terrain ont pu être réalisés par les agents de l'ONCFS et du GONm principalement mais également par la DDTM et le Conservatoire du Littoral pour des constats officiels de prédation. Des questionnaires sont envoyés chaque année aux professionnels pour permettre de suivre les dégâts occasionnés et les moyens de lutte employés. Enfin, le dossier de demande des Arrêtés préfectoraux de dérogation pour autorisation des tirs (effarouchement et tirs létaux), renouvelé chaque année, comprend un état des lieux de la saison en ce qui concerne les systèmes de protection des pieux employés, les opérations d'effarouchement et de tirs létaux de goélands réalisées et les pertes de productions. Ces données n'ont jamais fait l'objet de synthèse et la compilation de toutes les informations disponibles a permis de mettre en évidence les avancées réalisées par le groupe de travail sur la question de la lutte contre la prédation par les goélands. Tous les membres du groupe de travail ont été interviewés pour obtenir ces données. Le SMEL (Synergie Mer et Littoral), centre technique d'appui aux filières marines de la Manche, a également été sollicité notamment pour l'évaluation de la production mytilicole.

2.3. Enquêtes

Afin de connaître les pratiques des mytiliculteurs concernés par la prédation par les goélands et la répartition de ces prédatons ainsi que les dégâts occasionnés et la diversité des moyens de lutte employés, l'ensemble des concessionnaires des deux secteurs d'étude ainsi que ceux exploitant dans la Somme et le Pas-de-Calais ont été enquêtés suivant un guide réalisé au préalable.

Le **guide d'enquête** suit les axes suivants :

- **pratiques** des mytiliculteurs en lien avec leur secteur d'exploitation (mode d'accès aux concessions, taux et dates d'ensemencement, fréquence de présence sur les parcs)



Photos : Amélie Goulard

Figure 10 : Adultes des trois espèces de Goéland communes sur les secteurs d'étude

10a : Goéland marin *Larus marinus* **10b** : Goéland argenté *Larus argentatus* **10c** : Goéland brun *Larus fuscus*



Photo : Amélie Goulard

Photo : Marc Fasol (www.oiseaux.net)

Figure 11 : Immatures des trois espèces de Goéland communes sur les secteurs d'étude

11a : Goéland marin *Larus marinus* (premier plan, au centre) et Goélands argentés *Larus argentatus*

11b : Goéland brun *Larus fuscus*

- **caractérisation de la prédation** (espèces prédatrices ou causes de pertes, périodes de présence, types de moules prédatées, caractéristiques et emplacement sur les pieux des prédatations, répartition à l'échelle de la concession)
- **moyens de lutte passive** (systèmes de protection des pieux mis en place avec le taux d'équipement de la concession, avantages et inconvénients des différents systèmes, période de présence des systèmes passifs)
- **moyens de lutte active** (réalisation ou non d'effarouchement par tirs à blanc ou par d'autres méthodes, périodes, coût en temps, en main d'œuvre et en matériel, effets observés suite à l'effarouchement ou à la réalisation de tirs létaux)
- **évaluation des pertes** (pertes de production dues à la prédation par les goélands, bilan des coûts induits par la prédation)

2.4. Observations de terrain

Parallèlement aux enquêtes sur les deux secteurs de Donville et de l'archipel des îles Chausey, des observations de terrain ont été réalisées suivant trois protocoles visant d'une part à avoir une meilleure connaissance des pertes de production dues à la prédation par les goélands et d'autre part à évaluer l'efficacité des différents moyens de lutte (actifs et passifs). Les trois protocoles répondent aux trois objectifs de l'étude, à savoir la **caractérisation de la prédation**, l'**estimation des pertes** dues à la prédation par les goélands et le **diagnostic de divers systèmes de lutte**. Les observations ont été réalisées à raison de deux sorties par semaine à Donville dont les concessions sont facilement accessibles. À Chausey, l'accès aux concessions se fait uniquement par bateau. En marées de vive-eau (marées à coefficient supérieur à 70, de grande amplitude), les mytiliculteurs s'y rendent tous les jours et il a été possible de réaliser deux sorties dans la semaine (une sortie au Centre de l'archipel et l'autre à l'Est). En marées de morte-eau (marées à coefficient inférieur à 70, de faible amplitude), lorsque les mytiliculteurs ne se rendent plus sur les concessions (la mer ne descend pas assez pour leur permettre de travailler), au total trois sorties ont pu être réalisées avec l'aide de Fabrice Gallien, salarié du GONm, qui est souvent amené à se déplacer dans l'archipel pour étudier les populations locales d'oiseaux.

2.4.1. Protocole n°1 : Caractérisation de la prédation par les goélands argentés

2.4.1.1. Identification du Goéland argenté

Même si le Goéland argenté est la **seule espèce de goéland prédatrice des moules** (Debout, 2005 ; CRC Normandie-Mer du Nord, 2015b), des confusions sont possibles avec les autres espèces de Laridés et de Sternidés qui cohabitent. Les adultes des trois espèces de Goéland observables sur les zones d'étude (Goéland marin, Goéland brun et Goéland argenté) sont aisément différenciables par leur apparence (taille, plumage et couleur des pattes notamment, [figure 10](#)). L'identification par observation des immatures est quant à elle plus complexe. Les immatures de Laridés présentent en effet des plumages différents selon leur âge (ils acquièrent leur plumage d'adulte au bout de quatre ans) et il existe de deux à quatre classes d'âge selon les espèces (Svensson *et al.*, 2015). Quelle que soit l'espèce, ils ont alors un plumage brun ou barré avec un bec et des pattes aux teintes neutres ([figure 11](#)) et le risque de confusion est accru. En ce qui concerne les Laridés, seule la Mouette rieuse



Photos : Amélie Goulard

Figure 12 : Autres Laridés et Sternidés observables sur les concessions mytilicoles

12a : Mouette rieuse

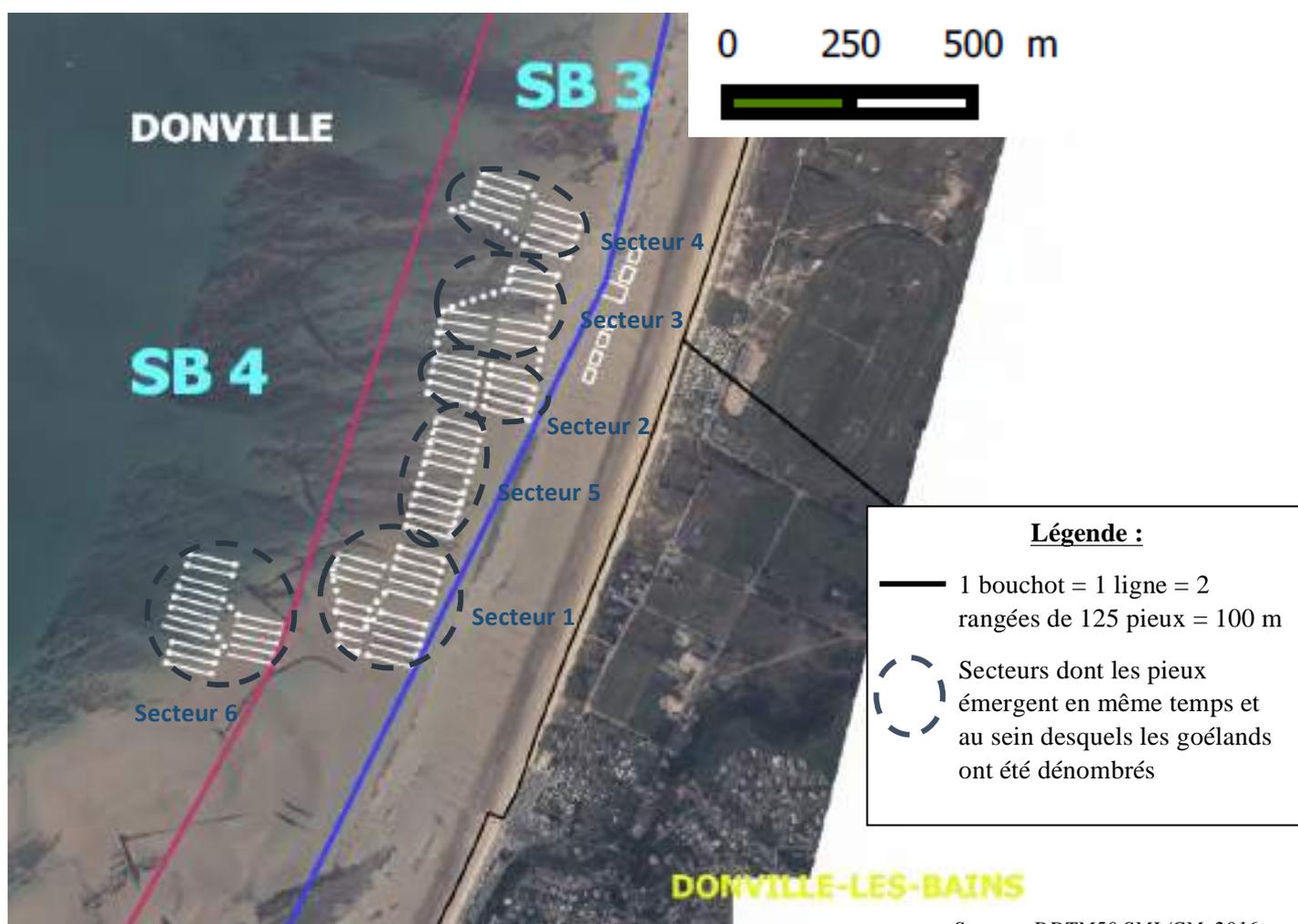
Chroicocephalus ridibundus

12b : Sterne caugek

Sterna sandvicensis

12c : Sterne pierregarin

Sterna hirundo



Source : DDTM50 SML/CM, 2016

Figure 13 : Zone mytilicole de Donville-les-bains et secteurs au sein desquels les goélands argentés ont été dénombrés

Chroicocephalus ridibundus (figure 12a) est régulièrement observable sur les concessions à partir de juillet. Pour ce qui est des Sternidés, la Sterne caugek *Sterna sandvicensis* (figure 12b) et la Sterne pierregarin *Sterna hirundo* (figure 12c) peuvent être présentes sur les concessions mytilicoles. Le risque de confusion de ces trois dernières espèces avec le Goéland argenté *Larus argentatus* est cependant très réduit du fait de la différence de taille et de comportement des oiseaux.

2.4.1.2. Suivi par secteur

L'objectif de ce protocole est de caractériser le **comportement du Goéland argenté sur les bouchots de moules lors la prédation**.

La fréquentation aviaire a été étudiée suivant une méthode similaire à celle utilisée par la LPO dans une étude de la déprédation aviaire (c'est-à-dire des dégâts causés par les oiseaux) sur les bouchots de la Réserve Naturelle Nationale de Moëze-Oléron (Bricout *et al.*, 2015). Ici, les zones d'étude (Donville et Chausey) ont été quadrillées en différents secteurs au sein desquels le **nombre de goélands argentés a été compté à la longue-vue**. Les secteurs (figures 13 et 14) correspondent à des concessions ou parties de concessions dont les pieux découvrent au même moment. Quatre comptages, appelés scans, ont été effectués à différents stades d'une marée (figure 15) :

- Scan 1 : de 2h30 à 1h avant la basse-mer (BM)
- Scan 2 : de 1h à 30 minutes avant la basse-mer
- Scan 3 : de 30 minutes avant la basse-mer à l'heure de la basse-mer
- Scan 4 : de 30 minutes à 1h30 après la basse-mer

Lors des comptages, la proportion entre individus adultes et immatures a été relevée et le nombre de goélands posés sur les pieux a été distingué du nombre de goélands posés sur l'eau. Les **variables environnementales** (météo, intensité du vent et état de la mer, coefficient de marée, moment de la journée) ont été relevées, ainsi que celles liées à la **fréquentation humaine** (présence des professionnels sur leurs concessions, fréquentation touristique).

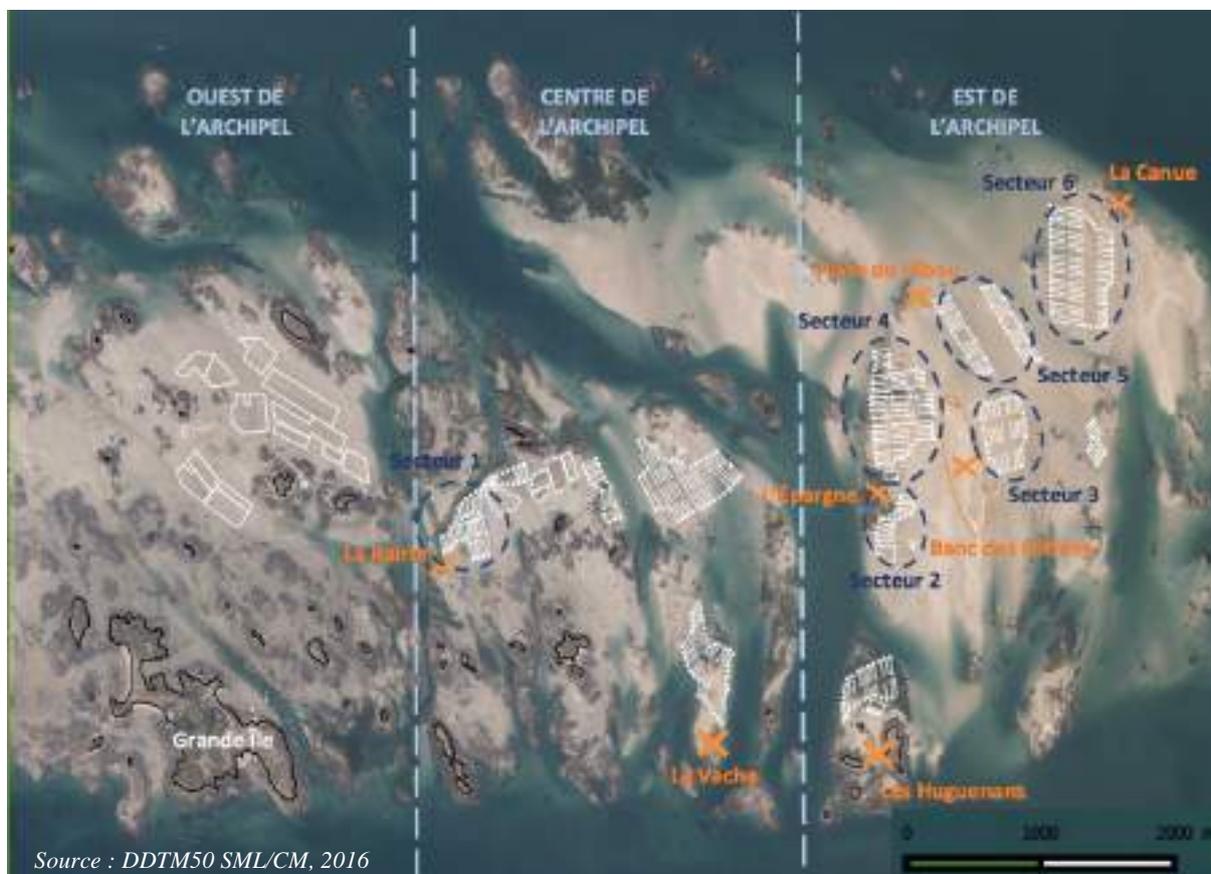
2.4.1.3. Suivi par individu

Outre le suivi du nombre de goélands en prédation sur les concessions, le **comportement individuel** des oiseaux a été caractérisé. Régulièrement, un individu a été choisi aléatoirement parmi les goélands présents sur les concessions. Il a été suivi à la longue-vue autant que possible et la **part du temps passé à la prédation et celle du temps passé à se reposer ont été déterminées**.

Le **débit de prédation moyen** a également été déterminé, c'est-à-dire que la quantité moyenne de moules consommées par individu et par minute. Pour cela, plusieurs oiseaux ont été suivis individuellement pendant quinze minutes et le nombre de moules consommées a été compté. La **taille des moules prélevées** a pu être évaluée par comparaison avec la taille du bec des goélands : le Goéland argenté a un bec d'une longueur moyenne de **52 millimètres** (Le Guillou, comm. pers.).

2.4.2. Protocole n°2 : Estimation des pertes de production dues à la prédation par les goélands

L'estimation des pertes de production est très complexe du fait de la quantité de facteurs liés au milieu qui peuvent intervenir et qui sont imprévisibles. Différents types de prédatons peuvent être distingués. Les goélands peuvent consommer du **naissain** (jeunes moules des cordes en chantier ou



Légende :

— 1 bouchot = 1 ligne = 2 rangées de 125 pieux = 100 m

□ Concession ostréicole ou vénérique



Îlot ou lieu-dit



Secteurs au sein desquels les goélands argentés ont été dénombrés

Figure 14 : Zone conchylicole de l'archipel des îles Chausey et secteurs au sein desquels les goélands argentés ont été dénombrés

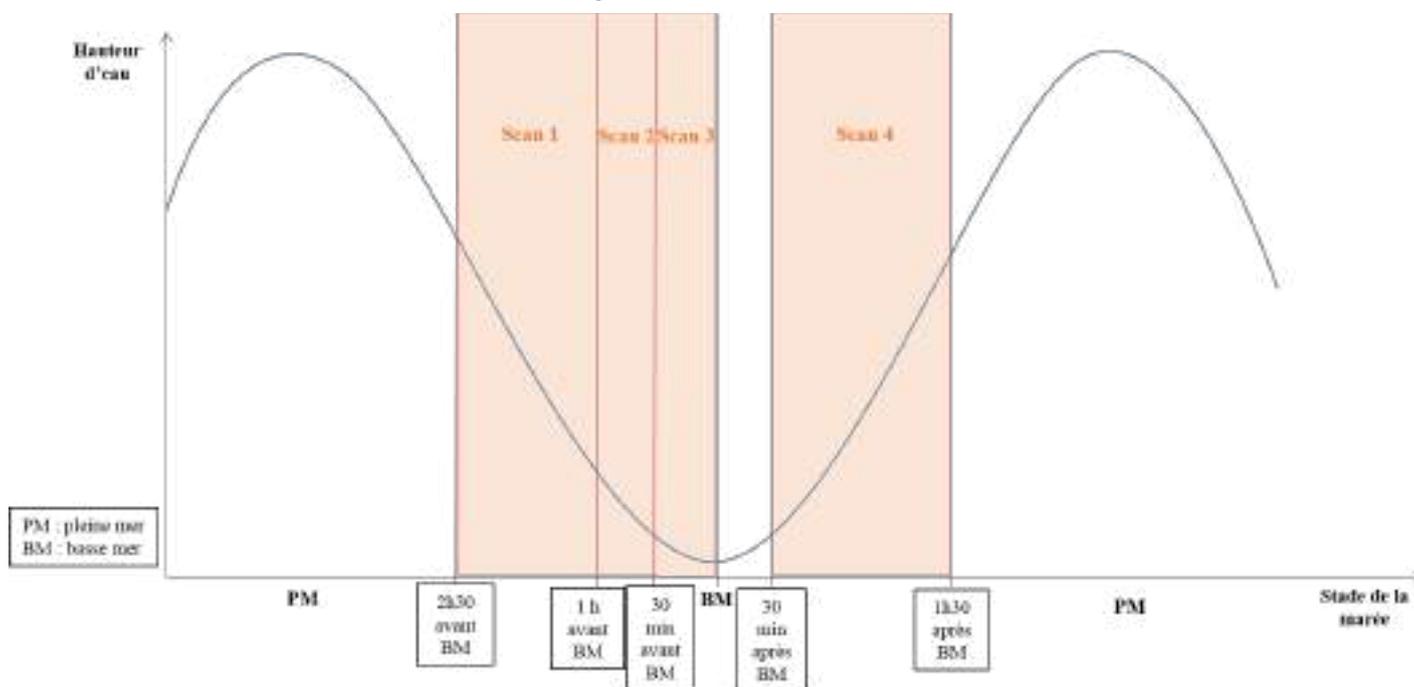


Figure 15 : Évolution de la hauteur d'eau au cours d'une marée de six heures et intervalles de temps au cours desquels ont été réalisés les comptages de goélands argentés

récemment enroulées sur les pieux) ou des **moules adultes** (moules en croissance voire de taille commercialisable). Par ailleurs, la prédation peut être **localisée** et donner lieu à des traces visibles sur le pieu telles que des **zones d'absence de moules** (cas d'oiseaux se concentrant sur un pieu) ou avoir lieu de manière plus **éparse** (cas des goélands se déplaçant au milieu des bouchots et prélevant des moules ponctuellement sur l'ensemble des pieux). Plusieurs méthodes d'estimation des pertes ont donc dû être envisagées pour s'adapter aux différentes situations possibles.

2.4.2.1. *Prédation de naissain*

Dans le cas de dégâts sur les cordes à naissain, qu'elles soient en chantier ou sur pieu, le **pourcentage de corde dont les moules ont été consommées par les goélands a été déterminé**. Connaissant la quantité de moules potentielle pouvant être produite par pieu (et donc par corde) dans le secteur considéré, il est alors possible de déduire la perte de production correspondant au pourcentage de corde perdue. Les pertes correspondent dans ce cas à celles de la saison en cours (pieuxensemencés en juillet 2017 et dont la cueillette aura lieu l'année suivante).

2.4.2.2. *Bilan des pertes de production de la saison écoulée*

Les pertes de production de la saison écoulée comprennent les pertes de naissain et les pertes de moules adultes ayant eu lieu tout au long de l'année. Les pertes de naissain elles-mêmes comprennent deux éléments : d'une part les pertes ayant eu lieu en début de saison et ayant été palliées par un ou plusieurs réensemencements des pieux et d'autre part les pertes ayant eu lieu après ces réensemencements.

Les pertes de production à cause des goélands à l'échelle d'une concession correspondent à la somme des variables suivantes :

- quantité de naissain consommée avant réparation des pieux (notée $Q_{Np.avant}$)
- quantité de naissain consommée après réparation des pieux (notée $Q_{Np.après}$)
- quantité de moules adultes consommées (notée Q_{Ap})

➤ **Obtention des variables**

Chacune des variables a été ramenée à un pourcentage, de manière à obtenir un pourcentage de perte de la production totale de moules.

- La **quantité de naissain consommé avant réparation** des pieux ($Q_{Np.avant}$) est connue grâce aux enquêtes. Elle s'exprime de la façon suivante :

$$Q_{Np.avant} = \text{Nombre de pieux réensemencés} * \text{Pourcentage de corde perdue par pieu réparé}$$

- La **quantité de naissain consommé après réparation** des pieux ($Q_{Np.après}$) correspond aux pertes en têtes de pieu encore visibles en fin de saison. Elle s'exprime de la façon suivante :

$$Q_{Np.après} = \text{Nombre de pieux touchés} * \text{Pourcentage de moules manquantes en tête de pieu}$$



Figure 16 : Zone d'absence de moules due à la prédation par le Goéland argenté

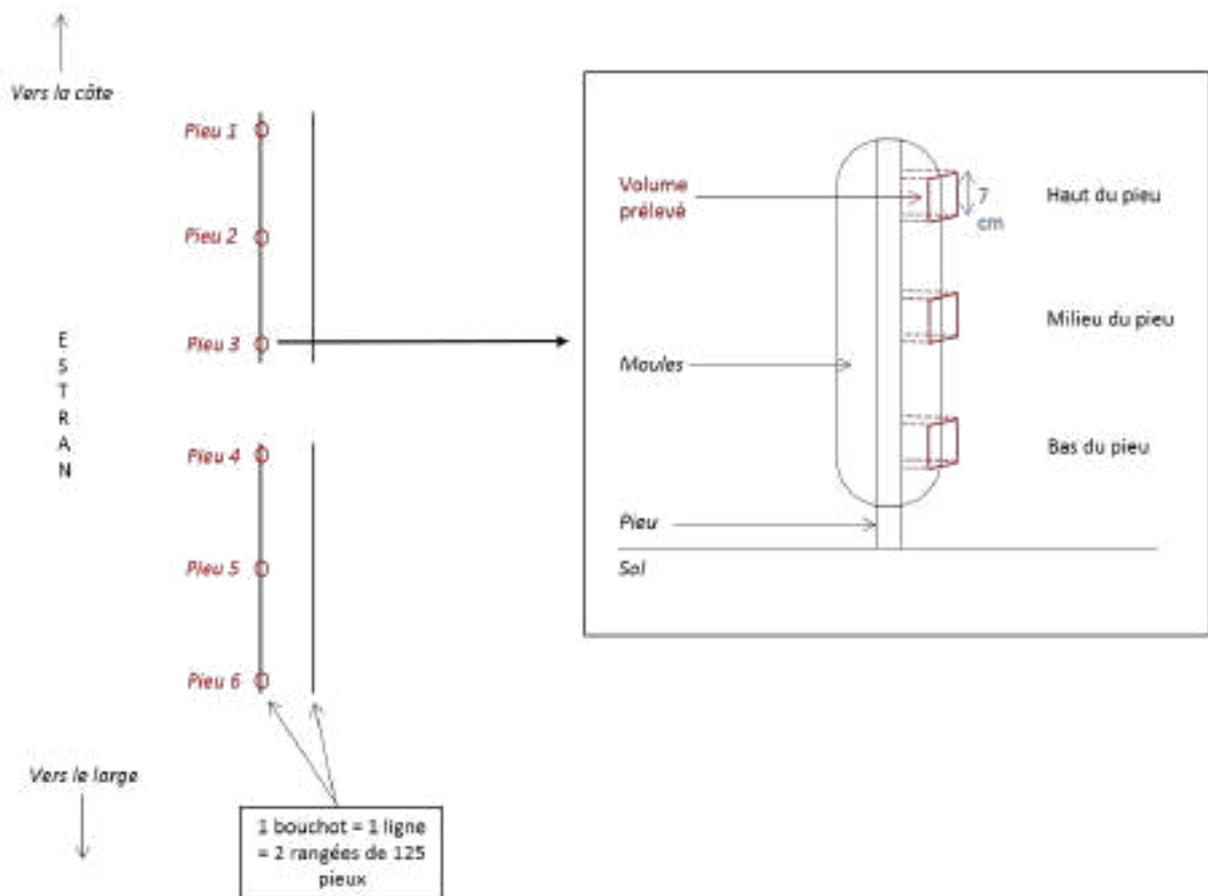


Figure 17 : Schéma représentant la méthode d'échantillonnage utilisée pour étudier la distribution des longueurs des moules en fonction de leur emplacement sur l'estran et sur le pieu

- En ce qui concerne la **quantité de moules adultes consommées** (Q_{Ap}), une approche par mesure de la taille des traces de prédation a été adoptée. Ces traces sont localisées sur la moitié haute du pieu et correspondent à des zones d'absence de moules (**figure 16**). L'objectif ici a été **d'estimer la quantité de moules consommées par détermination du volume prédaté sur le pieu considéré**.

La quantité de moules correspondant au volume prédaté a été déterminée en **estimant la densité, la taille et la masse moyennes de moules sur le pieu**. Or il existe une importante variabilité de croissance des moules selon leur localisation sur le pieu ou sur l'estran (*cf* paragraphe 1.2.2.). **Compte tenu de cette forte hétérogénéité, le schéma de variation de taille des moules suivant l'emplacement sur le pieu** (haut, milieu, bas ou couche externe, couche interne) **ou l'emplacement des pieux sur l'estran a été étudié, de façon à adapter la stratégie utilisée pour l'estimation de la quantité de moules consommées par les goélands**. Quatre rangées de cent vingt-cinq pieux ont donc été échantillonnées sur le secteur de Donville, à raison de trois pieux par rangée. Sur chacun des douze pieux échantillonnés, trois prélèvements ont été effectués (haut, milieu et bas du pieu), d'un volume correspondant à la surface d'un carré de sept centimètres de côté (**figure 17**). Les moules de la couche externe ont été séparées de celles de la couche interne. Au total, soixante-douze prélèvements ont donc été réalisés, dont les moules ont été comptées, mesurées et pesées. La longueur moyenne des moules ainsi que la quantité de moules de chacun des prélèvements ont été déterminées.

