

Légende :

- 1 bouchot = 1 ligne = 2 rangées de 125 pieux = 100 m
- Concession ostréicole ou vénéricole

- ✕ Îlot ou lieu-dit
- Secteurs au sein desquels les goélands ont été dénombrés

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

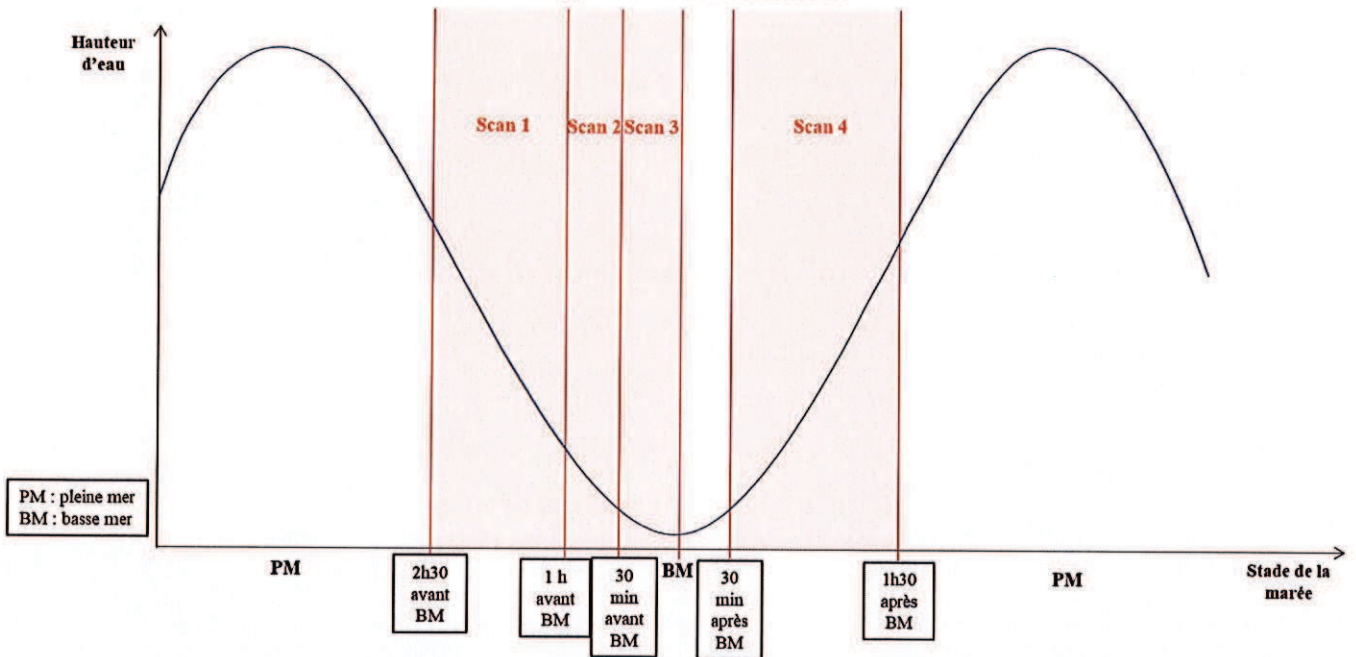


Figure 15 : Évolution de la hauteur d'eau au cours d'une marée de six heures et intervalles de temps au cours desquels ont été réalisés les comptages de goélands argentés

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 la quantité moyenne de moules consommées par individu et par minute. Pour cela, environ 10 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 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** au regard des caractéristiques de prédation évoqués au chapitre 3.1.4. 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 (pieux ensemencés 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 :

$Q_{Np.avant}$ = Nombre de pieux réensemencés * 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 :

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

- En ce qui concerne la **quantité de moules adultes consommées** (Q_{Ap}), une approche par mesure de la taille des trous de prédation a été adoptée. Ces trous 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.



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

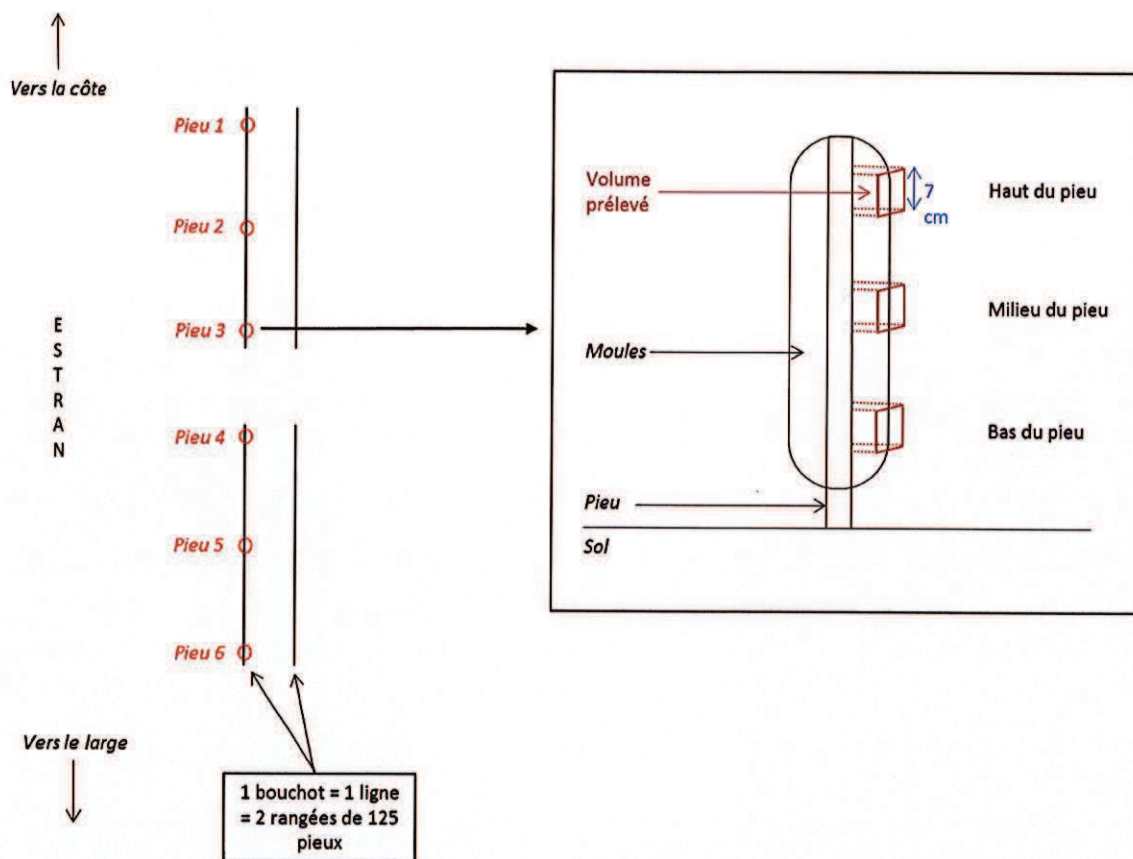


Figure 17 : Schéma représentant la méthode d'échantillonnage utilisée pour étudier la distribution des longueurs des moules en fonction de leur emplacement sur l'estran et sur le pieu

