



Ifremer

Objet :
Demande de méthodes
d'évaluation des pertes
mytilicoles dues à la prédation par
des étoiles de mer

**Direction Départementale des Territoires
et de la Mer**

DML
Unité Culture Marine
1, allée du G^{al} Le Troadec

n/réf. : LER/MPL n° 17.70/Tm
v/ref : N° 024/2017-Unité CM de
Vannes

BP 520
56019 Vannes Cedex

Affaire suivie par Julien Normand et Jean François Bouget

La Trinité-sur-Mer, le 26 juillet 2017

Monsieur,

Par courrier, en date du 10/07/2017, vous sollicitez l'expertise de l'Ifremer sur les méthodes d'évaluation des pertes mytilicoles dues à la prédation des moules par les étoiles de mer en Baie de Vilaine, sur les secteurs suivants : Le Halguen, Kervoyal, Le Maresclé et Pont-Mahé (Figure 1). Vous nous indiquez que cette évaluation devra s'appuyer sur les données récoltées au cours de la mission d'enquête prévue le 27/07/2017 (sous réserve des conditions météorologiques).

Le LER/MPL a déjà été saisi suite à d'importantes mortalités mytilicoles constatées dans l'estuaire de la Loire en fin d'année 2011 (Mazurié, 2012 ; Rodriguez, 2013). Il a apporté son expertise lors de la mission de comptage des étoiles sur l'île Dumet du 14 octobre 2016. Il a également produit des travaux sur les mortalités des huîtres élevées en baie de Quiberon liées, entre autres, à la prédation par les étoiles de mer (Mazurié, 2013).

Dans les élevages conchylicoles, la proportion de mortalité à l'échelle d'un secteur est habituellement inférée de l'estimation des pertes par unité d'élevage (proportion de mortalité par pieu, par poche, etc.). L'unité d'élevage constituant l'unité d'échantillonnage primaire et l'individu constituant alors l'unité secondaire (le caractère échantillonné étant alors une variable binomiale prenant pour valeur « mort » ou « vivant »). Dans la grande majorité des cas, le dénombrement des individus vivants et des coquilles vides, à l'issue de l'épisode de mortalité, permet d'estimer l'effectif initialement en élevage et la proportion de mortalité.

Le mode de culture des moules sur bouchot ou filière pose toutefois un problème bien spécifique, qui rend inapplicable les méthodes usuelles d'estimation des taux de mortalité. En effet, les coquilles des moules mortes sont généralement arrachées du pieu ou des filières au bout de quelques jours, et le nombre d'individus morts ne peut donc pas être déterminé avec précision. Lorsque le phénomène de mortalité perdure sur plusieurs semaines (comme c'est le cas ici), il devient alors impossible d'estimer les pertes cumulées dans le temps

**Institut français de Recherche
pour l'Exploitation de la Mer**

Etablissement public à caractère
industriel et commercial

Station de La Trinité
12, rue des Résistants
B.P. 86
56470 La Trinité-sur-Mer
France

téléphone 33 (0)2 97 30 19 19
télécopie 33 (0)2 97 30 19 00
<http://www.ifremer.fr>

à moins de recourir à des comptages réguliers. L'effectif des moules mortes ne peut pas non plus être déduit du nombre de moules survivantes puisque le nombre d'individus initialement mis en élevage par le mytiliculteur sur le pieu de bouchot ou la descente de filière n'est pas connu et s'avère très variable. Dans ce cas, des méthodes alternatives doivent être considérées pour estimer sur le terrain l'ampleur des pertes subies par les élevages.

Avis de l'Ifremer :

Nous proposons 4 méthodes complémentaires. Considérant que nous n'avons pas connaissance *a priori* de la situation sur le terrain, ni des conditions météorologiques qui seront rencontrées le jour de la commission, ni des moyens disponibles pour réaliser l'évaluation des pertes mytilicoles, nous laisserons à l'opérateur le soin de privilégier certaines de ces méthodes, ou de ne pas mettre en œuvre l'une ou l'autre d'entre elles. Nous insistons toutefois sur le fait que les méthodes 1 et 2 permettront sans doute d'approcher au mieux la question posée dans le cadre de la saisine qui concerne l'ampleur des pertes liées à la prédation, alors que les méthodes 3 et 4 ne fournissent que des indicateurs indirects de la pression de prédation.