Les résultats de cette analyse de la distribution des tailles de moules suivant leur localisation sur les pieux et sur l'estran ont permis de déterminer la méthode induisant le moins de biais possible pour estimer la densité moyenne et la longueur moyenne des moules à l'échelle d'une concession.

➤ **Extrapolation à l'échelle de la concession des pertes de production (naissain et moules adultes)**

Les pertes dues à la prédation par les goélands ne sont pas réparties de façon homogène sur une concession. Or, considérant la taille des concessions, il est difficile de recenser de façon exhaustive toutes les traces de prédation observables. **Plusieurs classes ont donc été constituées suivant le niveau de dégât observé** et chaque rangée de la concession s'est vue attribuer une classe. Les classes ont été établies en fonction de la hauteur de moules manquantes en tête de pieu :

- classe 1 : 50 cm manquants
- classe 2 : 30 cm manquants
- classe 3 : 20 cm manquants
- classe 4 : 10 cm manquants
- classe 5 : rangée intacte

Sur une rangée de chaque classe (rangée de référence pour la classe considérée), **les traces de prédation sur le corps du pieu ont été recensées de manière exhaustive** (mesure des volumes prédatés). La densité moyenne et la longueur moyenne des moules de la rangée ont été estimées suivant la méthode mise en place à la suite de l'analyse de la distribution des tailles de moules. Elles ont permis de calculer la biomasse correspondant au volume total prédaté à l'échelle de la rangée.

Les pertes de production calculées pour la rangée de référence de chaque classe ont ensuite été multipliées par le nombre de rangées de la classe en question. **Les pertes de production totales**

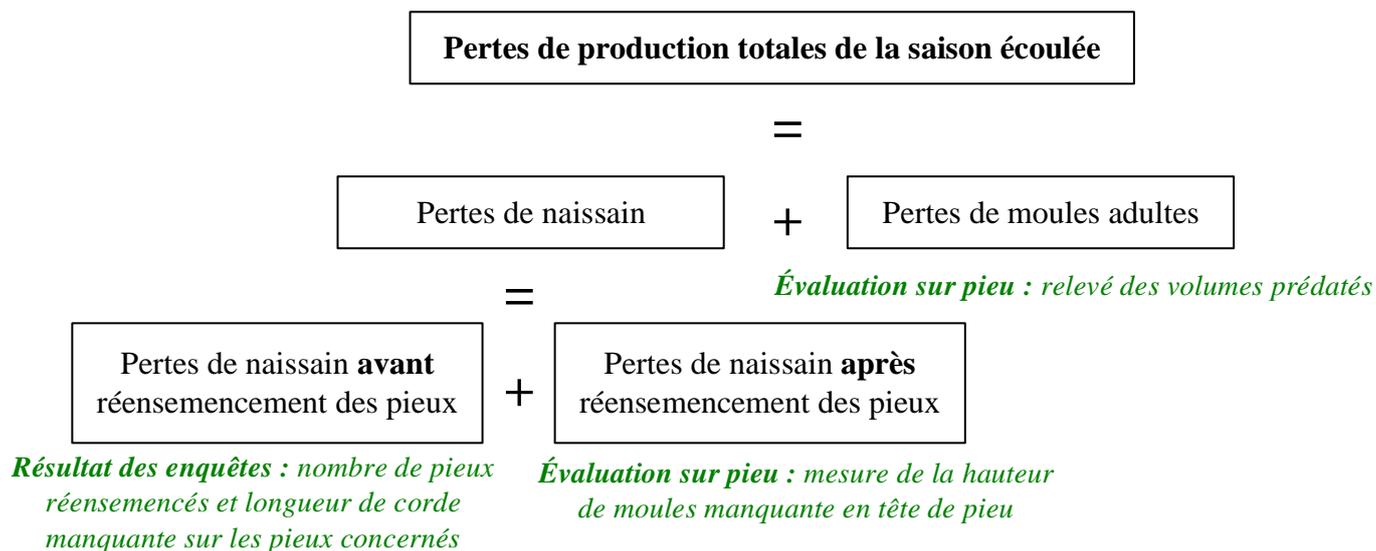


Figure 18 : Composantes des pertes de production totales de la saison écoulée et méthodes de détermination associées

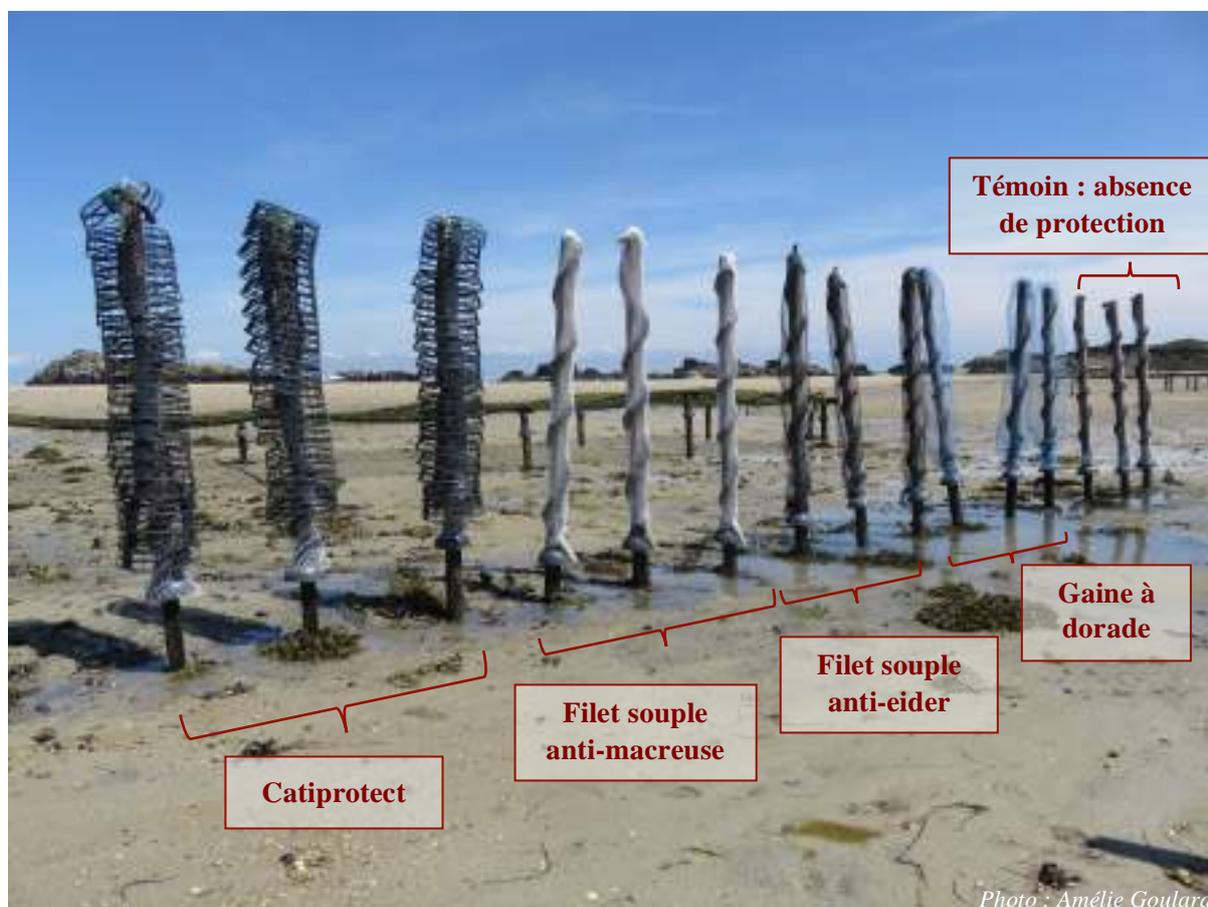


Figure 19 : Systèmes expérimentaux de protection des pieux contre la prédation par le Goéland argenté, mis en place à Chausey et Donville

correspondent à la somme des pertes de production de chacune des classes (figure 18).

2.4.3. Protocole n°3 : Évaluation de l'efficacité des systèmes de lutte

2.4.3.1. *Systèmes passifs*

L'évaluation de l'efficacité des systèmes de lutte passive (filets) a été faite grâce à l'installation de **filets expérimentaux sur trois secteurs** (mêmes secteurs que pour la quantification des pertes) : Donville, Centre de l'archipel des îles Chausey et Est de l'archipel. **Quatre types de systèmes passifs ont été mis en place** au moment de l'ensemencement des pieux (début juillet 2017) : deux filets souples (filet anti-eider et filet anti-macreuse), un filet rigide (gaine à dorade) et une gaine Catiprotect. Chacun des systèmes a été posé sur trois pieux (trois répétitions) et trois pieux témoins ont été laissés sans protection (figure 19). Les systèmes ont été mis en place pour toute la durée de croissance des moules, c'est-à-dire douze à dix-huit mois.

Les pertes causées par la prédation par les goélands argentés ont été quantifiées sur chacun des pieux par **détermination de la longueur de corde consommée**.

Afin d'évaluer l'efficacité des systèmes à plus long terme, une comparaison du rendement des pieux à la récolte sera effectuée. Lors de la cueillette, **le poids net de moules** de chacun des pieux sera donc déterminé. La qualité des moules sera également évaluée par détermination du **taux de remplissage moyen des moules** selon le système dont les pieux étaient équipés.

2.4.3.2. *Lutte active*

L'efficacité des tirs (tirs d'effarouchement et tirs létaux) a été évaluée par comparaison du comportement des oiseaux avant et après opération de tir. Le même protocole a été suivi qu'il s'agisse de tirs à blanc ou de tirs létaux.

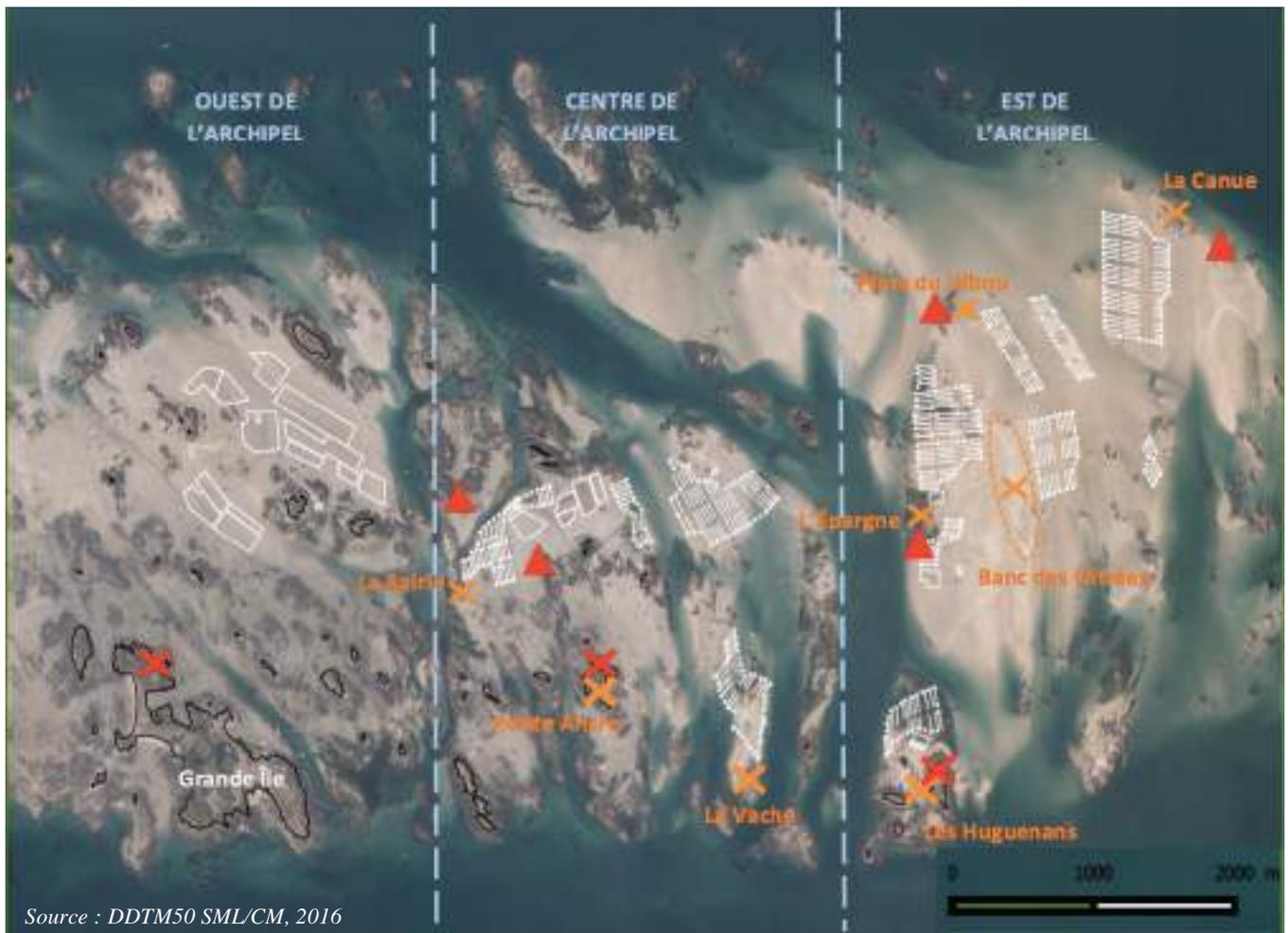
Avant effarouchement :

- Relevé du nombre de goélands sur l'ensemble de la zone mytilicole
- Relevé du nombre de goélands sur le secteur visé par l'effarouchement
- Évaluation de la distance d'approche avant envol des goélands

Pendant et après effarouchement

- Comptage du nombre d'oiseaux en fuite
- Détermination de la direction ou zone de fuite (départ définitif du secteur, report sur une autre concession, repos à proximité des concessions)
- Relevé de la durée écoulée avant retour sur le secteur visé par le tir et reprise de la prédation

Dans le cas des tirs létaux, la fréquentation aviaire des bouchots et la distance d'approche avant envol des oiseaux ont également été évaluées dans les jours suivant l'opération et lors de l'opération de tirs suivante.



Légende :

— 1 bouchot = 1 ligne = 2 rangées de 125 pieux = 100 m

□ Concession ostréicole ou vénéricole

× Îlot ou lieu-dit

× Aire de nidification de goélands argentés

▲ Aire d'attente des goélands

Figure 20 : Localisation des colonies nicheuses de Goéland argenté sur l'archipel des îles Chausey et de leurs aires d'attente à proximité des concessions mytilicoles

Les distances d'approche avant envol des goélands ont été estimés en utilisant les espacements des rangées et lignes de bouchot (fixées par le Schéma des structures des exploitations de cultures marines) comme étalon de mesure.

2.4.4. Traitement des résultats

Les résultats des données de comptages et d'échantillonnage ont d'abord été traités avec le logiciel R, avant d'être exportés au format Excel pour les représentations graphiques.

Tous les calculs de pertes de production ont été réalisés avec le logiciel R.

3. Résultats

3.1. Populations locales de goélands argentés

Différentes populations de goélands argentés sont présentes à proximité des concessions mytilicoles. **À Chausey, la colonie nicheuse compte aujourd'hui 450 couples** (Gallien, comm. pers.). Après avoir connu une forte progression jusqu'au début des années 1990, atteignant alors 3000 couples (Debout, 2005), elle est depuis cette date en déclin notamment en raison de la compétition territoriale avec le Goéland marin qui colonise les îlots autrefois occupés par le Goéland argenté (Gallien et Debout, 2015). Une partie de la colonie nidifie à l'extrémité de la **Grande Île**, tandis que d'autres couples nidifient sur un îlot du Centre de l'archipel appelé la **Petite Ancre** (Gallien, comm. pers. ; [figure 20](#)).

Comme beaucoup de villes portuaires, **Granville abrite une colonie d'au moins 400 couples nicheurs** (Alamargot, comm. pers.). Afin de limiter les nuisances sonores et pour préserver la salubrité publique, des campagnes de stérilisation des œufs sont engagées depuis deux ans à la demande des riverains. En 2017, 441 œufs ont été stérilisés sur les toits de Granville (Alamargot, comm. pers.). De plus, d'autres individus de Goéland argenté viennent aussi se nourrir à proximité du port de pêche Granville, sans pour autant appartenir à la colonie nicheuse (Alamargot, comm. pers.).

Outre les individus reproducteurs, les **immatures de moins de quatre ans se rassemblent et forment des groupes appelés « clubs »** (Gallien, comm. pers.). Dans l'attente d'intégrer une colonie nicheuse, ils se déplacent en fonction de la disponibilité en nourriture. À partir de la mi-juillet, les **juvéniles** (jeunes de l'année à l'envol) **se joignent aux adultes nicheurs**. Enfin, aux périodes de migration (en septembre et en février), **les nicheurs sont également rejoints par des individus migrants** provenant notamment des îles anglo-normandes (Jersey, Guernesey), d'Angleterre ou encore des Pays-Bas (Debout, 2005).

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars
Effectifs de goélands à Chausey (par concession)	50 à 100		100 à 200			50 à 100			< 50			
Effectifs de goélands à Donville (ensemble du secteur)	20 à 50		50 à 100			20 à 50			< 20			
Effectifs de goélands dans les Hauts-de-France (par secteur)	500 à 1 000		2 000 à 3 000			500 à 1 000			< 200			
Intensité de la prédation	Orange		Rouge			Orange			Jaune			



Légende :

■ Niveau de prédation élevé (Rouge)

■ Niveau de prédation moyen (Orange)

■ Niveau de prédation faible à nul (Jaune)

Figure 21 : Évolution au cours d’une année de la fréquentation des bouchots en Normandie (côte ouest de la Manche et archipel des îles Chausey) et en Hauts de France

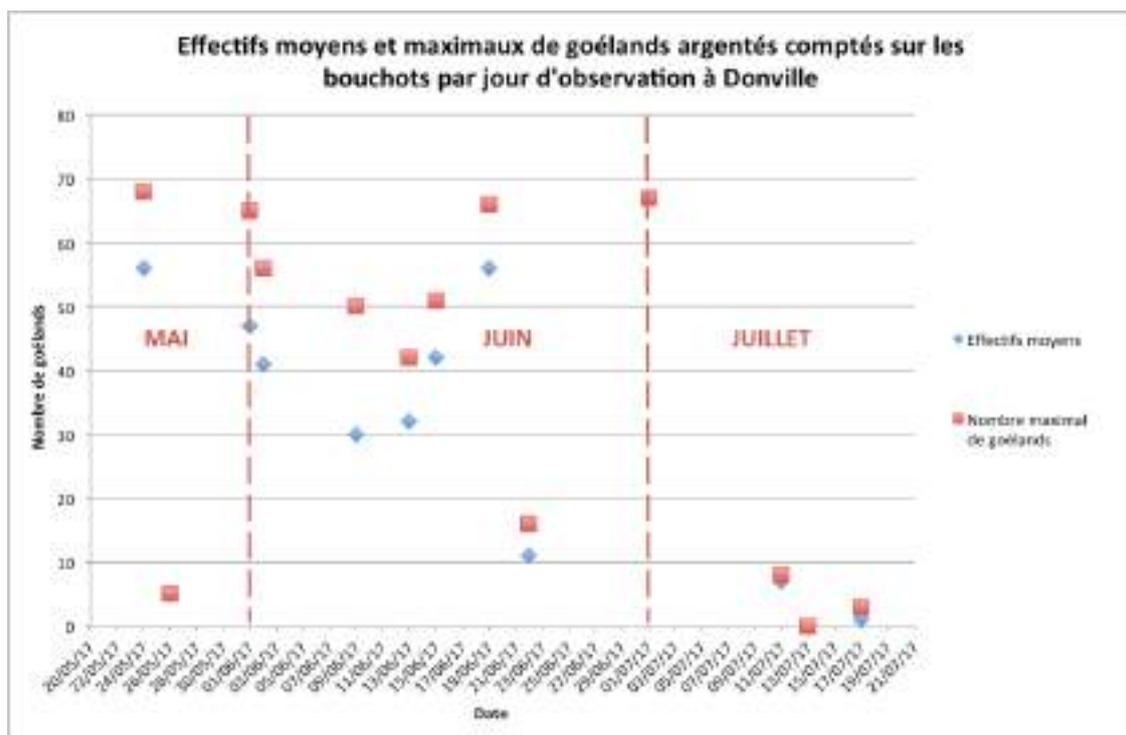


Figure 22 : Représentation graphique des effectifs de Goéland argenté observés sur les concessions mytilicoles de Donville-les-bains entre fin mai et fin juillet 2017.

3.2. Caractérisation du comportement du Goéland argenté sur les concessions mytilicoles et des prédatons de moules

3.2.1. Époque des prédatons et évolution de la fréquentation des bouchots par les goélands au cours d'une saison de production de moules

D'après les enquêtes des mytiliculteurs, **la prédation des moules par les goélands argentés intervient principalement en période estivale**, c'est-à-dire de juillet à septembre ou octobre. Cette période correspond à l'ensemencement des bouchots avec le naissain que les goélands semblent préférer du fait de la taille des moules. Cependant, depuis environ cinq ans, **les oiseaux tendent à être présents toute l'année et à consommer des moules de toutes tailles** et une **évolution de l'époque des prédatons** est observée. Ainsi, les prédatons sont observées à partir d'avril et se prolongent jusqu'en novembre. Les effectifs de goélands peuvent varier de quelques dizaines à plusieurs milliers d'individus sur les concessions, selon l'époque de l'année et le secteur.

La [figure 21](#) fait le bilan des déclarations des mytiliculteurs enquêtés en ce qui concerne l'évolution de la prédation en lien avec le cycle de production des moules de bouchot. Les effectifs de goélands sont très variables d'un secteur à un autre, mais les mêmes tendances d'évolution au cours de l'année sont observables quelle que soit la région : malgré une présence des goélands qui tend de plus en plus à avoir lieu toute l'année et une prédation qui s'opère du printemps à l'automne, il ressort tout de même que la période estivale est la plus préoccupante pour les mytiliculteurs.

À Chausey et Donville, les observations de terrain ont permis d'étudier de manière plus approfondie la **fréquentation des bouchots par les goélands argentés et son évolution sur plusieurs mois**. Ainsi, entre fin mai et fin juillet, quinze journées d'observations ont été réalisées à Donville et quatorze journées à Chausey (sept au Centre et sept à l'Est de l'archipel). Les [figures 22](#) et [23](#) présentent les effectifs totaux de goélands argentés qui y ont été observés. Les graphiques ont été réalisés à partir des données présentées en **annexe 1**. Dans le cas de Chausey, l'ensemble de l'archipel n'a pas été couvert par les observations à cause de sa surface et compte tenu de l'éloignement des différentes concessions entre elles. Les effectifs du Centre de l'archipel correspondent donc à une seule concession (secteur 1 de la [figure 13](#), page 13) tandis que celles réalisées à l'Est de l'archipel correspondent à six concessions (secteurs 2 à 6 de la [figure 13](#)).

À Donville comme à Chausey, il a été observé des effectifs de goélands relativement importants entre mi-mai et fin juin, avant une baisse en juillet, inhabituelle d'après les mytiliculteurs.

À Donville, entre mi-mai et fin juin, les effectifs moyens de goélands argentés à l'échelle d'une journée sur l'ensemble de la zone mytilicole (qui représente **6 080 mètres de linéaire de bouchots**) sont compris entre **30 et 60 individus**. Le nombre maximal de goélands observés en une marée n'a pas dépassé **70 individus** ([figure 22](#)).

Au **Centre de l'archipel** des îles Chausey (secteur 1, **2 600 mètres de linéaire de bouchots**), le nombre moyen de goélands argentés par journée d'observation sur la concession étudiée est très variable, compris entre moins de **10 et 50 individus**. Il a toutefois pu être observé jusqu'à **70 oiseaux** sur cette concession ([figure 23a](#)).

Enfin, à l'**Est de l'archipel** (secteurs 2 à 6, d'un total de **22 500 mètres de linéaire de bouchots**), les effectifs ayant été constatés entre mi-mai et fin juin sont généralement compris entre **200 et 300 individus**, mais il a pu y être observé **plus de 550 goélands** ([figure 23b](#)).

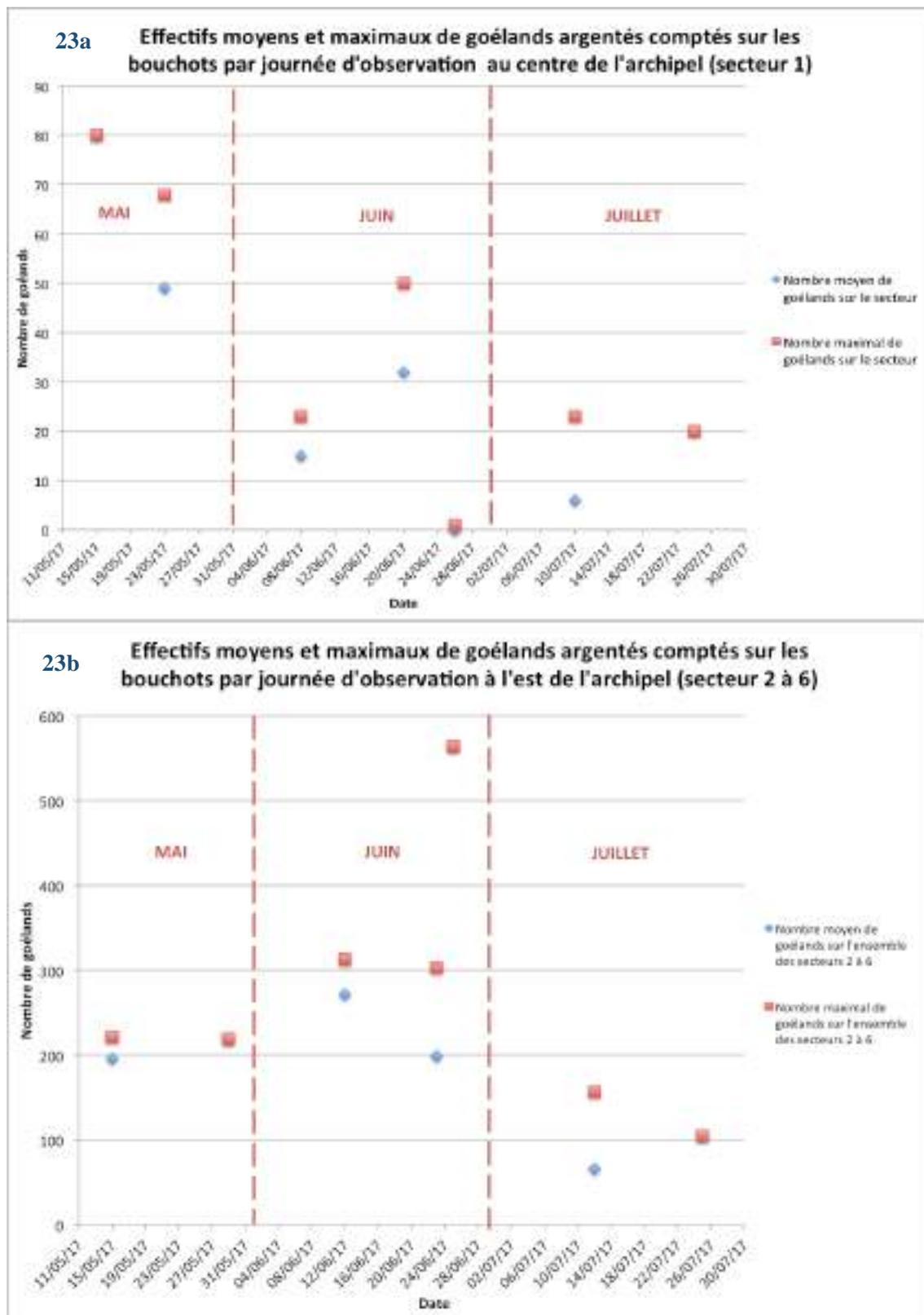


Figure 23 : Représentation graphique des effectifs de Goéland argenté sur les concessions mytilicoles de l'archipel des îles Chausey observés entre fin mai et fin juillet 2017.