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 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 limitation de la prédation

2.4.3.1. Systèmes passifs

L'évaluation de l'efficacité des systèmes passifs de limitation de la prédation (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. Systèmes actifs

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

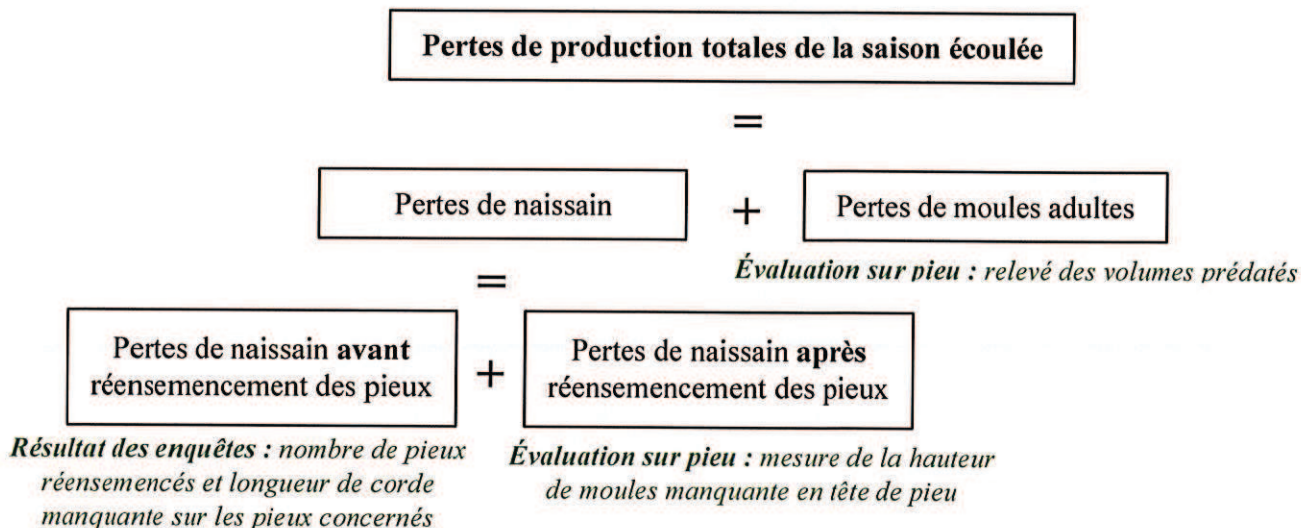


Figure 18 : Composantes des pertes de production totales de la saison écoulée et méthodes de détermination associées

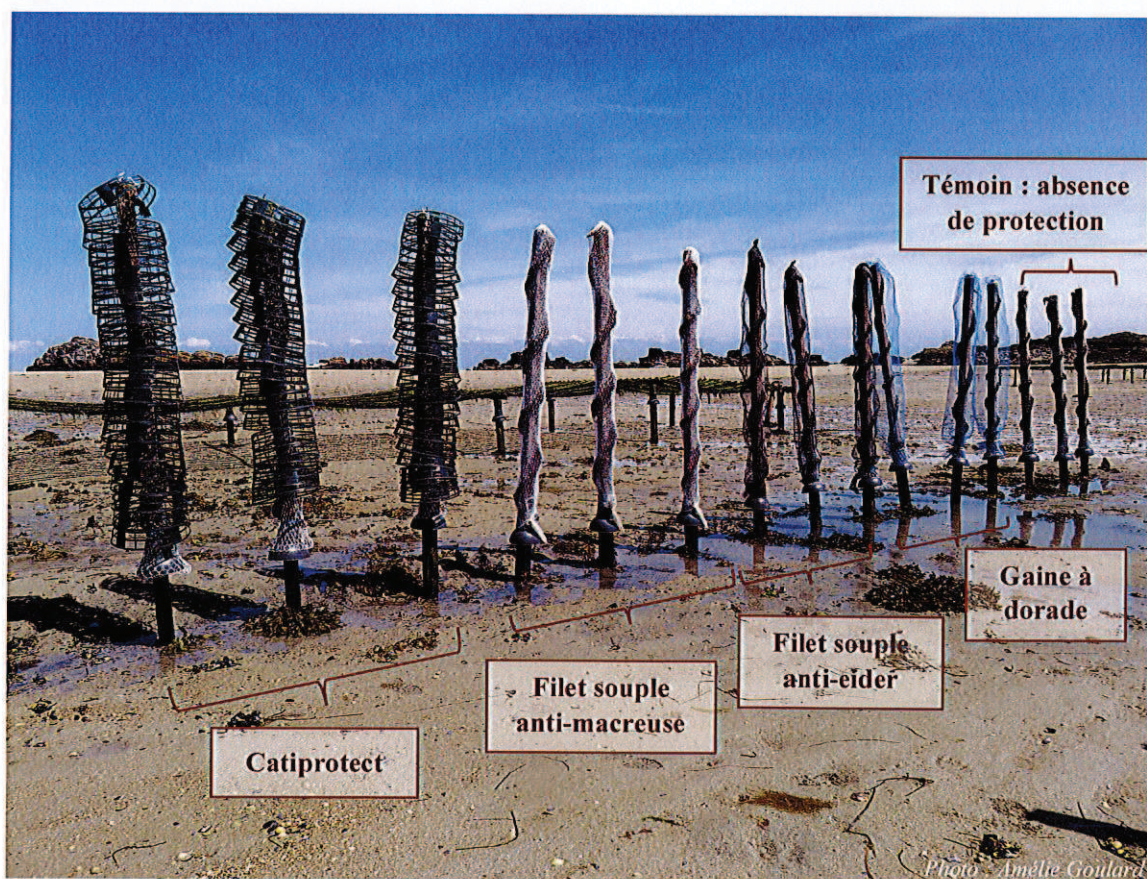


Figure 19 : Systèmes expérimentaux de protection des pieux contre la prédation par le Goéland argenté, mis en place à Chausey et Donville

- 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.

