



Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux de
Normandie
Station Marine – C.R.E.C.
54 rue du Dr Charcot
14530 Luc-sur-Mer
Tél : 02.31.36.22.29
contact@gemel-normandie.org

Evaluation de la biomasse exploitable de coques, *Cerastoderma edule* (Linnaeus, 1758), sur le gisement classé de Beauguillot.

Aurélie Garcia, Alexandrine Baffreau, Olivier Timsit

Février 2019



Réserve Naturelle
**DOMAINE
DE BEAUGUILLOT**



Direction régionale
de l'Environnement,
de l'Aménagement
et du Logement
NORMANDIE



Sommaire

1	CONTEXTE.....	1
2	MATERIEL ET METHODES	2
2.1	PLAN D’ECHANTILLONNAGE	2
2.2	PRELEVEMENTS.....	3
2.3	ACQUISITION DES DONNEES BIOMETRIQUES.....	3
2.4	ANALYSES STATISTIQUES ET CARTOGRAPHIQUES.....	3
2.4.1	<i>Analyse de cohortes.....</i>	<i>3</i>
2.4.2	<i>Interpolation spatiale de la densité</i>	<i>4</i>
2.4.3	<i>Estimation de la biomasse</i>	<i>4</i>
3	RESULTATS	4
3.1	ANALYSE DE LA STRUCTURE DE LA POPULATION	4
3.2	ANALYSE SPATIALE ET DENSITE	6
3.3	EVALUATION DE LA BIOMASSE EXPLOITABLE.....	9
4	DISCUSSION ET CONCLUSIONS.....	10
5	BIBLIOGRAPHIE.....	11

1 Contexte

Chaque année depuis 2010 (Hacquebart et Joncourt, 2010 ; 2011 ; 2013 ; 2014 ; 2015 ; 2016 ; Joncourt *et al*, 2017) le Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux de Normandie (GEMEL-N) réalise, à la demande de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Normandie, l'évaluation de la biomasse exploitable du gisement classé de coques de Beauguillot intégrant la Réserve Naturelle Nationale du domaine de Beauguillot. Cette population de coques fait l'objet d'un suivi régulier dans le cadre de la gestion de la pêche professionnelle en baie des Veys (Figure 1). L'objectif est de concilier une activité de pêche professionnelle pérenne tout en respectant les enjeux environnementaux du site ; notamment la Zone de Protection Spéciale (ZPS) et le Zone Spéciale de Conservation (ZSC) désignées dans le cadre du réseau Natura 2000 et de la réserve naturelle nationale.

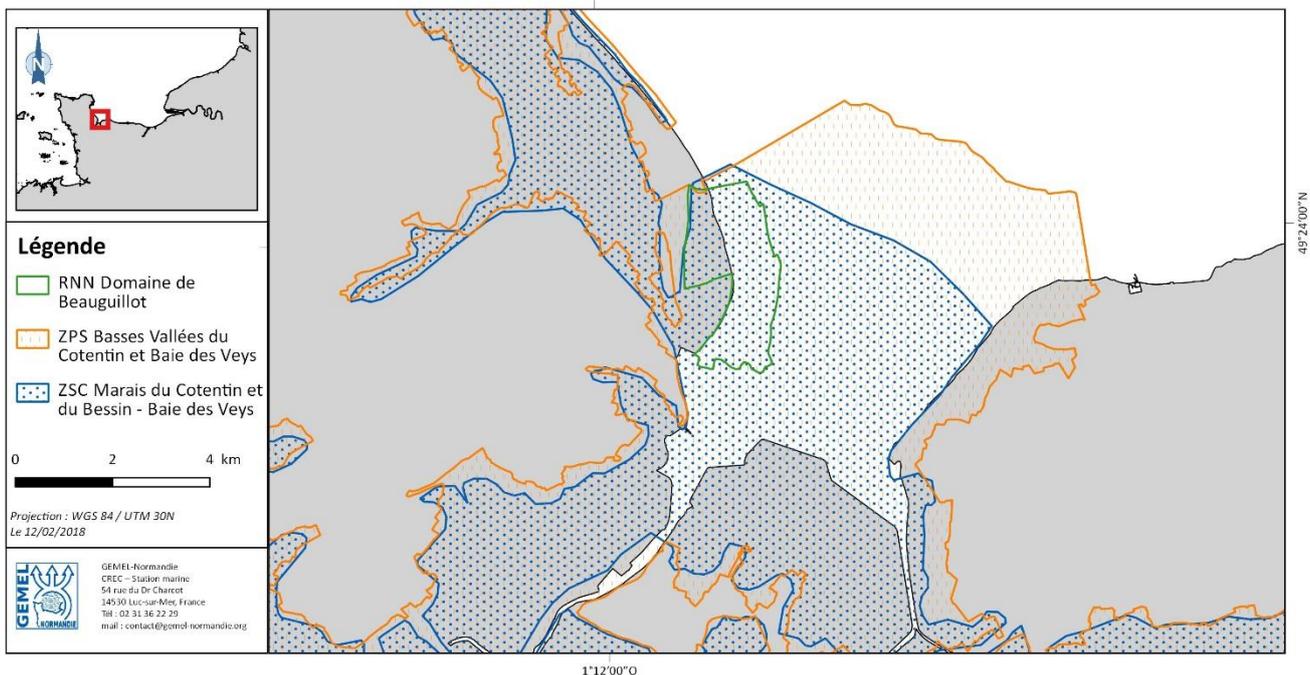


Figure 1 : Baie des Veys : périmètres des zones de gestion.

L'évaluation de la biomasse exploitable de coques, *Cerastoderma edule* (Linnaeus, 1758) est réalisée en début d'année 2019 dans l'éventualité d'une demande d'ouverture à la pêche à pied professionnelle du gisement classé de Beauguillot au 1^{er} mars 2019 ; ceci conformément à l'article 2 de l'arrêté n°94/2015 fixant les modalités d'ouverture de la pêche à pied des coques sur une partie du gisement classé de la baie des Veys « gisement de Beauguillot – département de la Manche ».