23a : Centre de l'archipel

23b : Est de l'archipel

3.2.2. Comportement du Goéland argenté sur les concessions mytilicoles

3.2.2.1. *Évolution de la fréquentation des bouchots au cours d'une marée*

Outre la variabilité temporelle, le niveau de prédation est plus ou moins important selon les concessions ainsi qu'au sein d'une même concession. **Les zones les plus touchées sont celles dont les pieux découvrent le plus tôt à marée descendante.** Grégaires, les oiseaux s'y concentrent alors dès l'apparition des pieux et ont tendance à rester au même endroit pendant toute leur durée d'émersion, même si les bouchots des concessions voisines sont alors également exposés.

À Chausey et Donville, les observations de terrain et les enquêtes des mytiliculteurs ont permis d'établir les secteurs sur lesquels se concentrent les goélands et au sein desquels les dégâts dus à la prédation sont les plus importants ([figure 24](#)).

À Donville, il a donc pu être observé qu'en début de marée, seuls les pieux des secteurs 1 et 2 sont émergés, impliquant la présence de 100% des effectifs de goélands. Or, même lorsque les pieux de tous les secteurs sont émergés, en moyenne 50% des effectifs restent sur les secteurs 1 et 2, tandis que 29% des effectifs sont observés sur le secteur 6 (calculs réalisés à partir des données présentées en [annexe 2](#)). Au total, ce sont donc près de **80% des effectifs qui sont concentrés sur 38% de la zone mytilicole**, dont les bouchots appartiennent à **deux concessionnaires** des quatre qui y exploitent.

Par ailleurs, le nombre total de goélands présents sur la zone mytilicole n'est pas constant au cours d'une marée (données de comptages en [annexe 1](#)). Ainsi, **en marée de vive-eau**, dans 71% des cas, **la fréquentation est maximale en début de marée (scans 1 et 2), entre le moment où les pieux émergent et 30 minutes avant la basse-mer.** Lorsque la hauteur d'eau est inférieure à la moitié des pieux, les goélands arrêtent la prédation et quittent le secteur pour se reporter sur un secteur dont les pieux sont moins émergés. Ce moment correspond généralement à l'arrivée des mytiliculteurs sur leurs concessions. En marée de **morte-eau**, en revanche, les goélands sont présents dans les bouchots pendant toute la durée d'émersion des pieux et les effectifs sont plus importants à l'approche de la basse-mer. Dans 80% des cas, **le nombre de goélands est maximal entre 30 minutes avant la basse-mer et le moment de la basse-mer** (scans 2 et 3).

3.2.2.2. *Mode de prédation des moules par le Goéland argenté*

Les observations ont permis de montrer que **les goélands exercent une prédation principalement en nageant entre les pieux sur toute la longueur du bouchot.** Ils peuvent aussi être observés posés au sommet des pieux pour consommer les moules situées en tête, mais de façon plus minoritaire. Ils sont plus généralement à cet endroit lors d'un épisode de repos où lorsqu'ils sont en état d'alerte (à l'approche d'un bateau par exemple). **Ainsi, la proportion de goélands observés à la nage au cours d'une marée est en moyenne de 68% (+/- 18%).** Les données de comptages sont présentées en [annexe 3](#).

Au cours d'un cycle de marée, les goélands n'exercent pas une prédation en continu mais alternent épisodes de prédation en nageant au milieu des bouchots et épisodes de repos posés au sommet des pieux. En moyenne, un épisode de prédation dure 18 (+/- 5) minutes, pour un épisode de repos de 15 (+/- 3) minutes. Autrement dit, sur un cycle de marée, **les goélands passent environ 60% de leur temps de présence sur les concessions mytilicoles à la prédation des moules.**

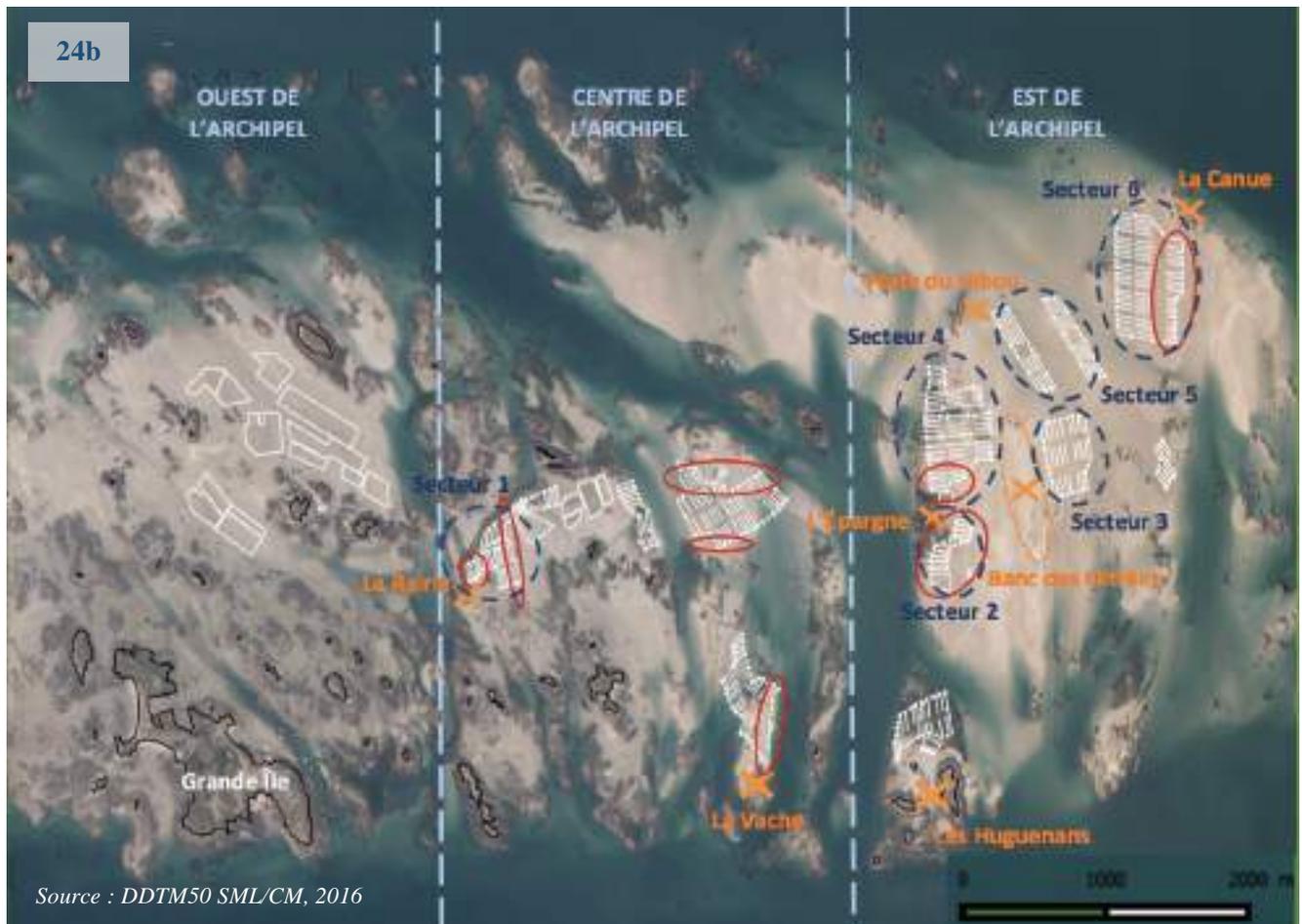
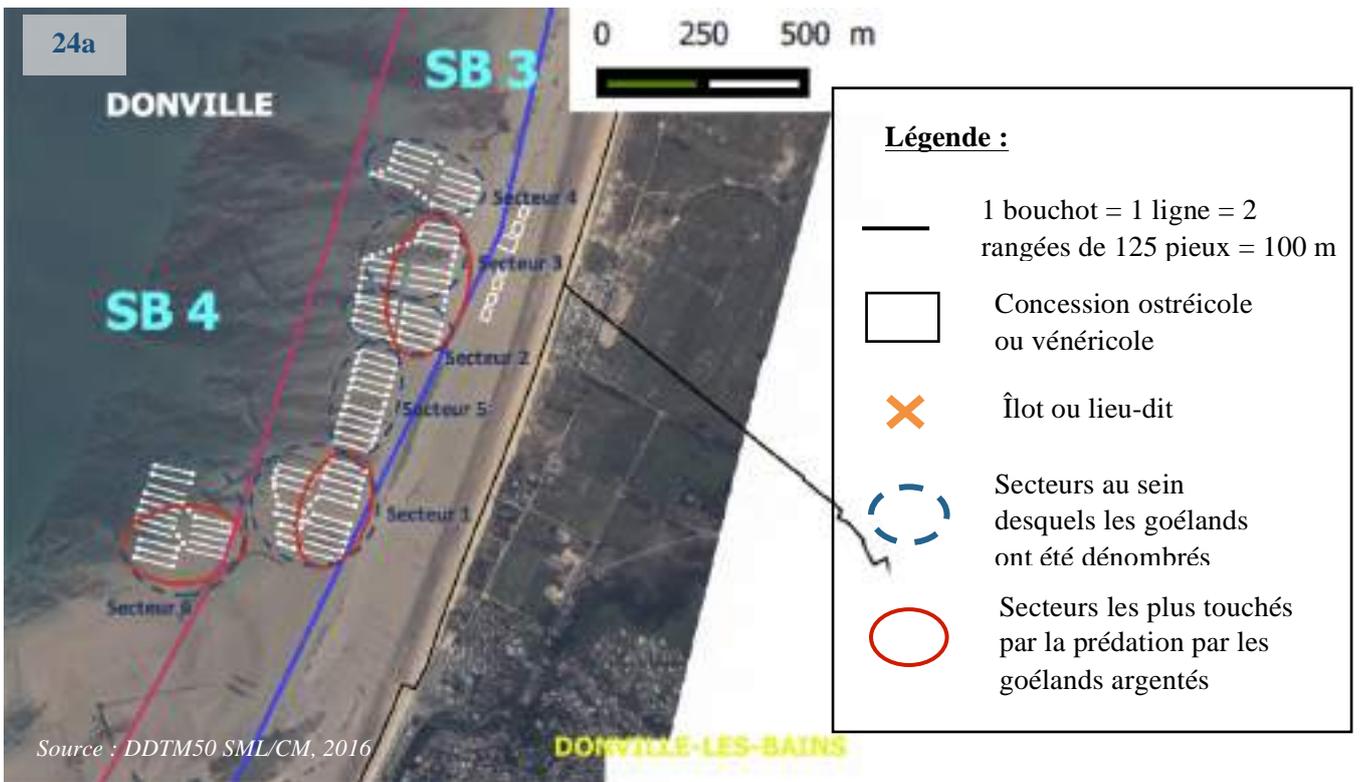


Figure 24 : Secteurs les plus touchés par la prédation des moules par les goélands argentés sur les zones mytilicoles de Donville-les-bains (24a) et de l'archipel des îles Chausey (24b)

Les goélands exercent **trois formes de prédation**. Ils peuvent soit arracher les moules du pieu et les avaler entières, soit donner des coups de bec jusqu'à casser la coquille et n'attraper que la chair, soit enfin arracher des moules du pieu mais les laisser tomber du fait de leur taille trop importante. Il en résulte des traces visibles sur les pieux et qui permettent d'affirmer que les pertes observées sont bien causées par des goélands (*cf* paragraphe 3.2.3. suivant).

En dernier lieu, la quantité de moules que les goélands étaient capables de consommer a été étudiée à travers la mesure du **débit de prédation**, c'est-à-dire de **nombre de moules consommées par minute** (*cf* paragraphe 2.4.1.3.). En ce qui concerne les moules adultes, le suivi de dix individus pendant quinze minutes a permis de déterminer que le Goéland argenté consomme en moyenne **2,6 (+/- 1,4) moules adultes par minute**. Les moules consommées sont **de toutes tailles** et d'une longueur pouvant s'élever à 40 ou 50 millimètres. Concernant le naissain, seuls cinq individus ont pu être suivis sur cinq minutes chacun. Le débit de prédation de **naissain** semble beaucoup plus important que dans le cas des moules adultes, avec une valeur moyenne de **17,9 (+/- 2,0) moules par minutes**.

3.2.3. Caractéristiques des dégâts observables sur les pieux et différenciation des pertes dues aux différents prédateurs

Il existe de nombreuses causes de pertes de production, tels que les différentes espèces d'oiseaux (eiders, macreuses et goélands), les crabes, les bigorneaux perceurs ou encore divers agents pathogènes. Les dégâts causés sur les pieux sont facilement différenciables, d'autant plus qu'ils ne sont pas tous observables au même moment de l'année ni au même endroit des pieux ou des concessions.

Ainsi, on peut attribuer au **Goéland argenté** les dégâts ayant les caractéristiques suivantes :

- tête de pieu mise à nu, visible sur les pieux récemmentensemencés (**figure 25a**) ou sur les pieuxensemencés l'année précédente (**figure 25b**). Il s'agit dans les deux cas d'une prédation de naissain.
- présence de moules cassées (**figure 25c**). Cela résulte du cas où l'oiseau a donné des coups de bec dans le coquillage pour l'ouvrir et en manger la chair.
- présence de byssus à l'endroit où il y a absence de moules (**figure 25d**). Cela témoigne du cas où les goélands ont arraché les moules du pieu.
- les « trous » visibles sur les pieux (absence de moules) apparaissent sur tous les pieux d'une rangée, à la même hauteur et sur la même face du pieu (**figure 25e**). Cela s'explique par le courant marin qui pousse les goélands à ne rester que d'un côté de la rangée et par le fait que les oiseaux exercent une prédation en étant posés sur l'eau (ils se laissent descendre le long du pieu avec la marée).

Enfin, des pelotes de réjection des goélands sont facilement trouvées sur les rochers aux alentours des concessions (**figure 25f**).

La **mortalité** des moules due à un agent pathogène peut également causer des trous dans les pieux que l'on pourrait confondre avec des dégâts causés par les goélands. En revanche, dans le cas des mortalités, des coquilles de moules ouvertes sont visibles, appelées « papillons » (**figure 26a**) et contenant parfois encore des résidus de chair (**figure 26b**). De nombreuses coquilles sont également visibles au sol sur toute la longueur de la rangée. De plus ce phénomène n'a lieu qu'entre avril et juin.

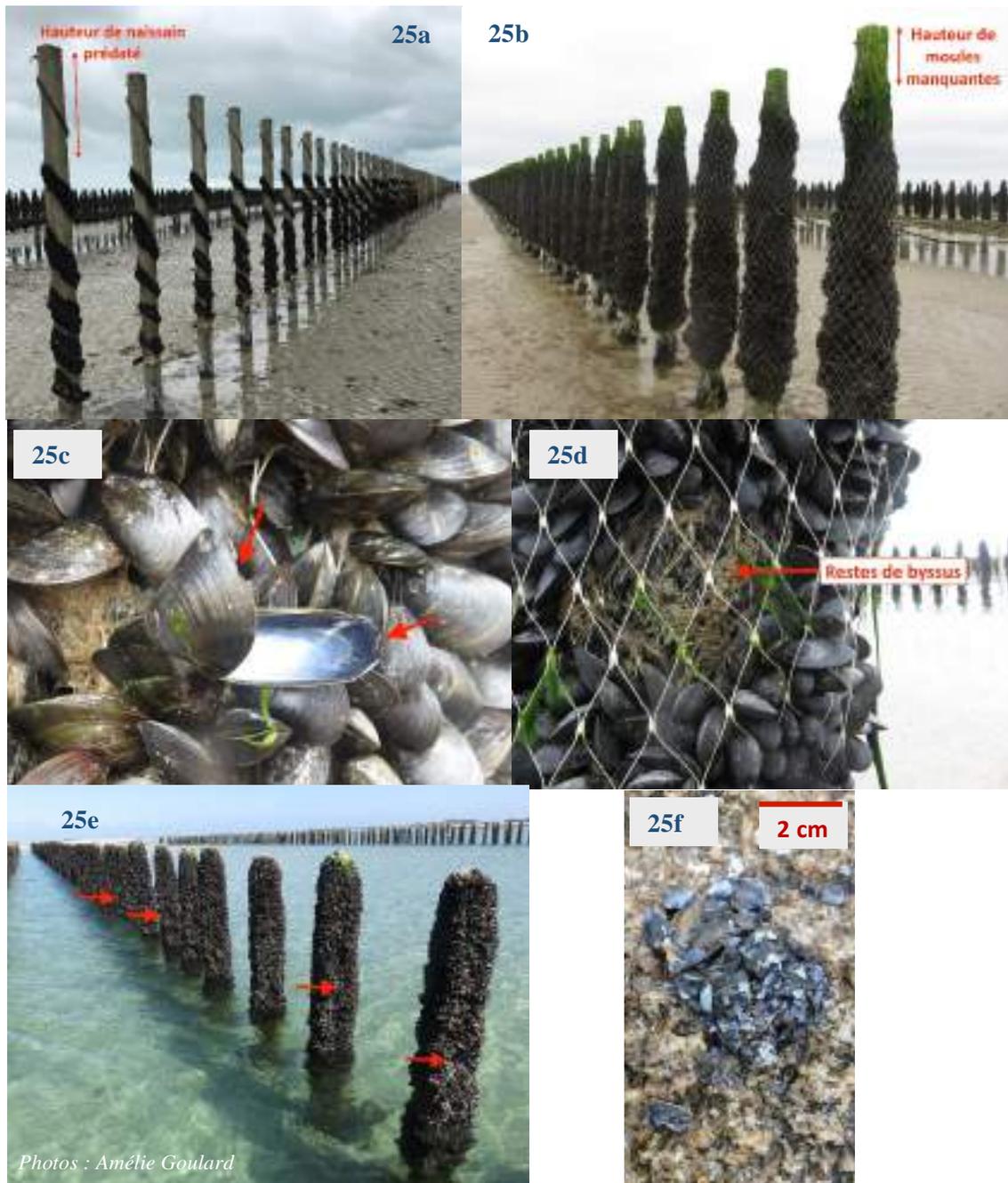


Figure 25 : Caractéristiques des dégâts causés par le **Goéland argenté** sur les bouchots

25a et b: Mise à nu de la tête de pieu

25c : Moule cassée dont la chair a été consommée

25d : Restes de byssus à la suite de la prédation

25e : Traces visibles à la même hauteur sur toute la rangée

25f : Pelote de réjection de Goéland argenté

Les dégâts causés par les **bigorneaux perceurs** peuvent aussi prêter à confusion avec les traces des goélands, mais là encore des éléments permettent de les distinguer, tels que la présence de plaques d'œufs ayant éclos, fixées sur le pieu au milieu d'une zone d'absence de moules (figure 27a). Le décrochement des moules des pieux témoigne aussi de la présence de perceurs qui, généralement issus des cordes à naissain, se nourrissent des moules des couches les plus internes (figure 27b).

Les **crabes** peuvent aussi être responsables de pertes, mais de façon plus minoritaire. Les dégâts sont alors visibles en bas de pieu, à des endroits que les goélands n'atteignent généralement pas. Ces dégâts sont observables sur le naissain, entre juin et octobre.

Enfin, les **macreuses** et les **aiders** sont de gros prédateurs des moules mais ne sont présents qu'en hiver, entre décembre et février, période à laquelle les goélands sont absents ou exercent peu de prédation. De plus, les dégâts sont caractéristiques car ils ne s'attaquent qu'à une seule rangée dont ils consomment la totalité des moules (figure 28).

3.3. Évaluation des pertes et impact économique

3.3.1. Estimation des pertes de production par observation des pieux

Dans cette partie, plusieurs types de pertes ont été évalués. Dans un premier temps, les premières pertes du naissain ayant été **ensemencé à l'été 2017** ont été estimées. Il s'agit alors de la **saison de production de moules 2017-2018** (la cueillette aura lieu à l'automne 2018), qualifiée de saison en cours (paragraphe 3.3.1.1.). D'autre part, les pertes de la **saison écoulée (saison 2016-2017)** dont les pieux ont été **ensemencés à l'été 2016** et dont les moules sont actuellement progressivement récoltées) ont été évaluées dans le paragraphe 3.3.1.2..

3.3.1.1. Prédation de naissain de la saison en cours (2017-2018)

À Chausey et Donville, les mytiliculteurs ont commencé à semer les pieux de leurs concessions à partir du 22 juin. **Un bilan des premières pertes de naissain a été réalisé au bout d'un mois, c'est-à-dire fin juillet 2017** (recensement des rangées touchées par la prédation par les goélands et mesure de la longueur de corde perdue). Plusieurs facteurs ont conduit à des pertes de naissain en plus de la prédation par les goélands, tels que la prédation par les crabes et les araignées ou le mauvais temps, inhabituel à cette saison. Seules les pertes attribuées au goéland argenté avec certitude ont ici été prises en compte (pertes homogènes en tête de pieu, figure 25b).

À Donville, **6 rangées ont subi des prédateurs par le Goéland argenté** sur 36,5 rangées ensemencées au moment du recensement. Deux mytiliculteurs sont concernés par ces pertes. Selon les rangées, il a été constaté des pertes de **10 à 33 % de corde par pieu**. Pour le **premier mytiliculteur, 3,6 % du naissain qu'il a posé ont été consommés** par les goélands argentés après un mois d'ensemencement. Pour le **second mytiliculteur**, les pertes de naissain représentent **6 % de son ensemencement jusqu'alors**. Au total, les pertes sur l'ensemble du secteur s'élèvent à **2,6 % du naissain ensemencé à la date du bilan**.

À Chausey, les pertes de naissain ont été évaluées seulement pour deux concessionnaires (l'un au Centre de l'archipel et l'autre à l'Est). Au Centre de l'archipel, **2 rangées ont été touchées par la prédation par les goélands** sur 15 ensemencées, avec des pertes allant de **7 à 20 % de corde par pieu**. Au total, les pertes de naissain pour ce concessionnaire s'élèvent à **1,8 % du naissain**

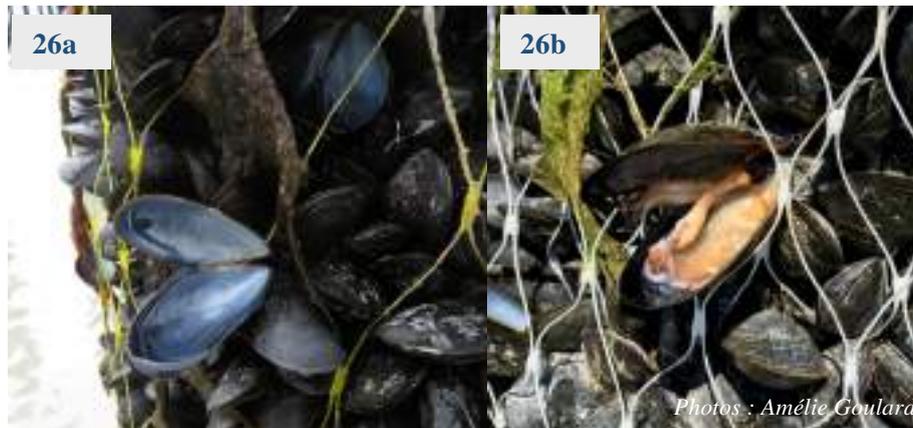


Figure 26 : Caractéristiques des dégâts causés par la **mortalité** des moules

26a : « Papillon »

26b: Restes de chair dans la coquille



Figure 27 : Caractéristiques des dégâts causés par les **bigorneaux perceurs**

27a : Présence d'œufs fixés sur le pieu

27b: Décrochement des moules du pieu



Figure 28 : Dégâts causés par des **eiders**

ensemencé à la date du bilan. À l'Est de l'archipel, aucune perte n'a été relevée pour le mytiliculteur dont les concessions ont été étudiées.

3.3.1.2. Bilan des pertes de production de la saison écoulée (2016-2017)

Dans ce paragraphe, le calcul des pertes concerne les pieux ayant été ensemencé à l'été 2016. Comme l'indique la **figure 18** (page 16), les pertes totales intègrent à la fois les pertes de naissain et les pertes de moules adultes. Dans les deux cas, **l'évaluation a été réalisée à partir de l'observation de l'état des pieux de moules prêtes à être cueillies, fin juillet 2017.** Les pertes de production de la saison écoulée ont été évaluées chez l'ensemble des concessionnaires de Donville (au nombre de quatre) et pour deux concessionnaires à Chausey (un au Centre de l'archipel et un à l'Est de l'archipel). Le calcul des pertes sera détaillé à titre d'exemple pour l'un des mytiliculteurs.

➤ **Bilan de la prédation de naissain de la saison écoulée (avant et après réensemencement des pieux)**

Les enquêtes ont permis de connaître, pour chacun des mytiliculteurs, le **nombre total de pieux ayant été réensemencés à la suite d'une prédation** au cours de la saison. Il n'a pas été possible de savoir de manière précise pour chaque pieu réensemencé la quantité de naissain qui avait été perdue à cause des goélands, mais d'après les mytiliculteurs, un pieu est réensemencé quand les pertes sont supérieures à 25% de la corde. **Pour les calculs, il a été fait l'hypothèse qu'en moyenne, un pieu réensemencé pallie une perte de 25 % de corde par prédation due aux goélands.**

Exemple : Le mytiliculteur a déclaré avoir réensemencé 1500 pieux sur ses concessions. Au total au moment de l'évaluation ayant été réalisée fin juillet 2017, ses concessions comptaient 38 rangées de moules commercialisables ayant été ensemencées l'année précédente, soit 4750 pieux (résultat des observations de terrain de juillet).

Ainsi, il a dû réensemencer 31,6 % de ses bouchots dont, par hypothèse, chaque pieu avait subi une perte de 25 % de corde. **Au total, les pertes de naissain avant réensemencement s'élèvent donc à 7,9 % de sa production totale.**

Les pertes de naissain ayant eu lieu après réensemencement ont été estimées par attribution de classes à toutes les rangées de moules commercialisables des concessions, par observation de la hauteur de moule manquante en tête de pieu (*cf* paragraphe 2.4.2.2.).

Le Schéma des structures des exploitations de cultures marines impose une hauteur de pieu maximale de 2,40 mètres. En pied de pieu, une trentaine de centimètres ne sont pas ensemencés pour l'installation des cônes ou des « jupes tahitiennes » qui permettent de lutter contre les prédateurs pouvant remonter du sol. La hauteur de moules totale sur un pieu intact est donc d'au maximum 2,10 mètres.

Ainsi, les différentes classes correspondent au pourcentage de perte par pieu suivant :

- **classe 1** : 50 cm de moules manquants, soit **23,8 % des moules du pieu**
- **classe 2** : 30 cm manquants, soit **14,3 % des moules du pieu**

- **classe 3** : 20 cm manquants, soit **9,5 % des moules du pieu**
- **classe 4** : 10 cm manquants, soit **4,8 % des moules du pieu**
- **classe 5** : pieu intact, soit **0 % de pertes par pieu**

Connaissant le nombre de rangées de chaque classe, il est alors possible de déterminer les pertes totales de naissain observables en fin de saison et qui correspondent donc aux pertes ayant eu lieu après réensemencement.

Exemple : Sur les concessions du mytiliculteur précédent, sur le total de 38 rangées, les nombres de rangées de chacune des classes sont les suivants :

- **classe 1** : aucune rangée
- **classe 2** : 5,5 rangées, soit **14,5 % de ses bouchots** → **2,1 %** de perte de la production totale
- **classe 3** : 4 rangées, soit **10,5 % de ses bouchots** → **1 %** de perte de la production totale
- **classe 4** : 4,5 rangées, soit **11,8 % de ses bouchots** → **0,6 %** de perte de la production totale
- **classe 5** : 24 rangées, soit **63,2 % de ses bouchots** → **0 %** de perte de la production totale

Au total, les pertes de naissain après réensemencement des pieux s'élèvent donc à 3,7% de sa production totale.

