

Programme GISEMENTS : évaluation des stocks naturels de moules et d'huîtres en Baie de Bourgneuf et suivi de la mortalité des moules sauvages



Rapport technique

Septembre 2018

Rédacteur :

Hugo KOEHLIN, chargé de mission SMIDAP

Contexte

Les populations sauvages d'huîtres et de moules représentent de véritables enjeux pour les conchyliculteurs, pêcheurs à pied professionnels et pêcheurs en mer. En effet, ces gisements sauvages représentent un stock de géniteurs potentiels, indispensable pour le captage de naissains réalisé par les conchyliculteurs (environ 5 km de cordes de captage vendues chaque année). De plus, ces coquillages sauvages sont primordiaux pour l'activité de pêche à pied professionnelle (119 pêcheurs concernés par cette activité en baie de Bourgneuf). Or, des phénomènes de mortalité viennent impacter chaque année ce stock. En effet, depuis 2008, une surmortalité des naissains d'huîtres a été constatée en baie de Bourgneuf, ainsi que sur la quasi-totalité du littoral français. Ces mortalités ont grandement impacté le stock naturel d'huîtres creuses. De plus, en 2014, la baie de Bourgneuf a connue une mortalité des moules très importante, tant sur les gisements naturels que sur les individus en élevage, allant jusqu'à 95% de pertes (source : COREPEM). Depuis, les moules sauvages sur l'ensemble de la baie de Bourgneuf, ainsi que les moules d'élevage de la zone de production de Maison Blanche sont toujours touchées par ces fortes mortalités (cf. Programme TESCOR).

Avant ces mortalités, la production de moules en baie de Bourgneuf était d'environ 1 000 T par an (source : CRC PDL). En 2015, cette production n'était plus que d'environ 500 T par an.

Les pêcheurs de coquillages, ainsi que les conchyliculteurs, souhaitent connaître d'une part l'évolution de l'état des gisements naturels d'huîtres et de moules dans la baie et d'autre part suivre l'éventuel phénomène de surmortalité de moules qui pourrait encore impacter les gisements naturels.

Le croisement des informations obtenues sur les secteurs d'élevage et sur les gisements naturels apportera des éléments d'appréciation permettant une vision transversale sur les surmortalités de moules. De plus, les données recueillies pourront alimenter d'autres projets, actuellement en cours de réalisation (programme de recherche en santé des coquillages : enquête éco-épidémiologique notamment). **Le maintien économique de la conchyliculture et de la pêche à pied professionnelle dépend donc directement de la bonne santé de ces gisements et du bon état des stocks de coquillages.**

Conscient des problématiques de surmortalité sur les élevages et gisements naturels de coquillages de la baie de Bourgneuf depuis plusieurs années, le Comité Régional de la Conchyliculture des Pays de la Loire (CRC), le Comité Régional des Pêches et des Elevages Marins des Pays de la Loire (COREPEM) et le Syndicat Mixte pour le Développement de l'Aquaculture et de la Pêche (SMIDAP), ont souhaité mener ensemble l'étude GISEMENTS. Ce projet, réalisé dans la continuité du programme CARHUMO (2013-2014), est une action à deux volets :

Volet 1 : évaluation des gisements naturels de la moule (*Mytilus spp.*) et de l'huître creuse (*Crassostrea gigas*) en baie de Bourgneuf.

Volet 2 : suivi de la mortalité de moules, issues de gisements sauvages, sur deux bassins ligériens.

L'étude GISEMENTS a été financée par la Région Pays de la Loire ainsi que par la profession, et s'est déroulée entre septembre 2017 et septembre 2018.

Coordination de l'étude

Lors de cette étude, deux Groupes de Travail (GT) ont été constitués. Un premier groupement « moules » est composé de mytiliculteurs, de pêcheurs de moules à la drague et de pêcheurs à pied. Le second, spécialisé dans les huîtres, est constitué d'ostréiculteurs et de pêcheurs à pied.

Les réflexions menées pendant les GT avec les professionnels (étude du protocole, calendrier d'action, etc.) ont ensuite été présentées pour validation au comité de pilotage (COPIL).

Ce COPIL était constitué des professionnels partenaires, de représentants du SMIDAP, du CRC, du COREPEM, de l'Université de Nantes et de la Région Pays de la Loire.

Volet 1 : Etude des gisements naturels d'huîtres et de moules en baie de Bourgneuf

1. Méthodologie

1.1. Délimitation de la zone d'étude

Dans l'objectif de déterminer la zone d'étude des gisements naturels la plus représentative pour la profession, les connaissances du terrain acquises par les professionnels ont été utilisées. Ces dernières ont été récoltées au travers des réflexions menées lors du premier groupe de travail consacré à l'étude des gisements de moules et suite aux données de la précédente étude réalisée en Baie de Bourgneuf en 2013, CARHUMO.

Cette aire prend en compte la délimitation des zones autorisées à la pêche professionnelle, qui doit se situer à au moins 25m des concessions conchyliques.

A partir de la localisation des gisements de moules, communiquée par les professionnels de la pêche à pieds et dragueurs de moules, 8 strates géographiques, situées dans la Baie de Bourgneuf ont été définies (**Figure 1**). Afin d'affiner le plus possible le protocole et dans un souci de préparation des prélèvements de moules à réaliser pour cette étude, une marée « test » a été effectuée sur une de ces strates. Exécutée sur la zone des Sableaux (Strate 1), cette première sortie a été l'occasion de se rendre compte de l'absence de moules sur ce gisement naturel en décembre 2017, alors qu'elles y étaient habituellement présentes avant le phénomène de surmortalité. Cependant, cette strate a été effectuée à nouveau lors de la campagne d'étude des stocks de moules en février-mars 2018.

De la même façon, 9 strates d'échantillonnages des gisements naturels d'huîtres de la baie de Bourgneuf ont été déterminées (**Figure 2**). La campagne d'étude des stocks d'huîtres étant réalisée après celle pour les gisements de moules (avril-mai 2018), aucune marée test n'a été effectuée.

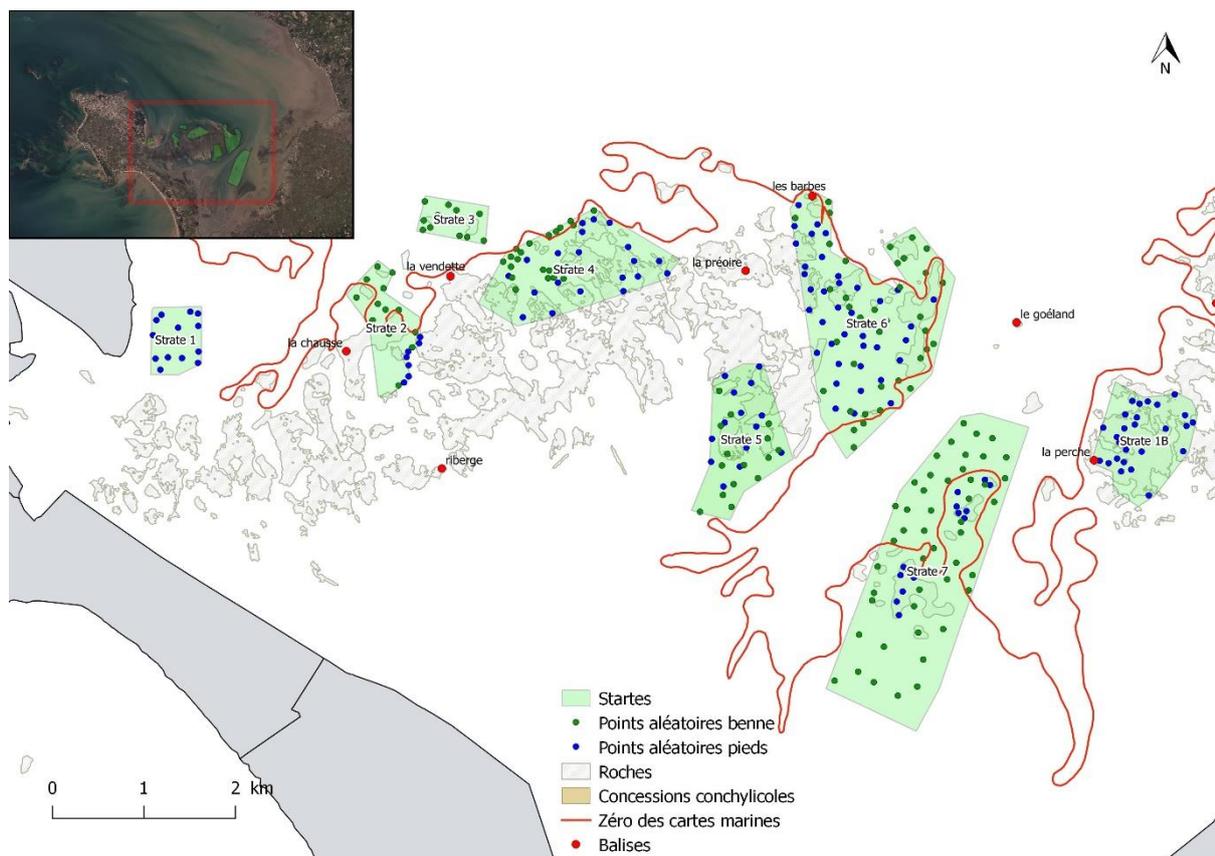


Figure 1 : Stratification avec tirage aléatoire des points de prélèvements sur les gisements de moules