Une évaluation de l'accroissement des coques au cours des 28 jours entre la date d'échantillonnage et la date potentielle d'ouverture a été menée. Les éléments nécessaires à cette projection sont tirés du projet GECO-GECO (Orvain *et al*. 2013) et de l'étude de la biologie de la coque en baie des Veys réalisée en 2009 (Hacquebart et Joncourt, 2009).

Les biomasses observées en 2019 ont été comparées avec celles des années précédentes sur cette même période hivernale.

2 Matériel et méthodes

2.1 Plan d'échantillonnage

Un plan d'échantillonnage systématique a été appliqué avec une maille de 200 m entre chaque station. Au besoin, au cours des opérations de terrain, des points ont pu être rajoutés si une zone de forte densité a été observée dans le maillage.

Sur l'ensemble de la zone, 85 stations ont été échantillonnées sur un prévisionnel de 120 (Figure 2). Les prélèvements ont été réalisés par deux équipes de deux personnes les 21, 22 et 23 janvier 2019. Deux bénévoles de l'association ont été mobilisés respectivement 3 et 2 jours. Le temps alloué à cette étude est récapitulé dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Récapitulatif du temps de travail en jours pour réaliser l'évaluation du gisement de coques du domaine de Beauguillot en 2019.

	Salariés (3 pers.)	Stagiaires (2 pers.)	Bénévoles (2 pers.)	TOTAL
Prélèvements	6		5	11
Laboratoire	7	7	2	16
Analyse des données	3			3
Rédaction	1			1
TOTAL	17	7	7	31

La totalité de l'échantillonnage prévu (Figure 2) n'a pas pu être réalisé pour 2 raisons :

- le plan d'échantillonnage dans la zone nord-est est actuellement trop ambitieux pour la période d'accessibilité (30 minutes d'accès à la zone nord-est par coefficient 103),
- la divagation des chenaux.

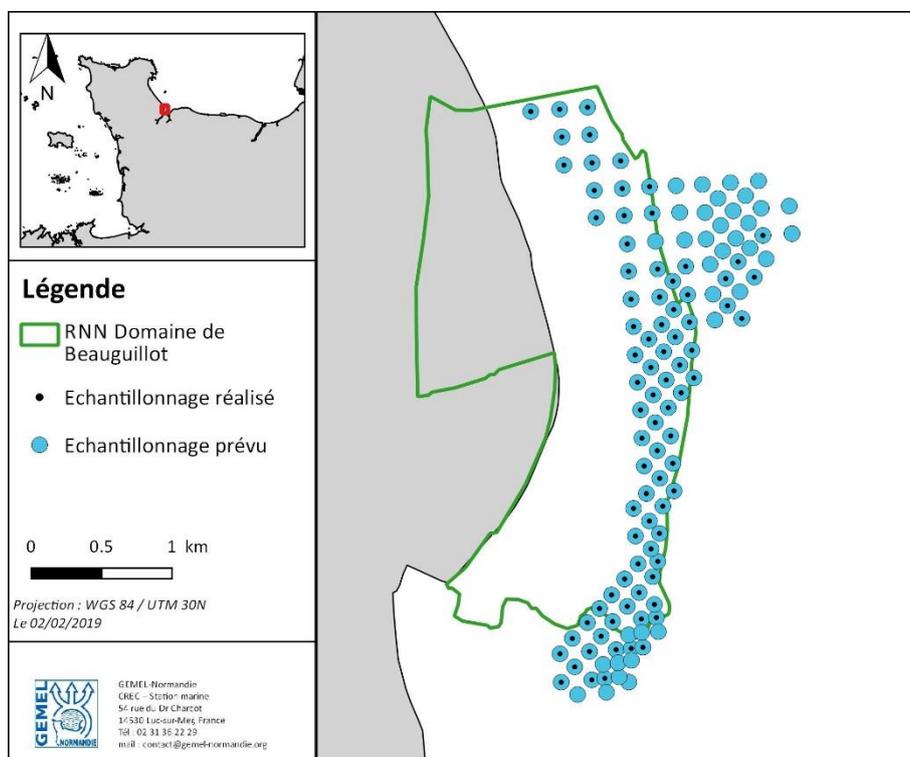


Figure 2 : Plan d'échantillonnage 2019. Prévisionnel en bleu ; réalisé en noir.

2.2 Prélèvements

Chaque station a fait l'objet d'un échantillonnage de $\frac{1}{4}$ de m^2 sur 10 cm de profondeur au moyen d'un quadrat métallique (Figure 3A) . Le sédiment prélevé est tamisé sur une ouverture circulaire de 4 mm de diamètre (Figure 3B) permettant de capturer l'ensemble des individus nécessaire à l'étude des cohortes et l'évaluation du stock exploitable pour l'année en cours. Les coques ainsi échantillonnées sont stockées par station au congélateur à $-20^{\circ}C$.