Le bilan des pertes de naissain de la saison écoulée, par rapport à la production totale, correspond à la somme des pertes de naissain avant et après réensemencement.

Exemple :

Pour ce mytiliculteur, les pertes de naissain de la saison écoulée s'élèvent à 11,6 % de sa production totale.

➤ **Estimation de la quantité de moules adultes consommées par les goélands**

La quantification de la prédation des moules adultes par les goélands argentés passe par la mesure des volumes des traces de prédation visibles sur les pieux et par l'estimation de la quantité de moules correspondant à ces volumes (cf paragraphe 2.4.2.2.). Il est donc nécessaire de connaître la densité de moules sur pieu à l'échelle de la concession ainsi que la longueur des moules, afin de connaître la biomasse consommée.

Pour s'affranchir au mieux des biais induits par l'hétérogénéité de croissance des moules, la distribution des tailles de moules suivant leur localisation sur les pieux et sur l'estran a été étudiée suivant la méthode détaillée en 2.4.2.2.. Plusieurs éléments ont été analysés. Tout d'abord, la longueur moyenne des moules de la **couche supérieure** a été comparée à celle des moules de la **couche inférieure** des pieux, pour l'ensemble des prélèvements. Un test de Shapiro-Wilk appliqué aux deux variables que sont la longueur des moules de la couche supérieure et la longueur de celles de la couche inférieure a montré que ces variables ne suivaient pas une loi normale. En conséquence, la comparaison de moyennes a été effectuée à l'aide d'un test non paramétrique pour deux échantillons indépendants (test de Mann-Whitney). Il en a résulté une *p-value* inférieure à 0,05 (*p-value* = 8,4e-7), d'où le rejet de l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes. Autrement dit, **la longueur des moules de la couche supérieure des pieux est significativement plus grande que**

celle des moules de la couche inférieure des pieux. Pour déterminer la longueur moyenne des moules à l'échelle d'une concession, il n'est donc pas possible de faire la moyenne des longueurs sans tenir compte de la couche à laquelle appartiennent les moules.

Ensuite, la différence de longueur moyenne des moules selon leur **emplacement sur le pieu** (haut, milieu ou bas) a été étudiée. Seules les longueurs moyennes des moules des couches supérieures ont été prises en compte. Là encore, l'application d'un test de Shapiro-Wilk à ces trois variables a montré qu'elles ne suivent pas une loi normale. L'analyse a donc été réalisée à l'aide d'un test non paramétrique pour trois échantillons indépendants (test de Kruskal-Wallis). La *p-value* est inférieure à 0,05 (*p-value* = 1,7e-9), donc **les longueurs des moules sont significativement différentes selon leur position sur le pieu.** De même que précédemment, il n'est pas possible, pour déterminer la longueur moyenne des moules à l'échelle de la concession, de faire la moyenne des longueurs sans tenir compte de la position des moules sur le pieu.

Enfin, la différence de longueur moyenne des moules suivant leur **emplacement sur l'estran** a été analysée. Seules les longueurs des moules de la couche supérieure et situées en haut de pieu ont été prises en compte. La comparaison de moyennes a été effectuée suivant la même méthode que précédemment, c'est-à-dire qu'un test de Kruskal-Wallis a été appliqué (variables ne suivant pas une loi normale). Une fois de plus, la *p-value* étant inférieure à 0,05 (*p-value* = 3,6e-5), **les longueurs des moules sont significativement différentes selon la position des pieux sur l'estran.**

Il résulte de cette analyse que pour estimer la longueur moyenne des moules à l'échelle d'une concession, il est nécessaire de tenir compte à la fois de la position des moules sur le pieu (hauteur sur le pieu et couche concernée) et de la position des pieux sur l'estran. Or il a été montré que les prédatations dues au Goéland argenté apparaissaient exclusivement sur la moitié haute des pieux. En outre, les observations de terrain ont montré que ce sont principalement les moules de la couche supérieure qui sont consommées car elles sont plus accessibles pour les oiseaux. **Compte tenu de l'objectif qui est ici d'estimer la longueur des moules consommées, il est donc possible de calculer la longueur moyenne des moules à partir de mesures de moules prélevées sur la couche supérieure et sur la moitié haute des pieux.** En revanche, par souci de temps (toutes les mesures devant être effectuées en une seule marée), le choix a été fait de ne pas tenir compte du biais induit par l'emplacement des pieux sur l'estran.

En ce qui concerne l'estimation de la densité de moules sur pieu, il a été considéré que la densité était liée à la taille (et donc à la longueur) des moules. Pour estimer la densité moyenne à l'échelle de la concession, il est donc nécessaire de tenir compte de la position des moules sur le pieu et de la position des pieux sur l'estran. De même que pour l'estimation de la longueur moyenne des moules, il est possible de ne réaliser des mesures de densité que sur la couche supérieure et sur la moitié haute des pieux, mais là encore le choix a été fait de ne pas tenir compte de la position des pieux sur l'estran.

Par ailleurs, lors des prélèvements, les moules échantillonnées ont été pesées. La [figure 29](#) ci-contre est la représentation graphique des masses obtenues en fonction de la longueur des moules.

En conclusion, la stratégie adoptée pour estimer la longueur et la densité moyennes des moules à l'échelle d'une concession est la suivante.

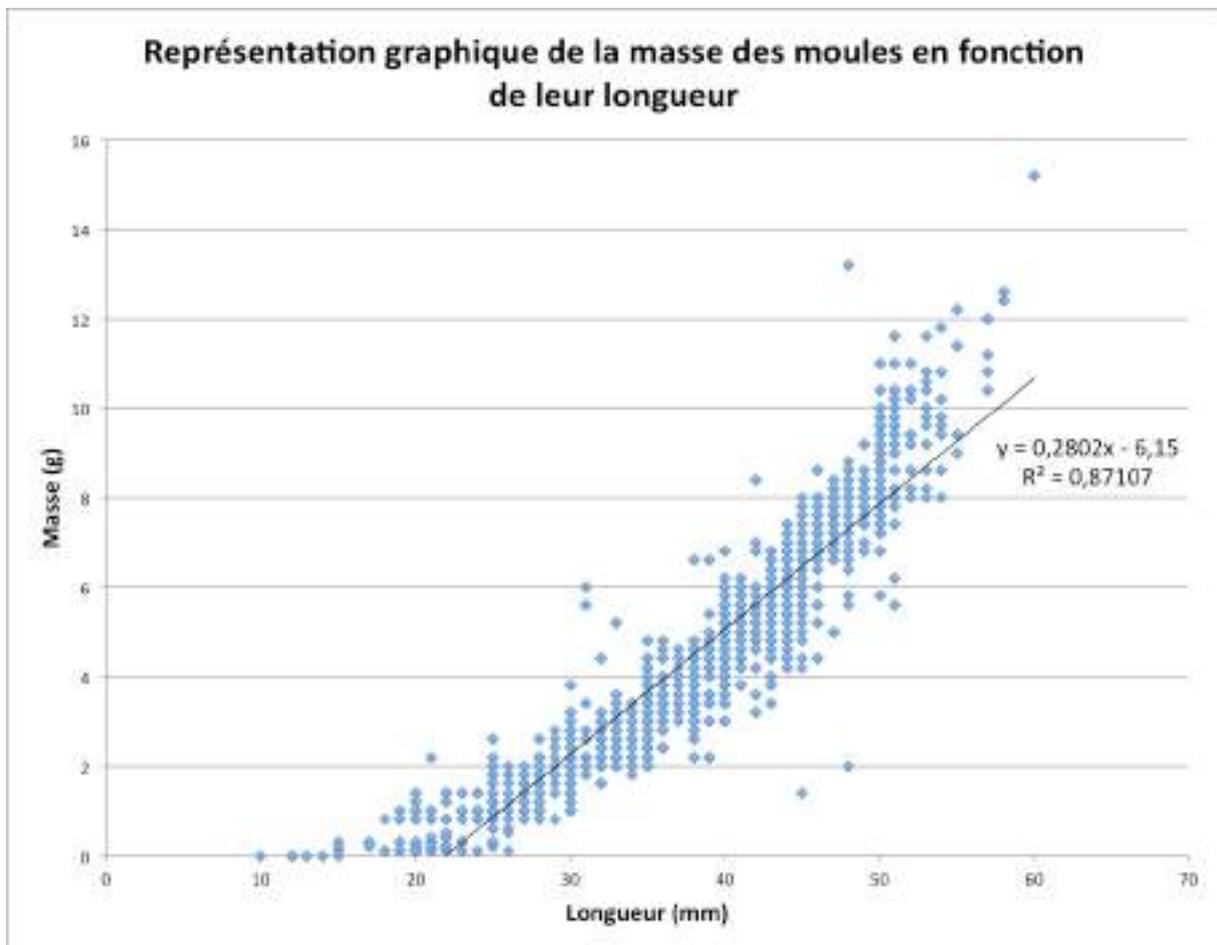


Figure 29 : Graphique représentant la masse des moules en fonction de leur longueur

Détermination de la masse de moules contenue dans un volume de référence

Les mesures ont été effectuées sur différentes rangées de la concession considérée : une rangée appartenant à chacune des classes définies dans le protocole d'estimation des pertes de naissain. Pour chaque rangée, trois pieux ont été sélectionnés selon l'emplacement sur l'estran (haut, milieu et bas de rangée). Toutes les opérations ont été réalisées sur la **couche supérieure** de moules des pieux.

Sur chacun des trois pieux, le nombre de moules contenues sous la surface d'un carré de sept centimètres de côté a été déterminé, toujours sur la moitié haute des pieux. La moyenne de toutes les valeurs obtenues pour les trois pieux de chaque rangée échantillonnée a été calculée (valeur appelée d_{moy}). Sur ces mêmes pieux, dix moules **localisées sur la moitié haute du pieu** ont été mesurées. La moyenne des longueurs a été calculée (valeur appelée L_{moy}). La masse moyenne m_{moy} associée à la longueur L_{moy} a été déterminée grâce aux pesées réalisées lors de l'analyse de la distribution des tailles des moules suivant leur localisation (figure 29).

Ces valeurs ont permis de calculer la masse de moules correspondant à la surface de référence utilisée pour l'estimation des densités, à savoir un carré de 49 cm². Cette valeur, appelée m_{ref} , s'exprime de la façon suivante : $m_{ref} = m_{moy} * d_{moy}$.

Exemple : Pour reprendre le cas du mytiliculteur précédent, la densité moyenne des moules de la couche supérieure des pieux de ses concessions a été estimée à $d_{moy} = 26$ moules/carré de 49 cm² et la longueur moyenne associée a été estimée à $L_{moy} = 46$ mm. Le tableau des biométries de moules a permis de déterminer que la masse moyenne des moules d'une longueur de 46 mm vaut $m_{moy} = 8,6$ g.

La masse des moules contenues sous cette surface de 49 cm² vaut donc $m_{ref} = 223,6$ g.

Une fois ces valeurs de référence déterminées, **les volumes de prédation ont été relevés de manière exhaustive sur une rangée de chacune des classes** définies pour l'estimation des pertes de naissain. Dans la pratique, ce sont en fait des surfaces qui ont été mesurées du fait de l'hypothèse que seule la couche supérieure de moules des pieux est prédatée par les goélands.

À l'aide du nombre de rangées de chaque classe, la surface totale S_{tot} des traces de prédation à l'échelle de la concession a été déterminée.

Exemple : Sur les concessions étudiées, les surfaces de prédation d'une rangée de référence pour chacune des classes ont été mesurées et sommées pour obtenir une surface totale par rangée de classe x :

- classe 1 : pas de rangée de classe 1, $S_{classe 1} = 0$ cm²

- classe 2 : $S_{classe 2} = 42\ 375$ cm²

- classe 3 : $S_{classe 3} = 21\ 188$ cm²

- classe 4 : $S_{classe 4} = 21\ 187$ cm²

- classe 5 : pieu intact, $S_{classe 5} = 0$ cm²

La masse correspondant à ces surfaces a été déterminée en calculant le rapport entre chaque surface et la surface de référence de 49 cm² (valeur appelé $r_{\text{classe } x}$). Connaissant la masse de référence m_{ref} , il est possible de calculer la masse de moules consommées pour chaque classe ($m_{\text{classe } x}$).

Exemple : Les rapports entre les surfaces prédatées sur une rangée de chaque classe et la surface de référence sont les suivants et permettent d'obtenir les masses prédatées sur une rangée de référence pour chaque classe :

- classe 1 : pas de rangée de classe 1
- classe 2 : $r_{\text{classe } 2} = S_{\text{classe } 2} / 49 = 865 \rightarrow m_{\text{classe } 2} = r_{\text{classe } 2} * m_{\text{ref}} = 865 * 223,6 = 193\,414 \text{ g}$
- classe 3 : $r_{\text{classe } 3} = S_{\text{classe } 3} / 49 = 432 \rightarrow m_{\text{classe } 3} = 96\,595 \text{ g}$
- classe 4 : $r_{\text{classe } 4} = S_{\text{classe } 4} / 49 = 432 \rightarrow m_{\text{classe } 4} = 96\,595 \text{ g}$
- classe 5 : pieu intact

La **masse totale de moules consommées** à l'échelle de la concession a été calculée grâce au nombre de rangées de chaque classe, déterminé pour l'estimation des pertes de naissain.

Exemple : Le nombre de rangée de chaque classe sur les concessions du mytiliculteur concerné est rappelé ci-dessous et permet de calculer la masse totale de moules adultes prédatées par classe ($m_{\text{tot.classe } x}$) puis la masse totale à l'échelle de toutes les concessions du mytiliculteur ($m_{\text{tot.prédaturée}}$).

- classe 1 : aucune rangée $\rightarrow m_{\text{tot.classe } 1} = 0 \text{ g}$
- classe 2 : 5,5 rangées $\rightarrow m_{\text{tot.classe } 2} = 193\,414 * 5,5 = 1\,063\,777 \text{ g}$ soit **1 064 kg**
- classe 3 : 4 rangées $\rightarrow m_{\text{tot.classe } 3} = 386\,380 \text{ g}$ soit **386 kg**
- classe 4 : 4,5 rangées $\rightarrow m_{\text{tot.classe } 4} = 434\,678 \text{ g}$ soit **435 kg**
- classe 5 : 24 rangées $\rightarrow m_{\text{tot.classe } 5} = 0 \text{ g}$

D'où : $m_{\text{tot.prédaturée}} = 1\,885 \text{ kg}$ soit **1,9 tonnes**

Enfin, la production totale des concessionnaires est connue grâce aux enquêtes et le pourcentage de perte de production que représente la prédation des moules adultes peut donc être calculé.

Exemple : Le mytiliculteur de cet exemple a une production annuelle de 170 tonnes.

Les pertes par prédation de moules adultes par les goélands argentés représentent donc **1,1 %** de sa production totale.

Tableau 1 : Pourcentages de production perdus à cause de la prédation par les goélands à Donville et à Chausey : comparaison entre les valeurs estimées à partir du protocole de terrain et les valeurs déclarées par les mytiliculteurs.

Secteur	Concessionnaire	Perte de production <u>calculée</u>			Perte de production <u>déclarée</u> par le concessionnaire
		Naissain	Moules adultes	Pertes totales	
Donville-les-bains	Mytiliculteur 1	26,8 %	< 0,1 %	26,8 %	25 %
	Mytiliculteur 2	6,2 %	< 0,1 %	6,2 %	4 %
	Mytiliculteur 3	5,8 %	< 0,1 %	5,8 %	5 à 10 %
	Mytiliculteur 4	4 %	< 0,1 %	4 %	2 à 3 %
Est de l'archipel des îles Chausey	Mytiliculteur 5	11,6 %	1,1 %	12,7 %	10 %
Centre de l'archipel des îles Chausey	Mytiliculteur 6	23,8 %	< 0,1 %	23,8 %	20 %

Tableau 2 : Estimation par les mytiliculteurs des pertes de production dues aux différents prédateurs et à la mortalité sur les secteurs de Donville et de l'archipel des îles Chausey.

Cause des pertes de production	Pourcentage de perte de la <u>production totale</u>	Type de moules perdues	Période de l'année
Goéland argenté	2 à 20 %	Naissain en majorité et moules adultes	Avril à novembre
Macreuses et eiders	5 à 10 %	<u>Eiders</u> : moules adultes <u>Macreuses</u> : naissain	Novembre à mars
Bigorneaux perceurs	0 à 2 %	Toutes tailles de moules	Toute l'année
Crabes	2 à 5 %	Naissain	Juin à octobre
Araignées	2 à 5 %	Naissain	Août et septembre
Mortalité	5 à 20 %	Moules de taille commercialisable	Avril à juin

➤ Bilan des calculs de pertes de production à Donville et Chausey

Les évaluations des pertes de production qui ont été réalisées pour les quatre concessionnaires de Donville et deux de Chausey sont présentés dans le [tableau 1](#) ci-contre et ont été confrontées aux déclarations faites par les mytiliculteurs lors des enquêtes.

Plusieurs éléments ressortent de ces résultats. Tout d'abord, on retrouve une forte diversité des niveaux de pertes selon les mytiliculteurs, qui découle de l'hétérogénéité de répartition des goélands sur les concessions. Ainsi, pour la moitié des concessionnaires étudiés, les pertes de production dues à la prédation par les goélands restent faibles et peu impactantes, de l'ordre de 4 à 6%. En revanche, **pour un tiers des mytiliculteurs, les goélands ont causé des pertes avoisinant le quart de leur production totale**. Par ailleurs, les pertes de productions calculées à partir des relevés de terrain concordent avec les pertes déclarées par les professionnels, ce qui permet de justifier que les valeurs obtenues par l'une ou l'autre des méthodes restent proches de la réalité.

3.3.1.3. *Parts de pertes dues aux différents prédateurs*

La part des pertes de production dues aux différents prédateurs et à la mortalité est difficile à évaluer selon les mytiliculteurs. Cela s'explique d'une part par le fait que la prédation par les différentes espèces et la mortalité n'interviennent pas à la même période du cycle de production de la moule de bouchot et d'autre part par la variabilité spatiale et temporelle en termes de dégâts observables sur les pieux (variabilité entre secteurs de production ou au sein d'une concession et variabilité interannuelle). Pour ces raisons, il n'a pas été possible d'estimer la part des pertes dues au Goéland argenté par rapport aux autres prédateurs à partir de l'observation sur le terrain des dégâts causés sur les pieux. Néanmoins, lors des enquêtes, les mytiliculteurs ont été en mesure d'estimer les pertes de production que causent les différents prédateurs et la mortalité sur une saison de production. Les résultats sont présentés dans le [tableau 2](#).

Dans le [tableau 2](#), tous les facteurs de pertes observables à Chausey et Donville ont été cités, mais en général un mytiliculteur n'est confronté sur son secteur qu'à trois ou quatre de ceux-ci. Les pourcentages de perte de la production totale déclarés par les mytiliculteurs pour les sources de pertes qui les concernent ont permis de calculer la part des pertes dues aux goélands. Le détail du calcul est présenté dans l'exemple suivant.

Exemple : L'un des mytiliculteurs a déclaré lors de l'enquête être impacté par trois prédateurs et par la mortalité des moules. Les pertes de la production totale dues à chacun de ces éléments sont les suivantes :

- crabes : 5 %
- macreuses : 10 %
- goélands : 4 %
- mortalité : 20 %

39 % de pertes de production au total



Pour ce mytiliculteur, le Goéland argenté est responsable de 10 % des pertes constatées.

Il apparaît ainsi que le Goéland argenté est responsable de **10 à 70 % de l'ensemble des pertes de production dues aux prédateurs et à la mortalité sur les secteurs de Donville et de Chausey**, avec une **part moyenne de 30 % de ces pertes**.

3.3.2. Bilan des coûts induits par la prédation

Outre les pertes de production occasionnées par la prédation par les goélands, cette dernière a des conséquences sur le travail des mytiliculteurs et induit un certain nombre de coûts indirects. Ces coûts sont liés à deux éléments : la **réparation** des dégâts causés par les goélands (réensemencement des pieux) à l'automne et la **lutte** active (effarouchement) ou passive (protection des pieux) contre la prédation.

Le **coût du réensemencement** des pieux intègre à la fois le **prix de la corde utilisée** et le **temps de travail** nécessaire à l'opération (qui est lui-même fonction de la main d'œuvre disponible). Le prix de la corde à naissain est de **0,99 euros par mètre de corde** et le temps de travail supplémentaire est de **deux à cinq jours de marée pour deux personnes**, selon le nombre de pieux à réensemencer. Il est possible d'estimer le coût financier que représente le réensemencement à l'aide des variables suivantes :

- nombre de pieux réparés
- longueur de corde utilisée par pieu
- prix d'un mètre de corde
- main d'œuvre
- coût horaire de la main d'œuvre
- temps passé au réensemencement

Le nombre de pieux réensemencés, la longueur de corde utilisée ou encore le temps de travail nécessaire sont très variables d'un mytiliculteur à l'autre, mais un cas théorique est présenté dans l'exemple suivant.

Exemple :

- nombre de pieux réparés : 500
- longueur de corde utilisée par pieu : 1,50 m
- prix d'un mètre de corde : 0,99 € / m
- main d'œuvre : 2 personnes
- coût horaire de la main d'œuvre : 9,57 € / personne / heure
- temps passé au réensemencement : 2 jours de marée, soit 10 heures

Le coût du réensemencement en termes de matériel (corde) est donc ici de $0,99 * 1,50 * 500 = 742,5$ €.

Le coût du réensemencement en termes de temps de travail est ici de $2 * 9,57 * 10 = 191,4$ €.

Au total, le coût financier d'un réensemencement de 500 pieux en demi-cordes peut être estimé à 934 €.

Le **coût de la lutte contre la prédation par les goélands**, qu'elle soit active (effarouchement) ou passive (protection des pieux), intègre également le **prix du matériel** utilisé (filets, cartouches...) et le **temps de travail supplémentaire** investi. L'estimation du coût financier de la lutte est beaucoup plus complexe que dans le cas de la réparation des pieux en raison de la diversité des pratiques des mytiliculteurs en ce qui concerne la lutte contre la prédation par les goélands. Il existe de nombreux moyens de lutte dont le prix est variable et qui demandent plus ou moins d'entretien. Les détails concernant ces différents systèmes sont développés dans le paragraphe suivant (paragraphe 3.4.).

En ce qui concerne l'utilisation **des systèmes de protection des pieux** (gainés ou filets), le prix du matériel peut varier entre **0,50 €/mètre** de filet et **10 €/unité** pour le Catiprotect, soit **1,20 à 10 €/pieu**. Les opérations liées à leur utilisation et qui demandent du temps de travail supplémentaire sont la **mise en place des systèmes**, qui peut prendre plusieurs jours de marée, et leur **entretien** (réparation en cas de dégradation, nettoyage des algues...). De plus, **certains systèmes induisent eux-mêmes de pertes de production**, soit par un blocage de la croissance des moules, soit par la fragilisation de l'attache des moules au pieu et l'augmentation du risque de leur emportement par mauvais temps (Blin *et al.*, 2013).

Pour ce qui est de la **lutte par effarouchement**, le prix du matériel (cartouches) est considéré comme négligeable par les mytiliculteurs. Le temps passé à l'effarouchement est quant à lui beaucoup plus important. En effet, pendant la période de pic de prédation (période estivale correspondant à l'ensemencement des pieux), la présence sur les concessions pendant toute la durée d'émersion des pieux est indispensable pour limiter les dégâts que peuvent causer les goélands. Sur la côte ouest de la Manche, cela implique pour les mytiliculteurs de **se rendre sur leurs concessions à la fois en semaine de vives-eaux et en semaine de mortes-eaux**. Ainsi, si l'effarouchement ne représente que peu de temps de travail supplémentaire en vives-eaux (car les mytiliculteurs sont de toute façon présents sur leurs concessions pour travailler), la présence en mortes-eaux demande un **déplacement spécial qui peut nécessiter jusqu'à deux heures par jour**.

Au total, les mytiliculteurs estiment que la lutte contre la prédation par les goélands (comprenant à la fois la réparation des pieux et la mise en œuvre des moyens de lutte) augmente de 20 % leur temps de travail.

Enfin, les mytiliculteurs peuvent être amenés à adopter certaines pratiques dans le but de limiter la prédation par les goélands, pratiques qui peuvent avoir des conséquences non négligeables mais difficiles à quantifier.

Ainsi certains producteurs peuvent faire le choix, dans leurs concessions de haut d'estran, de **planter des pieux d'une hauteur moins élevée que la hauteur maximale autorisée par le Schéma des structures** des exploitations de cultures marines. Cela permet aux pieux d'être émergés moins longtemps (ils ont découverts plus tard par la marée descendante) et donc d'être moins exposés à la prédation, mais il en découle une **production de moules par pieu moins élevée**.

Une pratique plus fréquemment adoptée est celle du **raisonnement du schéma d'ensemencement des pieux en tenant compte de la présence des goélands**. Les pieux situés en bas d'estran qui, immergés la plupart du temps, ne sont pas touchés par la prédation sont ensemencés en priorité, alors qu'il serait préférable d'ensemencer d'abord les pieux situés en haut d'estran. En effet, immergés moins longtemps, les moules de ces derniers nécessitent une durée de croissance plus longue que celles situées en bas d'estran. La date de cueillette ne pouvant quant à elle être trop retardée à cause d'autres contraintes telles que la demande des clients ou le besoin de place pour un nouvel ensemencement, il peut résulter de ce schéma d'ensemencement une **diminution de la qualité de la production**.



Figure 30 : Rubans affolants

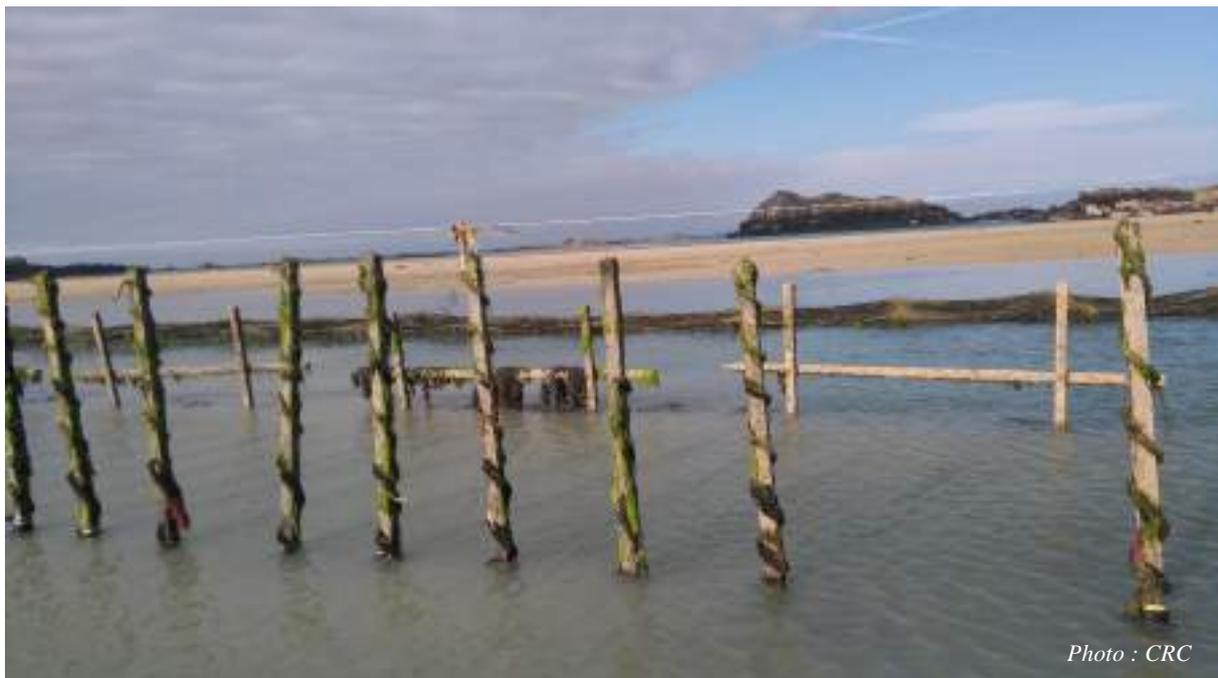


Figure 31 : « Fil téléphone » : fil tendu au-dessus d'une rangée de pieux

3.4. Évaluation des moyens de lutte et de leur efficacité

3.4.1. Recensement des moyens de lutte existants

3.4.1.1. Lutte passive : méthodes d'exclusion et de leurres alimentaires

➤ Méthodes d'exclusion

Méthodes qualifiées de passives et non soumises à dérogation par Arrêté préfectoral, elles se caractérisent par « *l'utilisation de toutes sortes d'obstacles physiques qui visent à empêcher ou gêner la prédation sur les pieux* » (ONCFS et SRC Normandie-Mer du Nord, 2005b).