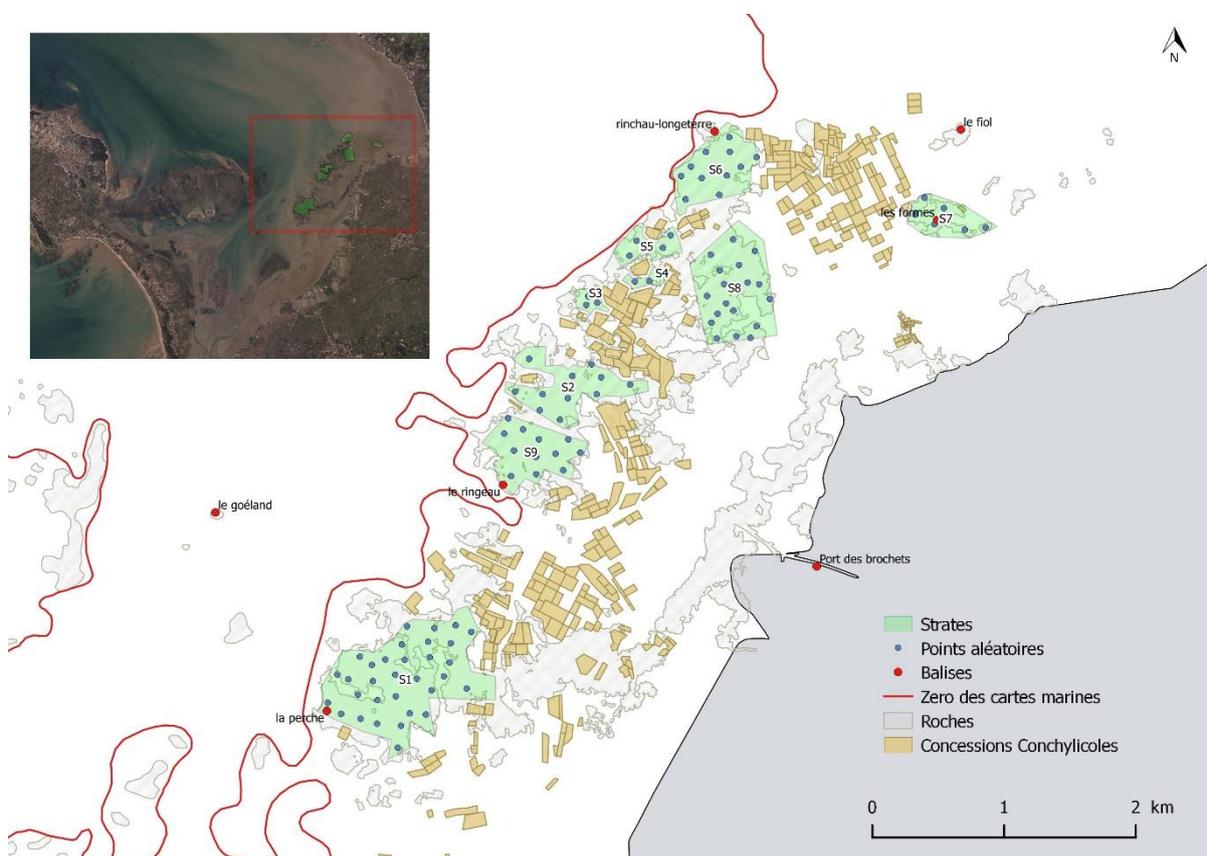


Figure 2 : Stratification avec tirage aléatoire des points de prélèvements pour les gisements d'huitres

1.2. Stratégie d'échantillonnage stratifié

La stratégie choisie est un échantillonnage aléatoire stratifié qui consiste en un tirage au hasard des points de prélèvements au sein de chaque strate, en fonction de la surface de chacune.

Pour les grandes strates (>100 ha), le nombre de points au km² est de 26. Le taux de sondage est plus élevé pour les petites strates (<100 ha) avec un nombre de points au km² de 40 afin de limiter les biais induits par la répartition en « tâches » de tailles très variables (Sanchez & al., 2011). Cet effort d'échantillonnage est préféré à l'application de réplicats que l'on trouve dans les travaux de Grall et al., 2003, Dermott et al., 2003 et Nalepa et al., 2002, ces derniers s'intéressant à des zones beaucoup plus vastes que la baie de Bourgneuf.

Dans l'objectif d'obtenir une estimation impartiale du stock au sein de la strate, les points de prélèvement sont déterminés aléatoirement et calculés par le biais d'un logiciel de cartographie SIG (Système d'Informations Géographiques), QGIS.

Chaque point est identifié par ses coordonnées géographiques (degrés et minutes décimales) dans le système géodésique Lambert 93.

Pour l'étude des gisements naturels de moules, la zone d'étude couvre 1 153 ha et est divisée en 8 strates (Figure 1).

La strate 1B a été déterminée au cours de la campagne d'étude des gisements naturels de moules. En effet, durant les sorties en mer, les professionnels ont indiqué que sur cette zone, des moules étaient régulièrement pêchées. Cette strate a donc été créée puis étudiée à la fin de la campagne.

Du fait de la difficulté d'accès à certaines zones qui ne découvriraient pas lors de la campagne d'échantillonnage, quelques prélèvements n'ont pas pu être effectués.

Tableau 1 : Caractéristiques des strates retenues pour les gisements de moules

Strates	Surface (ha)	Nombre de prélèvements prévus	Nombre de prélèvements réalisés
Strate 1	39	16	16
Strate 1B	100	26	26
Strate 2	59	24	21
Strate 3	30	12	12
Strate 4	157	41	38
Strate 5	110	29	26
Strate 6	289	75	72
Strate 7	369	96	62
TOTAL	1153	318	273

Pour les gisements d’huîtres, la surface étudiée concerne 236 ha divisée en 9 strates (**Figure 2**). Ces prélèvements étant situés dans des zones à fort potentiel découvrant, la totalité des points d’échantillonnage a été réalisée.

Tableau 2 : Caractéristiques des strates retenues pour les gisements d’huîtres

Strates	Surface (ha)	Nombre de prélèvements
Strate 1	80	32
Strate 2	27	11
Strate 3	4	3
Strate 4	3	3
Strate 5	9	4
Strate 6	27	11
Strate 7	15	6
Strate 8	44	18
Strate 9	27	12
TOTAL	236	100

1.3. Méthodes de prélèvements

Les différentes strates mises en place pour cette étude étant situées sur deux zones différentes de battement des marées, les méthodes de prélèvements ont dû être adaptées pour chaque secteur.

- En zones intertidales

Sur l’estran, les prélèvements sont effectués à l’aide d’un quadrat de 0.25 m² de surface.

Par la suite, la méthodologie suivante est appliquée :

1. Photographie du quadrat et de la zone environnante
2. Estimation du pourcentage de recouvrement sur 5 classes 0 %, 25%, 50%, 75% et 100%
3. Comptage des moules ou huîtres mortes
4. Pesée des moules / huîtres vivantes
5. Echantillonnage de 50 moules / huîtres sur chaque prélèvement pour mesurer la taille (longueur & largeur) et le poids individuel

Dans les faits, l'étape n° 2 a été effectuée ultérieurement à la campagne de prélèvement. En effet, les échantillons étant effectués par 2 équipes différentes lors de chaque sortie, un biais était possible quant à l'estimation du recouvrement par 2 personnes différentes. Il a donc été choisi que l'estimation du pourcentage de recouvrement serait réalisée par un seul observateur, grâce aux photographies des quadrats faites lors de cette campagne.



Figure 3 : photographies d'un quadrat avant et après prélèvement des huîtres

- En zones subtidales (uniquement pour les moules)

Pour les échantillonnages de moules en zones non découvertes par la marée, une benne de prélèvement a été employée (Baud & Haure, 1988 ; Grall *et al.*, 2003 ; Sanchez *et al.*, 2011). Elle a été préférée à l'utilisation d'une drague (Munch-Petersen *et al.*, 2001 ; Dolmer *et al.*, 1999) pour la précision du volume d'échantillon prélevé, la récolte de toute les classe de taille de moules et la facilité d'utilisation.

Pour ce faire, une benne de type « Van Veen », a été utilisée. Comme le montre la **figure 4**, la benne est maniée par la grue hydraulique d'un navire mytilicole. Ce type de benne permet de récupérer un échantillon de 0.1 m².

Une fois ramenée à bord les prélèvements sont :

1. Photographiés
2. Rincés et tamisés
3. Conditionnés en sachet pour réaliser ensuite à terre le comptage, la pesée totale et la biométrie individuelle (sur 50 individus)



Figure 4 : Benne de type « Van Veen » actionnée par la grue hydraulique

En conclusion, le tableau suivant résume la répartition des prélèvements en fonction de la zone d'étude.

Tableau 3 : Répartition des points de prélèvements de moules en fonction de la zone étudiée

Strates	Surface (ha)	Nombre de prélèvements effectués	Intertidale	Subtidale
Strate 1	39	16	16	0
Strate 1B	100	26	26	0
Strate 2	59	21	7	14
Strate 3	30	12	0	12
Strate 4	157	38	18	20
Strate 5	110	26	11	15
Strate 6	289	72	35	37
Strate 7	369	62	14	48
Total	1153	273	127	146

1.4. Traitement des échantillons

Le calcul de l'estimation des stocks de moules *Mytilus spp.* et d'huîtres *Crassostrea gigas* reprend celui appliqué par Sanchez *et al.*, 2011 dans le bassin d'Arcachon. Il est basé sur le produit de la superficie colonisée ($Scol_K$) par les individus, par la densité moyenne (dm_K) de ces mollusques par unité de surface (0,25 m²).