Les distances d'approche avant envol des goélands ont été estimées 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

Les résultats sont présentés au regard des trois objectifs fixés :

- 1) Caractériser la prédation des moules par les goélands,
- 2) Évaluer l'impact des dégâts économiques sur les entreprises mytilicoles causés par la prédation due aux goélands,
- 3) Recenser et diagnostiquer les moyens employés de limitation de la prédation.

3.1. Caractériser la prédation des moules par les goélands

Il s'agit tout d'abord d'apporter des éléments sur les caractéristiques des populations de goélands argentés fréquentant les concessions mytilicoles (origine, saisonnalité, nombre, répartition) et sur la prédation, en particulier sur les deux sites d'expérimentation. Les caractéristiques du comportement du goéland lorsqu'il se nourrit de moules sera ensuite évoqué. Ces observations complétées d'autres constats permettront de définir le phénomène de prédation des moules par les goélands au regard notamment d'autres types de pertes de moules.

3.1.1. Origine des goélands argentés présents sur les concessions mytilicoles

La présence et l'importance des goélands argentés est très variable d'un secteur de production mytilicole à un autre. La **proximité de sites de nidification** et de zones de production mytilicole conduit généralement à une présence plus importante des goélands sur les concessions (Baie de

Somme, Granville et Chausey). Cela peut être aussi le cas de **proximité avec une ressource alimentaire** comme le site d'enfouissement de déchets à Dannes dans le Pas de Calais situé à moins de 5 kilomètres des concessions mytilicoles les plus proches. La proximité de friches portuaires servant à la fois de site de repos et d'alimentation pour cette espèce influe également sur les prédatons observées sur les zones de production de moules de bouchot avoisinantes. Ces populations locales sont le plus souvent accompagnées **de groupes migrateurs** à certaines périodes de l'année.

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](#)).

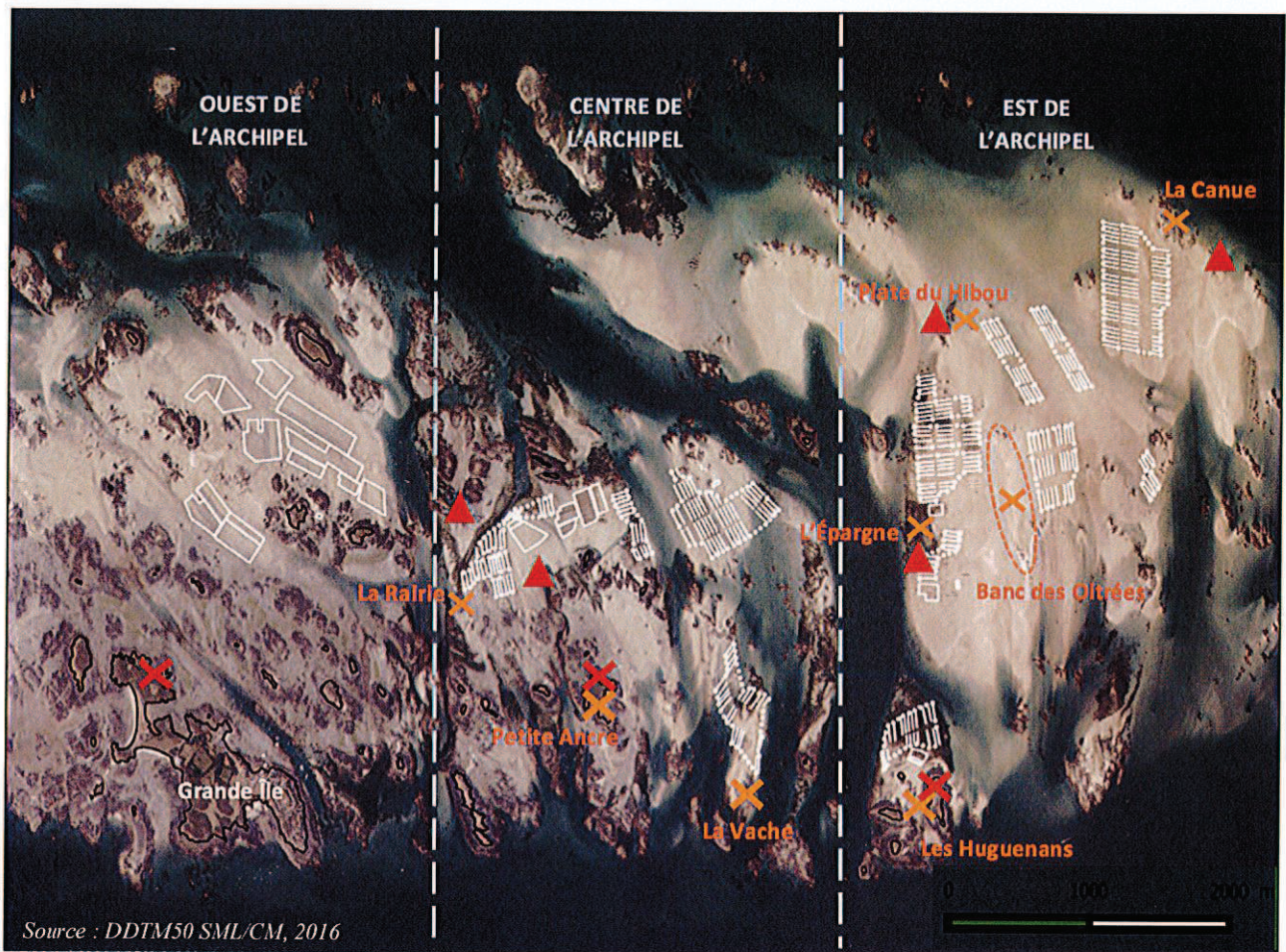
Comme beaucoup de villes portuaires, **Granville abrite une colonie d'au moins 400 couples nicheurs** (Alamargot, comm. pers.). Afin de limiter les nuisances sonores et pour préserver la salubrité publique, des campagnes de stérilisation des œufs sont engagées depuis deux ans à la demande des riverains. 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 migrateurs** provenant notamment des îles anglo-normandes (Jersey, Guernesey), d'Angleterre ou encore des Pays-Bas (Debout, 2005).

3.1.2. Saisonnalité et répartition spatiale des goélands et de la prédation

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.



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 dans l'archipel des îles Chausey et de leurs aires d'attente à proximité des concessions mytilicoles

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 14) 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**).