L'effort d'échantillonnage envisagé dans ce document pour chacune des méthodes apparaît comme l'effort d'échantillonnage minimal à déployer pour obtenir des estimateurs précis à $\pm 10\%$, considérant que cette estimation a été faite sur des bases théoriques (en l'absence de données puisque celles-ci n'ont pas encore été acquises) (Cochran, 1977). Si des limitations matérielles imposent une diminution de l'effort d'échantillonnage par rapport à nos préconisations, cette diminution ira très probablement de pair avec une diminution de la précision des estimateurs produits. Dans tous les cas, les estimateurs moyens produits pour chacune des méthodes proposées ici gagneraient à être accompagnés d'un descripteur statistique de leur dispersion intra-secteur (par exemple : un intervalle de confiance) qui permettra d'apprécier la précision de l'estimation au regard de la variabilité réelle observée sur le terrain.

La **première méthode** qui peut être proposée s'inspire de celle adoptée lors de la commission de visite du 6 avril 2012, dans un contexte similaire de prédation des bouchots par les étoiles de mer (Mazurié, 2012).

Elle consiste à considérer la surface du pieu couverte par les moules plutôt que le nombre d'individus vivants et morts. La plupart du temps, la prédation par les étoiles de mer laisse en effet des zones découvertes sur les pieux d'élevage, zones dont la superficie est un indicateur indirect de l'ampleur des mortalités. Un indicateur de l'ampleur des pertes par pieu peut ainsi être dressé tel que :

- Niveau 1 : pieu apparemment intact (couverture par les moules = 100 %) ;
- Niveau 2 : pieu modérément impacté ($75\% < \text{couverture par les moules} < 100\%$) ;
- Niveau 3 : pieu très impacté ($50\% < \text{couverture par les moules} < 75\%$) ;
- Niveau 4 : pieu presque vide ($25\% < \text{couverture par les moules} < 50\%$) ;
- Niveau 5 : pieu vide ($0\% < \text{couverture par les moules} < 25\%$).

Le protocole pourrait alors consister à qualifier l'intensité de la prédation en attribuant une valeur pour cet indice à un échantillon de pieux représentatif de l'ensemble des pieux d'élevage du secteur (Figure 2).

La première étape consistera alors à identifier sur chaque secteur au moins 6 rangées de pieux accueillant des moules « marchandes » (destinées à une commercialisation dans l'année), et n'ayant pas fait l'objet d'une mise en boudin récente (les pieux sur lesquels des boudins ont été enroulés récemment pouvant en effet présenter des espaces vides entre les spires du boudin, sans rapport avec la prédation par les étoiles). Ces rangées de pieux devraient être réparties sur l'ensemble du secteur d'élevage, afin de représenter au mieux une potentielle (et probable) variabilité spatiale des déprédations par les étoiles de mer.

Au sein de chacune de ces rangées et pour 30 pieux, l'opérateur s'attachera alors à qualifier l'intensité des pertes en déterminant une valeur pour l'indicateur de l'ampleur des pertes par pieu. La localisation précise (point GPS) de chacune des rangées, la date et l'heure de l'observation devraient également être renseignées.

L'ensemble de ces données permettra de déterminer pour chaque secteur la proportion de pieux « apparemment intacts », « modérément impactés », etc. Celle-ci permettra d'apprécier la *variation des pertes liées à la prédation entre les secteurs, et pour l'année en cours*. Comparativement à l'indicateur proposé ci-dessous (**seconde méthode**), cet indicateur présente toutefois l'inconvénient d'être moins directement relié à la biomasse de moules mises à la vente. Pratiquement, si la commission d'enquête s'effectue en bateau, l'observation de la base des pieux sera grandement facilitée si les conditions météorologiques du jour offre une bonne visibilité sous l'eau.