Parmi les méthodes de **gêne**, les **affolants** sont couramment utilisés. Il s'agit de lanières de plastique blanches ou argentées accrochées en tête de pieu (figure 30). En volant ou en bougeant avec le courant, elles gênent les oiseaux qui nagent autour du pieu et constituent de plus un **effarouchement visuel et auditif** (Bellanger, 2002 cité par ONCFS et SRC Normandie-Mer du Nord, 2005b). Le « **fil téléphone** » est quant à lui un ensemble de fils de fer tendus au-dessus et de part et d'autre d'une rangée de pieu (figure 31). Il empêche les oiseaux de se poser sur les pieux et leur en rend difficile l'accès à la nage lorsqu'ils sont posés sur l'eau. Il représente enfin un effarouchement visuel et auditif grâce aux vibrations faites par le vent ou lorsqu'un oiseau le touche (CEN-LR et SIEL, 2006). Souvent seul le fil tendu au-dessus de la rangée est mis en place. Ces deux systèmes ont pour avantage d'être **financièrement peu coûteux et relativement faciles à mettre en place, mais leur efficacité reste limitée** (ONCFS et SRC Normandie-Mer du Nord, 2005b).

Les systèmes qui visent à **empêcher les goélands d'accéder aux moules** sont différents types de **filets** installés sur chaque pieu. Surtout adaptés pour lutter contre la prédation par d'autres espèces comme les canards ou les dorades et donc principalement installés l'hiver, ils sont tout de même utilisés l'été peu après la pose du naissain pour lutter contre les goélands. On distingue ainsi **plusieurs types de filets suivant la taille des mailles et la rigidité du matériau. Ils présentent une certaine efficacité mais limitent la croissance des moules** (ONCFS et SRC Normandie-Mer du Nord, 2005b) car des algues obstruent rapidement les mailles et bloquent le flux d'eau (et donc l'apport nutritif pour les moules).

Enfin, des **gaines CatiprotectTM** (figure 32) peuvent également être disposées sur les pieux et ont pour avantage, outre leur efficacité contre la prédation, de pouvoir rester en place pendant toute la durée de pousse des moules et de ne pas baisser la productivité (Blin *et al.*, 2013). Le système Catiprotect est cependant fragile et ne peut pas être utilisé dans des sites exposés au mauvais temps (Blin *et al.*, 2013).

➤ Méthodes de leurres alimentaires

Ces méthodes « *visent à utiliser des aliments de substitution pour détourner les oiseaux des moules de bouchot* » (ONCFS et SRC Normandie-Mer du Nord, 2005b). Par exemple, la **moule d'erquy**, moule de l'espèce *Mytilus galloprovincialis* est moins consommée par les goélands argentés. L'ensemencement des têtes de pieu avec cette espèce (testé en baie de Morieux, en Bretagne Nord) permet de **désintéresser les oiseaux** mais a pour conséquence de **diminuer la valeur commerciale de la production**. En effet *Mytilus galloprovincialis* a un moins bon taux de remplissage que *Mytilus edulis* (ONCFS et SRC Normandie-Mer du Nord, 2005b).



Figure 32 : Gaines Catiprotect



Figure 33 : Goélands argentés (et autres Laridés) en alimentation sur une zone de dépôt de moules sous-taille sur l'estran (ici zone de dépôt du secteur d'Agon)

La dernière méthode n'est pas un système de lutte à proprement parler mais peut jouer en faveur de la réduction de la prédation sur les bouchots. Les petites moules non commercialisables à l'issue de la cueillette (sous-produits) sont actuellement épandues sur l'estran, sur des **zones de dépôt** faisant l'objet d'une Autorisation d'occupation temporaire du DPM. Elles doivent être broyées avant d'être épandues sur une hauteur maximale de cinq centimètres. Cette pratique n'est censée être que provisoire et des méthodes de valorisation de ces sous-produits sont actuellement recherchées. Actuellement cependant, **les zones de dépôt sont fréquentées par les goélands argentés (figure 33) et représentent une source d'alimentation alternative qui les détourne des bouchots** (ONCFS et SRC Normandie-Mer du Nord, 2005b). Par exemple, sur la zone de dépôt de petites moules de Bricqueville-sur-Mer, plusieurs dizaines et jusqu'à plus de 400 goélands ont pu être régulièrement observées dans le cadre du protocole n°1 de caractérisation de la prédation.

3.4.1.2. Lutte active : méthodes de dispersion et d'élimination

La mise en place d'une **lutte active par effarouchement** est quant à elle soumise à l'obtention d'un Arrêté préfectoral de dérogation au statut de protection du Goéland argenté (article 3 de l'arrêté ministériel du 29 octobre 2009) afin d'autoriser la **perturbation intentionnelle voire la destruction des individus**. On qualifie d'effarouchement « *la réduction [par diverses méthodes] du désir des animaux prédateurs d'entrer ou de stationner sur une zone où se trouve une ressource* » (Nolte, 1999 cité par Gilsdorf *et al.*, 2002).

➤ Méthodes de dispersion

Il existe différents types d'effarouchement : l'effarouchement auditif, l'effarouchement visuel ou l'utilisation de répulsifs chimiques.

Les méthodes d'**effarouchement auditif** consistent à **effrayer les oiseaux à partir de sons ou d'ultrasons**. Dans le cas des goélands argentés, l'utilisation d'ultrasons n'a aucun effet (Gilsdorf *et al.*, 2003). Il existe de nombreux systèmes de diffusions de sons, de cris de détresse ou de cris de prédateurs :

- Des **balises flottantes reproduisant des cris d'alerte ou de détresse** des goélands ou **des cris de prédateurs** susceptibles de les attaquer (faucon pèlerin par exemple) ont pu être testées au Canada notamment (BFI Usine de triage Lachenaie Ltée et Nove Environnement Inc., 2002). De tels essais ont également été réalisés à Chausey par le groupe de travail en 2007, avec une balise flottante (figure 34a) visant l'effarouchement à la fois des goélands et des canards (eiders et macreuses). Un suivi ornithologique avait été réalisé parallèlement par le GONm afin de s'assurer que les autres espèces d'oiseaux présentes sur le secteur n'étaient pas impactées. **Cet essai n'a cependant pas été concluant, les oiseaux s'y étant rapidement accoutumés**. De plus la balise était peu résistante aux conditions météorologiques difficiles (figure 34b), ce qui confirme qu'**une telle solution ne peut être envisageable à long terme**.
- Il existe de nombreux autres appareils similaires diffusant des bruits divers afin d'effaroucher les oiseaux (**dispersion électro-acoustique**). Une fois de plus, les essais qui ont pu être réalisés avec de tels équipements **n'ont pas montré d'efficacité dans les moulières** (Bellanger, 2002 cité par ONCFS et SRC Normandie-Mer du Nord, 2005b).



Photos : CRC

Figure 34 : Balise sonore testée à Chausey par le groupe de travail en 2007 (34a), peu résistante dans ce type de milieu (34b).

- Des **moyens pyrotechniques** sont enfin souvent utilisés, c'est-à-dire la production de bruits explosifs par des fusils ou canons qui éloignent les oiseaux des secteurs à protéger. Parmi ces moyens, les **canons à gaz** semblent montrer une certaine efficacité sur un rayon assez large (plusieurs centaines de mètres), même si les oiseaux finissent par s'y accoutumer (Bellanger, 2002 cité par ONCFS et SRC Normandie-Mer du Nord, 2005b). Ils représentent cependant une nuisance sonore qui empêche de les utiliser à proximité de zones habitées ou touristiques. Ainsi, un canon à propane avait été mis en place en baie du Mont Saint Michel en 2001 mais avait dû être rapidement enlevé à cause des plaintes reçues de la part des habitants locaux (Bellanger, 2002 cité par ONCFS et SRC Normandie-Mer du Nord, 2005b). Le **tir au fusil** est une méthode classique souvent employée, même si elle montre comme tous les autres moyens une efficacité de court terme du fait de l'accoutumance des oiseaux.

Des méthodes d'**effarouchement visuel** peuvent également être employées et montrer une certaine efficacité. Elles consistent à **provoquer un stimulus visuel inhabituel que les oiseaux associent à un danger** (BFI Usine de triage Lachenaie Ltée et Nove Environnement Inc., 2002).

- Les techniques les plus classiques sont celles qui consistent à disposer des **épouvantails** de diverses formes, humaine ou de rapace notamment (ONCFS et SRC Normandie-Mer du Nord, 2005 ; Gilsorf *et al.*, 2002). Pour prolonger l'efficacité de telles méthodes face à l'accoutumance des oiseaux, il est nécessaire de changer les systèmes de place régulièrement. Certains systèmes, appelés « scary-men » (Scher, 2011 ; Cadiou et Sadoul, 2002 cités par ONCFS et SRC Normandie-Mer du Nord, 2005b), sont des épouvantails gonflables programmés pour se déployer périodiquement.
- L'effarouchement par des systèmes lumineux peut aussi être envisagé. L'utilisation du **fusil laser** a en particulier montré une bonne efficacité sur plusieurs espèces d'oiseaux (Ferri, 1997), avec aucune accoutumance de la part des oiseaux. Il ne peut toutefois être utilisé que dans des conditions particulières avec une luminosité inférieure à 1200 lux, c'est-à-dire à partir de la tombée du jour et jusqu'au matin (Soucaze-Soudat, 1997). Il est donc plus adapté pour un effarouchement dans le cas d'une prédation ayant lieu la nuit.
- L'utilisation de la technique de la **fauconnerie** permet enfin de réaliser un effarouchement à la fois visuel et auditif. Des oiseaux (Faucon sacre, gerfaut ou pèlerin, Buse de Harris, Aigle pêcheur ou des steppes) sont lâchés sur le secteur sur lequel l'effarouchement doit être réalisé et volent à haute altitude avant de piquer sur des leurres agités par les fauconniers. La présence de prédateurs induit un comportement de fuite chez les oiseaux (BFI Usine de triage Lachenaie Ltée et Nove Environnement Inc., 2002). Cette technique a été envisagée par le groupe de travail et le CRC a sollicité à la société Phoenix Effarouchement en 2016 (figure 35). Les limites spatiales et temporelles de ce type d'effarouchement ne permettent pas d'envisager *a priori* une efficacité suffisante de cette solution aux coûts importants.
- Dans la Manche, un **ULM** est utilisé l'hiver pour effaroucher les macreuses et les eiders (passage quatre à cinq fois par jour à quelques mètres au-dessus des bouchots). Si cette méthode est efficace contre ces espèces, elle n'est pas applicable dans le cas du Goéland pour plusieurs raisons. Ce dernier n'a pas le même comportement de fuite (envol des oiseaux de manière dispersée alors que les canards s'enfuient tous dans la même direction), ce qui augmente le risque de collision entre les oiseaux et l'engin et rend l'opération dangereuse pour le pilote. Cela ferait également perdre son sens à l'opération dont le but est d'effaroucher en évitant la destruction des oiseaux. De plus, le vol de l'ULM à si basse altitude en été (saison touristique) serait dangereux pour les personnes présentes à cet endroit et représenterait une nuisance sonore importante.



Figure 35 : Essai d'effarouchement des goélands par un faucon en 2016 sur la côte ouest du Cotentin

Tableau 3 : Détail du nombre de prélèvements de Goéland argenté autorisés en 2017 par secteur et modalités des tirs.

Secteur (département)	Période	Nombre de prélèvements autorisés	Modalités
Archipel des îles Chausey (50)	Du 1 ^{er} août au 31 octobre 2017	60 (+ 20 si la prédation se prolonge)	Tirs réalisés par des agents de l'ONCFS à raison de 20 oiseaux maximum par sortie (adultes uniquement)
Donville (50)		10	
Audinghen – Tardinghen – Oye-Plage – Marck (62)	Du 16 mai 2017 au 1 ^{er} juin 2018	60	Tirs réalisés par les concessionnaires ou leurs ayants-droit
Berck (62)		10	
Dannes (62)		40	
Le Crotoy (80)	Du 7 juin au 15 octobre 2017	238	17 oiseaux par concessionnaire (ou ayant- droit)

Enfin, l'utilisation de **répulsifs chimiques** tels que l'Avitrol® (4-aminopyridine) peut permettre d'entraîner une désorientation et un comportement erratique chez l'oiseau (ONCFS et SRC Normandie-Mer du Nord, 2005b). Mais cette méthode est surtout mise en œuvre pour des problématiques sur les décharges et semble difficilement envisageable sur des coquillages élevés en milieu naturel ouvert (impact sur l'environnement) et qui plus est destinés à l'alimentation humaine.

➤ **Méthodes d'élimination**

Afin de lutter contre l'accoutumance des oiseaux aux différents dispositifs d'effarouchement visant leur dispersion, des **opérations ponctuelles d'élimination** peuvent être mises en œuvre. Deux méthodes peuvent être employées : la **stérilisation des couvées** au sein des colonies, par application d'un film de paraffine sur les œufs (mis en œuvre dans les villes et par exemple à Granville), et le **tir au fusil**. Dans le cas de la lutte contre la prédation par les goélands sur les bouchots, c'est cette deuxième méthode qui est employée. Il est important de noter que **le tir léthal est ici une technique de régulation de prédation et non de population : l'objectif n'est pas de faire diminuer la population de goélands mais bien de renforcer l'effarouchement en « rappelant » aux oiseaux l'existence du danger lié à la détonation.**

En Normandie et Hauts de France comme dans d'autres régions de France, des Arrêtés préfectoraux sont accordés chaque année et autorisent le **prélèvement d'un nombre réduit de goélands argentés** sur les secteurs les plus touchés par la prédation et sur des **périodes définies afin de ne pas gêner la reproduction de l'espèce** (tableau 3). Dans la Manche, un suivi de la population de goélands touchée par les tirs létaux, réalisé à Chausey par le GONm, a montré que de tels tirs, « *dans les conditions dans lesquelles ils sont réalisés* », n'accélèrent pas le déclin déjà observé depuis de nombreuses années du fait de la compétition avec le Goéland marin et « *ne semblent pas avoir un impact direct notable sur les populations nicheuses d'oiseaux* » (Gallien et Debout, 2015).

Actuellement et depuis cinq ans, le nombre maximal de prélèvements autorisés dans la Manche est de **soixante oiseaux à Chausey** (depuis quatre ans, vingt oiseaux supplémentaires peuvent être abattus à l'automne si des prédatons importantes continuent à être observées) et **dix oiseaux à Donville**. **Le nombre de prélèvements par sortie ne doit pas excéder vingt oiseaux**. À Chausey, trois sorties sont organisées entre le 1^{er} août et la mi-septembre à la demande des mytiliculteurs, **lorsque la prédation est importante**. Une quatrième sortie peut être organisée en octobre si la prédation persiste. Depuis le premier arrêté en 2001, les quotas ont été adaptés à plusieurs reprises pour être optimaux entre efficacité d'effarouchement et préservation de la population d'oiseaux. Le **tableau 4** et la **figure 36** représentent l'historique du nombre de prélèvements autorisés depuis 2001.

Les autorisations de tirs ne concernent que les individus adultes de Goéland argenté, afin d'éviter la confusion avec le Goéland brun ou le Goéland marin. Les tirs sont réalisés par des agents de l'ONCFS dans les jours qui suivent un constat de la part des mytiliculteurs d'une importante prédation par les goélands. Plusieurs agents interviennent alors simultanément sur les concessions de l'ensemble de l'archipel afin de créer un dérangement du maximum d'oiseaux possible et d'empêcher qu'ils ne se reportent sur d'autres secteurs. Chaque concession est sillonnée à plusieurs reprises pour y limiter le retour des oiseaux après effarouchement. Les quotas de prélèvements ne sont pas toujours atteints en raison de la difficulté d'abattre les oiseaux ou des conditions météorologiques, mais les agents restent sur la zone pendant toute la durée de la marée et

Tableau 4 : Évolution depuis la première autorisation en 2002 du nombre maximal de Goélands argentés pouvant être abattus à Chausey et du nombre de sorties correspondantes.

Année	Nombre maximal de prélèvements autorisés	Nombre de sorties
2002	300	5
2003	150	3
2004	50	5
2005	50	3
2006	50	3
2007	30	2
2008	30	2
2009	30	2
2010	30	2
2011	40	2
2012	60	3
2013	80 (60 + 20)	3 (+1)
2014	80 (60 + 20)	3 (+1)
2015	80 (60 + 20)	3 (+1)
2016	80 (60 + 20)	3 (+1)
2017	80 (60 + 20)	3 (+1)

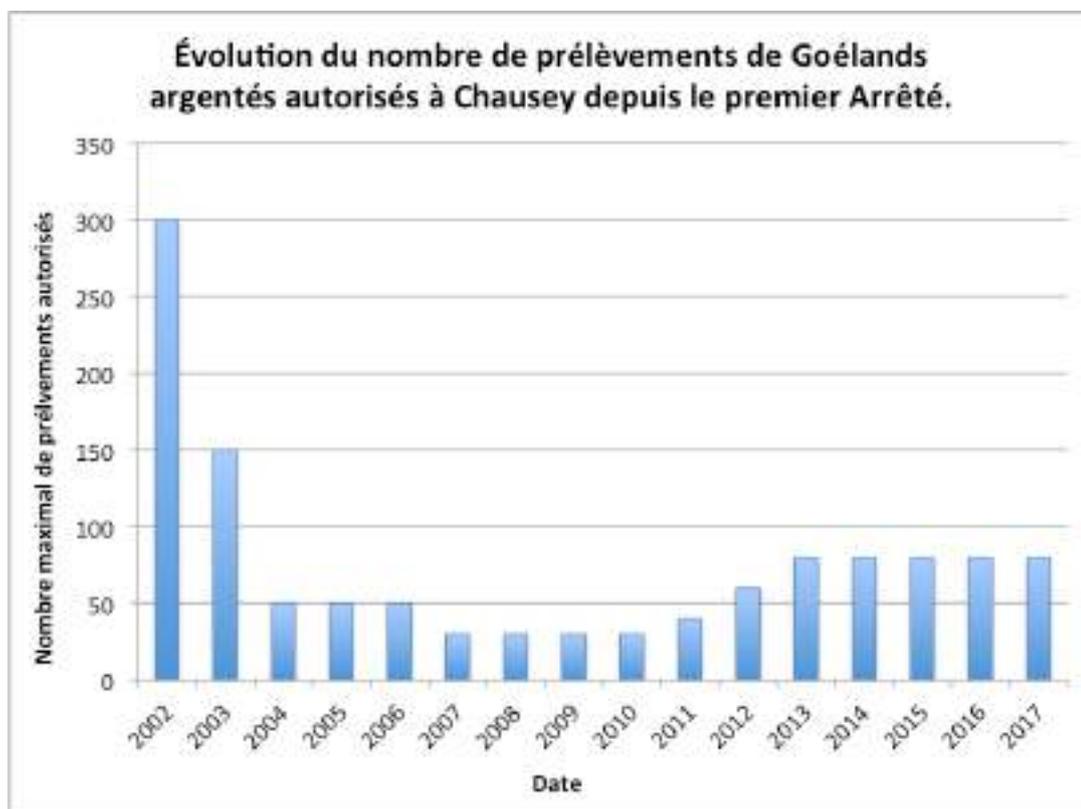


Figure 36 : Représentation graphique de l'évolution des quotas présentés dans le tableau 3.

peuvent combiner des tirs létaux avec des tirs à blanc pour intensifier et prolonger la perturbation (Esclaffer, comme. pers.).

La réalisation de telles opérations est conditionnée par plusieurs facteurs environnementaux. Les tirs doivent avoir lieu en **marée de vive-eau** pour être efficaces, et à une période à laquelle un **grand nombre d'oiseaux** est constaté sur les concessions. Mais la **météorologie** reste le principal facteur limitant puisque les tirs sont effectués depuis un bateau (nécessité d'une bonne visibilité, peu de vent et mer peu agitée pour la sécurité des tireurs et le succès des tirs).

L'amarrage au sommet des pieux des cadavres des oiseaux tirés reste d'après les mytiliculteurs l'une des méthodes les plus efficaces, qui permet de réduire de 100% la fréquentation des bouchots pendant une à deux semaines de marée (d'après les déclarations faites lors des enquêtes). Cette méthode est utilisée dans d'autres régions de France et notamment en Poitou-Charentes (Mille *et al.*, 2017) mais reste peu employée dans des secteurs très touristiques pour des raisons d'acceptabilité sociale. Ici, les Arrêtés préfectoraux rendent obligatoires l'enfouissement des cadavres après un tir létaux ou leur remise à des services référents.

3.4.1.3. *Bilan*

Il ressort de cette synthèse qu'aucune méthode ne montre d'efficacité à long terme pour limiter la prédation des moules par les goélands argentés. L'accoutumance des oiseaux aux différents systèmes implique de devoir combiner plusieurs méthodes avec des dispositifs dont il faut faire varier la fréquence d'action et qu'il faut changer de place (Reinhold et Sloan, 1997)

Afin de mettre en place une méthode de lutte, plusieurs paramètres doivent être pris en compte : le type de milieu (exposition au mauvais temps notamment), l'impact du système sur la production des moules, le prix du système et enfin le temps de travail supplémentaire que son utilisation implique. Les impacts environnementaux des systèmes et notamment l'impact sur les autres espèces qui cohabitent doivent également être considérés. Les enquêtes ont montré que **les systèmes passifs sont de moins en moins utilisés par les mytiliculteurs du fait du mauvais rapport entre leur efficacité, l'effort à fournir pour les mettre en place et les entretenir** (effort financier et en termes de temps de travail supplémentaire) **et la perte de productivité des pieux qu'ils engendrent. À ce jour, dans de nombreuses régions françaises, les méthodes retenues sont donc les tirs à blanc combinés ponctuellement avec des tirs létaux.** Les mytiliculteurs utilisent aussi d'autres méthodes d'effarouchement n'impliquant pas de tir au fusil, telles que l'utilisation de pétards, l'effarouchement par des véhicules (bateau ou 4x4 dans les Hauts-de-France) ou l'effarouchement vocal.

3.4.2. **Évaluation de terrain de l'efficacité des moyens de lutte**

3.4.2.1. *Systèmes passifs*

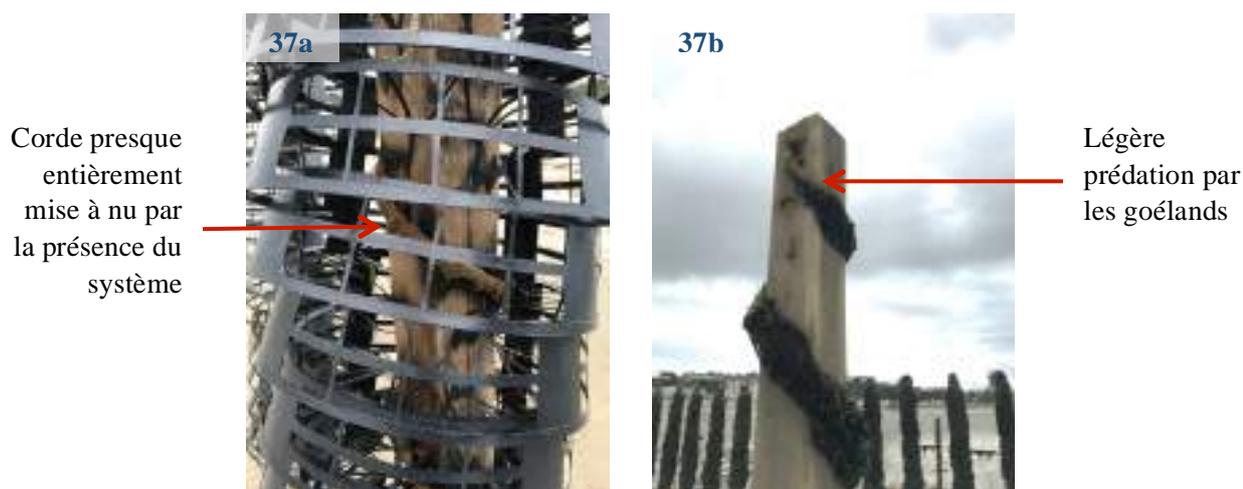
Les systèmes expérimentaux de protection des pieux présentés dans le paragraphe 2.4.3.1. (figure 19, page 16), installés au moment de l'ensemencement des pieux (début juillet 2017) à Chausey et à Donville, ont pu être suivis pendant un mois.

Les effectifs de goélands présents sur les concessions à cette période sont restés faibles par rapport aux années précédentes, mais des prédatations ont tout de même été observées (au Centre de

Tableau 5 : Bilan de l'efficacité des systèmes passifs expérimentés après un mois de présence sur les pieux.

	Centre de l'archipel		Est de l'archipel		Donville		Diminution de la prédation par rapport au témoin*
	Pertes moyennes	Cause	Pertes moyennes	Cause	Pertes moyennes	Cause	
Témoin	40 %	Goélands	8 %	Goélands	3 %	Goélands	
Filet anti-macreuse	40 %	Goélands	1 %	Goélands	2 %	Goélands	- 40 %
Filet anti-eider	3 %	Goélands	0 %	-	1 %	Présence du système	- 98 %
Gaine à dorade	0 %	-	15 %	Présence du système	2 %	Présence du système	- 100 %
Catiprotect	3 %	Présence du système	3 %	Présence du système	60 %	Présence du système	- 100 %

* Ces chiffres représentent la diminution des pertes de naissain dues aux goélands et non des pertes globales observées.



Photos : Amélie Goulard

Figure 37 : Pertes de naissain causées par la présence du Catiprotect (37a) en comparaison avec le témoin (37b)

l'archipel des îles Chausey principalement) et ont permis de comparer l'efficacité des systèmes à protéger les moules des goélands. Une part importante des dégâts observés sur les pieux sont également dus à la présence des systèmes eux-mêmes, qui favorisent le décrochement des moules du pieu par mauvais temps notamment. La moyenne des pertes de production constatées sur les trois répétitions de chacun des systèmes a été calculée pour les trois secteurs et la cause de ces pertes a été déterminée. Les résultats sont présentés dans le [tableau 5](#).

Les résultats semblent montrer l'**efficacité de trois des systèmes contre la prédation** du naissain par les goélands (filet anti-eider, gaine à dorade et Catiprotect). Cependant, les systèmes les plus efficaces (Catiprotect et gaine à dorade) sont aussi ceux qui **causent par ailleurs des pertes importantes du fait de leur simple présence**. En effet ces deux systèmes, du fait de leur rigidité, entraînent par frottement le **décrochement des moules de la corde et leur perte dans le milieu** ([figure 37](#)). Ainsi, à Donville, il a pu être observé jusqu'à 80 % de pertes de naissain sur un pieu équipé de Catiprotect.