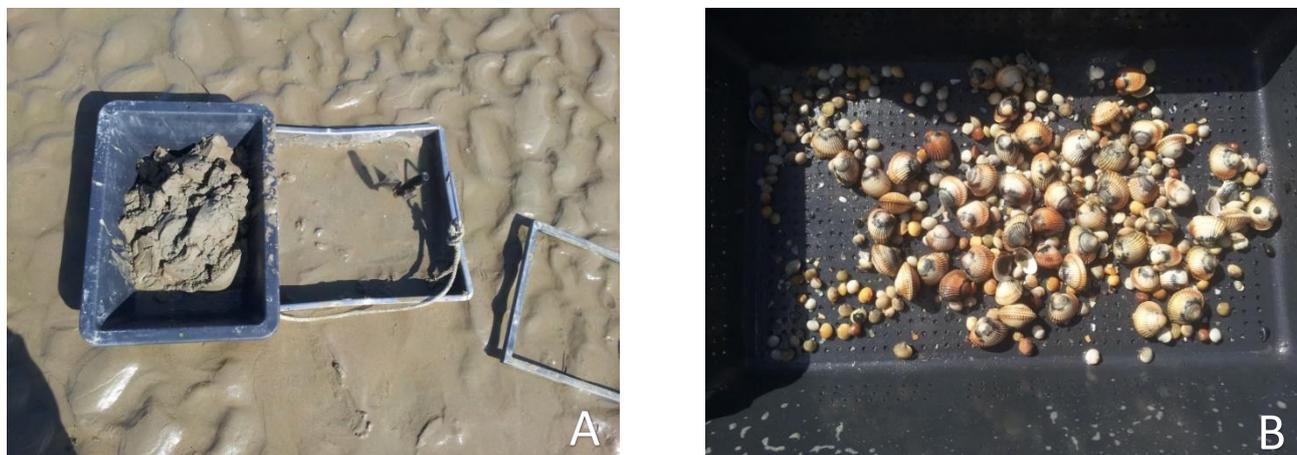


Figure 3 : Matériel de prélèvements : Quadrat de surface de $\frac{1}{4} m^2$ (A) ; tamis de maille ronde de 4 mm (B).

2.3 Acquisition des données biométriques

Par station, la longueur des coques prélevées est mesurée, à l'aide d'un pied à coulisse à affichage digital avec une sortie de données de précision 0,02 mm et classées par pas de 1 mm (Figure 4). L'ensemble des individus d'une même classe de taille est pesé. Une masse moyenne par individu et par station est ainsi obtenue.



Figure 4 : A : classement des individus d'une station par pas de 1 mm, B : Système de sous-échantillonnage.

Aucune station n'a été sous-échantillonnée pour cette campagne de prélèvement.

2.4 Analyses statistiques et cartographiques

2.4.1 Analyse de cohortes

Les cohortes ont été identifiées selon la méthode de Bhattacharya (1967), à l'aide du logiciel FISAT II. Cet outil a été mis en place pour l'étude des stocks de poissons et bivalves par la *Food and Agriculture Organization* (Gayanilo et al, 2006 ; FAO©, 2006-2018). Cette méthode est basée sur une résolution graphique où les distributions des cohortes (distribution en loi normale linéarisée par $\log(x+1/x)$) sont retirées une à une de la distribution totale en commençant par la plus petite. Cette méthode est simple mais laisse place à

l'interprétation de l'analyste.

2.4.2 Interpolation spatiale de la densité

Une interpolation spatiale a été menée par krigeage (Krige, 1951). Cette technique géostatistique permet, à partir de données dispersées en maillage, d'obtenir une simulation cartographique homogène de la distribution spatiale de la densité des coques (Nombre d'individus par m²) selon l'hypothèse que les données sont autocorrélées spécialement.

Autrement dit, à l'aide des densités observées à chaque station, de la distance entre les stations prélevées, de la distance entre les stations prélevées avec un point inconnu et en partant du principe que deux stations géographiquement proches l'une de l'autre ont des densités similaires, le krigeage estime la densité entre les stations.

Le calcul du variogramme et le krigeage ont été réalisés à l'aide du logiciel ArcGIS 10.2.2.. Le modèle de krigeage et le paramétrage du variogramme appliqués (Tableau 2) sont confirmés à l'aide de la méthode de validation croisée.

Tableau 2 : paramétrage des modèles de krigeage en fonction de la fraction de la population de coques étudiée.

	Méthode de krigeage	Modèle mathématique	Type de Semi-variogramme
Inférieur à 15 mm	Universel de second ordre	Gaussien	Stable
Entre 15 et 27 mm	Universel de second ordre	Exponentiel	Stable
Supérieur à 27	Ordinaire de second ordre	Exponentiel	Gaussien

2.4.3 Estimation de la biomasse

En écologie benthique, il existe, d'après McKinney, Glatt et Williams (2004) une relation allométrique (« allo » vient du grec allos = « autres », donc dans ce cas « autre que métrique », c'est-à-dire non-linéaire) entre la taille de la coquille et la masse des invertébrés marins.

Cette relation s'exprime sous la forme d'une équation de type puissance :

$$W = aL^b$$

où :

- **W** : masse fraîche (g)
- **L** : taille des individus (mm)
- **a** et **b** : paramètres de l'équation établie pour le site.

Cette relation mise en lien avec les modèles de krigeage, permet une estimation basse, haute et moyenne de la population des coques et du stock pêchable en tonnes.

3 Résultats

3.1 Analyse de la structure de la population

Lors des échantillonnages de fin janvier, un total de 23083 coques, *Cerastoderma edule*, a été prélevé pour une surface totale de 21,25 m² (85 stations de 0,25 m²). Huit prélèvements ne contenaient pas de coques. La plus petite coque mesurait 4,3 mm de longueur et la plus grande 37,9 mm (Figure 5). La fraction exploitable prélevée fin janvier 2019 représente 1,4 % du nombre d'individus de la population de coques.