Le rapport de la commission de visite réalisé par l'Ifremer en 2012 est disponible en pièce jointe.

Une **seconde méthode** peut être proposée, à condition que des données de déclaration de production soient disponibles. Il s'agit là d'une méthode qui a pu être utilisée dans d'autres contextes pour estimer des pertes en élevage et qui consiste à faire la différence entre, d'une part, le rendement attendu pour un pieu exploité sur une période donnée, et d'autre part, le rendement par pieu observé sur la même période pour l'année en cours (Rodriguez, 2013).

Le rendement attendu par pieu, par secteur et par an peut être estimé en faisant la moyenne inter-annuelle des rendements par pieu déclarés sur un secteur donné. Le protocole consistera d'abord à sélectionner les données disponibles sur une période de référence au cours de laquelle la prédation due aux étoiles de mer sera considérée comme négligeable pour chacun des secteurs considérés. Cette période devrait couvrir au moins une dizaine d'années afin de minimiser la variation inter-annuelle des performances d'élevage.

L'opérateur devra alors s'attacher à sélectionner des données de rendement par pieu, pour des moules élevées sur la même période que celle faisant l'objet de l'étude en cours (ainsi, si l'objectif est de dresser le bilan des

perdes liées à la prédation au mois de juillet 2017, les données sélectionnées devront concerner des pieux ensemencés dans le courant de l'année $n-1$ et pêchés en juillet de l'année n). Ces données seront stockées dans une table de données intermédiaire.

L'étape suivante consistera à échantillonner aléatoirement (au minimum) 20 données de rendement par pieu, par secteur, et par année, au sein de la table de données intermédiaire. La moyenne de ces données permettra de calculer un rendement moyen par pieu, par secteur et par an, sur la période de référence.

Le rendement par pieu observé pour l'année en cours sera déterminé selon la même procédure. L'effort d'échantillonnage gagnerait alors à être augmenté (de 20 données échantillonnées pour chacune des années de la période de référence, à 30 données échantillonnées pour l'année 2017) afin d'améliorer la précision de l'estimateur.

La différence entre le rendement attendu par pieu, par secteur et par an et le rendement observé pour l'année en cours permettra d'approcher les *perdes de biomasse pour les moules marchandes liées à la prédation*. Cet indicateur présente l'inconvénient majeur d'être biaisé par la variation inter-annuelle des rendements d'élevage induite par des causes indépendantes de la prédation (variabilité des conditions météorologiques annuelles induisant une variabilité des performances de croissance, maladies entraînant des mortalités, etc.). Il présente l'avantage d'être quantitatif, directement lié à la valeur marchande dégagée par les entreprises et facile à calculer.

La **troisième méthode** vise à estimer la pression de prédation par pieu. Elle consistera à échantillonner les étoiles de mer présentes par pieu, sur chacun des secteurs. Comme pour la première méthode, la première étape consistera alors à identifier sur chaque secteur au moins 6 rangées de pieux accueillant des moules « marchandes ». Ces rangées de pieux devraient être réparties sur l'ensemble du secteur d'élevage.

Au sein de chacune de ces rangées et pour 10 pieux, l'opérateur (à pied ou en plongée) récoltera alors l'ensemble des étoiles de mer appartenant aux genres *Asteria* et *Marthasterias*. Ces étoiles seront placées dans ces sacs référencés portant l'identifiant du pieu, de la rangée, et du secteur. De retour à terre, l'opérateur s'attachera alors à déterminer le nombre total d'étoiles par pieu, et le nombre d'étoiles par pieu pour lesquelles la longueur droite d'un bras est supérieure à 5,5 cm (cette taille étant considérée dans la littérature comme la taille à partir de laquelle *Asteria* oriente sa prédation sur les moules de taille marchande (Saier, 2001)).