Par ailleurs, chacun des filets ne présente qu'une efficacité de court terme. En effet avec leur croissance **les moules passent rapidement au travers des mailles** et sont alors exposées et accessibles aux goélands ([figure 38](#)).

Enfin, la **résistance des systèmes au mauvais temps** est également un paramètre à prendre en compte. En effet, dans la semaine qui a suivi la mise en place des systèmes expérimentaux, l'un des filets anti-eider a été emporté par la mer et un nouveau filet a dû être posé. De même, deux Catiprotect ont souffert du mauvais temps et ne protègent plus l'ensemble du pieu ([figure 39](#)).

3.4.2.2. *Lutte par effarouchement*

➤ **Tirs à blanc**

L'**efficacité d'une opération d'effarouchement peut être mesurée à travers deux éléments : la diminution de la fréquentation des bouchots et l'augmentation de la distance d'approche nécessaire à la mise en fuite des goélands**. Plusieurs opérations d'effarouchement des goélands par tirs à blanc des mytiliculteurs sur leurs concessions ont pu être observées, principalement à Donville. La réaction des goélands à ces opérations a été étudiée (*cf* paragraphe 2.4.3.2.).

Trois types de comportement ont pu être observés au moment du tir en direction d'une concession :

- les oiseaux **se reportent sur une concession voisine** et y reprennent une activité de prédation après quelques minutes
- les oiseaux **quittent les concessions pour aller se poser à proximité de la zone mytilicole** (plage ou rochers) et peuvent revenir sur les concessions après une durée plus ou moins longue
- les oiseaux **quittent définitivement la zone mytilicole** (jusqu'à la fin de la marée)

Les goélands présents sur le secteur visé par les tirs et sur l'ensemble de la zone mytilicole ont été comptés avant et après effarouchement (données de comptage en **annexe 4**). **Il apparaît que**



Photos : Amélie Goulard

Figure 38 : Après seulement quelques semaines, les moules passent au travers des mailles de chacun des filets

38a : Gaine à dorade

38b : Filet anti-macreuse

38c : Filet anti-eider



Photo : Amélie Goulard

Figure 39 : Chute de deux Catiprotect à cause du mauvais temps.

les tirs entraînent une diminution moyenne de 96 % (+/- 9 %) de la fréquentation des bouchots du secteur visé jusqu'à la fin de la journée. En ce qui concerne l'ensemble de la zone mytilicole, c'est une diminution moyenne de 61 % (+/- 31 %) des effectifs de goélands qui a été constatée après les opérations d'effarouchement.

Par ailleurs, il a été observé qu'en marées de vive-eau, lorsque les mytiliculteurs restent sur les concessions pour travailler après un effarouchement, les goélands quittent plus facilement la zone de manière définitive sans se reporter sur les concessions voisines. Ce même phénomène est observé lorsque les tirs ont lieu après une semaine d'effarouchement intensif.

En ce qui concerne la **distance d'approche avant envol** des oiseaux, il n'a été possible de l'évaluer qu'avant les premiers tirs. Les oiseaux ayant quitté le secteur ou s'étant mêlés à d'autres individus n'ayant pas subi d'effarouchement, il n'a pas été possible d'étudier leur réaction à l'approche du bateau dans les premières minutes ou heures ayant suivi les tirs. En revanche, il a pu être observé que **la distance d'approche dépend du nombre d'opérations qui ont été réalisées les jours précédant le moment de l'évaluation**. Aussi, deux cas ont été séparés : première opération après plusieurs jours sans effarouchement d'une part et opération ayant lieu après plusieurs jours d'effarouchement intensif d'autre part.

Dans le premier cas (reprise de l'effarouchement après une période sans), la distance d'approche moyenne nécessaire à l'envol des goélands est de **15 (+/- 7) mètres**. Lorsque l'opération a lieu après une semaine d'effarouchement intensif, en revanche, la distance d'approche est beaucoup plus élevée, avec une moyenne de **92 (+/- 52) mètres**.

Enfin, ce comportement de fuite des goélands à l'approche d'un bateau n'a été observé que dans le cas où il s'agissait d'un bateau appartenant à un mytiliculteur : la distance d'approche nécessaire à l'envol des goélands n'a jamais dépassé quelques mètres dans le cas où il s'agissait d'un bateau de plaisance. Le Goéland argenté semble donc bien avoir une notion d'association entre le danger et sa provenance et semble capable de reconnaître les bateaux « à risque ».

➤ Tirs létaux

L'efficacité des tirs létaux n'a pas pu être étudiée de manière approfondie car la première opération de tirs à Chausey a dû être reportée à plusieurs reprises à cause de la météorologie et du faible nombre d'oiseaux constatés jusqu'à la mi-août (les tirs ne sont réalisés qu'en cas de nécessité).

Il a néanmoins été possible de suivre une opération réalisée à Chausey le 22 août 2017 et au cours de laquelle **vingt oiseaux** ont été abattus (nombre maximal autorisé). Parmi ceux-ci, deux oiseaux bagués ont été identifiés comme provenant de Jersey.

Le comportement des oiseaux pendant l'opération, d'une durée de plus de quatre heures, a pu être observé et il en ressort plusieurs éléments. Il est possible de distinguer **deux types de comportements** : des oiseaux généralement en groupes de 100 à 200 individus pour lesquels la **distance d'approche avant envol est de 75 à 100 mètres** même en début d'opération d'une part et des plus petits groupes de 10 à 20 oiseaux pouvant être **approchés à une vingtaine de mètres** d'autre part ([figure 40a](#)). Cette différence de comportement est observée à chaque opération par les agents de l'ONCFS qui réalisent les tirs (Esclaffer, comm. pers.) et pourrait correspondre à la présence de **deux sous-populations d'oiseaux**. Les oiseaux qui ne se laissent pas approcher appartiennent probablement à la **colonie nicheuse locale** qui est visée chaque année par les tirs. Les



Photos : Amélie Goulard

Figure 40 : Comportement de fuite des goélands pendant l'opération de tirs létaux de Chausey le 22 août 2017 : population locale très farouche et individus se laissant approcher (40a). Les oiseaux les moins farouches sont des migrants, ici de Jersey (40b).

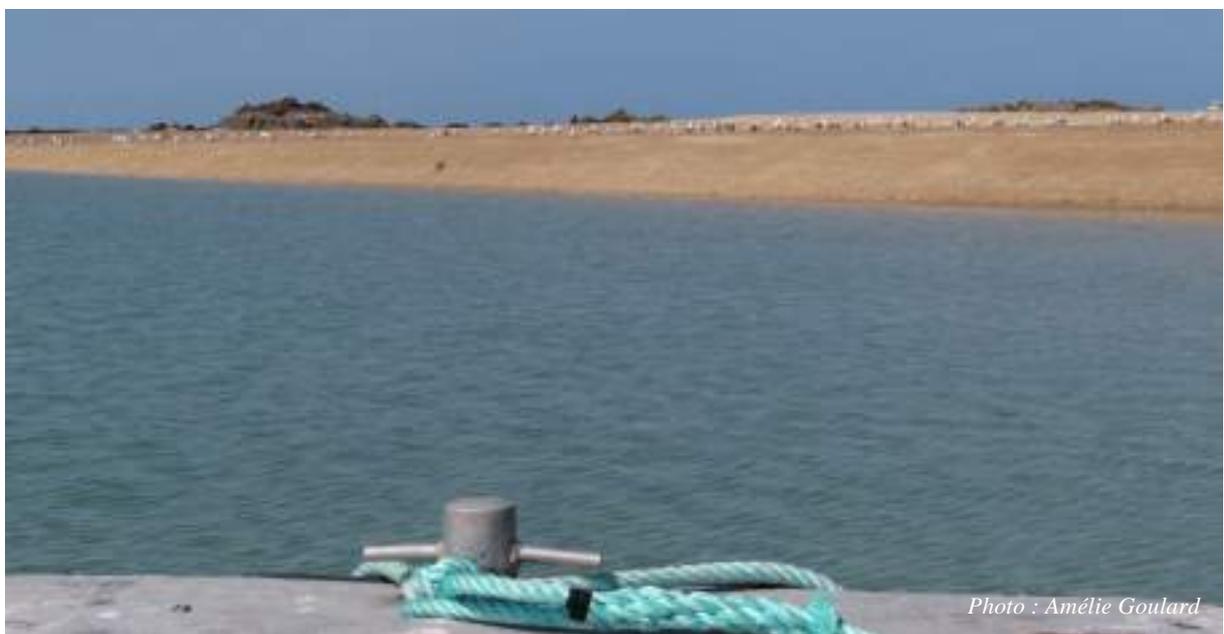


Photo : Amélie Goulard

Figure 41 : Regroupement des goélands par centaines sur les bancs de sables (ici banc de sable de la Canue)

autres individus ont quant à eux été identifiés à plusieurs reprises (oiseaux bagués) comme **provenant de Jersey** (figure 40b).

Il peut par ailleurs être observé une **évolution du comportement des goélands au cours de l'opération**. En début d'opération les oiseaux sont dispersés sur toutes les concessions en groupes de 20 à 70 ou 100 individus. Plus l'opération avance, plus ils **se regroupent en voliers de 100 à 200 individus et se reportent d'une concession à l'autre ou sur les bancs de sables** (figure 41). Certains groupes ont aussi été observés posés sur l'eau à distance des concessions. Une **augmentation conséquente de la distance d'approche** peut également être constatée, **passant de 50 mètres ou moins en début d'opération à plus de 200 mètres en fin d'opération**, quatre heures plus tard. Il en résulte la difficulté voire l'impossibilité d'abattre des oiseaux en fin d'opération, ce qui explique que les quotas ne soient pas toujours atteints et démontre bien l'efficacité de cette méthode. Les données de comptages et d'évaluation des distances d'approche lors de cette opération sont présentées en **annexe 5**.

Il a également été constaté une **différence de comportement entre les individus adultes et les immatures** (et même **particulièrement les juvéniles**). Ainsi les jeunes goélands peuvent être approchés à une distance beaucoup plus faible que les adultes qui sont plus farouches (Esclaffer, comm. pers. ; obs. pers.). Ce constat a également été fait par l'ensemble des mytiliculteurs interrogés en Normandie et Hauts-de-France qui remarquent une dispersion plus difficile des jeunes que des adultes lors de l'effarouchement par tirs à blanc.

Lors de l'abattage d'un goéland, beaucoup de ses congénères ont le comportement typique de s'approcher et de tourner au-dessus de l'oiseau tombé avant de prendre la fuite. Là encore, ce sont souvent les immatures qui se rapprochent tandis que les oiseaux que l'on peut supposer locaux et « habitués » aux tirs fuient plus directement (figure 42). **Cela peut mettre en évidence la capacité des oiseaux à « reconnaître le danger », but recherché de ce type d'opérations**. Le même comportement des oiseaux est observé dans le cas de la suspension de cadavres de goélands en tête de pieu (Esclaffer, comm. pers. ; communications des mytiliculteurs).

Enfin, il a pu être observé que **les autres espèces d'oiseaux présentes sur l'archipel ne semblent pas affectées par les tirs visant les goélands**. Par exemple il a pu être constaté que même en fin d'opération, les sternes (caugek et pierregarin) et des tournepierres à collier (*Arenaria interpres*) ne présentaient pas de comportement d'alerte ou de détresse et pouvaient être approchés à des distances d'une dizaine de mètres.

L'efficacité de l'opération a pu être constatée dans les jours qui ont suivi. En effet si les oiseaux étaient toujours présents sur les concessions (250 individus au total répartis principalement sur les secteurs 4, 5 et 6 de la figure 14), leur **dispersion a été beaucoup plus rapide**, dès deux tirs d'effarouchement, avec une distance d'approche d'une centaine de mètres.

Une **seconde opération de tirs létaux** a été réalisée à Chausey le 5 septembre 2017 (à la marée suivant la première opération) en raison du constat d'effectifs importants de goélands sur les concessions. Lors de cette opération, **treize individus** ont été abattus. Il a été constaté **dès le début de l'opération des distances d'approche avant envol supérieures à 200 m** et l'envol des goélands avant même qu'ils soient à portée de tir (Esclaffer, comm. pers.). L'effet de ces opérations ne se traduit donc pas par une diminution des effectifs de goélands sur les concessions mais bien par un **renforcement de l'efficacité de l'effarouchement**.



Figure 42 : Comportement typique des goélands lors de l’abattage d’un de leurs congénères : tournoiement au-dessus de l’oiseau avant de prendre la fuite.

Tableau 6 : Bilan des observations réalisées lors de l’évaluation de l’efficacité des tirs létaux à Chausey.

Date	Type d’effarouchement	Nombre de goélands présents	Nombre de goélands abattus	Comportement	Distance d’approche avant envol
Du 19 au 21 août	Tirs à blanc	Plusieurs centaines	-	Dispersés	20 à 50 m
22 août	Tirs létaux	Plusieurs centaines	20 oiseaux	Regroupement en grandes bandes en fin d’opération	Début d’opération : 20 à 75 m Fin d’opération : 200 m
27 août	Tirs à blanc	Plusieurs centaines	-	Envol dès l’approche du bateau et les premiers tirs Fuite (départ de la concession)	<u>Avant</u> les tirs : 100 m <u>Après</u> les tirs : 400 m
5 septembre	Tirs létaux	Plusieurs centaines	13 oiseaux	Regroupement en grandes bandes dès le début de l’opération	> 200 m dès le début de l’opération

Le [tableau 6](#) fait le bilan des observations réalisées lors des l'évaluation de l'efficacité des tirs létaux.

4. Discussion, perspectives et préconisations

4.1. Caractérisation du comportement du Goéland argenté sur les concessions mytilicoles

4.1.1. Saisonnalité des prédatons et évolution des effectifs de Goéland argenté sur les concessions au cours d'une marée

Les enquêtes des mytiliculteurs et les observations de terrain ont permis de caractériser le comportement du Goéland argenté sur les parcs mytilicoles à la fois temporellement (saison des prédatons, types de marées et stades de marées) et spatialement (secteurs les plus touchés au sein d'une zone mytilicole ou au sein des concessions, partie des pieux exposée à la prédation). Les résultats font comprendre les raisons pour lesquelles la prédation par les goélands est impactante pour les mytiliculteurs.

Il ressort que le Goéland argenté exerce une prédation principalement en **période estivale**. Les goélands sont observables toute l'année sur les concessions mytilicoles, mais entre fin novembre et début avril les effectifs sont suffisamment faibles pour que le niveau de prédation soit acceptable pour les mytiliculteurs. Les retours des questionnaires envoyés ces dernières années par le CRC Normandie-Mer du Nord à l'ensemble de la profession mytilicole de sa compétence territoriale ont pu confirmer que si les goélands sont présents toute l'année, des prédatons importantes liées à une augmentation des effectifs n'ont lieu **qu'entre mai et septembre et particulièrement à partir de juillet**. La **saisonnalité** de la prédation par les goélands a également été mise en évidence **dans les autres régions mytilicoles de France** telles que la Bretagne, les Pays de la Loire et la Charente-Maritime (Mille *et al.*, 2017).

L'importance du niveau de prédation observée en période estivale s'explique par différents éléments. La première raison est **l'augmentation des effectifs de goélands argentés présents sur les concessions à partir d'avril**. En effet si en hiver seuls les nicheurs locaux, sédentaires, sont présents, ils sont rejoints au printemps par des « clubs » d'immaturs erratiques sur le point d'intégrer une colonie et à partir de juillet et août par des individus plus nordiques en migration post-nuptiale (Nepveu, 2002 ; BirdLife International, 2017). D'après Debout (2005), les oiseaux présents sur le secteur des bouchots de la côte occidentale du Cotentin sont originaires de Chausey, de Jersey, et plus rarement de Guernesey. De plus, à partir de fin juillet, les juvéniles (jeunes de l'année à l'envol) sont aussi visibles sur les zones mytilicoles (Gallien, comm. pers. ; obs. pers.).

Or **l'augmentation du nombre d'oiseaux par les mouvements naturels des populations coïncide avec la période d'ensemencement des bouchots** par les mytiliculteurs. Les goélands semblent préférer le **naissain** au moules adultes. L'hypothèse qui peut être faite pour expliquer cela est que le **naissain est plus facile à consommer** : le byssus encore peu développé rend la fixation des moules au pieu plus fragile et ces dernières sont plus faciles à avaler du fait de leur petite taille. La dépense énergétique à fournir lors de la prédation est donc plus faible et cela peut également expliquer que le **débit de prédation** soit plus important sur le **naissain** que sur les moules adultes (*cf* paragraphe 3.2.2.2.).

Enfin le Goéland argenté est une **espèce grégaire** (Richards, 1990 ; Snow et Perrin, 1998 ; cités par BirdLife International, 2017), dont les individus, dans le cas des zones mytilicoles, se concentrent sur certaines parties de concessions ou même sur certaines rangées de pieux. C'est ce comportement qui explique que le Goéland argenté soit une espèce préoccupante pour les mytiliculteurs : si les oiseaux étaient dispersés il pourrait y avoir un effet de « dilution des pertes ». Mais le groupement des effectifs sur les bouchots de quelques mytiliculteurs les rend très impactants pour ces derniers et implique que même de faibles effectifs observés à l'échelle d'une large zone mytilicole peuvent causer des dégâts importants pour certains exploitants (jusqu'à un quart de la production pour les plus touchés).

En résumé, **la combinaison du nombre de goélands, de leur comportement grégaire et de la quantité de moules qu'ils sont capables de consommer explique l'importance des dégâts** qu'ils peuvent causer sur le **naissain** dans les concessions qu'ils touchent, en **période estivale**.

C'est bien au moment de l'ensemencement des pieux qu'il faut être le plus vigilant vis-à-vis de la protection des concessions contre les goélands, que ce soit par des méthodes passives de protection des pieux ou des méthodes actives d'effarouchement des oiseaux.

Dans le cas de l'effarouchement, il est important de réaliser les opérations **en début de marée** (entre 1h30 et 30 minutes avant la basse-mer), au moment où les effectifs de goélands sont les plus importants, de façon à **déranger un maximum d'individus**.

Les observations à Chausey et Donville ont permis de montrer que les **effectifs de goélands sont très variables d'un endroit à un autre** et que **les individus observés n'appartiennent pas aux mêmes populations**.

Ainsi, à Donville, la prédation est en grande partie exercée par des individus **immatures** dont il est difficile de connaître la provenance. Les adultes observés, en revanche, appartiennent probablement à la **population nicheuse de la ville de Granville**, située à moins de cinq kilomètres de la zone mytilicole.

À Chausey, il a pu être observé que la population qui exerce une prédation au Centre de l'archipel n'est pas la même que celles de l'Est de l'archipel. Si les individus observés au centre, uniquement des adultes, appartiennent à la **colonie nicheuse de Chausey**, ceux de l'Est de l'archipel sont en partie des immatures qui peuvent provenir de la côte, située à une quinzaine de kilomètres. La distance entre un dortoir et un lieu d'alimentation peut en effet s'élever à plus de quarante kilomètres (Svensson *et al.*, 2015 ; BirdLife International, 2017).

Il est possible d'avancer que **les populations observées sur chacun des secteurs sont les mêmes tout au long de la période de prédation** (même si d'autres individus rejoignent ceux déjà présents) **mais également d'une année sur l'autre**. En effet le **Goéland argenté est connu pour être fidèle à un site d'alimentation** (Shamoon-Baranes et Von Loon, 2006 cités par BirdLife International, 2017).

En ce qui concerne la méthode utilisée pour réaliser les comptages de goélands sur les concessions, il faut noter que la variabilité du nombre d'oiseaux d'un secteur à l'autre en fonction des jours d'observations ou même du stade de marée (les oiseaux se déplacent en fonction de la hauteur d'eau et de la présence des mytiliculteurs sur une concession) **rend nécessaire le contrôle**

simultané de toutes les concessions. La distance élevée entre le point d'observation et les concessions (nécessaire pour avoir une visibilité de toutes les concessions), combinée au fait que les oiseaux exercent une prédation en nageant entre les pieux, rend impossible d'affirmer que le nombre d'oiseaux comptés correspond au nombre réel d'oiseaux présents. Il faut donc considérer les effectifs présentés comme le **nombre minimal d'oiseaux présents**. Ce problème avait déjà été soulevé par des agents du Conservatoire du Littoral et de la DDTM lors de constats officiels de prédation à Chausey, en 2014 notamment (DDTM et Conservatoire du Littoral, 2014). Ces constats avaient cependant mis en évidence la présence de cinquante à cent goélands sur une concession du Centre de l'archipel et de cent cinquante oiseaux sur une concession de l'Est de l'archipel.

4.1.2. Évolution locale des populations de Goéland argenté et de la prédation des moules

Les analyses ont été réalisées à Chausey et Donville uniquement car il s'agit des deux secteurs de Normandie sur lesquels la prédation par le Goéland est la plus importante et pour lesquels une lutte active est nécessaire. Ainsi les bilans annuels réalisés par le CRC Normandie-Mer du Nord et joints chaque année au dossier de demande des Arrêtés mettent en évidence la présence d'effectifs importants de goélands argentés causant des prédatons uniquement sur les secteurs mytilicoles du Sud-Sienne (sur une distance d'une vingtaine de kilomètres au nord de Donville). **Sur les autres secteurs, les pertes de production par les goélands sont nulles ou négligeables pour les concessionnaires, inférieures à 5 % de leur production.** Sur les différents secteurs mytilicoles du Sud-Sienne (Annville, Lingreville, Bricqueville, Coudeville et Donville), des effectifs de plusieurs centaines de goélands sont observés chaque année.

Il est possible de supposer que la proximité de la ville portuaire de Granville est à l'origine de cette répartition spatiale des oiseaux. Il n'a pas été constaté d'augmentation ou de diminution du nombre de couples nicheurs à Granville depuis 2010 (Alamargot, comm. pers.), mais **plusieurs dizaines voire centaines d'individus non nicheurs de goélands argentés sont régulièrement observés dans le port, notamment à marée haute et par mauvais temps** (Alamargot, comm. pers.). Cela justifie bien que **la proximité de Granville représente une ressource alimentaire** pour les goélands lorsque les bouchots ne sont pas accessibles et **peut expliquer la concentration des oiseaux sur les secteurs mytilicoles voisins** par rapport aux autres secteurs normands.

Dans le cas des Hauts-de-France, ce sont plusieurs centaines à plusieurs milliers de goélands argentés qui peuvent être observés sur les concessions et cela s'explique par la proximité de décharges à ciel ouvert telles que celle de Dannes ou de friches industrielles comme celles de Boulogne-sur-mer ou de Calais (Ward, comm. pers.).

4.2. Évaluation de l'impact économique de la prédation par le Goéland argenté sur les entreprises mytilicoles

Les informations collectées lors des enquêtes des mytiliculteurs et les évaluations de terrain ont permis de quantifier les dégâts causés par le Goéland argenté pendant la saison de production 2016-2017 sur les secteurs mytilicoles de Donville et de Chausey. Pour estimer les pertes de production, de nombreuses contraintes ont dû être prises en compte et il a été nécessaire de faire un certain nombre d'approximations qui réduisent la fiabilité des résultats.

4.2.1. Approximations appliquées dans les calculs de pertes de production

L'évaluation des pertes de moules de taille commercialisable est très complexe notamment en raison du nombre de paramètres intervenant dans la croissance des moules qui devraient être pris en compte (origine du naissain, emplacement des moules sur les pieux ou des pieux sur l'estran...). Le choix a ici été fait de ne prendre ces paramètres en compte que partiellement, notamment dans le calcul de la longueur moyenne et de la densité moyenne des moules à l'échelle d'une concession. De plus, les traces de prédation (zones d'absence de moules) ont été recensées de façon exhaustive seulement sur une rangée de chacune des classes déterminées et une extrapolation a été faite à l'ensemble des rangées de la concession, ce qui induit un biais supplémentaire. Enfin, la principale limite de cette méthode apparaît dans le fait que les déplacements naturels des moules sur le pieu (Didierlaurent *et al.*, 2014) n'ont pas été pris en compte. En effet, lorsqu'un espace se crée sur un pieu, il est rapidement comblé par les moules voisines de cet espace et une zone d'absence de moules causée par une prédation de Goéland peut disparaître en quelques jours. Le recensement des traces de prédation à un instant *t* ne prend donc pas en compte toutes celles qui ont pu être recolonisées par les moules du pieu et disparaître tout au long de la saison.

Mais les biais de cette méthode restent tout de même à relativiser au regard de la négligeabilité de ce type de pertes par rapport à la production totale des concessionnaires. **Les mytiliculteurs eux-mêmes conviennent que même si le phénomène de prédation des moules adultes, toute l'année, tend à prendre de l'importance, les pertes engendrées ne sont pas impactantes économiquement.**

En ce qui concerne les pertes de naissain, **des approximations ont été réalisées dans la prise en compte du réensemencement.** Cette pratique permet de pallier les pertes dues aux goélands mais aussi aux autres prédateurs tels que les crabes, les araignées ou les canards. Parmi les pieux réensemencés, dont le nombre a été communiqué par les mytiliculteurs, **la part de pieux réellement réensemencés à cause du goéland n'a pas pu être calculée.** L'hypothèse qui a été faite, selon laquelle les goélands avaient causé en moyenne une perte de 25% sur chacun des pieux réensemencés, introduit un biais non négligeable dans l'estimation. **Pour pallier cette difficulté, il serait nécessaire de réaliser deux évaluations au cours de la saison de production :** la première avant le réensemencement (ou avant chacun des réensemencements si plusieurs sont effectués) et la seconde en fin de saison, avant la cueillette. Le nombre de pieux réensemencés et la valeur moyenne de 25% ne seraient alors plus utilisés dans le calcul et le résultat gagnerait en précision.

Cependant **les valeurs calculées concordent avec les valeurs déclarées par les mytiliculteurs lors des enquêtes**. Malgré les approximations qui ont été réalisées, il est donc possible d'avancer que les chiffres obtenus restent proches de la réalité même s'ils ne peuvent être considérés que comme des estimations. **Inversement, cela permet de justifier les méthodes d'estimation utilisées par les mytiliculteurs**. Ces derniers estiment leurs pertes en utilisant la hauteur de moules manquantes sur les pieux et en comparant les rendements de pieux intacts et de pieux touchés par une prédation des goélands (le rendement correspond au poids net de moules par pieu). Il s'agit donc d'une méthode très similaire à celle utilisée ici et qui ne tient compte que des pertes de naissain. Si leur méthode n'implique pas un recensement exhaustif des pieux touchés par la prédation, elle reste précise du fait de leur présence sur les concessions toute l'année et de leur **connaissance du terrain** (suivi de la présence des différents prédateurs tout au long de l'année, observation des pertes « en temps réel », connaissance d'événements exceptionnels, météorologiques ou liés l'environnement par exemple, qui pourraient survenir et biaiser une évaluation à un instant donné).

En conclusion, **l'évaluation des pertes de production dues à la prédation par les goélands peut bien se réduire à la simple évaluation des pertes de naissain** qui interviennent en période estivale.

Par la suite, il semble possible de continuer à obtenir les données concernant les pertes de production grâce aux déclarations des mytiliculteurs. Il conviendra d'optimiser l'enquête en ciblant les pertes de naissain par une évaluation du linéaire de cordes perdu et réensemencé. Il devra être conservé une évaluation des pertes de moules adultes en cas de dégâts exceptionnels sur celles-ci. Toutefois, si des évaluations de terrain doivent être réalisées, il serait de réaliser deux évaluations en début de cycle de production (dans les deux mois qui suivent l'ensemencement des pieux) afin de connaître le nombre exact de pieux ayant subi des prédatations par le Goéland argenté et la part de corde ayant été consommée.