Pour une strate géographique K, le stock se calcule de la façon suivante :

$$ST_K = Scol_K \times dm_K$$

$$\text{Avec } Scol_K = SEt_K \times p_K \quad \text{où } p_K = \frac{nk^+}{nk}$$

ST_K = Stock calculé pour la strate K en tonnes (t)

Scol_K = Surface colonisée par les moules/huîtres pour la strate K en hectares (ha)

dm_K = Densité moyenne de coquillages par 0,25 m² dans la strate K rapportée en tonne/hectare (t/ha)

SEt_K = Surface étudiée pour la strate K en hectare (ha)

p_K = Pourcentage calculé par le rapport des prélèvements de 0,25 m² positif (nk^+) sur le nombre total de prélèvements effectués dans la strate K (nk)

p_{nk}⁺ = Poids par 0,25 m² positif c'est-à-dire avec présence de mollusques

Le cumul de toutes les strates fournira le stock total en tonnes.

La précision de l'estimateur exprimée en pourcentage pour un niveau de confiance à 95 % (et une loi normale) s'écrit :

$$\text{Précision (\%)} = \left(2 \times \frac{\sigma}{ST_k} \right) \times 100 \quad \text{avec erreur type} = \sigma = \sqrt{\frac{Pk(1 - Pk)}{nk}} \times SEtk(\text{ha})$$

2. Résultats

2.1. Estimation des surfaces colonisées

- Moules

Le pourcentage global d'observations positives de moules dans les points de prélèvement est seulement de 11.4 % (**Tableau 4**). Il est réparti entre 31 % pour la strate 7 et 0 % de surface colonisée pour les strates 1, 1B, 2 et 3.

L'estimation des surfaces colonisées calculée à partir du rapport des observations positives sur le nombre d'observations totales, permet de mettre en évidence la plus forte présence de moules sur la strate 7, avec une surface colonisée estimée à 113 ha. Les autres strates représentent 49 ha, soit 30% de la surface totale colonisée d'environ 162 ha.

Tableau 4 : Estimation des surfaces colonisées par strate par rapport aux surfaces étudiées des gisements de moules dans la baie de Bourgneuf

Strates	Surface étudiée (ha) SEt_k	Nombre de prélèvements n_k	Nombre de prélèvements positifs n_k^+	% occupé p_k	Surface colonisée (ha) $Scol_k$	Erreur type (précision %)
Strate 1	39	16	0	0	0	$\sigma = 0$
Strate 1B	100	26	0	0	0	$\sigma = 0$
Strate 2	59	21	0	0	0	$\sigma = 0$
Strate 3	30	12	0	0	0	$\sigma = 0$
Strate 4	157	38	3	7.9 %	12.4	$\sigma = 6.9$ (110.8%)
Strate 5	110	26	4	15.4 %	16.9	$\sigma = 7.8$ (92%)
Strate 6	289	72	5	6.9 %	20.1	$\sigma = 8.7$ (86.3%)
Strate 7	369	62	19	30.6 %	113.1	$\sigma = 21.6$ (38.2%)
Total	1153	273	31	11.4	162.5	$\sigma = 22.1$ (27.3%)

- Huîtres

Comme il est possible d'observer dans le **tableau 5**, le pourcentage global d'observations positives d'huîtres dans les points de prélèvement est de 62 %. Il est réparti entre 100 % pour la strate 5 et 33 % de surface colonisée pour la strate 8.

Tableau 5 : Estimation des surfaces colonisées par strate par rapport aux surfaces étudiées des gisements d'huîtres dans la baie de Bourgneuf

Strates	Surface étudiée (ha) SEt_k	Nombre de prélèvements n_k	Nombre de prélèvements positifs n_k^+	% occupé p_k	Surface colonisée (ha) $Scol_k$	Erreur type (précision %)
Strate 1	80	32	15	46.9 %	37.5	$\sigma = 7.1$ (37.6 %)
Strate 2	27	11	8	72.7 %	19.6	$\sigma = 3.7$ (36.9 %)
Strate 3	4	3	2	66.7 %	2.7	$\sigma = 1.1$ (81.7 %)
Strate 4	3	3	2	66.7 %	2	$\sigma = 0.8$ (81.7 %)
Strate 5	9	4	4	100 %	9	$\sigma = 0$ (0 %)
Strate 6	27	11	10	90.9 %	24.6	$\sigma = 2.3$ (19.1 %)
Strate 7	15	6	5	83.3 %	12.5	$\sigma = 2.3$ (36.5 %)
Strate 8	44	18	6	33.3 %	14.7	$\sigma = 4.9$ (66.7 %)
Strate 9	27	12	10	83.3 %	22.5	$\sigma = 2.9$ (25.8 %)
Total	236	100	62	62 %	145.1	$\sigma = 11.46$ (27.3%)

2.2. Calcul des densités et biomasses moyennes

- Moules

Les indices d'abondance moyens par strate (exprimés en longueur et en poids par 0.25 m²) sont présentés dans le **tableau 6**. Avec 375 individus par échantillon, la strate 5 est la plus forte en effectif. Cependant, la strate 7 est la plus importante en termes de densité avec une moyenne de 993g par échantillon de 0.25 m².

Tableau 6 : Résumé des densités de moules en nombre et en poids par strate

Strates	Densité (g/0.25 m ²)	Effectif (nbre d'individus par 0.25 m ²)
Strate 1	0	0
Strate 1B	0	0
Strate 2	0	0
Strate 3	0	0
Strate 4	351.8	41
Strate 5	624	375.4
Strate 6	647.2	417
Strate 7	993.4	213.9
Moyenne	654.1	261.8

- Huîtres

Pour les huîtres, il est possible d'observer qu'une strate en particulier présente des indices d'abondance moyens plus faibles que les autres (**Tableau 7**). En effet, la strate 8 montre la plus faible densité par échantillon (1482 g/0.25 m²) et l'effectif le moins important (36 individus/échantillon). En revanche, la strate 3 révèle le nombre d'individus le plus important et la seconde densité la plus forte.

Tableau 7 : Résumé des densités d'huîtres en nombre et en poids par strate

Strates	Densité (g/0.25 m ²)	Effectif (nbre d'individus par 0.25 m ²)
Strate 1	2284.5	50
Strate 2	3866.2	129
Strate 3	6482.8	190
Strate 4	7072.8	164
Strate 5	6337.6	185
Strate 6	3141.2	96
Strate 7	4500.6	131
Strate 8	1482.9	36
Strate 9	2283.1	61
Moyenne	4161.3	116

2.3. Calcul du stock des gisements naturels

Le stock de coquillages, exprimé en tonnes, est calculé pour l'ensemble des deux zones d'étude (moules et huîtres) à partir des **surfaces colonisées** et des **densités moyennes** calculées (**Tableaux 4, 5, 6 et 7**).

- Moules

La **figure 5** expose les densités de moules, en gramme par unité de surface (m²) par strate en baie de Bourgneuf.

Comme vu précédemment dans la présentation des résultats, peu de moules ont été trouvées durant cette campagne d'échantillonnage. Seule la strate 7 montre quelques prélèvements positifs avec des densités intéressantes mais inexploitable pour la pêche (**source** : pêcheur professionnel).

En effet, comme le montre le **graphique 1**, le stock en T/ha est nul (strates 1, 1B, 2 et 3) ou faible (strates 4, 5, 6 et 7).

Aucune donnée n'est disponible pour évaluer le stock dans le temps, avec les méthodes de calculs utilisées dans cette étude. Cependant, aux dires des professionnels de la pêche et des cultures marines, les strates 6 et 7 étaient connues pour leur forte densité en moules avant les mortalités de 2014.