3.1.3. Comportement du Goéland argenté sur les concessions mytilicoles

3.1.3.1.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. Quel que soit le secteur mytilicole, **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 des dégâts dus à la prédation ont été observés (**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.

	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 pâle			

Cycle de production :	Année n	← Mise en chantiers	← Ensemencement	← Entretien des bouchots (recatnage, ...)
	Année n+1	←	← Cueillette	←

Légende :

- Niveau de prédation élevé
- Niveau de prédation moyen
- Niveau de prédation faible à nul

* donner les surfaces correspondant aux secteurs / ramener à une surface ?

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

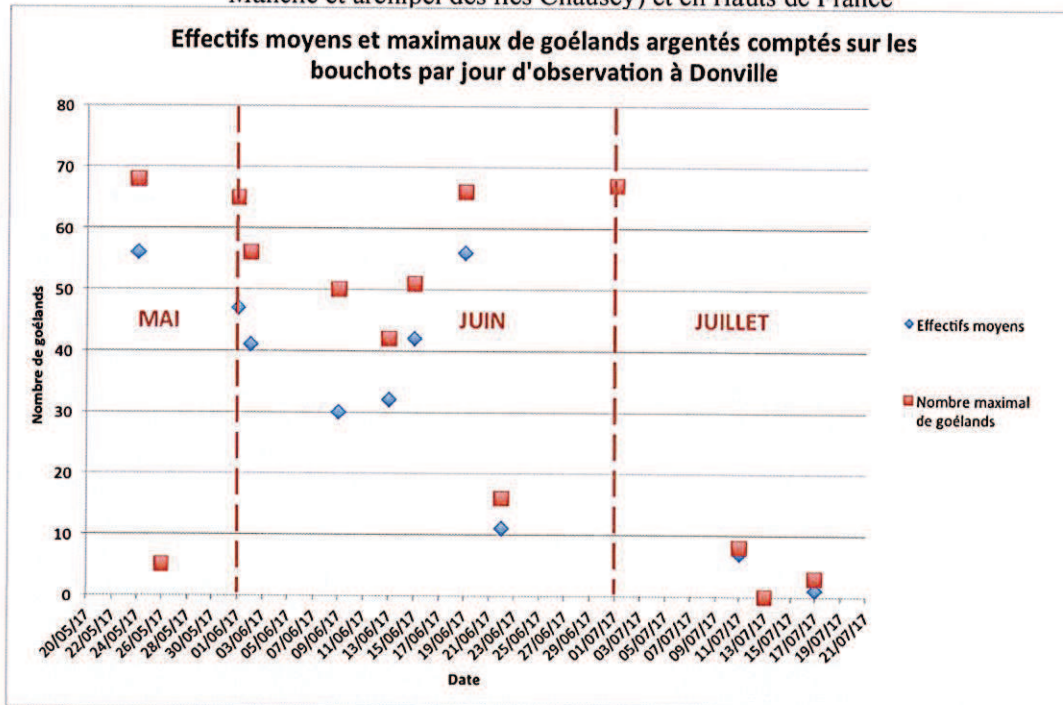


Figure 22 : Représentation graphique des effectifs de Goéland argenté observés sur les concessions mytilicoles de Donville-les-bains entre fin mai et fin juillet 2017.

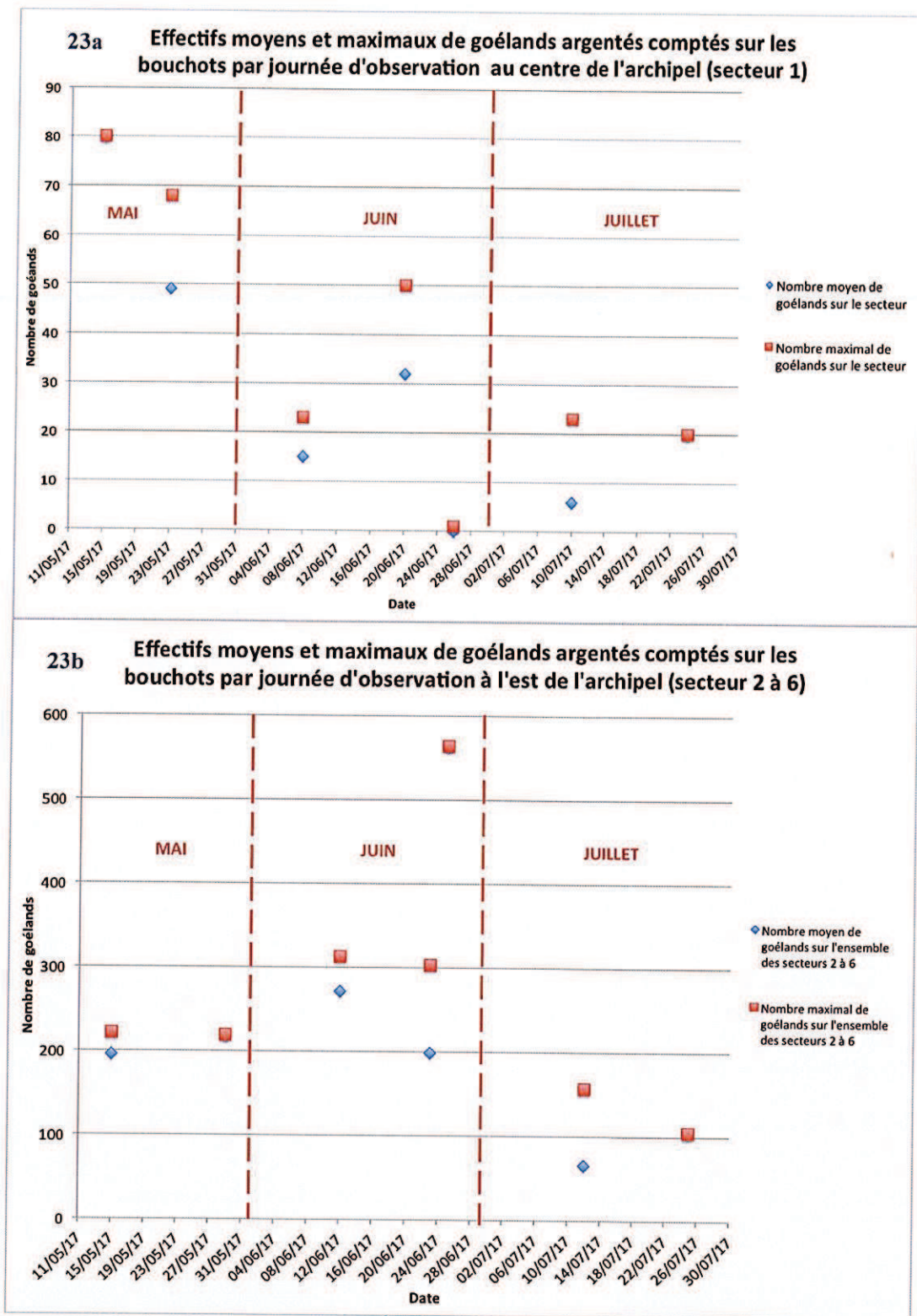


Figure 23 : Représentation graphique des effectifs de Goéland argenté sur les concessions mytilicoles de l'archipel des îles Chausey observés entre fin mai et fin juillet 2017.