4.2.2. Types de pertes auxquels doivent faire face les producteurs de moules

Une proposition de protocole d'estimation des pertes de moules de bouchot (ONCFS et SRC Normandie-Mer du Nord, 2005c) a mis en avant les différents types de pertes auxquels étaient confrontés les producteurs de moules à cause de la prédation par les goélands :

- les **pertes sèches**, qui peuvent être exprimées en quantités finies :
 - tonnage (exemple : nombre de tonnes de moules adultes consommées)
 - heures (exemple : temps passé à des manipulations supplémentaires)
 - cordes à naissain (nombre de cordes perdues)
- les **pertes en valeur d'avenir**, qui correspondent à un **manque à gagner** et qui s'appliquent lorsque la prédation a lieu pendant la croissance des moules et peut avoir un impact sur la production future.

Les pertes de production calculées ici correspondent en réalité à des pertes en valeur d'avenir. Elles peuvent donc difficilement être considérées comme un équivalent de production vendue et directement transposées à des pertes financières. En effet, s'il est considéré que le naissain consommé par les goélands doit donner des moules qui seront ensuite commercialisées, il ne faut pas oublier que **l'ensemble des jeunes moules présentes sur une corde n'arrive pas à une taille marchande** du fait de la compétition entre elles sur le pieu (Mille *et al.*, 2017). Ainsi certaines subiront une mortalité naturelle tandis que d'autres seront éliminées à la cueillette par calibrage (seules les moules d'une épaisseur supérieure à 12 mm sont retenues). La fraction commercialisable à l'issue de la récolte, c'est-à-dire la part de moules d'une épaisseur supérieure à 12 mm sur un pieu de moules arrivées à maturité, peut être connu et est de l'ordre de 70 à 80% selon les origines de captage du naissain (Blin *et al.*, 2004).

En ce qui concerne les **pertes sèches**, il a été montré que les pertes de moules adultes étaient négligeables. Il a cependant été possible de mettre en évidence l'existence **de coûts indirects** principalement liés à la lutte contre la prédation, que ce soit par la prévention des pertes (réensemencement des pieux) ou par la mise en œuvre de moyens de protection des bouchots (lutte passive ou active). Ces coûts se traduisent par des heures de travail supplémentaire ou par le prix du matériel utilisé et s'apparentent alors à des pertes sèches.

Les coûts induits uniquement par la prédation par les goélands restent difficilement quantifiables (le coût du réensemencement notamment découle à la fois de la prédation par le Goéland et par d'autres espèces), mais il apparaît que **la lutte passive est très coûteuse pour les mytiliculteurs**, que ce soit en temps de travail supplémentaire (mise en place et entretien), en prix du matériel ou encore en risque de pertes de production dues à la présence du système. Le coût de la lutte active peut quant à lui se réduire à du temps de travail supplémentaire.

En dernier lieu, il est important de préciser que **toutes les pertes calculées sont constatées malgré l'emploi de moyens de lutte actifs et passifs**. S'il n'y avait pas d'effarouchement ou de lutte passive, on peut donc supposer que les dégâts seraient beaucoup plus importants. D'après les mytiliculteurs, **ils pourraient s'élever à 50 à 90 % de pertes de naissain** sur les pieux touchés.

L'impact financier de la prédation des moules par le Goéland argenté se définit bien par le bilan entre les pertes de production (pertes en valeur d'avenir) et le coût financier de la mise en œuvre des moyens de lutte (pertes sèches).

Cependant, la **valeur des pertes de production calculée ici ne peut pas encore être utilisée dans le calcul de l'impact financier réel** puisqu'il est à ce stade encore difficile d'associer une valeur financière à des pertes intervenant en début de cycle de production et qui ne correspondent pas nécessairement au manque à gagner réel observé après la cueillette.

4.3. Évaluation des moyens de lutte et de leur efficacité

L'étude bibliographique a mis en évidence l'existence de **nombreux moyens de lutte contre la prédation des moules par le Goéland argenté**. Cependant ces systèmes sont souvent dérivés de méthodes employées pour la lutte contre les oiseaux dans d'autres domaines (aéronautique, autres types de cultures...) et ne sont **pas toujours applicables** ici. Chausey et la côte occidentale du

Cotentin, qui sont les secteurs les plus touchés par la prédation dans la Manche, ont la particularité d'être des **zones mytilicoles étendues** et pour le cas de Chausey très **exposées aux conditions météorologiques**, ce qui rend certains systèmes inutilisables. Les mêmes problèmes sont rencontrés dans les Hauts-de-France.

4.3.1. Analyse des systèmes de lutte passive

Les systèmes expérimentaux de protection des pieux contre les goélands mis en place à Donville et Chausey n'ont pu être suivis que pendant un mois, courte durée au regard de la durée du cycle de production de la moule de bouchot. Il a tout de même été possible de comparer l'efficacité des différents systèmes à protéger le naissain ainsi que leur impact sur le début de la croissance des moules.

Les systèmes **rigides** (Catiprotect et gaine à dorade) semblent être **plus efficaces à réduire la prédation** que les systèmes de type **filet souple**. Cela confirme un constat qui avait été fait dans le cadre de l'étude de l'impact sur la productivité mytilicole de systèmes passifs similaires réalisée par le SMEL (Blin *et al.*, 2013). Les résultats sont néanmoins à relativiser car **le nombre de répétitions est faible** (trois pieux équipés pour chaque système sur chacun des trois secteurs, soit neuf pieux par système au total) et **les pieux n'ont pas été exposés à une forte pression de prédation** si on considère le nombre d'oiseaux présents sur les concessions au moment du suivi.

Le problème de **l'impact des systèmes sur la production de moules** peut cependant être soulevé car des dégâts ont pu être constatés sur les pieux équipés. À ce stade du cycle de production, seules les pertes de naissain peuvent être appréciées mais montrent que les systèmes ne sont pas adaptés à tous les secteurs et que **les systèmes rigides notamment peuvent causer plus de dégâts qu'ils ne protègent les pieux**. Le **Catiprotect**, particulièrement, demande à être mis en place dans des endroits très protégés du mauvais temps et **ne peut pas être envisagé sur la côte ouest de la Manche** (dégâts constatés par la présente étude à Donville et par Blin *et al.* (2013) à la pointe d'Agon et sur le secteur d'Anneville).

En ce qui concerne la production finale de moules et la qualité de ces dernières sur les pieux équipés des différents systèmes, les résultats ne pourront être obtenus que lors de la cueillette en 2018. Les éléments suivants pourront alors être mesurés et comparés pour chacun des systèmes et avec les pieux témoins :

- poids brut et poids net de moules par pieu
- longueur moyenne des moules
- taux de remplissage des moules (mesurés en poids sec selon l'indice de Wayne et Mann)

L'étude du SMEL (Blin *et al.*, 2013) avait montré sur d'autres secteurs de Chausey et de la côte ouest de la Manche que **le filet souple est celui qui entrave le moins la croissance des moules** : **longueur moyenne** de 43,7 (+/- 0,7) mm contre 41,1 (+/-0,7) mm sous Catiprotect et 41,7 (+/- 0,7) mm sous filet rigide et **taux de remplissage** de 189‰ (+/- 4‰) contre 179‰ (+/- 13‰) sous Catiprotect et 173‰ (+/- 7‰) sous filet rigide dans le cas du secteur d'Anneville. De même, à Anneville, le **poids net de moules sur pieu** était le plus élevé sous filet souple (45 kg de moules par pieu contre 43 kg/pieu sous filet rigide et 27 kg/pieu sous Catiprotect). En revanche, **dans des endroits très abrités** (exemple des Huguenans à Chausey), **le Catiprotect présente les meilleures performances**, avec une efficacité maximale contre la prédation, un poids net largement supérieur

au témoin (42 kg/pieu avec Catiprotect contre 39 kg/pieu témoin), des longueurs moyennes identiques (42,5 (+/- 0,7) mm) et un meilleur taux de remplissage (298‰ (+/- 4‰) sous Catiprotect contre 178‰ (+/- 19‰) sur les pieux témoins).

Le problème de l'exposition au mauvais temps est non seulement à prendre en compte pour des raisons de productivité mais également pour des raisons environnementales. Des systèmes trop peu résistants aux conditions météorologiques risquent en effet d'être emportés et perdus dans le milieu (ce qui a été le cas avec l'un des filets anti-eider mis en place à l'Est de l'archipel) et constituent une **pollution supplémentaire du milieu marin**, déjà préoccupante de nos jours.

Il aurait été intéressant de pouvoir observer le comportement des goélands en présence des différents systèmes afin de comprendre en quoi chaque filet est efficace ou non (délaissement des pieux équipés par les oiseaux ou échec de la prédation par exemple) et d'en optimiser l'utilisation, mais une fois de plus le faible nombre d'oiseaux présents au moment du suivi a empêché d'étudier cet aspect.

Enfin, l'étude de terrain a mis en évidence une **efficacité des systèmes à protéger les moules limitée dans le temps** puisque ces dernières passent très rapidement au travers des mailles et deviennent accessibles aux goélands.

L'utilisation de systèmes passifs de protection des pieux contre la prédation par le Goéland argenté dépend de l'équilibre entre leur efficacité à empêcher les oiseaux d'accéder aux moules, leur impact sur la productivité des pieux et leur coût de mise en place et d'entretien. Tous les systèmes ne sont pas adaptés à tous les secteurs, et les systèmes rigides notamment, pourtant les plus efficaces, doivent être installés dans des endroits peu exposés au mauvais temps.

Il apparaît que les systèmes qui entravent le moins les performances de croissance des moules (filets souples) sont aussi ceux qui sont les moins efficaces. **L'efficacité des systèmes à réduire la prédation est donc à relativiser par rapport à leur efficience**, c'est-à-dire par rapport au prix et à l'effort nécessaires à leur mise en place ainsi qu'aux conséquences engendrées pour la production.

Tous ces éléments permettent de comprendre la réticence de certains mytiliculteurs à utiliser de tels systèmes, réticence qui résulte la plupart du temps d'essais infructueux. La plupart des producteurs qui utilisent actuellement des systèmes passifs optimisent d'ailleurs leur utilisation en n'équipant que les parties des pieux et des concessions les plus exposées aux goélands (moitié haute

4.3.2. Analyse de la lutte active

Les résultats de terrain qui concernent les effarouchements par tirs à blanc et tirs létaux ont permis d'étudier leur efficacité à limiter la prédation des moules par le Goéland argenté. Les données chiffrées concernant la fréquentation aviaire des bouchots avant et après effarouchement (*cf* paragraphe 3.4.2.2.) sont à employer avec prudence car peu de répétitions ont pu être réalisées, toujours pour la même raison de la faiblesse des effectifs de goélands sur les concessions, qui ne justifiaient pas de réaliser des effarouchements. **Toutes les observations réalisées ont néanmoins**

confirmé les constats réalisés par tous les mytiliculteurs et par les agents de l'ONCFS chargés des opérations de tirs létaux.

Les différents essais de lutte par effarouchement qui ont pu être réalisés dans la Manche, dans d'autres régions de France et à l'étranger ont révélé la nécessité de prendre en compte de nombreuses contraintes. La principale est **l'accoutumance des oiseaux aux différents systèmes d'effarouchement**, si aucun danger n'y est associé. Plusieurs méthodes ont ainsi dû être rejetées à cause de leur inefficacité sur le long terme (exemple des canons à gaz, des balises sonores ou des épouvantails). L'étude bibliographique et les enquêtes ont mis en évidence que **pour prolonger l'efficacité de l'effarouchement les systèmes utilisés doivent être mobiles et agir à des fréquences variables.**

Par ailleurs le fait de se trouver dans un milieu faisant partie d'un patrimoine à forte attractivité touristique induit d'autres contraintes, telles que le **maintien de la sécurité des personnes** et **l'absence de nuisances sonores**. L'emploi de certaines méthodes se voit donc limité par leur acceptabilité sociale (exemple des canons à gaz cités par Bellanger (2002, cité par ONCFS et SRC Normandie-Mer du Nord, 2005b) ou de l'amarrage de cadavres de goélands en tête de pieu). Dans le cas de Chausey il faut également prendre en compte le fait qu'il s'agisse d'une Réserve de Cultures Marines (RCM) et d'une Zone de Protection Spéciale (ZPS) pour les oiseaux. **Les méthodes appliquées ne doivent donc pas constituer un dérangement des autres espèces fréquentant le site** et ayant permis sa désignation en ZPS.

Les évaluations de terrain ont permis de prouver que **l'effarouchement par tirs à blanc est efficace au moins à court terme** car il permet de **faire fuir presque la totalité des oiseaux présents sur le secteur visé pour toute la durée de la marée**. Il a été constaté par les mytiliculteurs (et les observations de terrain l'ont confirmé) que la répétition d'opérations d'effarouchement de manière intensive pendant toute une semaine de marée permettait d'en augmenter fortement l'efficacité : les oiseaux se dispersent alors plus rapidement et plus facilement et délaissent les bouchots dès l'arrivée des mytiliculteurs. Cela rejoint les conclusions de Littauer *et al.* (1997) qui déclarent qu' « *un programme d'effarouchement doit être intensif et agressif pour être fructueux* » et que « *lorsque la pression de prédation par les oiseaux est à son maximum, les opérations d'effarouchement doivent être menées sept jours sur sept* ».

Dans le cas des tirs à blanc comme des tirs létaux, il a pu être remarqué l'impossibilité d'empêcher complètement les oiseaux de revenir sur les concessions et il reste toujours, quelle que soit l'agressivité de l'opération, de faibles effectifs dans les bouchots. Ce constat avait déjà été relaté dans diverses études menées sur l'effarouchement pour réduire la déprédation aviaire en aquaculture (Littauer *et al.*, 1997 ; Reinhold et Sloan, 1997 ; Gilsdorf *et al.*, 2002). Néanmoins, **l'efficacité de l'effarouchement est constatée par l'augmentation de la distance d'approche nécessaire à l'envol des oiseaux.**

Ainsi, **la répétition des effarouchements** tout au long d'une saison de prédation (pour les tirs à blanc), mais également d'une année sur l'autre (pour les tirs létaux), présente une efficacité à réduire la prédation qui se justifie par un certain nombre de constats concernant les différentes réactions des goélands en fonction des populations auxquelles ils appartiennent. Tout d'abord, il a pu être observé (Esclaffer, comm. pers. ; obs. pers.) que **les adultes nicheurs locaux réagissent très rapidement aux tirs létaux** (augmentation de la distance d'approche dès les premiers tirs, adoption immédiate d'un comportement de fuite) tandis que les individus identifiés comme migrants et les juvéniles sont peu farouches et peuvent montrer un comportement de curiosité (survol du bateau

après abattage d'un goéland par exemple). Cela confirme la notion de « **reconnaissance du danger** » de la part d'individus qui sont habitués à s'alimenter sur les moulières. **La pratique de l'effarouchement de manière intensive prend également tout son sens dans le fait que les goélands développent des habitudes d'alimentation et que les individus observés sur les différentes concessions sont toujours les mêmes** au cours d'une saison ou même d'une année sur l'autre (*cf* paragraphe 4.1.1. ; Shamoan-Baranes et Von Loon, 2006 cités par BirdLife International, 2017). Il a également pu être constaté, dans le cas des tirs létaux comme des tirs à blanc, que les goélands semblent capables d'identifier les bateaux « à risque » et sont plus prompts à fuir à l'approche d'un bateau de mytiliculteur que d'un bateau de plaisance (Esclaffer, comm. pers. ; déclarations des mytiliculteurs lors des enquêtes ; obs. pers.). Autrement dit, même si les goélands s'accoutument aux tirs, **la répétition des effarouchements permet d'entretenir leur méfiance vis-à-vis des mytiliculteurs et de faciliter leur mise en fuite.**

Cependant, l'efficacité des effarouchements par tirs à blanc reste de **court terme** du fait de l'**accoutumance** des goélands au dérangement. Leurs effets (augmentation de la distance d'approche et de la facilité à disperser les oiseaux) ne sont donc visibles que pendant une semaine de marée, et ce si les tirs restent intensifs. En revanche, **les opérations de tirs létaux ont des effets visibles sur plusieurs semaines** : les oiseaux restent très farouches même après une semaine de mortes-eaux et peuvent être mis en fuite par la simple présence des mytiliculteurs sur les concessions, avant même que des tirs ne soient réalisés. **Cet élément est intéressant pour les professionnels car ils peuvent alors réduire la pression des effarouchements par tirs à blanc** (moins de cartouches tirées et moins de temps passé à l'effarouchement). Cela peut également présenter un intérêt vis-à-vis du classement du site en ZPS, la réduction des tirs entraînant alors une **diminution de la perturbation potentielle des autres espèces d'oiseaux fréquentant la zone** (même si d'après Gallien et Debout (2015) les tirs ne nuisent pas à leur conservation).

La principale limite de la pratique de l'effarouchement est le report des populations d'oiseaux et donc de la prédation d'un secteur à l'autre. Ce comportement s'observe quelle que soit la méthode d'effarouchement, qu'il soit accompagné de destruction d'individus ou non, et est **inévitable** avec les espèces aviaires et notamment les goélands qui sont des espèces difficiles à disperser (Littauer *et al.*, 1997). Pour optimiser l'effarouchement il est donc nécessaire de réaliser des opérations simultanément sur toutes les concessions concernées. **Il serait cependant possible d'utiliser le report des populations à des fins de lutte contre la prédation, en utilisant la stratégie du « *push and pull* »** évoquée dans le paragraphe 1.3.2. (Mansson et Nilson, 2014 cités par Salvi, 2014) et qui a été démontrée comme efficace dans le cas des Flamants roses (Béchet et Berson, 2007), des Grues cendrées (Salvi, 2014) et des Bernaches nonettes (Percival *et al.*, 1997). Il pourrait ainsi être envisagé de créer une concession de quelques lignes de bouchots, qui serait entretenue de manière collaborative par les mytiliculteurs du secteur et qui serait laissée sans aucun moyen de protection. L'effarouchement sur les concessions des alentours mais pas sur celle-ci permettrait d'y reporter les goélands. Cette possibilité reste toutefois à relativiser car il n'est actuellement pas envisageable dans la Manche de créer de nouvelles concessions, pour des raisons d'épuisement des ressources du milieu (la notion de capacité de support du milieu, qui correspond à la quantité de moules pouvant être produites dans celui-ci, est évoquée dans le Schéma des structures des exploitations de cultures marines (Préfet de la Manche, 2005) et est actuellement à son maximum). De plus, sachant que les goélands consomment principalement du naissain, la nécessité de s'assurer que suffisamment de pieux sont disponibles suffisamment longtemps pour eux risquerait de rendre cette méthode contraignante et aux coûts élevés. En revanche, **le maintien des zones de**

dépôt de moules sous-taille sur l'estran correspondrait à cette stratégie et pourrait montrer une réelle efficacité à réduire la prédation des moules par les goélands.

La destruction de faune qui impacte des activités ou la santé humaine a toujours été controversée et **acceptée socialement uniquement dans le cas où la recherche d'autres méthodes non létales reste infructueuse** (Reiter et al., 1999 cité par Gilsdorf et al., 2002). Aujourd'hui dans le cas du Goéland argenté, l'emploi des tirs létaux est une méthode de plus en plus contestée pour des raisons éthiques et environnementales (question de la préservation d'une espèce dont les populations sont en déclin). Cependant il s'agit à ce jour de la seule méthode qui apparaît comme optimale, montrant une bonne efficacité au regard des coûts de mise en œuvre. En ce qui concerne l'impact des tirs sur la dynamique de population de l'espèce, il a été montré par le GONm qu'ils n'amplifient pas le déclin déjà existant pour d'autres raisons. De plus, il a été évoqué par le CSRPN (conseil dont l'avis est nécessaire pour l'obtention des autorisations de tirs et d'effarouchement) que *« même s'il est atteint, le nombre maximum d'individus sujets à ces tirs létaux [...] n'est pas de nature à modifier l'état de conservation de la population de goélands argentés sur l'archipel de Chausey. Par ailleurs, le fait que les tirs létaux soient assurés par des agents de l'ONCFS permet d'être confiants sur le respect de l'effectif maximal d'animaux détruits »* (CSRPN, 2017).

Dans la plupart des cas de déprédation des cultures par la faune, et c'est le cas ici aussi, l'objectif n'est pas d'éradiquer le phénomène par destruction de l'espèce mais simplement de ramener les dégâts à un niveau tolérable pour les producteurs (Gilsdorf *et al.*, 2002). Aussi *« la première fonction de la lutte létale est de renforcer et d'améliorer les méthodes de lutte non létales »* (Reinhold et Sloan, 1997). Malgré le maintien des opérations de destruction, l'adaptation des quotas au cours des vingt dernières années dénote bien la mesure de la part de tous les acteurs impliqués avec la volonté de trouver un compromis pour arriver à un optimum entre préservation des populations de Goéland argenté et limitation à un niveau acceptable de l'impact de l'espèce sur l'activité mytilicole.

En résumé, pour assurer et prolonger l'efficacité de l'effarouchement et pour limiter le risque de report des oiseaux d'une concession à l'autre, **il est nécessaire d'effaroucher de manière intensive sur l'ensemble du secteur mytilicole dès que des prédatations sont constatées**. L'efficacité de l'effarouchement est maximale quand ce dernier a lieu en début de marée et que les mytiliculteurs restent sur le secteur visé pour y travailler à la suite de l'opération.

Quand cela est réalisable, il est important de **ne pas négliger les périodes de mortes-eaux** qui sont pour les concessions situées en haut d'estran des **moments de forte vulnérabilité à la prédation par les goélands**.

Enfin, **l'efficacité des tirs létaux** peut encore être **accrue et prolongée** par la réalisation **d'effarouchements par tirs à blanc dans les jours qui suivent l'opération**.

Il ressort de tous ces éléments que la même conclusion s'applique dans le cas de la lutte passive et dans celui de la lutte active, à savoir que **le choix des systèmes de lutte doit être réfléchi en fonction non seulement de leur efficacité à réduire la prédation mais également en fonction des contraintes du milieu et de l'effort à fournir pour les mettre en œuvre** (effort en termes de travail supplémentaire et effort financier). Dans le cas où cela est réalisable et où les coûts de mise en œuvre sont acceptables, la meilleure méthode semble la **combinaison de systèmes passifs et de tirs d'effarouchement ponctuellement renforcés par des tirs létaux**.

CONCLUSION

La nuisance de la faune et particulièrement de l'avifaune en agriculture est un problème rencontré depuis l'Antiquité et qui malgré toutes les avancées des connaissances et les avancées techniques reste très difficilement maîtrisé. La déprédation aviaire est un phénomène qu'il ne sera jamais possible d'éradiquer, ce dont il faut avoir conscience. Les producteurs l'ont compris et il n'est plus question de faire disparaître une espèce qui porte préjudice mais de la gérer de façon raisonnée et intégrée pour en limiter son impact.

Pour pouvoir appliquer des méthodes de lutte optimales contre une espèce, il est nécessaire de connaître au préalable son réel impact sur les producteurs qu'elle touche. Dans le cas de la prédation des moules par le Goéland argenté, il a été montré que si l'espèce reste une préoccupation mineure pour quelques entreprises, elle représente pour les mytiliculteurs les plus touchés une source de pertes économiques non négligeables qui, ajoutées aux pertes dues à la mortalité et aux autres prédateurs, deviennent de moins en moins acceptables. **Ces pertes économiques se traduisent par le bilan des pertes de production** (qui peuvent s'élever à plus de 20 % de la production totale) **et des coûts induits par la prédation** (mise en œuvre des moyens de lutte et réparation des pieux, augmentation du temps de travail, nécessité de main d'œuvre, augmentation de la pénibilité du travail et perte de qualité du produit) **et justifient la nécessité de mettre en œuvre des mesures de lutte contre le phénomène de prédation.**

De nombreuses méthodes de lutte contre la prédation par les goélands existent et ont été testées depuis plusieurs dizaines d'années dans différentes régions mytilicoles de France, qu'il s'agisse de méthodes passives comme la protection des pieux ou de méthodes actives telles que l'effarouchement des oiseaux. **Les systèmes passifs sont le plus souvent peu efficaces au regard des contraintes qu'ils représentent** (prix, ralentissement de la croissance des moules, temps et main d'œuvre nécessaires à leur mise en place et entretien, pollution du milieu...). **Les systèmes de lutte active sont quant à eux contraints par le phénomène d'accoutumance rapide des goélands.** La seule méthode qui donne actuellement satisfaction au regard de **l'équilibre entre efficacité et coût de mise en œuvre** reste donc l'effarouchement par tirs à blanc, renforcé ponctuellement par des tirs létaux.

Il convient enfin de ne pas négliger l'état des populations du Goéland argenté, qui sont en déclin depuis la fin des années 1990 et qui justifient son statut d'espèce protégée, **classée « espèce quasi-menacée » sur la Liste rouge des oiseaux nicheurs de France métropolitaine de 2016.** Néanmoins, un **réel effort de concertation et de collaboration entre les différents acteurs à l'échelle de la région** (services de l'État, professionnels, organismes de protection de la nature, *etc.*) a pu être constaté en Normandie comme dans les Hauts-de-France, qui a abouti à **l'emploi de méthodes mesurées** (d'ailleurs susceptibles d'être adaptées au constat de toute évolution) **et reconnues comme n'affectant actuellement pas la dynamique de population du Goéland argenté.**

Les évolutions de la prédation des moules par les goélands restent toutefois à surveiller, de même que l'efficacité et l'impact des méthodes de lutte. L'avifaune est en effet sensible au changement climatique et une évolution du comportement des goélands pourrait à terme remettre en question ou au contraire amplifier les constats et conclusions établis aujourd'hui.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alamargot J., Groupe Ornithologique Normand, communication personnelle le 11 juillet 2017.
- Basuyaux O., Forêt M., Chataigner C., 2011. Étude et cartographie de *Mytilicola intestinalis* sur les côtes du département de la Manche. SMEL/CE-prod/2011-01, Blainville-sur-Mer, SMEL, 34 pages.
- Basuyaux O., Buret R., Laisney N., Jacquette J.M., 2012. Prédation par les perceurs dans le secteur conchylicole de la pointe d'Agon à Gouville-sur-Mer. SMEL/CE-Prod/2012-02, Blainville-sur-Mer, SMEL, 38 pages.
- Baxter A.T., Allan J.R., 2008. Use of lethal control to reduce habituation to blank rounds by scavenging birds. *Journal of Wildlife Management*, 72(7), 1653-1657.
- Beadman H., Caldwell R., Kaiser M., Willows R., 2003. How to toughen up your mussels: using mussel shell morphological plasticity to reduce predation losses. *Marine Biology*, 142(3), 487-494.
- Béchemin C., Soletchnik P., Polsenaere P., Le Moine O., Pernet F., Protat M., Fuhrman M., Quéré C., Goullitquer S., Corporeau C., Lapègue S., Travers A., Morgua B., Garrigues M., Garcia C., Haffner P., Dubreuil C., Faury N., Baillon L., Baud J.P., Renault T., 2015. Épisodes de mortalité massive des moules bleues observés en 2014 dans les Pertuis Charentais. *Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation*, 67, 6-9.
- Béchet A., Berson M., 2007. Développement et optimisation d'un modèle de gestion durable pour la maîtrise des incursions de Flamants roses dans les rizières de Camargue. Rapport d'activités 2007. Le Sambuc, Tour du Valat, 44 pages.
- BFI Usine de triage Lachenaie Ltée, Nove Environnement Inc., 2002. Bilan des connaissances, Contrôle des goélands. BFI environnement, 116 pages.
- BirdLife International, 2016 [en ligne]. *Larus argentatus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2016*. Disponible sur : <http://www.iucnredlist.org/details/62030608/0>, consulté le 29 août 2017.
- BirdLife International, 2017 [en ligne]. Species factsheet: *Larus argentatus*. Disponible sur : <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/european-herring-gull-larus-argentatus/text>. Consulté le 18 août 2017.
- Blin J.L., SMEL, communication personnelle le 5 mai 2017.
- Blin J.L., Pien S., Richard O., 2004a. Étude de validation d'outils méthodologiques en vue de la mise en place d'un réseau de suivi de la production mytilicole Bas-Normande. Résultats 2002-2003. SMEL/CE-prod/2004-03, Blainville-sur-mer, SMEL, 29 pages.
- Blin J.L., Pien S. Richard O., 2004b. Suivi sur pieu de la production mytilicole Bas-Normande. Résultats 2003-2004. Étude préliminaire d'un suivi de productivité standard. SMEL/CE-prod/2004-04, Blainville-sur-mer, SMEL, 32 pages
- Blin J.L., Savary M., Gauquelin T., Lefebvre V., 2013. Impact sur la productivité mytilicole de systèmes passifs de protection contre la prédation par les oiseaux. SMEL/CE-prod/2013-07, SMEL et CRC Normandie-Mer du Nord, 8 pages.
- Blin J.L., Moal S., Petinay S., 2017. Suivis de la production mytilicole Bas-Normande. Résultats du cycle 2015-2016. SMEL/CE-prod/2016-01, Blainville-sur-mer, SMEL, 59 pages.
- Blokpoel H., Tessier G.D., 1987. Control of ring-billed gull colonies at urban and industrial sites in Southern Ontario, Canada. *Third Eastern Wildlife Damage Control Conference, 1987*, Paper 2, 11 pages.
- Bosch M., Oro D., Cantos F.J., Zabala M., 2000. Short-term effect of culling on the ecology and population dynamics of the yellow-legged gull. *Journal of Applied Ecology*, 37-2, 369-385.
- Bourvic A., Couepel V., Salaun J., 2013. Plan de contrôle du cahier des charges de la Spécialité Traditionnelle Garantie

« moule de bouchot », CERTIS (organisme certificateur), 22-23.