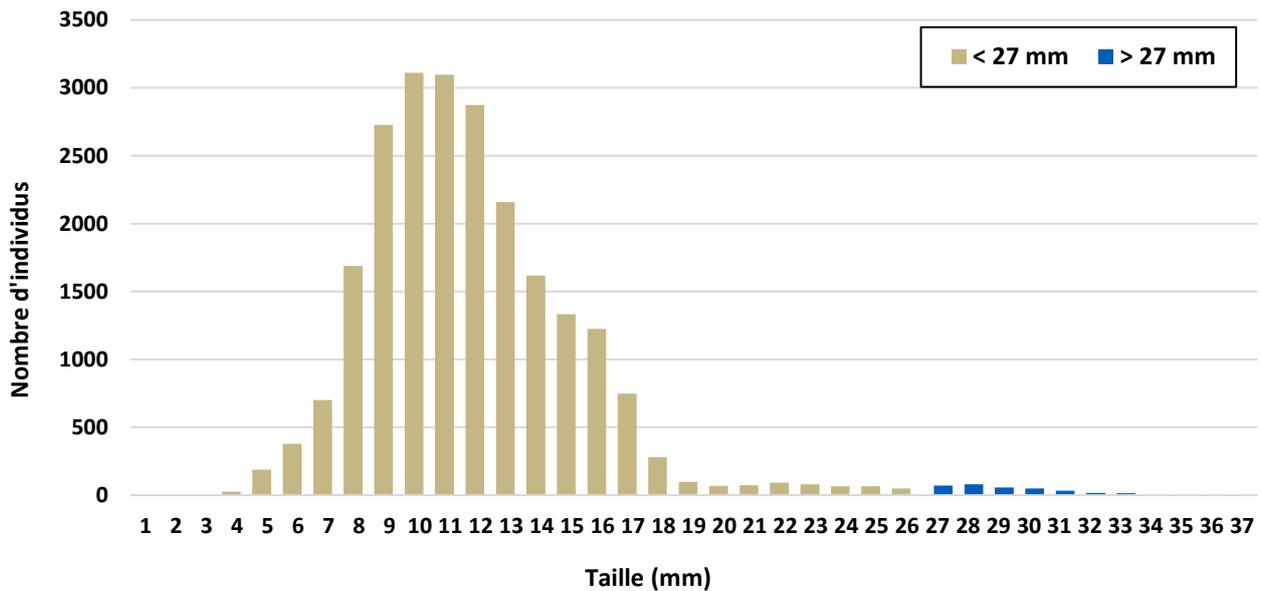


Figure 5 : Histogramme des effectifs de coques par classe de taille (1 mm), observés en janvier 2019 sur le gisement classé de Beauguillot. ■ fraction inférieure à 27 mm, ■ fraction supérieure à 27 mm (potentiellement exploitable en mars 2019).

La représentation des effectifs observés sur l'échantillonnage de 2019 en fonction de leur taille en millimètres sous forme d'un histogramme (Figure 5 ; Figure 6) met en évidence une distribution polymodale pouvant être assimilée à des cohortes. Les cohortes représentent l'ensemble des coques nées dans un laps de temps restreint. La lecture directe sur l'histogramme ne permet une identification de l'ensemble des cohortes présentes. Cinq cohortes ont été identifiées grâce à l'analyse de Bhattacharya (1967) (Tableau 3). En se basant sur l'écologie de la coque (Hacquebart et Joncourt, 2009), il est possible d'identifier les périodes de recrutement des jeunes coques ; c'est-à-dire le moment où elles passent de larves planctoniques à animaux fouisseurs dans le sable.

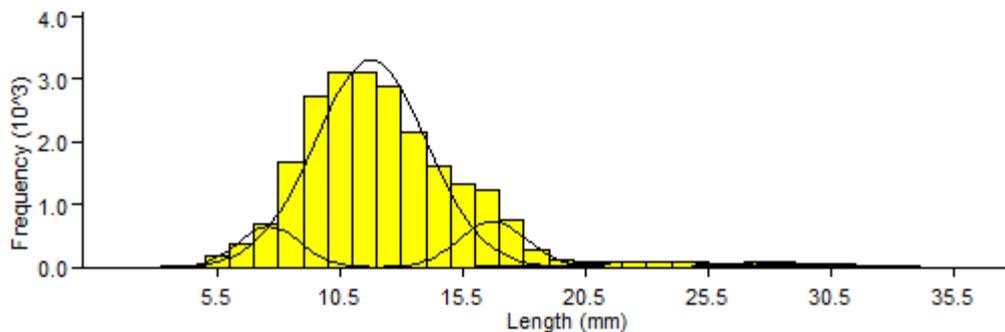


Figure 6 : Représentation graphique de l'analyse des cohortes selon Bhattacharya (1967) avec le logiciel FISATII.

La première cohorte correspond à des individus de taille moyenne de 7,64 mm. Cette cohorte correspond au dernier recrutement 2018. La deuxième cohorte, la plus importante en nombre d'individus, correspond à des individus de taille moyenne de 11,76 mm. Ces individus ont été recrutés au milieu d'été 2018. La troisième cohorte correspond à des individus de taille moyenne de 16,74 mm. Ces individus ont été recrutés dans l'été 2018 mais plus précocement. La quatrième cohorte correspond à des individus de taille moyenne de 23,58 mm. Ces individus ont été recrutés à la fin de printemps 2018. Enfin, la cinquième cohorte correspond à des individus de taille moyenne de 29,47 mm et ces derniers ont probablement été recrutés au début du printemps 2018 (mars-avril). On retrouve la distribution classique en quatre cohortes (2^{ème} à 5^{ème}) observées les années précédentes. La présence de la première cohorte avec des individus très petits (>10 mm) peut s'expliquer en partie par l'hiver peu rigoureux qui n'a pas induit une mortalité forte.

Tableau 3 : Analyse des cohortes selon la méthode de Bhattacharya : numéro de la cohorte en correspondance avec la taille moyenne (mm), l'écart-type et le nombre d'individus.

Cohorte	Taille moyenne (mm)	Ecart-type	Nombre d'individus
1	7,64	1,23	1977,28
2	11,76	2,29	18948,78
3	16,74	1,36	2485,75
4	23,58	2,89	606,44
5	29,47	1,9	278,81

3.2 Analyse spatiale et densité

Une analyse krigéante a été réalisée sur 3 groupes de taille pour l'étude de la distribution spatiale des coques fin janvier 2019. Le premier groupe réunit les individus de taille supérieure à 27 mm. Le deuxième considère les coques de taille comprise entre 15 et 27 mm. Le dernier représente les coques de taille inférieure à 15 mm. Les figures 7 à 9 représentent respectivement la répartition spatiale des coques pour les trois groupes de tailles considérés.