23a : Centre de l'archipel

23b : Est de l'archipel

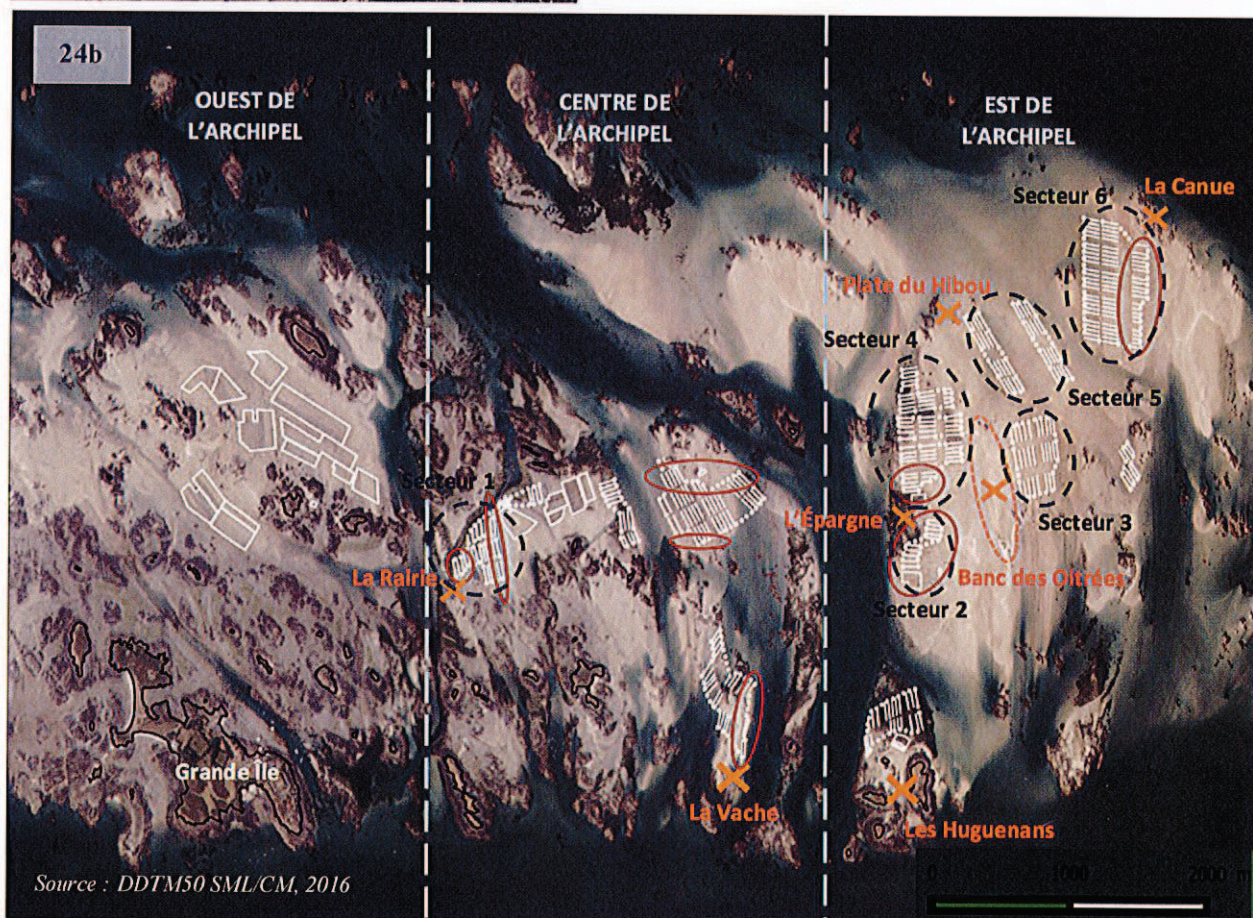
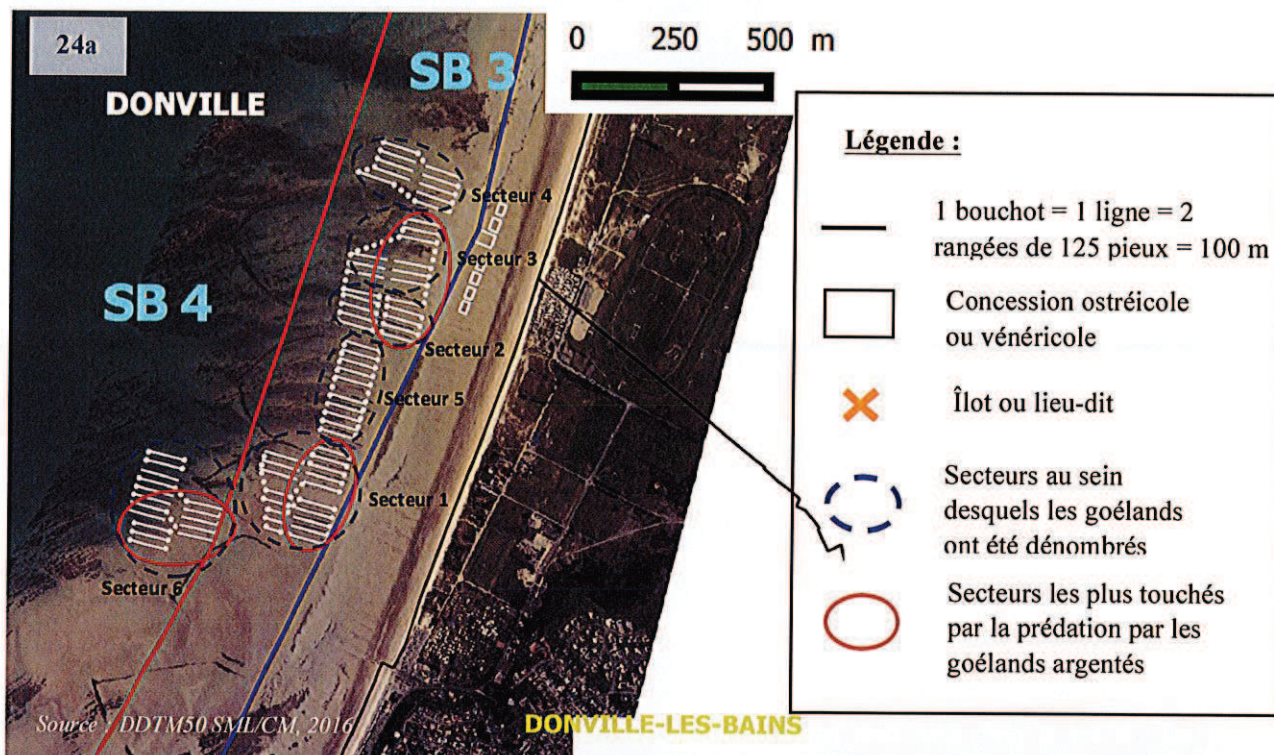