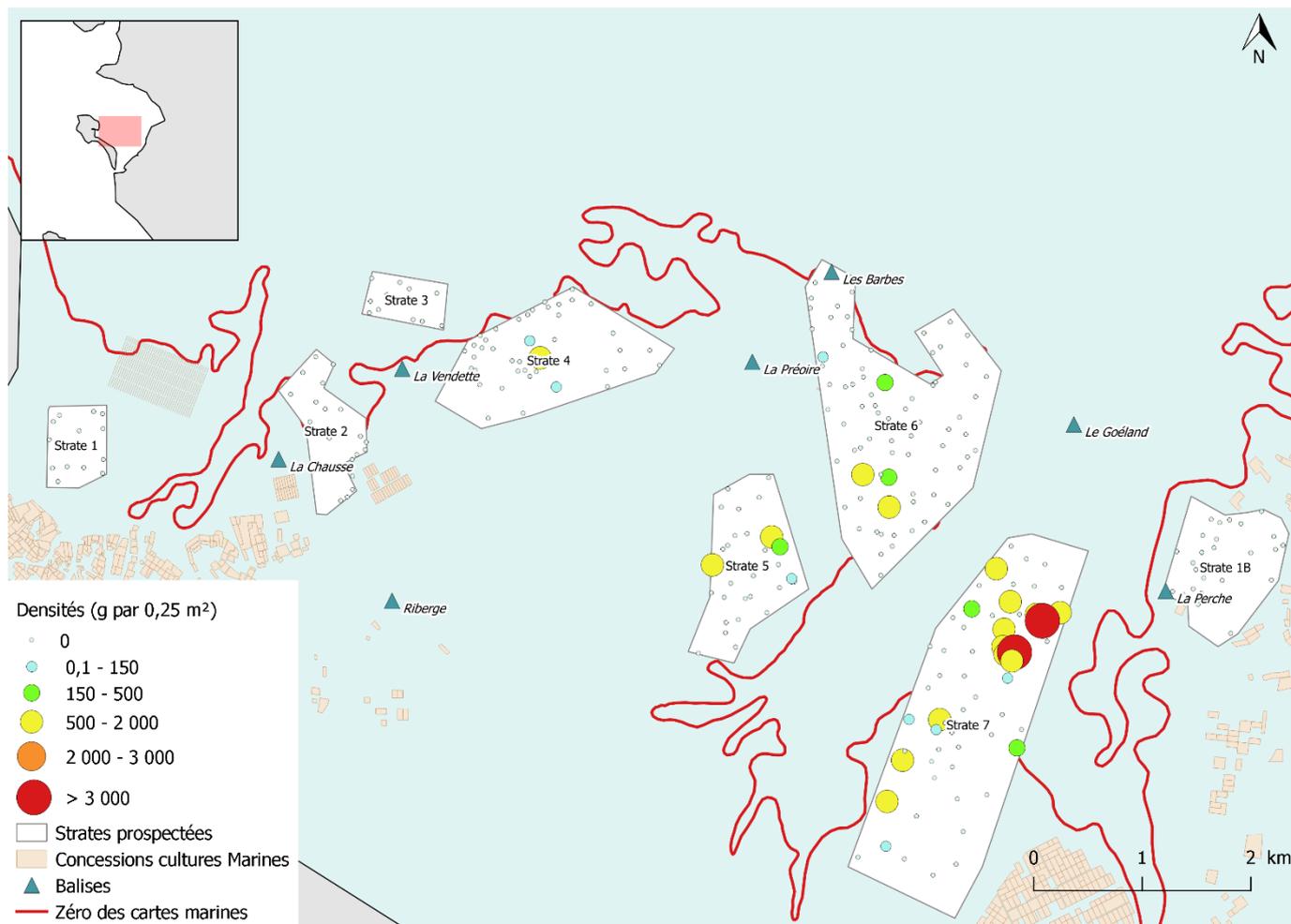
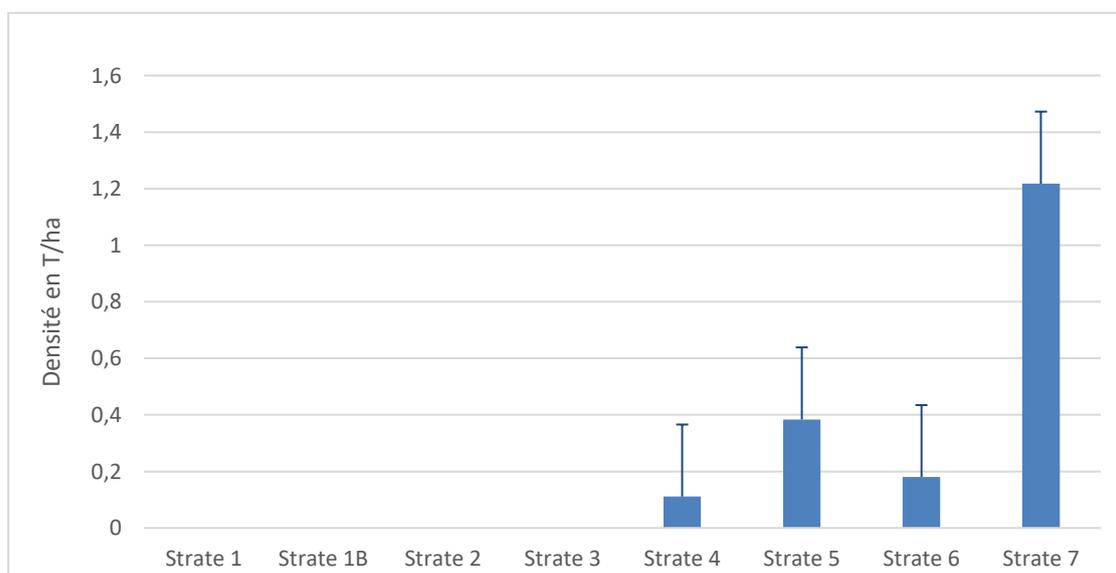


Figure 5 : Carte des densités en poids (g/0.25 m²) des moules en baie de Bourgneuf



Graphique 1 : Histogramme du stock de moules (en T/ha colonisé) pour chaque strate

Sur l'ensemble des **surfaces colonisées (162.5 ha)**, enregistrées lors de la campagne de prélèvements de moules dans le cadre du programme Gisements, **un stock de 561 T (\pm 566 T) de moules** a été enregistré (**Moyenne : 3.4 T/ha colonisé**).

- Huîtres

La **figure 7** montre les densités d'huîtres (g/0.25 m²) relevées lors des prélèvements en baie de Bourgneuf. Les densités les plus fortes sont enregistrées dans les strates 2, 3, 4 et 5. A contrario, la strate 8 montre les résultats les plus faibles. En effet, cette strate, située à proximité de la côte, est la zone où l'accès pour les pêcheurs est le plus facile.

Les informations relevées lors des prélèvements sur le terrain par les manipulateurs montrent une très forte densité d'huîtres autour des zones de production (parcs à huîtres) et le long du 0 des cartes marines (**Figure 6**).



Figure 6 : Photographies de la densité importante d'huîtres en baie de Bourgneuf

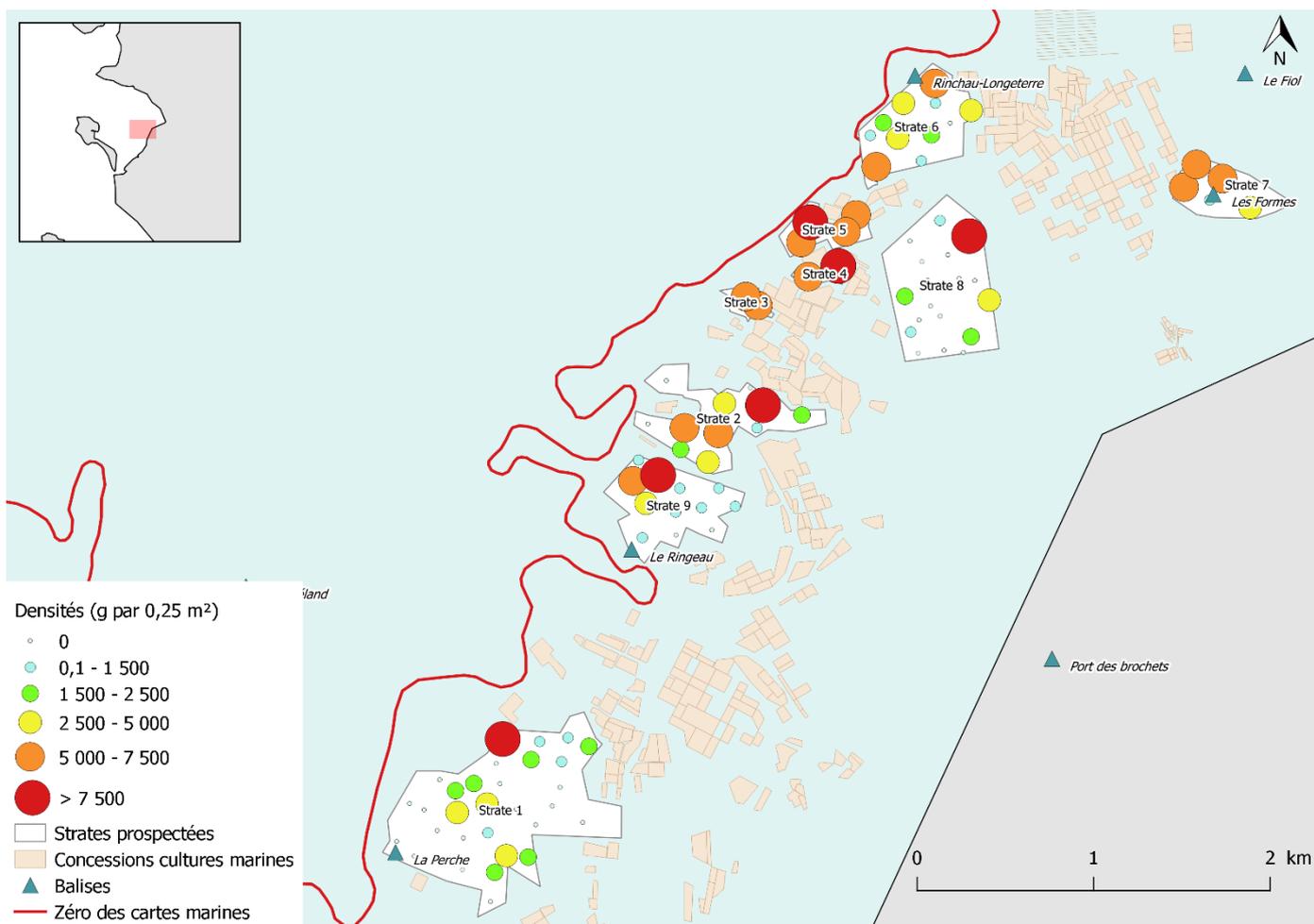
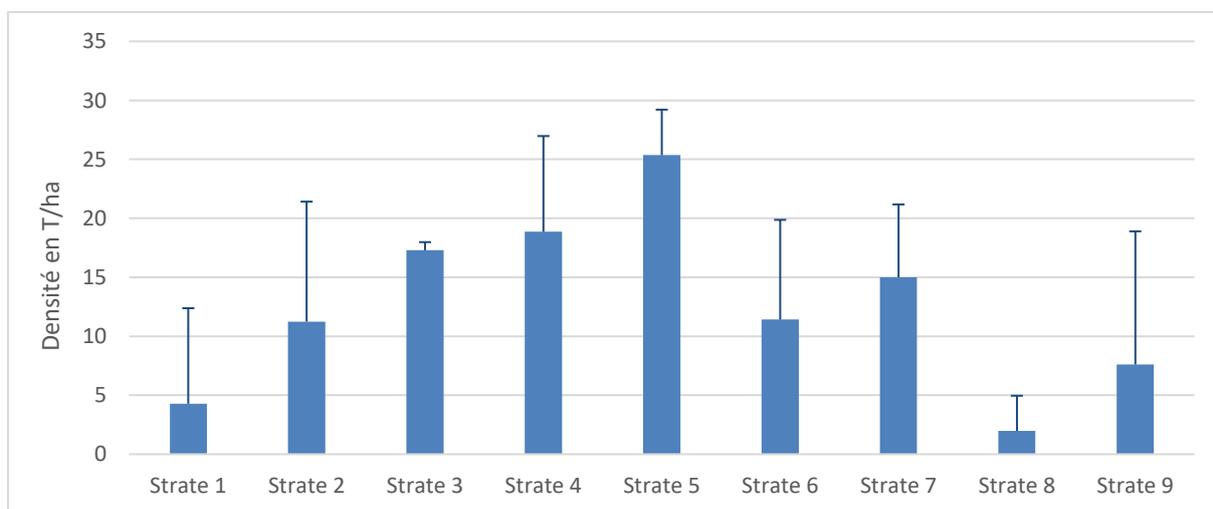


Figure 7 : Carte des densités en poids (g/0.25 m²) des huîtres en baie de Bourgneuf

Tout comme exposé sur la **figure 7**, les strates 3, 4 et 5 montrent un stock d’huîtres (T/ha) le plus élevé de cette campagne (**graphique 2**).