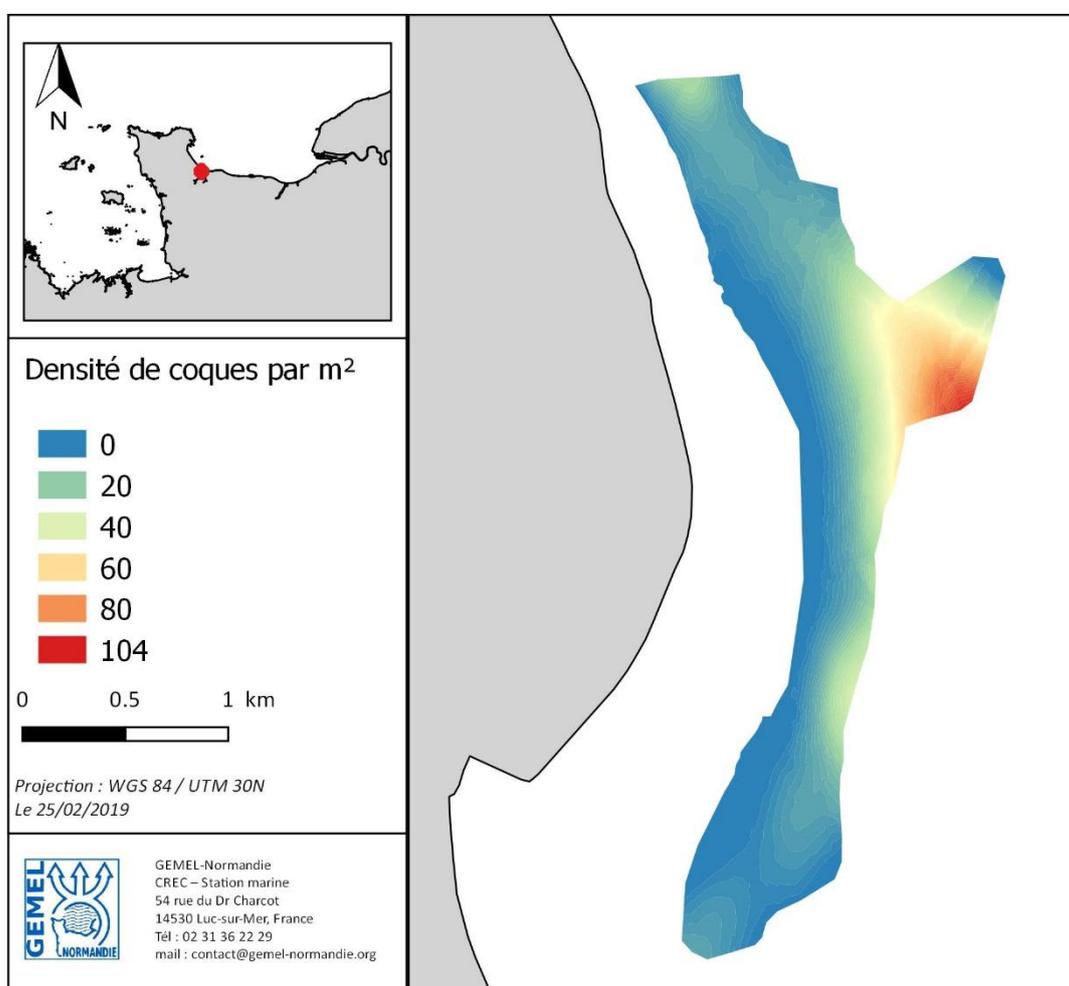


Figure 7 : Répartition des coques de taille supérieure ou égale à 27 mm au 23 janvier 2019, sur le gisement classé du domaine de Beauquillot. regression function : $0,5795 * x + 6,1295$ - samples : 85 of 85 - Mean : - - 0,1263 - Root-mean-square : 17,4119 - Mean standardized : -0,00846 - root-mean-square standardized : 1,1997 - Average standard error : 14,4013.