Figure 24 : Secteurs les plus touchés par la prédation des moules par les goélands argentés sur les zones mytilicoles de Donville-les-bains (24a) et de l'archipel des îles Chausey (24b)

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).

3.1.3.2. 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**.

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 la partie haute des 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**.

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

Il existe plusieurs causes de pertes de production de moules : les conditions climatiques, les maladies liées à des agents pathogènes (parasites comme *Mytilicola intestinalis* ou bactérie comme *Vibrio splendidus*) et les prédatations dues à différents animaux : eiders à duvet, macreuses noires, goélands argentés, crabes, bigorneaux perceurs, étoiles de mer et dorades.

Des **conditions climatiques exceptionnelles** (forts vents, tempêtes, fortes chaleurs...) peuvent engendrer des pertes ponctuelles de production mytilicole. L'affaiblissement des animaux (mauvaise tenue, moules qui baillent) et des caractéristiques spécifiques (pertes sur la face d'un pieu, déstabilisation globale de la structure pieu-moule-filet) permettent d'identifier ces pertes au-delà des conditions climatiques en elles-mêmes.

Des suivis de la présence de *Mytilicola intestinalis* sont réalisés par le SMEL depuis plusieurs années sur différents sites de production mytilicole de la Manche (Blin, comm. pers.). Le **parasitisme** constaté n'atteint pas de proportions pouvant engendrer des pertes importantes de moules. Des suivis ponctuels dans les Hauts-de-France aboutissent aux mêmes résultats.

Des **mortalités** massives (entre 50 et 85%) ont été observées depuis 2014 sur des secteurs mytilicoles des côtes atlantiques et bretonnes. De tels événements ne sont pas survenus en Normandie et dans les Hauts-de-France, à l'exception du secteur de Oye-Plage – Marck dans le Pas-de-Calais en 2017 avec des mortalités d'environ 65% entre janvier et octobre. En Normandie, des mortalités sporadiques et ponctuelles ont pu être constatées sur des moules adultes entre avril et juin sur certains secteurs de la Côte Ouest de la Manche.

Ces mortalités causent des trous dans les pieux avec des coquilles de moules ouvertes 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.

La présence dans les concessions d'**étoiles de mer** et l'observation des prédatations liées à ces animaux sont uniquement constatées dans la zone d'élevage de moules sur filières en eaux profondes au large de Dunkerque, dans le Nord. Ce phénomène reste marginal du moment que les suspentes de moules ne touchent pas le sol.

La **dorade royale** est un poisson grégaire formant des bancs. Elle est particulièrement friande de mollusques et cause d'importants dégâts sur certains types d'élevages conchylicoles (culture à plat et sur filières de moules et d'huîtres) en particulier en Bretagne Sud et en Méditerranée. L'importance des dégâts causés a conduit à la mise en place de travaux de recherche afin de limiter l'impact de la prédation par ces poissons, notamment le programme PREDADOR.

Des prédatations par les dorades royales avaient été un moment suspectées sur la Côte Ouest de la Manche, mais des essais de capture par des filets autour des concessions n'avaient jamais abouti à la confirmation de la présence de dorade et les caractéristiques de la prédation par ce poisson n'ont pas été retrouvées sur les secteurs de production de Normandie et des Hauts-de-France (importance des dégâts, coquilles broyées...).

Les **bigorneaux perceurs**, en particulier *Nucella lapillus*, sont présents dans les cordes de naissain dès le début de l'élevage, soit parce qu'ils sont issus des sites de captage de moules, soit parce qu'ils se sont développées lors de la phase de pré-grossissement sur les chantiers. La croissance des nucelles se fait au même rythme que les moules. Les jeunes animaux (< 5 mm)

consomment plus de moules (1,2 moule/semaine), mais avec une taille plus petite (SMEL, 2001). Aussi la prédation des bigorneaux perceurs sur le naissain reste en général peu visible et relativement homogène sur les cordes, car les bigorneaux ne se sont pas encore regroupés en agrégats.

En revanche, les dégâts causés par les perceurs sur les pieux de moules adultes sont plus évidents, avec notamment 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). Des trous dans les coquilles peuvent également être observés et sont caractéristiques de la prédation par les bigorneaux perceurs.

Les **crabes** peuvent aussi être responsables de pertes, mais de façon plus minoritaire. Les dégâts sont alors visibles en bas de pieu. Ces dégâts sont observables sur le naissain, entre juin et octobre.

Les **macreuses** et plus rarement les **eiders** peuvent être présents sur les concessions mytilicoles de Normandie (les Hauts-de-France ne sont pas concernés) entre le mois d'août d'une année N au mois d'avril de l'année N+1. Les prédatations des moules ont lieu en général entre novembre et février, mais il a été observé d'importantes prédatations au mois d'avril. Les macreuses et les eiders sont des canards plongeurs, ce qui leur permet d'exercer une prédation sur l'ensemble du pieu (de haut en bas). Grégaires, ces oiseaux se concentrent sur une ou plusieurs rangée(s) de manière systématique, pouvant ne pas toucher aux rangées de pieux adjacents (figure 28).

Les dégâts causés par le **Goéland argenté** ont 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 » (absence de moules) visibles dans la moitié haute du pieu et essentiellement sur la couche supérieure de moules (plus facilement accessibles) 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).
- des pelotes de réjection des goélands sont facilement trouvées sur les rochers aux alentours des concessions (figure 25f).