Graphique 2 : Histogramme du stock d’huîtres (en T/ha colonisé) pour chaque strate

En termes de stock total, les calculs permettent de mettre en évidence **1 826 T (± 1 138 T) d'huîtres sur les 145 ha colonisés (Moyenne : 12.6 T/ha)**

- Bilan

En 2018, l'estimation des densités moyennes par surface colonisée sont de :

- **3.4 tonnes de moules par hectare colonisé**
- **12.6 tonnes d'huîtres par hectare colonisé**

Pour rappel, les densités de ces coquillages en élevage sont de :

- **10.4 tonnes de moules par hectare de production (48 ha)**
- **10.9 tonnes d'huîtres par hectare de production (642 ha)**

On peut donc voir que la densité d'huîtres à l'hectare est plus élevée sur les gisements naturels qu'en production.

Il est difficile d'extrapoler ce résultat à l'échelle de la baie car la surface totale colonisée par chacune de ces deux espèces de mollusques est inconnue.

De plus, il est impossible de comparer les résultats obtenus dans le cadre de cette étude, avec ceux calculés en 2014, lors de CARHUMO, du fait des méthodologies totalement différentes utilisées pour ces deux études.

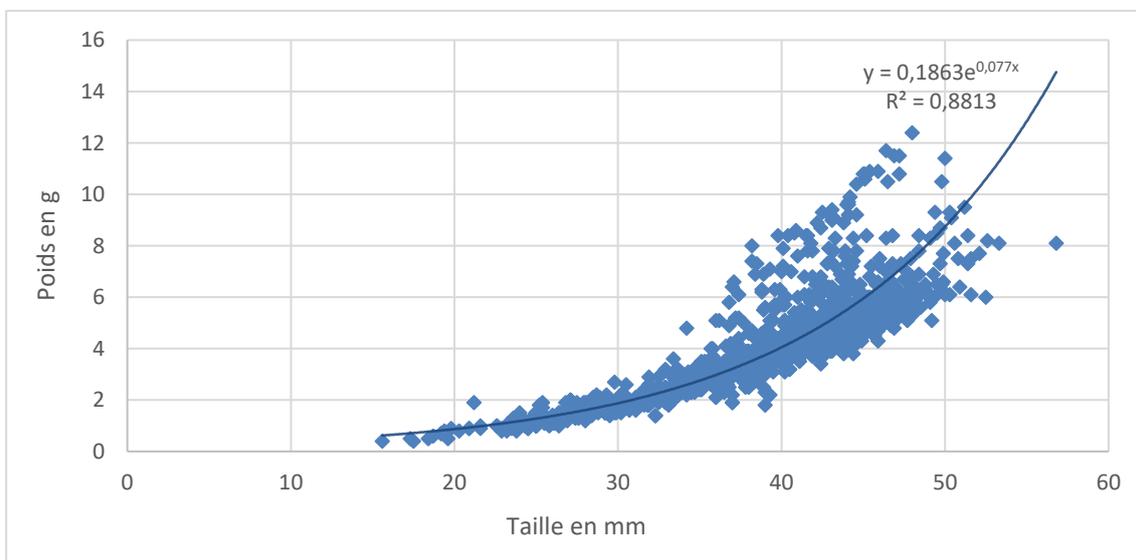
En conclusion, les gisements de moules en baie de Bourgneuf sont relativement faibles, voire inexistants sur des zones où ce mollusque était abondant avant les fortes mortalités qui ont débuté en 2014 en baie de l'Aiguillon et au début de l'année 2015 en baie de Bourgneuf.

Concernant les gisements d'huîtres, une forte densité de ce mollusque a été enregistrée, principalement autour des parcs ostréicoles et le long du 0 des cartes marines.

2.4. Structure des populations

a. Relation taille-poids

- Moules



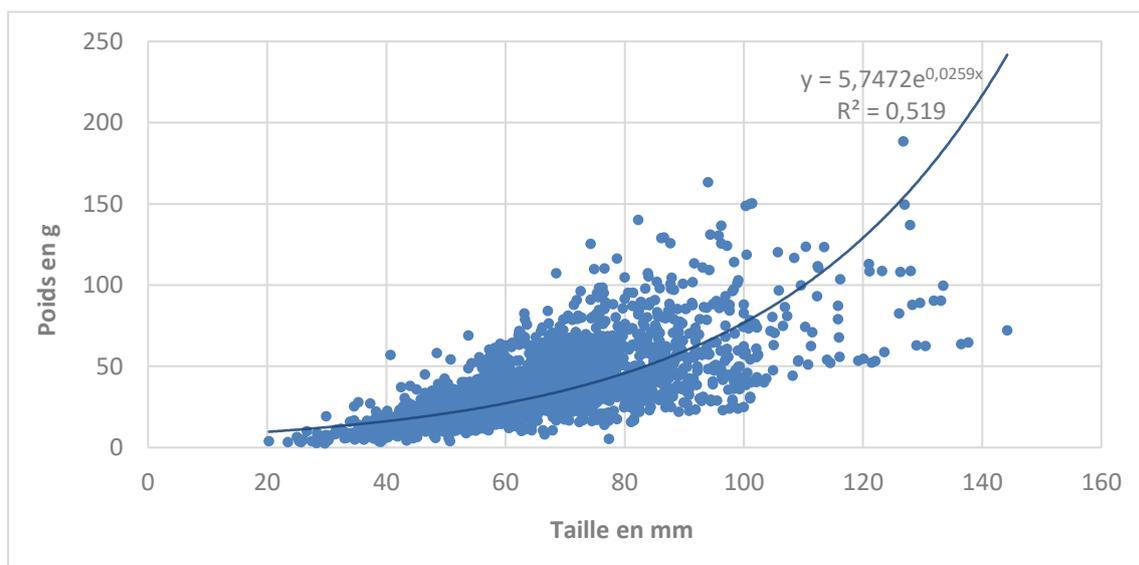
Graphique 3 : Relation taille/poids des moules échantillonnées dans chaque strate

Les mesures individuelles ont été effectuées sur 1170 moules issues de l'ensemble des strates. Elles permettent d'établir la relation taille/poids de la population de moules pour l'année 2018 (**graphique 3**).

Le coefficient de détermination R^2 montre que la dispersion des échantillons est relativement faible. En effet, contrairement aux huîtres, les moules ont une morphologie quasi identique d'un individu à l'autre. Ainsi, la seule dérive qu'il peut y avoir autour de la droite de régression se situe autour du poids. Une moule peut être plus ou moins gorgée d'eau au moment du comptage et surtout peut croître de manière différente d'un individu à l'autre. Ainsi, deux individus peuvent avoir un poids différent pour une même taille et vice versa.

- Huîtres

Les mesures individuelles ont été effectuées sur 2 178 huîtres issues des strates. Elles permettent d'établir la relation taille/poids de la population d'huîtres pour l'année 2018 (**graphique 4**).



Graphique 4 : Relation taille/poids des huîtres échantillonnées dans chaque strate

Les huîtres sauvages ont, pour la plupart, des morphologies différentes en fonction de la façon dont elles « poussent ». En effet, le lieu de captage et la densité d'individus aux alentours vont être facteurs de la forme et ainsi du poids l'huître. Par conséquent, il est normal de trouver un coefficient de détermination relativement faible pour ce groupe d'individus.

b. Répartition en classe de taille des populations

- Moules

Sur l'ensemble de l'étude, les moules récoltées mesurent entre 15.6 et 56.8 mm.

Le **graphique 5** permet de mettre en évidence que peu de juvéniles ont été trouvés sur les strates (5% entre]15 ; 24.9]). Deux raisons peuvent expliquer ces résultats :

- La campagne de prélèvement de moules ayant été effectuée en février-mars, le naissain naturel capté au début de l'été a pu croître et ainsi se trouver dans les classes de tailles supérieures.
- Les mortalités que subit la baie de Bourgneuf depuis 2014 impacte fortement les naissains. Il est possible que, comme les années précédentes, une très forte mortalité ait touché cette classe d'âge.

De plus, le graphique met en évidence la plus forte fréquence de moules mesurées dans la classe de taille]40 ; 44.9] (29%), qui correspond à la taille limite de capture autorisée des moules.

Le graphique des tailles et poids moyens par strate est fourni en **annexe 1**.