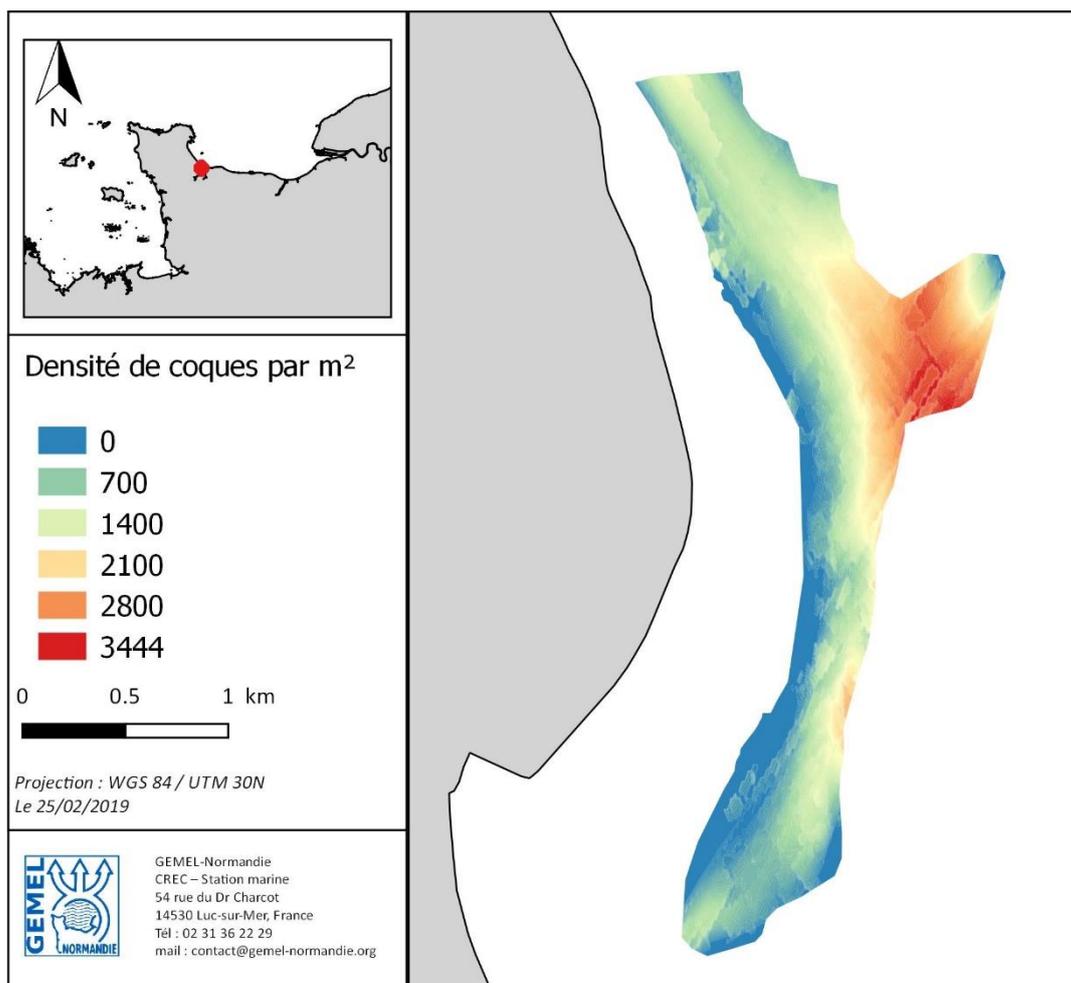


Figure 8 : Répartition des coques de taille comprise entre 15 et 27 mm au 23 janvier 2019, sur le gisement classé du domaine de Beauguillot. regression function : $05413 * x + 0,7143$ - samples : 85 of 85 - Mean :- 0,0093 - Root-mean-square : 1,1322 - Mean standardized : -0,0091 - root-mean-square standardized : 1,1724 - Average standard error : 1,0411.

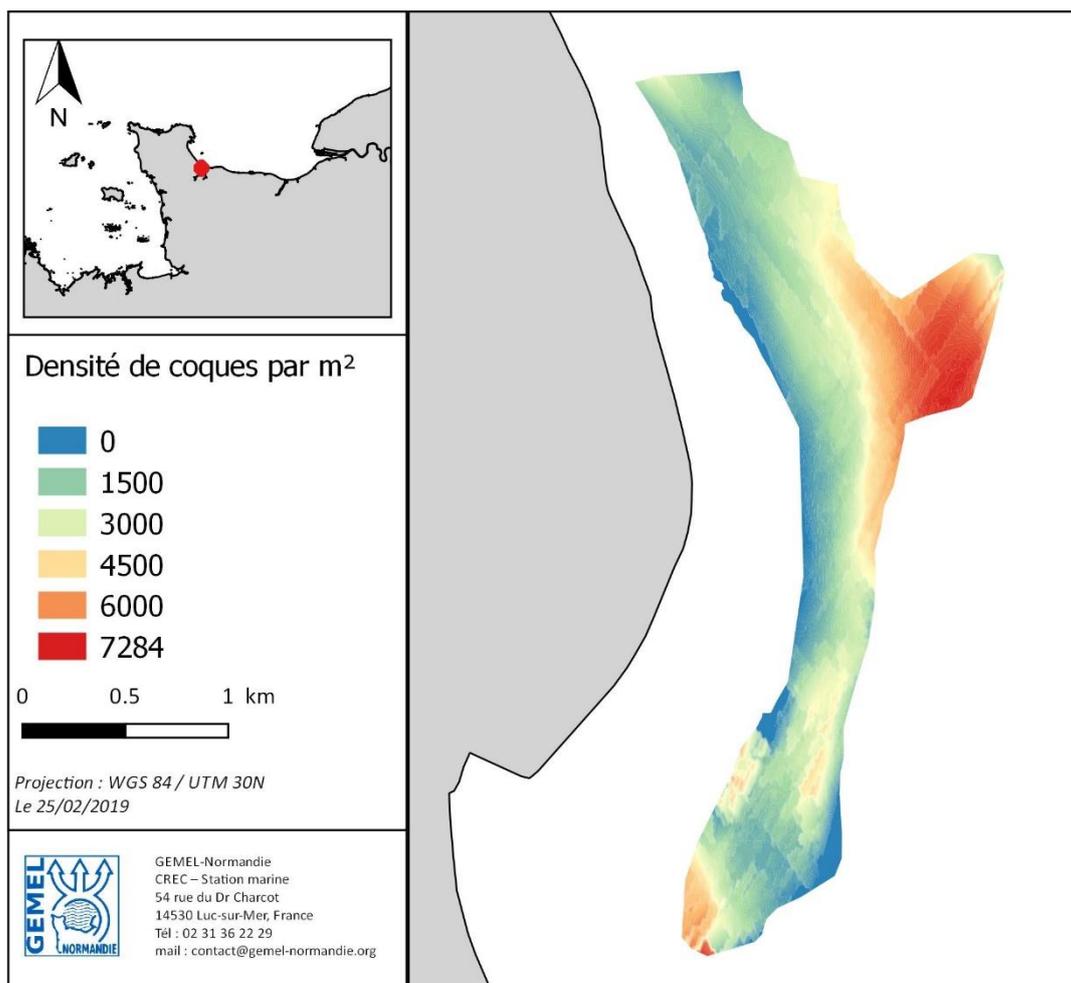


Figure 9 : Répartition des coques de taille inférieure à 15 mm au 23 janvier 2019, sur le gisement classé du domaine de Beauguillot. Paramètres : regression function : $0,5422 * x + 1,6952$ - samples : 85 of 85 - Mean : 0,0016 - Root-mean-square : 1,6675 - Mean standardized : -0,0042 - root-mean-square standardized : 1,1164 - Average standard error : 1,5866.