Les pertes liées à des **conditions climatiques exceptionnelles** s'identifient facilement par leur caractère ponctuel et rare et elles présentent souvent des caractéristiques qui permettent de les différencier facilement des prédatations par les goélands.

Pour ce qui est de la **mortalité** des moules, le cas particulier de Oye-Plage – Marck ne permet pas de confusion possible avec la prédation par les goélands. Les mortalités de moules peuvent

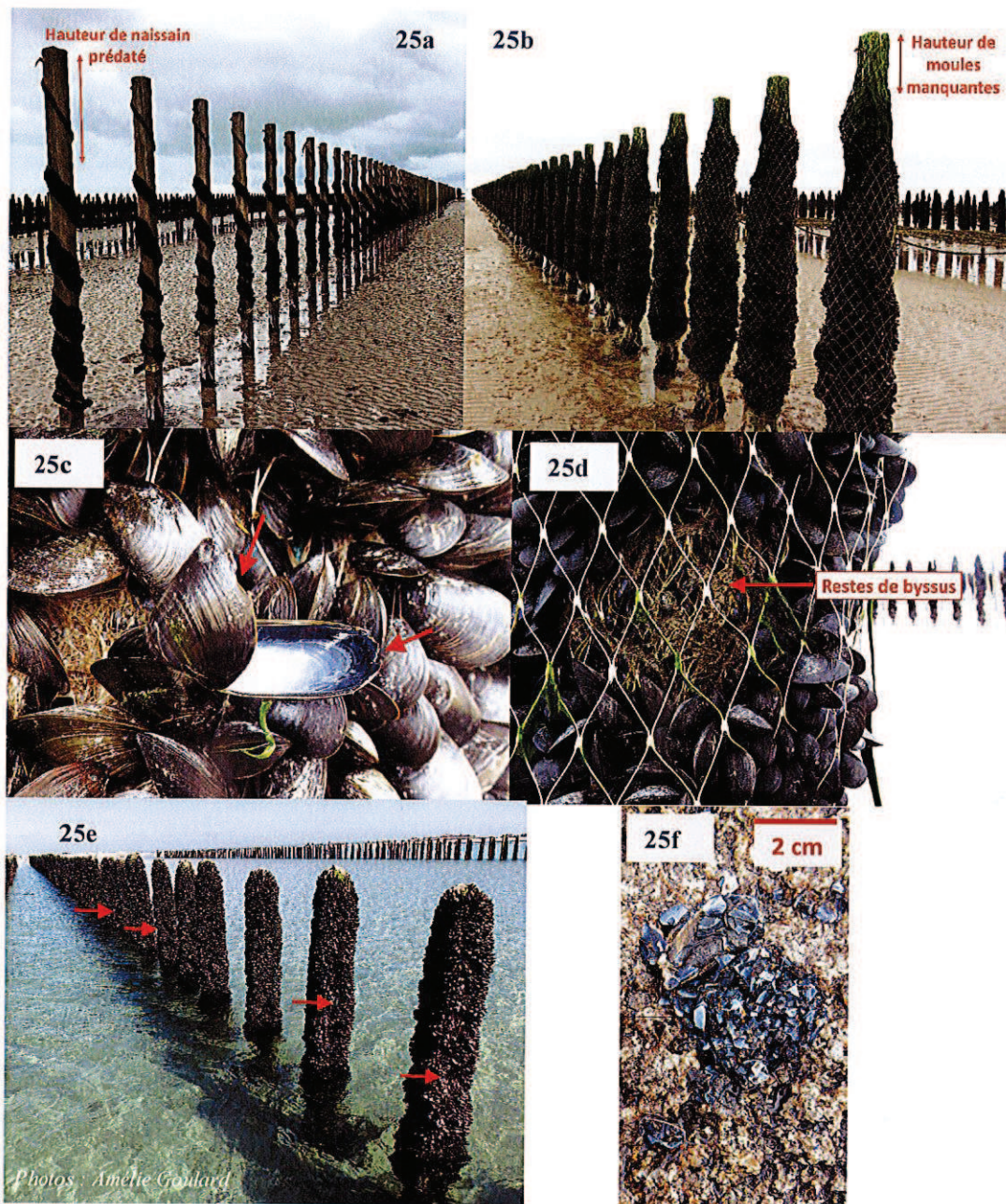


Figure 25 : Caractéristiques des dégâts causés par le **Goéland argenté** sur les bouchots

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

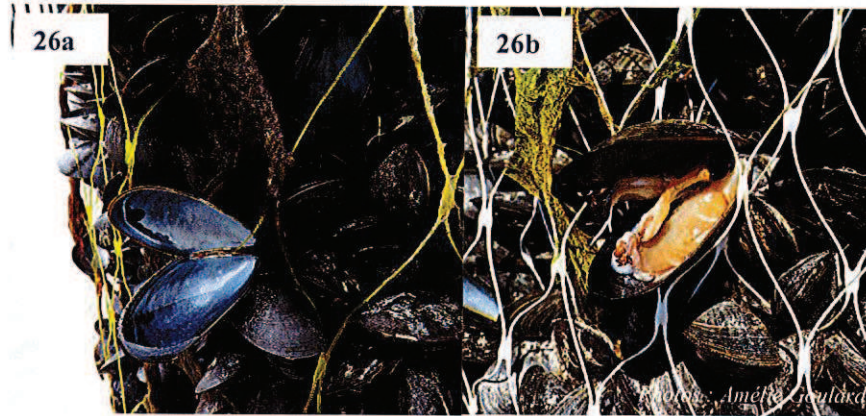


Figure 26 : Caractéristiques des dégâts causés par la mortalité des moules

26a : « Papillon »