Les résultats pourront être exprimés en nombre moyen d'étoiles de mer « adultes » par pieu et par secteur, et d'en inférer les *perdes journalières liées à la prédation en nombre d'individus par pieu*. Ces données devront être comparées avec les données de la littérature, considérant qu'une étoile de mer adulte en période d'activité consomme entre 0,19 et 0,60 moules / jour (Saier, 2001 ; Kamermans *et al.*, 2009). Le principal inconvénient de cet indicateur est qu'il s'agit d'une mesure ponctuelle, qui ne tient pas compte des déplacements des prédateurs sur l'estran. Il paraît donc difficile d'extrapoler les pertes subies tout au long de la saison à partir de cette valeur.

La **quatrième méthode** vise à caractériser la pression de prédation par secteur. Elle consistera à échantillonner les étoiles de mer présentes sur chacun des secteurs en réalisant des traits de drague afin d'estimer la densité des prédateurs. Il conviendrait alors de réaliser 3 à 5 traits de drague par secteur. Les traits devraient être réalisés sur une même longueur, supérieure à 25 mètres linéaires (afin de maximiser les chances de détecter une variation inter-secteur, même si les densités sont faibles). Pour chaque trait, la biomasse et le nombre d'étoiles de mer devront être déterminés. La largeur de la drague devra également être mesurée, afin d'en déduire la surface de sédiment pêchée.

La plupart des espèces d'échinodermes vivent en zone infra-littorale, voire plus profondément, et la distribution des étoiles est donc potentiellement dépendante de la bathymétrie. Afin de minimiser l'influence de ce facteur sur les estimations de densité, nous recommandons que les traits soient réalisés le long du secteur d'élevage, sur le côté exposé vers le large et en zone subtidale. La hauteur d'eau, la localisation précise (point GPS), la date et l'heure de réalisation du trait devraient également être renseignées afin d'en déduire la profondeur de la station d'échantillonnage par rapport au zéro des cartes.

Les résultats pourront être exprimés en densité moyenne d'étoile par m² et par secteur. Ces données devront être comparées avec les données de la littérature, qui font état de densités d'étoiles de mer adultes comprises entre 0 et 78 individus par m² lors d'épisode de prédation de bancs sauvages de moules *Mytilus edulis* par *Asteria rubens* (Saier, 2001). Cet indicateur est clairement, parmi les 4 méthodes proposées, celui qui est le moins directement lié aux pertes en élevage.



Figure 1 : Carte des secteurs d'élevage mytilicoles de l'estuaire de Vilaine.