La répartition des coques de taille **supérieure à 27 mm** (groupe 1) se fait principalement sur les bas d'estran et aux bords des chenaux de la zone nord-est. La densité maximale observée cette année est de **104 individus par m²** et sur un secteur très réduit. Les densités observées sont plus élevées qu'en 2018.

Les coques de taille inférieure à 27 mm (groupes 2 et 3 : 15-27 mm et <15 mm) sont présentes sur l'ensemble de la zone d'étude. Les densités maximales sont respectivement de 3500 et 7300 individus par m². Les plus grandes surfaces de très haute densité se situent au nord-est et au sud de la réserve.

Le grand nombre de coques de petite taille estimé (groupe 3) laisse penser à un fort recrutement lors de la période estivale de 2018. Ce recrutement est plus important que celui de l'année dernière.

3.3 Evaluation de la biomasse exploitable

Pour évaluer la biomasse fraîche de coques en 2019 sur le gisement classé de Beauguillot, la relation allométrique taille (mm) – masse fraîche (g) a été établie à partir des 1115 données (biomasses fraîches par classe de taille) recueillies fin janvier 2019.

Pour l'année 2019, la relation établie pour le gisement classé de Beauguillot est (Figure 10 : $R^2 = 0,9698$; $n=1115$) :

$$W_{2019} = 0,0002L^{3,0378}$$

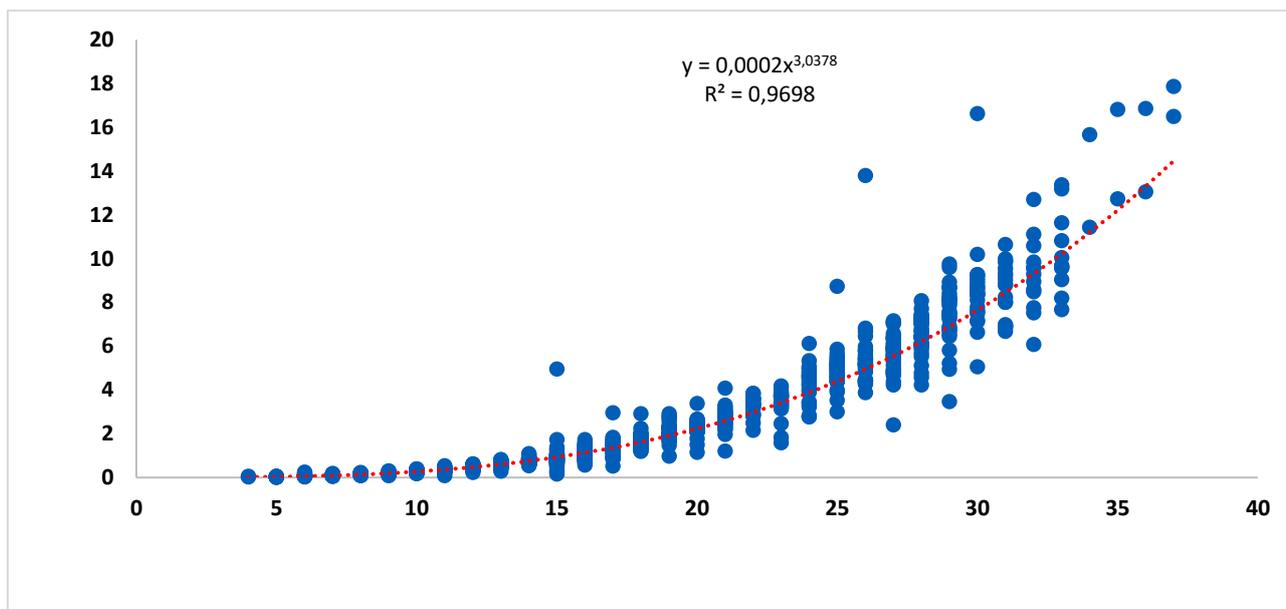


Figure 10 : Relation allométrique taille (mm)/masse fraîche (g) fin janvier 2019 pour la population de coques du gisement classé de Beauguillot.

Le facteur b, proche de 3, est assez stable avec les années précédentes (compris entre 2,8703 et 3,0978). Cette équation permet de transformer le nombre de coques interpolées au mètre carré sur la zone en masse de coques en tonnes.

L'estimation de la biomasse exploitable a été effectuée à partir des données de distribution et la relation allométrique ainsi que des données surfaciques extraites du krigeage. Les coques de taille supérieure ou égale à 27 mm en janvier 2019 ont été prises en compte pour l'évaluation de biomasse à partir du 1^{er} mars 2019 en se basant sur le fait que leur croissance est négligeable pendant la période hivernale. Ainsi, une biomasse en tonnes a été calculée et comparée aux années précédentes (Tableau 4 ; Figure 11).

Tableau 4 : Biomasse totale exploitable en tonnes au 1^{er} mars 2019 et biomasse exploitable pour les zones de densité supérieure à 30 ind.m⁻² sur le gisement classé du domaine de Beauguillot.