26b: Restes de chair dans la coquille

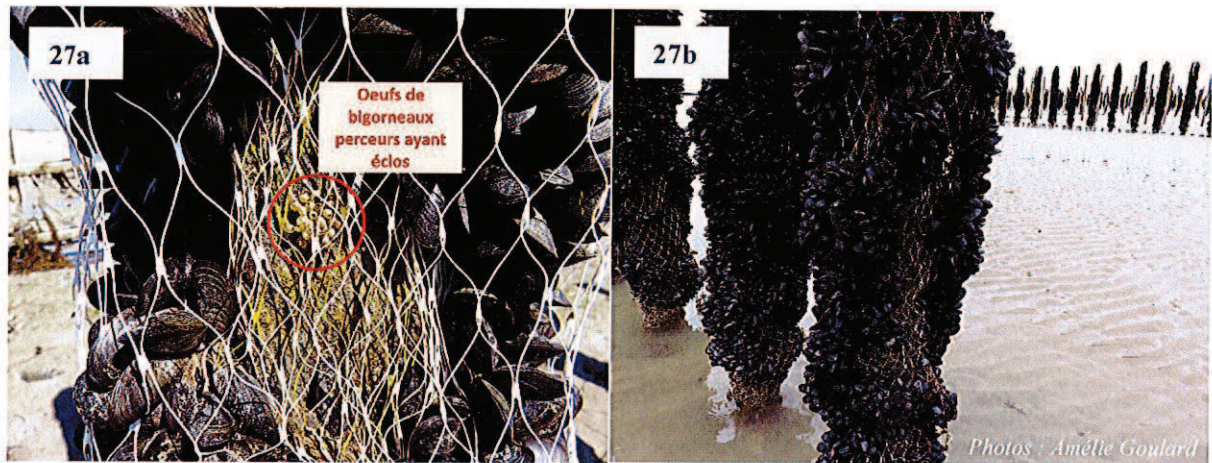


Figure 27 : Caractéristiques des dégâts causés par les bigorneaux perceurs

27a : Présence d'œufs fixés sur le pieu

27b: Décrochement des moules du pieu



Figure 28 : Dégâts causés par des eiders

causer des trous similaires à de la prédation par les goélands. Les premières sont toutefois caractérisées par la présence sur les pieux de papillons (avec parfois de la chair) ainsi que de nombreuses coquilles visibles sur le sol, tandis que la prédation par les goélands implique la présence de coquilles cassées et de restes de byssus sur le pieu.

En ce qui concerne les **bigorneaux perceurs**, la présence des œufs, de trous dans les coquilles et le décrochement de moules permettent de différencier leur prédation de celle des goélands. La présence de trous est à rapprocher avec des pertes de moules adultes.

Les **macreuses** et les **eiders** exercent une prédation essentiellement en période hivernale, moment les goélands ne causent pas de pertes. Cependant au début (août-octobre) et à la fin (avril) de la présence possible de macreuses et d'eiders, des prédatons par les goélands peuvent avoir lieu. La typicité des prédatons par les macreuses et les eiders (prédation sur l'ensemble du pieu et par rangée) permet de facilement la différencier d'une prédation par les goélands. Les périodes concernées et la typologie de la prédation par les macreuses et eiders conduisent à des pertes qui ne concernent pas le naissain (moules adultes ou sub-adultes).

La prédation en bas de pieu différencie clairement les pertes liées aux **crabes** et les pertes liées aux goélands, oiseaux qui ne plongent pas et qui profitent de la mer descendante pour consommer les moules en partie principalement haute des pieux.

3.2. Évaluer l'impact économique sur les entreprises mytilicoles des dégâts causés par de la prédation due aux goélands

Les évaluations des pertes issues des bilans des enquêtes réalisées par les mytiliculteurs sont dans un premier temps reprises et permettent de dégager des tendances d'évolution spatio-temporelle des prédatons. Par la suite des estimations des pertes par des observations de terrain permettront de confronter les données issues des enquêtes aux calculs issus des observations de terrain. Un chapitre concernera ensuite l'importance des différentes origines de pertes. Une analyse des coûts engendrés par la prédation des goélands conclura ce chapitre.

3.2.1. Estimation des pertes de production par enquête

Dans le cadre des demandes d'autorisation d'effarouchement et de tir de goélands argentés dans les départements de la Manche, de la Somme et du Pas-de-Calais, le CRC Normandie – Mer du Nord dresse annuellement un bilan des pertes de production reposant sur une enquête auprès des mytiliculteurs.

Pour la Somme, en 2017, la moyenne des pertes estimées par les professionnels était de 27,5%. Cette donnée diffère des moyennes exprimées les années passées qui étaient aux alentours de 15% par an. La parution tardive de l'arrêté autorisant la réalisation de tirs létaux et de tirs d'effarouchement en 2017 explique cette augmentation très marquée. Paru au cours du mois de juin, les mytiliculteurs n'ont pu protéger le naissain dès sa pose sur les chantiers en mai. Les pertes étaient assez hétérogènes entre les concessionnaires car les goélands argentés ont concentré généralement leur prédation sur certaines zones du site d'élevage. En dehors de l'année 2017, les pertes moyennes de ces dernières années n'ont pas montré de tendance significative à la baisse ou à la hausse.

Pour le Pas de Calais, les pertes moyennes sont exprimées entre 17% et 20% ces dernières années. En 2017, un conchyliculteur n'a pu réaliser de lutte contre la prédation du fait de problèmes internes à son entreprise. Ses pertes globales se sont montées à plus de 50% de sa production, ce qui impacte la moyenne globale dans ce département en 2017 qui monte à 27%.

Dans les Hauts-de-France, les éleveurs de moules de bouchot ont tous fait part d'un changement du comportement des goélands argentés. Ils observent une crainte de moins en moins prononcée de cette espèce envers l'Homme. Ils présentent l'espèce comme étant de plus en plus vorace, car les dégâts sont plus importants, et de moins en moins farouche. Il leur est nécessaire d'alterner de plus en plus régulièrement les techniques d'effarouchement afin d'en conserver une certaine efficacité.

Pour le département de la Manche, les enquêtes montrent que l'impact économique de la prédation par les goélands argentés a diminué depuis dix ans sur la plupart des secteurs mytilicoles. C'est le cas notamment de la Pointe d'Agon, de Pirou et dans une moindre mesure de Utah Beach. Il y a également une tendance à la réduction de la prédation sur les secteurs situés au Sud du Havre de la Sienne sur la Côte Ouest de la Manche, mais avec des variations interannuelles plus marquées et parfois des professionnels avec des pertes individuelles importantes. Il reste deux secteurs avec des prédatons conséquentes et un impact économique pénalisant que sont Donville et Chausey.

3.2.2. 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 3.2.1.1.). 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 3.2.1.2..

Ces évaluations liées à des observations de terrain concernent uniquement les deux sites d'expérimentation de Chausey et Donville. Elles ont été ensuite comparées aux estimations de pertes faites par les mytiliculteurs des deux secteurs concernés.

3.2.2.1. 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). Des pertes de naissain ont été engendrées par la prédation des goélands, par la prédation des crabes (en particulier les araignées) et par de mauvaises conditions climatiques, exceptionnelles en cette saison. Seules les pertes dues 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 prédatons 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