Graphique 5 : Histogramme de taille des moules pour l'ensemble des gisements naturels étudiés

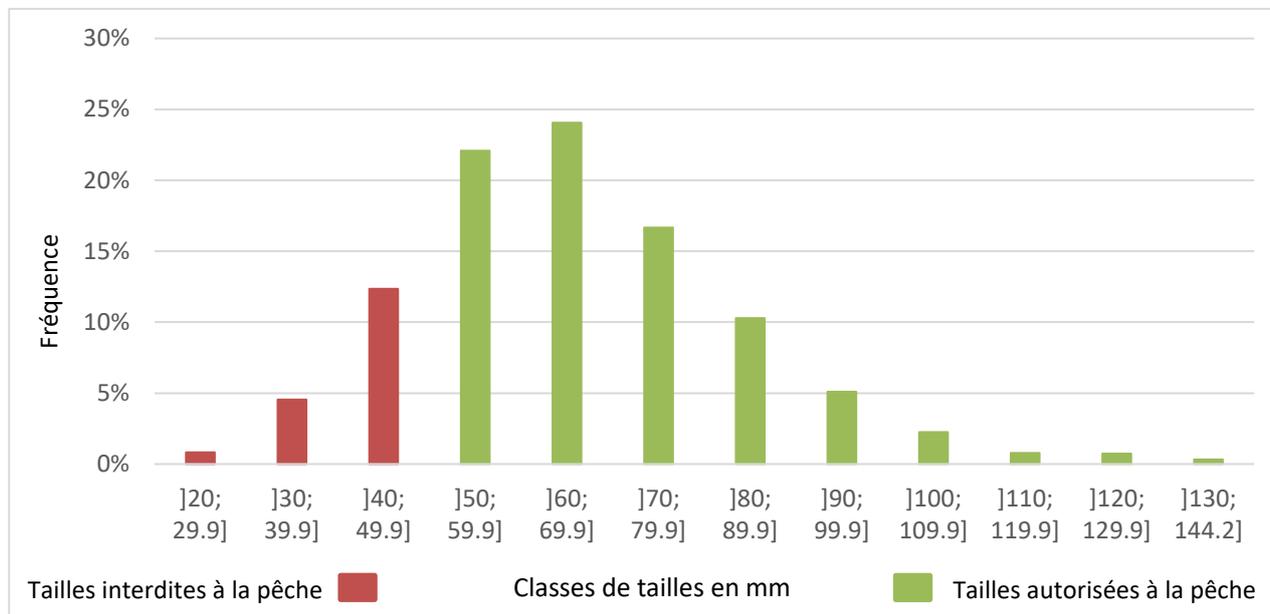
- Huîtres

Concernant les huîtres, les tailles relevées lors de cette campagne sont comprises entre 20.3 et 144.2 mm. Tout comme les moules, une faible quantité de naissains d'huîtres a été enregistrée lors des prélèvements.

Ces résultats s'expliquent par :

- Une fragilité du naissain d'huître qui peut entraîner la brisure de la coquille lors du prélèvement et ainsi la mort de l'individu.
- La forte densité d'huîtres sur certaines zones qui ne permet pas aux naissains de croître dans des conditions optimales et qui ainsi peut diminuer le potentiel de croissance et augmenter le pourcentage de mortalité sur la zone.

- Les prélèvements ont été réalisés en avril-mai 2018, soit environ 10 mois après le captage du naissain. Durant cette période, le naissain a gagné en taille et en masse et ainsi, se retrouve dans les classes de tailles supérieures (20 à 30 mm).



Graphique 6 : Histogramme de taille des huîtres pour l'ensemble des gisements naturels étudiés

3. Conclusion

L'étude GISEMENTS, menée en baie de Bourgneuf sur la période 2017-2018 a permis d'affiner la méthodologie utilisée dans le cadre de CARHUMO. L'état des gisements naturels d'huîtres et de moules en baie de Bourgneuf a pu être estimé pour l'année 2018.

- Moules

Cette étude a permis de mettre en évidence la faible quantité de stock de moules en baie de Bourgneuf. En effet, seulement 1 zone de prélèvement (strate 7) montre quelques tâches de moules. Cependant, ces zones étaient, avant les différents épisodes de mortalité débutés en 2014, colonisées de manière très importantes par ces mollusques.

Le relevé de mortalité enregistré dans le cadre du programme TESCOR (SMIDAP – CRC PDL) montre une mortalité cumulée de 46.1 % sur le site de Maison Blanche (Noirmoutier-en-l'Île) contre une moyenne régionale de 17.8 %, sur l'année 2018.

L'étude TESCOR montre donc une mortalité supérieure en baie de Bourgneuf, ce qui correspond aux faibles densités de moules naturelles mesurées durant cette étude.

La faible quantité de moules évaluées lors de cette étude confirme donc les observations de surmortalité élevées constatées par la profession depuis 2015.

- Huîtres

Les prélèvements d’huîtres en baie de Bourgneuf, dans le cadre du programme Gisements, ont permis de mettre en évidence une forte densité sur les strates étudiées. En revanche, la strate 8 montre la densité la plus faible, probablement du fait de son accès plus facile pour la pêche et de son sédiment en grande partie de type vaseux.

Le graphique des tailles et poids moyens par strate (**Annexe 1**) permet de mettre en évidence que les strates 1 et 8 ont le rapport taille/poids le plus intéressant pour la commercialisation.

En effet, la densité peu élevée sur ces strates révèle une probable activité de pêche de ces coquillages. Ainsi, l’exploitation sur ces zones entraîne une meilleure qualité des huîtres, contrairement à celles où la densité est beaucoup plus élevée.

Effectivement, les observations sur le terrain montrent que lorsque la densité d’huîtres est élevée, ces coquillages croient en longueur, de façon verticale et peu en largeur (**figure 8**). Or, ces huîtres « longues » sont difficilement exploitables pour les pêcheurs à pied professionnels.



Figure 8 : Photographie de la croissance verticale des huîtres

De plus, ces zones à forte densité d’huîtres sauvages peuvent créer une compétition trophique avec les huîtres en élevage des parcs environnants mais également avec les autres mollusques sauvages comme les moules. Ces mollusques sauvages en si forte densité peuvent nuire au bon développement écologique des autres espèces mais aussi aux activités économiques de ces zones.

4. Perspectives

Suivi pérenne des gisements naturels :

A des fins comparatives, il paraît indispensable de maintenir ce suivi des gisements dans le temps et ce, en appliquant toujours le protocole établi dans ce programme. Pour les professionnels dépendants de ces gisements, il serait bénéfique de suivre :

- **Annuellement** quelques points de référence au sein des strates clés définies dans cette étude.
- **Tous les 3 ou 4 ans**, l’ensemble des points de prélèvement réalisés dans cette étude.

De plus, il reste important d’organiser des groupes de travail avec les professionnels concernés afin de pouvoir connaître leurs exigences concernant les zones à suivre. En effet, les bancs de moules étant très mobiles (notamment lors des tempêtes), les points de suivi de ces gisements peuvent être modifiés en fonction des observations des professionnels.

Suivi du recrutement sur les gisements :

Il semble important de suivre l'évolution des naissains captés sur les points de référence dans le milieu naturel de la baie de Bourgneuf. En effet, ces juvéniles représentent le futur stock de géniteurs et une partie de l'activité économique de certains pêcheurs professionnels.

De plus, ce suivi annuel serait l'occasion de surveiller les mortalités sur le naissain de moules fraîchement capté. En effet, la baie de Bourgneuf est un lieu de captage de moules pléthorique depuis 2015, mais qui subissent, dès le début de l'automne, des mortalités importantes.

Ces informations qui seraient récoltées chaque année pourraient être couplées avec les suivis larvaires et fixations de moules d'élevage menés par le SMIDAP et le CRC PDL.

Etude de capacité trophique de la baie :

L'étude de la courantologie de la baie de Bourgneuf pourrait être actualisée. Cette dernière permettrait, couplée à une étude sur les densités et la qualité du phytoplancton, d'évaluer la compétition trophique entre les différentes espèces de coquillages et surtout entre les individus sauvages et en élevage. En effet, les fortes densités d'huîtres sauvages enregistrées autour des parcs de production de la baie de Bourgneuf peuvent causer des déficits de croissance sur les mollusques environnants en élevage. Cela représente un enjeu majeur pour les professionnels car la qualité de leurs produits, notamment le taux de remplissage, dépend des concentrations en compétiteurs trophiques présents sur les zones d'élevage. Il en va de la bonne valorisation des huîtres pour la commercialisation.

Pour finir, nous avons eu la chance de pouvoir échanger tout au long du programme avec des chercheurs du laboratoire MMS (Mer Molécules Santé) de l'Université de Nantes. Ils possèdent une expertise sur cette thématique grâce à leur méthode de télédétection notamment. Les discussions et les échanges de nos résultats respectifs ont permis d'aboutir à des enrichissements de bases de données.

Volet 2 : Suivi de la mortalité des moules sur deux sites

1. Méthodologie

Pour le suivi de la mortalité, le protocole utilisé se base sur ceux employés pour MORBLEU (IFREMER), TESCOR ou encore CAPEMOULES (SMIDAP - CRC PDL). Ainsi, 3 mini-poches, contenant chacune 120 moules, sont immergées sur deux sites : la Grizouse situé en baie de Bourgneuf (Vendée) et le Pouliguen (Loire-Atlantique) (**Figure 9**). L'objectif se limitant à suivre la mortalité naturelle, le naissain introduit dans ces poches provient de l'estran de chaque site. Chaque mois, un comptage de ces moules est réalisé afin de suivre la mortalité. Cependant, sur le site de la Grizouse, chaque mini-poche contient 2 sachets avec 120 moules. En effet, par crainte de ne pas trouver suffisamment de naissains de moules lors de la mise en poche, des individus sauvages provenant du site de « Maison Blanche » ont été récoltés, puis placés avec le naissain provenant de la Grizouse.