- Bricout C., Loubat P., Vallade A., Micol T., 2015. Étude de la déprédation aviaire sur les exploitations mytilicoles au sein de la Réserve Naturelle Nationale de Moëze-Oléron. Rapport intermédiaire. Ligue pour la Protection des Oiseaux, 75 pages.
- Cadiou B., Monnat J.Y., Pons J.M., 1997. Les goélands argentés : problèmes urbains. Dans : Clergeau P. Coord. Oiseaux à risques en ville et en campagne : vers une gestion intégrée des populations ? Quae, Paris, INRA, 69-83.
- Cadiou B., Yésou P., 2006. Évolution des populations de goélands bruns, argentés et marin *L. fuscus*, *L. argentatus* et *L. marinus* dans l'archipel de Molène (Bretagne, France) : bilan de 50 ans de suivi des colonies. *Revue d'Écologie (La Terre et la Vie)*, 61, 159-173.
- Camberlain G., 1980. Méthodes d'effrayement du Goéland argenté appliquées à la protection de la mytiliculture dans les Côtes du Nord. *Bull. Mens. Off. Nat. Chasse, spec. Sci. Tech.*, 261-267.
- CEN-LR et SIEL, 2006. La problématique du Goéland leucophée *Larus michaellis* sur les étangs palavasiens, Test d'un dispositif d'effarouchement sur deux sites des étangs palavasiens et réflexions sur les actions futures. Document de travail, CEN-LR et SIEL, 12 pages.
- Conseil d'état, 2016. Code de l'Environnement, article L411-2 du 10 août 2016 [en ligne]. Disponible sur : https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do;jsessionid=367943A8EBF34088A4E3F7C5AA8DF635.tpdila07v_2?idArticle=LEGIARTI000033034252&cidTexte=LEGITEXT000006074220&dateTexte=20170407, consulté le 7 avril 2017.
- CNC, 2014a. Comité National de la Conchyliculture [en ligne]. Les régions de production. Disponible sur : <http://www.cnc-france.com/Les-regions-de-production.aspx>, consulté le 20 août 2017.
- CNC, 2014b. Comité National de la Conchyliculture [en ligne]. Disponible sur : <http://www.cnc-france.com/Le-CNC.aspx>, consulté le 4 avril 2017.
- CNC, 2014c. Moules de bouchot, Spécialité Traditionnelle Garantie [en ligne]. Disponible sur : <http://www.moulesdebouchot.fr/decouvrir/elevage-de-moules/>, consulté le 3 avril 2017.
- CRC Normandie-Mer du Nord, 2015a. Effarouchement par les mytiliculteurs des macreuses et des eiders, oiseaux prédateurs de moules de bouchot, sur l'archipel des Îles Chausey et les Côtes de la Manche entre avril 2014 et avril 2015. CRC Normandie-Mer du Nord, 13 pages.
- CRC Normandie-Mer du Nord, 2015b. Effarouchement par les conchyliculteurs des Goélands argentés, prédateurs de moules de bouchot et de palourdes sur l'archipel de Îles Chausey entre janvier 2014 et décembre 2014. CRC Normandie-Mer du Nord, 19 pages.
- CSRPN, 2017. Avenant à l'avis émis par l'expert délégué à l'issue de la délibération du CSRPN du 20 mars 2017, Dommages aux biens et activités – tirs létaux Chausey, référence ONAGRE projet – demande 2015-05-23x00505 – 2015-00505-034-003.
- Dardignac-Corbeil M.J., 1994. Estimation des biomasses de moules (*Mytilus edulis* L.) en élevage dans les bouchots du Pertuis Breton. Évolution entre 1988 et 1993. RIDRV 94, L'Houmeau, IFREMER, 16 pages.
- DDTM et Conservatoire du Littoral, 2014. Compte-rendu d'observations sur Chausey, 4 pages. Dans : CRC Normandie-Mer du Nord, 2015. Demandes d'autorisations d'effarouchement et de tirs à blanc des goélands argentés sur l'archipel des îles Chausey, annexe 3.
- Debout G., 2005. Les goélands et les moules. Caen, Groupe Ornithologique Normand, 54 pages.
- Didierlaurent S., Lamare V., Müller Y., 2014. *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758. DORIS [en ligne]. Disponible sur : <http://doris.ffessm.fr/Especes/Moule-commune3>, consulté le 17 mai 2017.
- Duval J., 1993. Les oiseaux nuisibles aux cultures [en ligne]. Disponible sur : <http://eap.mcgill.ca/agrobio/ab360-05.htm>, consulté le 18 avril 2017.
- Ernoul L., Mesléard F., Béchet A., 2012. Diagnostic de l'échec de la contractualisation des mesures agri-environnementales pour réduire les incursions des Flamants dans les rizières de Camargue (France). *VertigO* -

la revue électronique en sciences de l'environnement [en ligne], 12(1). Disponible sur : <http://vertigo.revues.org/12112>, consulté le 10 avril 2017.

- Esclaffier H., Inspecteur de l'environnement, Cellule technique, Délégation inter-régionale Hauts-de-France et Normandie, communication personnelle le 31 mars 2017.
- Esclaffier H., Inspecteur de l'environnement, Cellule technique, Délégation inter-régionale Hauts-de-France et Normandie, communication personnelle le 9 septembre 2017.
- Ferri M., 1997. Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) scaring tests in Italy during winter of 1995-96, *The Cormorant in conflict between nature protection and fish farming*, Königswartha/Saxony, Allemagne, 4 pages.
- Gallien F., Debout G., 2015. Note sur l'impact des effarouchements et des tirs létaux de Goéland argenté sur l'avifaune dans l'archipel des îles Chausey. Groupe Ornithologique Normand, 4 pages.
- Giltsdorf J.M., Hygnstrom S.E., VerCauteren K.C., 2002. Use of Frightening Devices in Wildlife Damage Management. *Integrated Pest Management Reviews*, 7(1), 29-45.
- Glahn J.F., Werner S.J., Hanson T., Engle C.R., 2000a. Cormorant Depredation Losses and their Prevention at Catfish Farms: Economic Considerations. *Human Conflicts with Wildlife: Economic Considerations*, Paper 17, 10 pages.
- Glahn J.F., Tobin M.E., Blackwell B.F., 2000b. A Science-Based Initiative to Manage Double-Crested Cormorant Damage to Southern Aquaculture. *USDA National Wildlife Research Center – Staff Publications*, Paper 532, 38 pages.
- Glahn J.F., Reinhold D.S., Sloan C.A., 2000c. Recent population trends of double-crested cormorants wintering in the Delta Region of Mississippi: Responses to roost dispersal and removal under a recent depredation order. *Waterbirds*, 23(1), 38-44.
- Gouletquer P., Joly J.P., Le Gagneur E., Ruelle F., 1995. La mytiliculture dans la Manche, Biomasses en élevage et croissance de *Mytilus edulis* L., RIDRV 95.01 RA/PORT-EN-BESSIN, Port-en-Bessin, IFREMER, 83 pages.
- Hilgerloh G., 1998. Are Blue Mussels *Mytilus edulis* important prey for Herring Gulls *Larus argentatus* after a 20 year decline in mussel stocks? Investigations on Spiekeroog. *Sula*, 12(3), 81-88.
- Hilgerloh G., 1999. Predation pressure by birds on mussels. Dans : Adams N.J., Slotow R.H., 1999. *Proc. 22 International Ornithological Congress*, Durban, BirdLife South Africa, Johannesburg, 2345-2352.
- Hilgerloh G., Herlyn M., Michaelis H., 1997. The influence of predation by herring gulls *Larus argentatus* and oystercatchers *Haematopus ostralegus* on a newly established mussel *Mytilus edulis* bed in autumn and winter. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 51, 173-189.
- His E., Cantin C., 1995. Biologie et physiologie des coquillages. R.INT.DEL/95.06/ARCACHON, Arcachon, Ifremer, 118 pages.
- Ifremer Environnement, 2009. Les Crépidules. Disponible sur : http://envlit.ifremer.fr/index.php/region/basse_normandie/etudes_specifiques/les_crepidules, consulté le 13 juin 2017.
- Ifremer Environnement, 2014. Phytoplancton et phycotoxines, Le Réseau Phytoplanctonique REPHY. Disponible sur : http://envlit.ifremer.fr/index.php/region/basse_normandie/qualite/phytoplancton_et_phycotoxines/le_reseau_de_suivi, consulté le 31/05/2017.
- IFREMER, 2016a. Réseau microbiologique : le REMI. Disponible sur : <http://wwz.ifremer.fr/lern/Observations/Environnement/Microbiologie-REMI>, consulté le 31/05/2017.
- IFREMER, 2016b. Biogéochimie et Écotoxicologie, Coordination ROCCH. Disponible sur : <https://wwz.ifremer.fr/pollution/Laboratoires-et-cellules-d-expertise/Coordination-ROCCH>, consulté le 31/05/2017.
- Kaplan J., Lenormand C., Comba D., 1972. La protection des régimes de dattier contre les attaques aviaires. *Fruits*, 27(6), 439-444.

- Kirby J.S., 1996. Cormorants *Phalacrocorax carbo* as fish predators: An appraisal of their conservation and management in Great Britain. *Biological Conservation*, 75(2), 191-199.
- Kubetzki U., Garthe S., 2003. Distribution, Diet and Habitat Selection by Four Sympatrically Breeding Gull Species in the South-Eastern North Sea. *Marine Biology*, 143, 199-207.
- Littauer G.A., Glahn J.F., Reinhold D.S., Brunson M.W., 1997. Control of bird predation at aquaculture facilities: strategies and cost estimates. Southern Regional Aquaculture Center, Publication 402, 4 pages.
- Lubet P., Dardignac M.J., 1976. Technologie de la mytiliculture. *Haliotis*, 5, 154-172.
- MAAF, 2017. Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection [en ligne]. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000021384277>, consulté le 30 mars 2017.
- Migot P., 1987. Dynamique de population du goéland argenté en Bretagne, application à la gestion de l'espèce. *Revue d'Écologie (La Terre et la Vie)*, Suppl. 4, 183-187.
- Mille D., Bodin P., Oudot G., Massieu A., Geay A., Morelle C.M., Doussal E., Baudet F., Baudet T., Gaboriau C., Ibars A., Oudin M., 2017. Étude de la déprédation aviaire sur les bouchots d'élevage mytilicole de Boyard. Volet productivité des études collaboratives CREA-LPO menées pour le compte du CRC Poitou-Charente. Bilan de deux saisons d'étude. CREA, 55 pages.
- Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, 2014. Observation et statistiques [en ligne], L'essentiel sur la conchyliculture. Disponible sur : <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/ar/319/1186/conchyliculture.html>, consulté le 4 avril 2017.
- Nepveu C., 2002. Les espèces animales et végétales susceptibles de proliférer dans les milieux aquatiques et subaquatiques : fiches espèces animales. Agence de l'Eau Artois-Picardie, 164-172.
- Nogues L., Gangnery A., 2008. Évaluation des stocks mytilicoles de Basse-Normandie en 2006. RST.LERN/08-09. Brest, IFREMER, 75 pages.
- Observatoire de la biodiversité et du patrimoine naturel en Bretagne, 2008. La sargasse (*Sargassum muticum*). Disponible sur : <http://www.observatoire-biodiversite-bretagne.fr/especes-invasives/Faune-et-flore-marines/Flore-marine/La-sargasse-Sargassum-muticum>, consulté le 13 juin 2017.
- ONCFS et SRC Normandie-Mer du Nord, 2005a. Les oiseaux prédateurs de moules de bouchot dans le département de la Manche. Synthèse bibliographique, Phénologie du Goéland argenté et données complémentaires sur l'Eider à duvet et la macreuse noire. ONCFS, SRC Normandie-Mer du Nord, 64 pages.
- ONCFS et SRC Normandie-Mer du Nord, 2005b. Les oiseaux prédateurs de moules de bouchot dans le département de la Manche. Synthèse technique, Analyse des moyens de lutte. ONCFS, SRC Normandie-Mer du Nord, 24 pages.
- ONCFS et SRC Normandie-Mer du Nord, 2005c. Les oiseaux prédateurs de moules de bouchot dans le département de la Manche. Protocole d'estimation des pertes. ONCFS, SRC Normandie-Mer du Nord, 12 pages.
- Percival S.M., Halpin Y., Housto D.C., 1997. Managing the distribution of barnacle geese on Islay, Scotland, through deliberate human disturbance. *Biological conservation*, 82(3), 273-277.
- Pien S., Brebion J., Jacquette J.M., Rusig A.M., Lefebvre V., Dehail M., Mussio I., Maine L., 2016. Étude de l'algue invasive *Sargassum muticum* en vue d'une exploitation et d'une valorisation en Normandie. SMEL, 56 pages.
- Pons J.M., 2002. Goéland argenté *Larus argentatus*. Dans : Cadiou B., Pons J.M., Yésou P., 2002. Oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (1960-2000). Rapport au Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, G.I.S. Oiseaux Marins, Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, 70-74.
- Préfet de la Manche, 2005. Arrêté N°04-04-621 modifié par N°05-1047 du 1^{er} juin 2005 portant schéma des structures des exploitations de cultures marines du département de la Manche. Direction des libertés publiques, de la réglementation et de l'environnement, 12 pages.

- Préfet de la Manche, 2017. Arrêtés n°SRN/UAPPPA/2017-00505-034-003-(1à4) portant autorisation de procéder à des opérations d'effarouchement et de tirs létaux sur les zones conchylicoles de Granville, Donville-les-bains, Bréville-sur-mer, Coudeville-sur-mer et Chausey. Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Normandie, 16 pages.
- Préfet Maritime de l'Atlantique, 2017. Domaine Public Maritime. Disponible sur : <https://www.premar-atlantique.gouv.fr/intervenir/domaine-public-maritime-dpm.html>, consulté le 25 mai 2017.
- Préfet du Pas-de-Calais, 2017. Arrêté préfectoral portant dérogation au titre de l'article L411-2 du Code de l'Environnement en vue de protéger les zones mytilicoles sur bouchot de la prédation par les Goélands argentés (*Larus argentatus*), Direction départementale des territoires et de la mer, 4 pages.
- Reinhold D.S., Sloan C.A., 1997. Strategies to Reduce Double-Crested Cormorant Depredation at Aquaculture Facilities in Mississippi. *Symposium on Double-Crested Cormorants: Population Status and Management Issues in the Midwest*, Paper 10, 9 pages.
- Robert S., Soletchnik P., Le Moine O., Zanker S., 2007. Bilan d'étude sur la croissance de la moule (*Mytilus edulis*) sur bouchots et filières dans les Pertuis Charentais entre 2000 et 2005. Réseau REMOULA. ODE/LERPC/rapport/2012, La Tremblade, IFREMER, 38 pages.
- Rome M.S., Ellis J.C., 2004. Foraging Ecology and Interactions between Herring Gulls and Great black-backed Gulls in New England. *Waterbirds*, 27(2), 200-210.
- Salvi A., 2014. Grues cendrées et agriculture. DREAL Lorraine, Lorraine Information Naturaliste, 57 pages.
- Scher O., 2011. Impact des méthodes de gestion des colonies de goéland leucopnée. Dans : Conservatoire du Littoral, Acte du séminaire de Conservation des laro-limicoles sur le littoral méditerranéen français. Life+ENVOLL, La Bêlue, 30-33.
- Severac G., Siegwart M., 2013. Protection Alt'Carpo, nouvelles études sur trois ans. *Phytoma-La Défense des végétaux*, 668, 33-37.
- Soucaze-Soudat J.D., 1997. A means of scaring birds: the laser gun. Description and application to cormorant and other birds, *The Cormorant in conflict between nature protection and fish farming*, Königswartha/Saxony, Allemagne, 5 pages.
- Svensson L., Mullarney K., Zetterström D., 2015. Le guide ornitho. Le guide le plus complet des oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Delachaux et Niestlé, Paris, France, 446 pages.
- Thomas Y., Mazurié J., Bouget J.F., Pouvreau S., Bacher C., Gohin F., 2006. Modélisation de la croissance des moules *Mytilus edulis* en fonction des pratiques culturales et de données environnementales, Application aux résultats de 2003-2004 en Baie du mont Saint Michel. R.INT./LER-MPL/06-16, Saint-Malo, IFREMER, 44 pages.
- Treca B., 1985. Les possibilités de lutte contre les oiseaux d'eau pour protéger les rizières en Afrique de l'Ouest. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 32, 191-213.
- UICN France, MNHN, LPO, SEOF, ONCFS, 2016. La Liste rouge des espèces menacées en France, Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris, France, p.14.
- Ward A., Groupe Ornithologique du Nord, communications personnelles le 21 avril 2017 et le 30 mai 2017.
- Washburn B.E., Bernhardt G.E., Kutschbach-Brohl L., Chipman R.B., Francoeur L.C., 2013. Foraging Ecology of Four Gull Species at a Coastal-Urban Interface. *The Condor*, 115(1), 67-76.
- Yésou P., 2003. Le Goéland argenté : *Larus argentatus* Pontoppidan, 1763. Dans : Pascal M., Lorvelec O., Vigne J.D., Keith P., Clergeau P., 2003. Évolution holocène de la faune de Vertébrés de France : invasions et disparitions. INRA, CNRS, MNHN, Rapport au Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (Direction de la Nature et des Paysages), Paris, France, 215-219.
- Yésou P., Cadiou B., Pons J.M., 2005. Les grands changements dans l'avifaune marine nicheuse française au cours du XX^e siècle. *Aves* n°42(1-2), 81-90.

Annexe 1 : Tableaux de données des effectifs totaux de Goélands argentés comptés à Donville et Chausey

Donville-les-bains

Date	Coefficient de marée	Scan 1	Scan 2	Scan 3	Scan 4	Effectifs moyens	Écart-type	Nombre maximal de goélands
24/05/17	93	61	68	40	NA	56	15	68
26/05/17	107	5	NA	NA	NA	5	NA	5
01/06/17	58	28	65	47	NA	47	19	65
02/06/17	51	13	40	56	56	41	20	56
09/06/17	76	30	50	24	16	30	15	50
13/06/17	69	29	42	35	24	32	8	42
15/06/17	58	30	51	38	49	42	10	51
19/06/17	55	51	47	61	66	56	9	66
22/06/17	87	6	12	16	NA	11	5	16
01/07/17	55	NA	NA	67	NA	67	NA	67
11/07/17	78	8	6	NA	NA	7	1	8
13/07/17	74	NA	0	NA	NA	0	NA	0
17/07/17	56	0	1	3	NA	1	2	3

Centre de l'archipel des îles Chausey

Date	Coefficient de marée	Scan 1	Scan 2	Scan 3	Scan 4	Nombre moyen de goélands sur le secteur	Écart-type	Nombre maximal de goélands sur le secteur	Scan auquel le maximum a été observé
15/05/17	64	NA	NA	80	NA	80	NA	80	3
23/05/17	81	68	55	25	NA	49	22	68	1
08/06/17	73	23	23	15	0	15	11	23	1
20/06/17	64	NA	50	25	22	32	15	50	2
26/06/17	100	0	1	1	0	0	1	1	2
10/07/17	77	23	0	0	1	6	11	23	1
24/07/17	101	20	NA	NA	NA	20	NA	20	1

Est de l'archipel des îles Chausey

Date	Coefficient de marée	Scan 1	Scan 2	Scan 3	Scan 4	Nombre moyen de goélands sur l'ensemble des secteurs 2 à 6	Écart-type	Nombre maximal de goélands sur l'ensemble des secteurs 2 à 6	Scan auquel le maximum a été observé
15/05/17	64	191	221	221	NA	196	43	221	2
29/05/17	89	193	NA	NA	NA	219	NA	219	1
12/06/17	73	NA	313	230	NA	272	59	313	2
23/06/17	85	NA	95	NA	136	199	147	303	4
25/06/17	103	388	NA	NA	NA	564	NA	564	1
12/07/17	77	35	NA	24	NA	66	79	157	2
25/07/17	100	105	NA	NA	NA	105	NA	105	1

Annexe 2 : Tableaux de données des pourcentages par secteur des effectifs totaux de Goélands argentés comptés à Donville et Chausey.

Donville-les-bains

Date	Coefficient de marée	Effectif maximum observé sur le secteur ce jour	Pourcentage de goélands en secteurs 1 et 2 au scan 1	Pourcentage de goélands en secteurs 1 et 2 au scan 2	Pourcentage de goélands en secteur 6 au scan 2	Pourcentage de goélands en secteurs 1 et 2 au scan 3	Pourcentage de goélands en secteur 6 au scan 3
24/05/17	93	68	67	59	41	0	75
26/05/17	107	5	100	NA	NA	NA	NA
01/06/17	58	65	100	100	NA	100	NA
02/06/17	51	56	100	100	NA	79	0
09/06/17	76	50	100	66	10	17	0
13/06/17	69	42	86	14	55	11	58
15/06/17	58	51	100	64	10	40	34
19/06/17	55	66	100	55	0	35	23
22/06/17	87	16	100	76	8	12	88
01/07/17	55	67	NA	NA	NA	100	NA
11/07/17	78	8	100	0	100	NA	NA
13/07/17	74	0	0	0	0	NA	NA
17/07/17	56	3	0	0	0	66	0
23/07/17	98	24	100	100	0	NA	NA
26/07/17	85	2	100	NA	NA	NA	NA

Est de l'archipel des îles Chausey

Date	Coefficient de marée	Effectif total maximum observé ce jour à l'Est de l'archipel	Pourcentage de goélands en secteur 2	Pourcentage de goélands en secteur 3	Pourcentage de goélands en secteur 4	Pourcentage de goélands en secteur 5	Pourcentage de goélands en secteur 6
15/05/17	64	221	0	20	38	NA	41
29/05/17	89	219	0	23	NA	NA	77
12/06/17	73	313	1	6	20	21	51
23/06/17	85	303	1	0	44	0	55
25/06/17	103	564	0	0	28	40	31
12/07/17	77	157	1	0	11	10	78
25/07/17	100	105	0	0	NA	33	67

Centre de l'archipel des îles Chausey : Un seul secteur d'observation (secteur 1) donc pas de données.

Annexe 3 : Tableau de données des effectifs de goélands observés nageant entre les bouchots ou posés au sommet des pieux

Date	Coefficient de marée	Scan 1			Scan 2			Scan 3			Scan 4		
		Nombre de goélands à la nage	Nombre de goélands posés sur les pieux	Proportion nage	Nage	Posé pieu	Proportion nage	Nage	Posé pieu	Proportion nage	Nage	Posé pieu	Proportion nage
24/05/17	93	56	5	92 %	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
26/05/17	107	2	3	40 %	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
01/06/17	58	12	16	43 %	31	34	48 %	NA	NA	NA	NA	NA	NA
02/06/17	51	10	3	77 %	25	15	63 %	31	25	55 %	38	18	68 %
09/06/17	71	25	5	83 %	46	4	92 %	23	1	96 %	12	4	75 %
13/06/17	69	20	9	69 %	20	22	48 %	23	12	66 %	5	19	21 %
15/06/17	58	21	9	70 %	38	13	75 %	22	16	58 %	15	34	31 %
19/06/17	55	25	26	49 %	34	13	72 %	51	10	84 %	40	26	61 %
22/06/17	87	5	1	83 %	12	0	100 %	16	0	100 %	NA	NA	NA
01/07/17	55	NA	NA	NA	NA	NA	NA	42	25	63 %	NA	NA	NA
11/07/17	78	6	2	75 %	4	2	67 %	NA	NA	NA	NA	NA	NA
13/07/17	74	NA	NA	NA	0	0	NA	NA		NA	NA	NA	NA
17/07/17	56	0	0	NA	0	1	0 %	0	3	0 %	NA	NA	NA

Annexe 4 : Données de comptage obtenues lors des observations d'opérations d'effarouchement par tirs à blanc sur les concessions mytilicoles de Donville.

Date	Coefficient de marée	Heure de l'opération	Effectif total sur la zone avant	Effectif total sur la zone 30 min après	Diminution de la fréquentation totale	Effectif sur le secteur visé avant	Effectif sur le secteur visé après	Diminution de la fréquentation du secteur	Distance d'approche avant	Distance d'approche après
12/05/17	81	2h avant BM*	67	29	57 %	38	0	100 %	50 m	NA
24/05/17	93	1h30 avant BM	57	12	79 %	45	0	100 %	150 m	NA
02/06/17	51	BM	56	46	18 %	35	7	80 %	10 m	50 m
09/06/17	76	1h30 avant BM	50	24	52 %	5	0	100 %	75 m	NA
23/07/17	98	1h30 avant BM	24	0	100 %	22	0	100 %	20 m	NA

*BM : Basse-Mer



Opération ayant eu lieu après une période d'effarouchement intensif



Opération ayant eu lieu après une période sans effarouchement

Annexe 5 : Données de comptage et d'évaluation des distances d'approche obtenues lors de l'observation de l'opération de tirs létaux de Goélands argentés à Chausey le 22 août 2017.

Avancement de l'opération	10 minutes	25 minutes	30 minutes	40 minutes	1 heure	2 heures 10	3 heures 20	3 heures 35
Stade de marée	1h30 avant BM	1h15 avant BM	1h10 avant BM	1h avant BM	50 minutes avant BM	30 minutes après BM	1h40 après BM	1h55 après BM
Concession	Secteur 6*	Secteur 5 (moitié est)	Secteur 5 (moitié ouest)	Centre de l'archipel	Centre de l'archipel	Secteur 6	Centre de l'archipel	Secteur 4
Nombre d'oiseaux abattus	2 oiseaux	4 oiseaux	1	1	1	1	0	0
Nombre d'oiseaux mis en fuite	Groupe 1 : 100 Groupe 2 : <10	70 oiseaux	25 oiseaux	Groupe 1 : 100 oiseaux Groupe 2 : 20 oiseaux	5 oiseaux	20 oiseaux	100 oiseaux	150 oiseaux
Distance d'approche avant envol	Groupe 1 : 75 à 100 m Groupe 2 : 20 m	150 m	150 m	Groupe 1 : 100 m Groupe 2 : 50 m	25 m	25 m	200 m	200 m
Remarques	- Fuite vers le banc de la Canue - 1 bagué Jersey					- Majoritairement immatures - 1 bagué Jersey		

*Les numéros de secteur sont ceux définis sur la [figure 14](#)