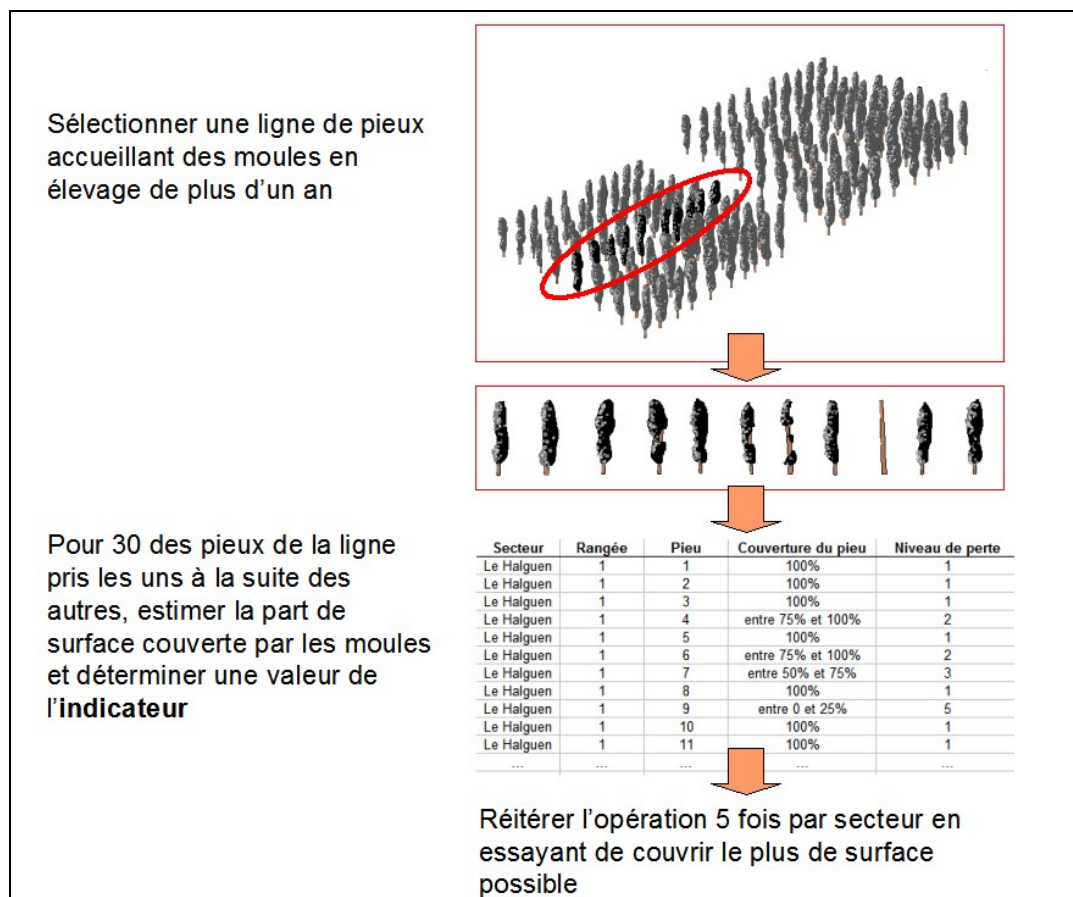


Figure 2 : Schéma simplifié du protocole d'estimation de l'ampleur des pertes par pieu, pour un secteur donné, par l'utilisation d'un indicateur qualitatif.

Aux vues des moyens disponibles et des contraintes, seule la première approche pourra être réalisée lors de la prochaine commission de visite, sous conditions que la situation météorologique le permette.

Ce phénomène étant récurrent en Baie de Vilaine, une expertise plus poussée avec une étude bibliographique complète sur la biologie des étoiles et une recherche des relations entre les conditions climatiques, hydrologiques et l'abondance des étoiles seraient pertinentes.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de ma considération distinguée.

Le Chef de Station,
Nathalie Cochenec-Laureau

Pièce jointe : rapport de commission de visite
Copie : Unité Littoral
Direction du Centre de Bretagne
Chrono

Références bibliographiques :

- Cochran W. G., 1977. Sampling techniques (3rd ed.). New York: John Wiley & Sons, 448 pp.
- Kamermans P., Blankendaal M., Perdon J., 2009. Predation of shore crabs (*Carcinus maenas* (L.)) and starfish (*Asteria rubens* L.) on blue mussel (*Mytilus edulis* L.) seed from wild sources and spat collectors. *Aquaculture* 290: 256-262.
- Mazurié J., 2012. Commission de visite Baie de Vilaine sur mortalités de moules, le 06 avril 2012. Note du LER/MPL, 4 pp.
- Mazurié J., 2013. Les risques conchylicoles en Baie de Quiberon. Deuxième partie : le risque de prédation sur l'huître creuse *Crassostrea gigas*. Rapport n°RST/LER/MPL/13.20 final du projet Risco 2010-2013, 37 pp.
- Rodriguez J., 2013. Performances d'élevage de la moule (*Mytilus edulis*) en Manche/Atlantique Recensement et interprétation. Rapport n° RST/LER/MPL/13.05 final, 149 pp.
- Saier B., 2001. Direct and indirect effects of seastars *Asteria rubens* on mussel beds (*Mytilus edulis*) in the Wadden Sea. *Journal of Sea Research* 46: 29-42.