En complément, 3 quadrats sont photographiés sur chaque site afin d'observer l'évolution du gisement naturel alentour.

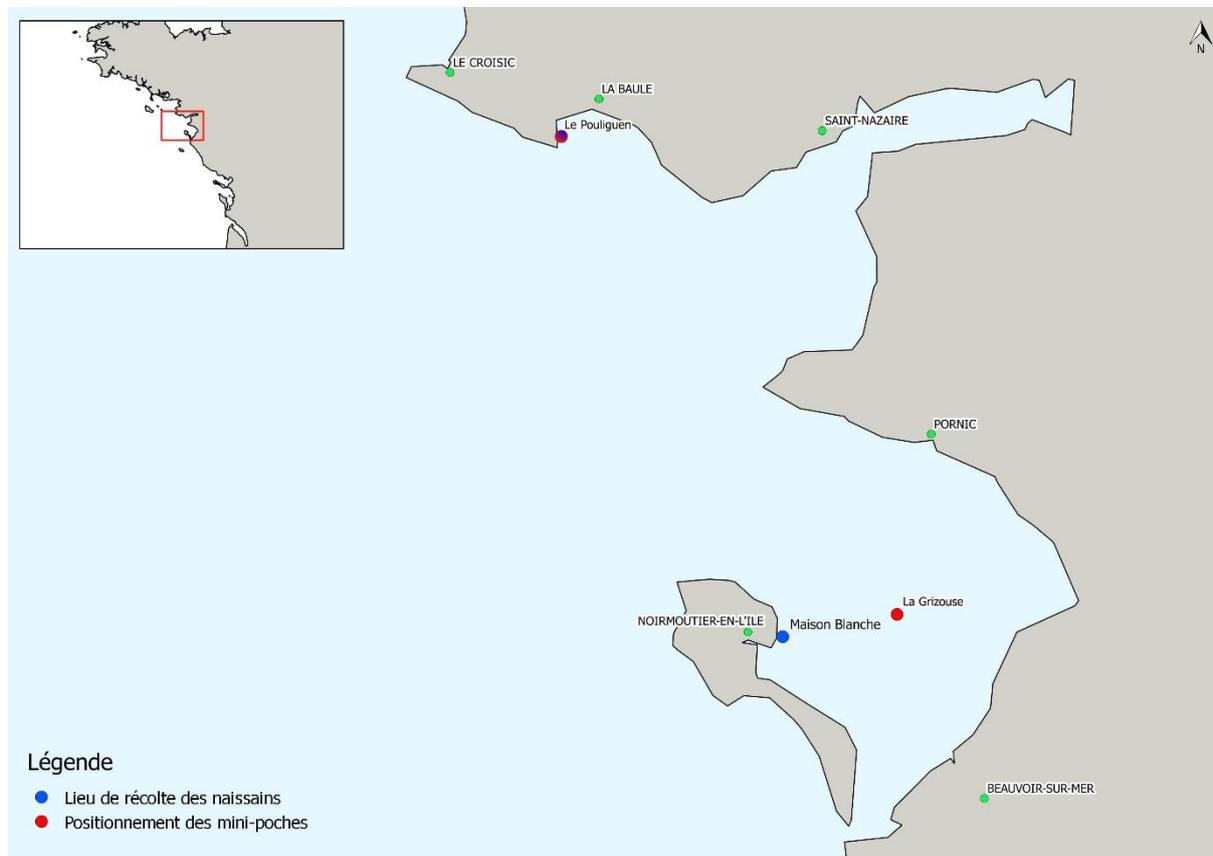


Figure 9 : Lieux de récolte des naissains de moules et des mini-poches

Sur le site de la Grizouse, les poches sont accrochées sur des blocs bétons entreposés sur le sol (**Figure 10**). Au Pouliguen, les mini-poches sont installées sur une balise nautique fixe située sur l'estran (**Figure 11**).



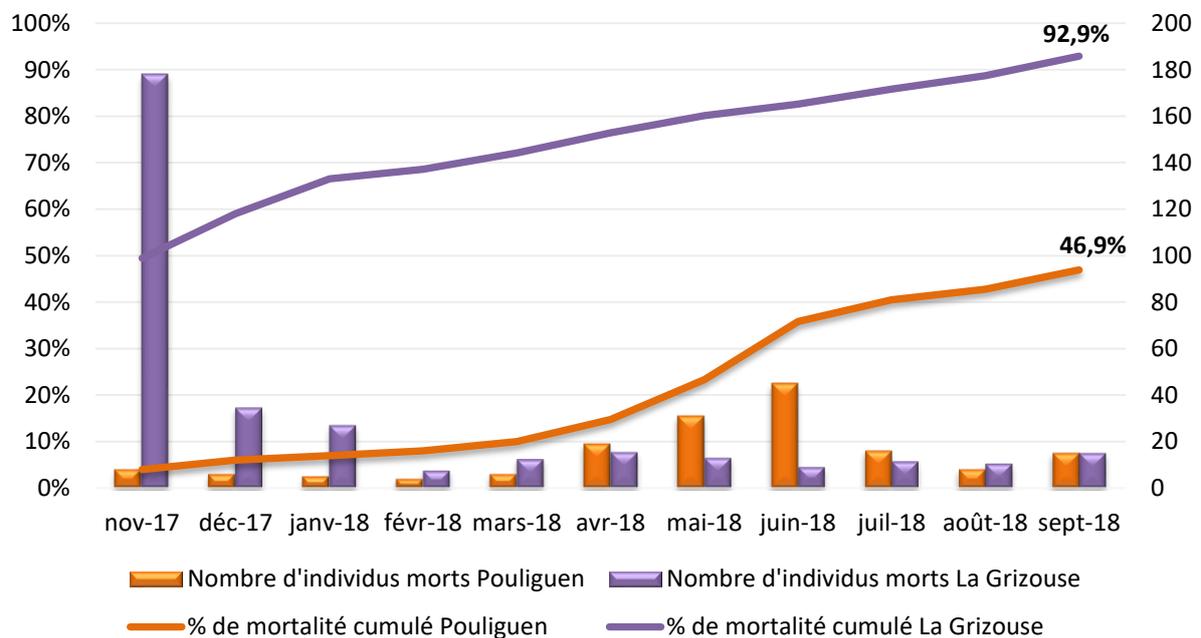
Figure 10 : Mini-poches installées sur le site de la Grizouse



Figure 11 : Mini-poches installées sur le site du Pouliguen

2. Résultats

2.1. Etude de la mortalité dans les mini-poches



Graphique 7 : Données de la mortalité de moules sur chaque site

Le **Graphique 7** permet de mettre en évidence une plus forte mortalité cumulée sur le site de la Grizouse (93 %), que sur le site du Pouliguen (47 %). En effet, environs 50 % des individus en baie de Bourgneuf sont morts dans le mois qui a suivi la mise en poche de ces naissains. Le protocole de mise en poche et les opérateurs étant les mêmes employés pour les deux sites, la thèse de la mortalité due à la manipulation est peu probable.

De plus, des professionnels de la pêche à pied observent chaque année ce phénomène de mortalité au début de l'automne. Il s'agirait donc d'un phénomène récurrent en baie de Bourgneuf, de cause inexpliquée.

Pour le site du Pouliguen, les premières mortalités conséquentes ont été enregistrées au milieu du printemps 2018. En effet, en avril 2018, les premières températures élevées ont été constatées dans la région Pays de la Loire. Il est donc probable que la chaleur soudaine relevée juste avant le début de l'été puisse être un élément intervenant dans la mortalité marquée des moules au Pouliguen, soit par le choc de température soudain ou par la prolifération d'éléments pathogènes dans le milieu.

2.2. Estimation de l'abondance environnante

- Site de la Grizouse (85)



Figure 12 : Quadrat réalisé en **octobre 2017** sur le site de la Grizouse



Figure 13 : Quadrat réalisé en **février 2018** sur le site de la Grizouse



Figure 14 : Quadrat réalisé en **juin 2018** sur le site de la Grizouse



Figure 15 : Quadrat réalisé en **septembre 2018** sur le site de la Grizouse

Comme le montre les **Figures 12 & 13**, ainsi que les deux autres quadrats réalisés chaque mois en baie de Bourgneuf, le site de la Grizouse était exempt de moules sauvages entre octobre 2017 et mai 2018.

Ainsi une corrélation peut être faite avec les résultats récoltés lors du suivi de la mortalité de moules où la plus grosse période de décès a été recensée un mois après la mise en poche des individus, soit octobre 2017. Il semblerait donc que la grande majorité du recrutement de moules de 2017 ait succombé au début de l'automne 2017, soit à l'âge d'environ 5 mois.

Au milieu/fin du printemps 2018, un recrutement de moules très important a été observé en baie de Bourgneuf, comme le montre les **Figures 14 & 15**.

- Site du Pouliguen (44)



Figure 16 : Quadrat réalisé en **octobre 2017** sur le site du Pouliguen



Figure 17 : Quadrat réalisé en **février 2018** sur le site du Pouliguen



Figure 18 : Quadrat réalisé en **juin 2018** sur le site du Pouliguen



Figure 19 : Quadrat réalisé en **septembre 2018** sur le site du Pouliguen

Contrairement au site de la Grizouse, le Pouliguen montre une présence de moules sur l'estran quelle que soit la période de l'année. Cependant, une quantité beaucoup moins importante de naissains a été observée sur l'estran du Pouliguen, lors de la période de captage.

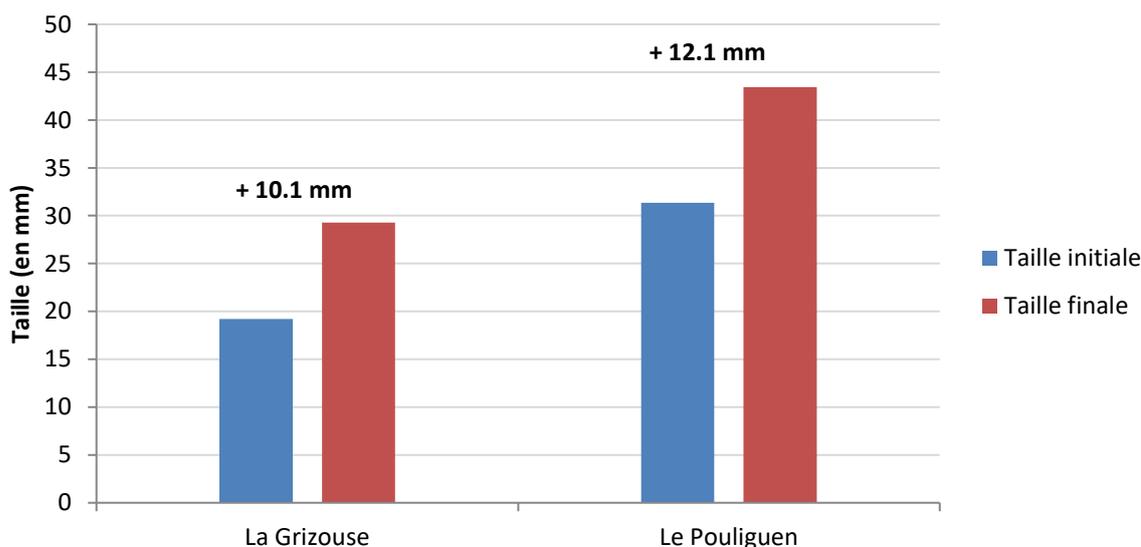
De plus, comme le montre la **Figure 20**, de nombreux pêcheurs de loisir étaient présents sur l'estran lors de nos suivis mensuels des mois estivaux (juin à septembre 2018).

Il semble donc normal de trouver une quantité moins importante de moules dans les quadrats lors des plus fortes périodes touristiques, comme le montre la **Figure 19**.



Figure 20 : Pêcheurs à pied de loisir sur l'estran du Pouliguen

2.3. Etude de la croissance



Graphique 8 : Données des tailles de moules et gain de taille sur chaque site

Le **graphique 8** montre qu'au début de ce suivi de la mortalité, les individus de la baie de Bourgneuf avaient, en moyenne, une taille inférieure (19.2 mm) à ceux du Pouliguen (31.3 mm). Durant la période de ce suivi, les moules placées à la Grizouse ont montré un gain de taille moyen de 10.1 mm, contre 12.1 mm au Pouliguen.

D'après cette étude, il semblerait que le Pouliguen soit un site plus propice pour la croissance des moules.

De plus, le plus faible gain de taille à la Grizouse pourrait être causé par une quantité moins importante de phytoplanctons disponibles pour l'alimentation des moules ou une perturbation due, par exemple, à la présence de pathogènes.

Il convient de préciser, que ces données sur la croissance peuvent être biaisées par l'effet « mini-poches » dans lesquelles les individus ne peuvent pas se développer aisément et de la même manière qu'à l'état sauvage.

3. Conclusion et perspectives

En conclusion, une plus forte mortalité des moules suivies a été enregistrée sur le site de la Grizouse au début de l'automne (mortalité de 50% des moules mises en poches constatée en Novembre 2017). Ainsi, une très grande partie des naissains recrutés en 2017 et les géniteurs sauvages ont succombé aux alentours de cette période, comme le montre les quadrats réalisés aux alentours du point de suivi de la mortalité des moules. Tout comme les années précédentes à la même période, un captage très important a été enregistré en baie de Bourgneuf au milieu/fin du printemps 2018. Lors de la réalisation du dernier quadrat (septembre 2018), le naissain était toujours présent et était de taille supérieure aux moules suivies de la cohorte de 2017. Il serait intéressant de continuer ce suivi afin de voir l'évolution du phénomène de mortalité qui impacte la population de moules au début de l'automne sur ce site.

Concernant le Pouliguen, les mortalités ont été stables jusqu'au mois d'avril, où, probablement les premières températures élevées, ont engendré un pic de mortalité. La population sauvage de moules du Pouliguen a été constante tout au long de l'année, exceptée lors des périodes estivales où une recrudescence du nombre de pêcheurs à pied de loisir a été observée. Ainsi, les quadrats des mois de juillet, août et septembre montrent une proportion de moules inférieure aux mois précédents. Le captage de naissains a été, visuellement plus faible sur ce site qu'en baie de Bourgneuf. La forte quantité de moules déjà présents sur cet estran et l'absence de zones d'élevage de moules aux alentours peuvent être en partie les causes de ce plus faible captage.

En termes de perspectives, comme évoqué précédemment, il peut être intéressant de continuer ce suivi. De plus, un suivi du naissain originaire de la Grizouse et placé au Pouliguen et vice versa, pourrait également être effectué. Ainsi, la qualité des eaux d'immersion et du naissain de moules pourraient être comparées lors de ce suivi. De plus, les résultats obtenus dans le programme TESCOR pourraient être confirmés.

Bibliographie

Baud J.P. & Haure J., 1988. Estimation des stocks de moules de gisements naturels dans la baie de Bourgneuf en 1986. Rapport interne Ifremer DRV-88-012-RA/Bouin, 29p.

Dermott R., Bonnel R., Carou S., Dow J. & Jarvis P., 2003. Spatial distribution and population structure of the mussels *Dreissena polymorpha* and *Dreissena bugensis* in the Bay of Quinte, Lake Ontario, 1998 and 2000. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2479 : 58p.

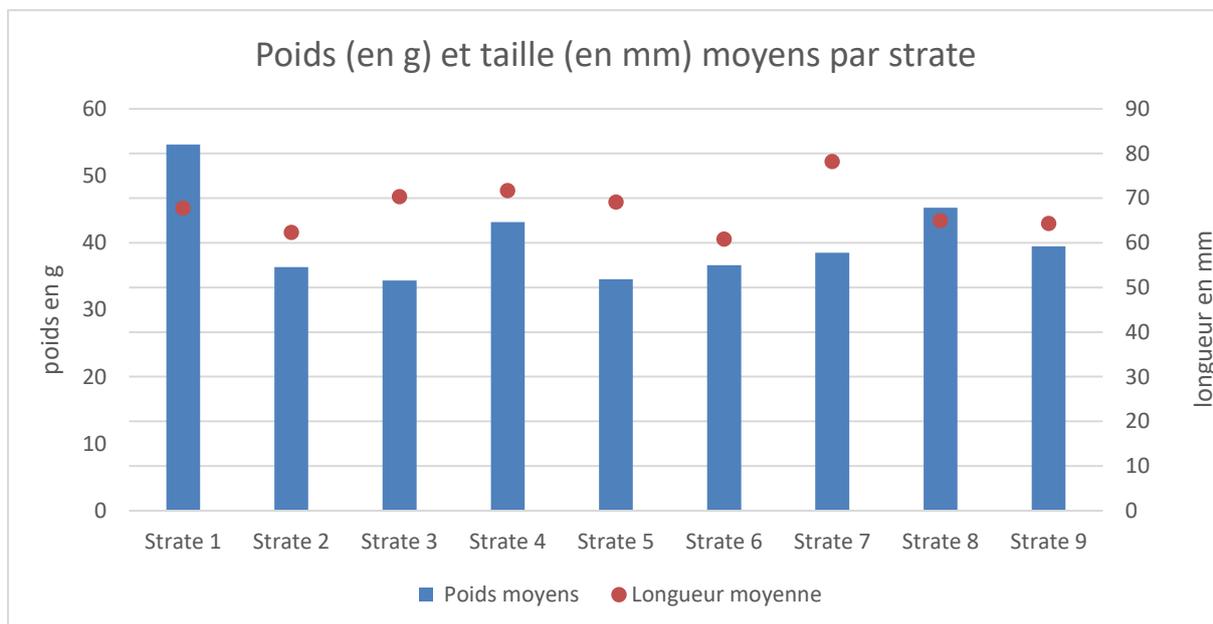
Dolmer P., Sand Kristensen P. & Hoffman E., 1999. Dredging of blue mussels (*Mytilus edulis*) in a Danish sound : stock sizes and fishery-effects on mussel population dynamic. *Fisheries Research*, 40 : 73-80.

Grall J. & Hily C., 2003. Echantillonnage quantitatif des biocénoses subtidales des substrats meubles. *Rebent*, 7 pages.

Munch-Petersen S. & Kristensen P.S., 2001. On the dynamics of the stocks of blue mussels (*Mytilus edulis*) in the Danish Wadden Sea. *Hydrobiologia* 465 : 31-43.

Nalepa T.F., Fanslow D.L., Lansing M.B., Lang G.A., Ford M., Gostenik G. & Hartson D., 2002. Abundance, biomass, and species composition of benthic macroinvertebrate populations in Saginaw Bay, Lake Huron, 1987-96. *NOAA Technical Memorandum GLERL-122*, 32p.

Sanchez F., Caill-Milly N. & De Casamajor M.N. et al. Étude du stock de moules *Mytilus spp.* des gisements naturels dans le bassin d'Arcachon-Année 2011. RBE/HGS/LRHA 11-003, 2011.



Annexe 1 : Moyenne des tailles et poids des huîtres par strate