	Minimum (t)	Maximum (t)	Moyenne (t)
Totalité du gisement	238,92	266,44	252,68

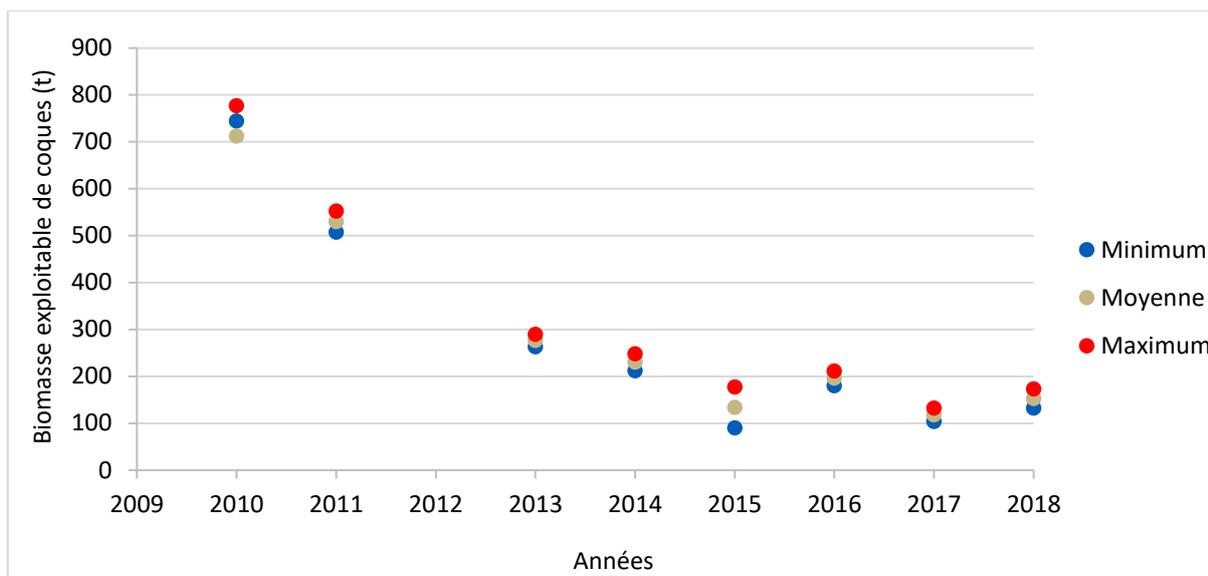


Figure 11 : Données antérieures de la biomasse exploitable totale sur le gisement classé de Beauguillot. Valeurs des moyennes, maxima et minima se superposant graphiquement pour certaines années.

La biomasse totale exploitable a légèrement augmenté depuis l'année dernière (Figure 11). La situation en 2019 se rapproche de celles observées en 2014 (230,28 t). On observe une forte diminution de la biomasse totale exploitable depuis 2009.

Malgré un ordre de grandeur similaire sur les quatre dernières années, on note donc une légère augmentation du tonnage de coques exploitables extrapolé par krigeage passant d'environ 150 t en 2018 à 252t en 2019.

4 Discussion et Conclusions

La fraction exploitable, en mars 2019, représente 1,5 % du nombre d'individus de la population de coques. La répartition des coques de taille supérieure ou égale à 27 mm au 1^{er} mars 2019 se situe principalement sur les bas d'estran au bord des chenaux et notamment dans la zone nord-est nouvellement étudiée depuis 2017. L'ensemble des stations de cette nouvelle zone n'a pu être traité à cause des contraintes de horaires de marée.

Les horaires des marées basses étant assez tard dans la journée (autour de 18h), il a été préconisé en 2017 un suivi lors de période où il ferait jour au moment de la marée basse (printemps-été) mais, au vu du temps d'accessibilité de 30 min, il semble que le secteur ne pourra être suivi qu'en augmentant le nombre d'échantillonneurs sur le terrain (4 à 6 équipes au lieu de 2). Une rencontre avec les gestionnaires du secteur de Saint Brieuc est prévue en mars 2019 pour discuter de ces constatations.

Un nombre très important d'individus de taille moyenne proche de 11 mm a été observé. Leur répartition se fait sur l'ensemble du secteur et dans des conditions de forte densité.

Pour résumer l'estimation du stock pêchable, le tonnage total estimé pour mars 2019 est de 252 t. Cette étude montre une augmentation de la biomasse de coques exploitables en mars 2019. La zone montrant de fortes densités correspond à la zone nord-est, laquelle est traversée par le chenal et ses divagations.

Afin d'améliorer notre connaissance de la population de coques, *Cerastoderma edule*, il serait intéressant de travailler sur la mortalité pour consolider les modèles de croissance mis en place dans le programme GECO-GECO (Orvain *et al.*, 2013). De plus, un suivi altimétrique, la position des chenaux principaux, la granulométrie ainsi qu'une estimation du stock après la période d'ouverture de la pêche seraient des éléments pouvant expliquer les variations naturelles et anthropiques.

5 Bibliographie

Bhattacharya C.G., 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, 23 (1): 115-135.

FAO©, 2006-2018. Fisheries and aquaculture software. FISAT II - FAO-ICLARM Stock Assessment Tool. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 28 November 2013.

Gayanilo F.C.Jr., Sparre P., Pauly D., 2006. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT II). Revised version. User's guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 8, Revised version. Rome, FAO. 2005. 168 p.

Hacquebart P. et Joncourt Y 2009. Etude biologique de la coque (*Cerastoderma edule*) en baie des Veys. CRPMEM de Normandie – GEMEL-Normandie, 57 p.

Hacquebart P. et Joncourt Y., 2010. Evaluation de la biomasse de coques (*Cerastoderma edule*) en baie des Veys. CRPMEM de Normandie – GEMEL-Normandie. Juillet 2010, 12 p.

Hacquebart P. et Joncourt Y., 2011. Evaluation de la biomasse de coques (*Cerastoderma edule*), par la pêche à pied professionnelle, en baie des Veys : campagne d'avril 2011. CRPMEM de Normandie – GEMEL-Normandie. Mai 2011, 15 p.

Hacquebart P. et Joncourt Y., 2013. Evaluation de la biomasse exploitable de coques, *Cerastoderma edule*, sur le site de la réserve naturelle nationale du domaine de Beauguillot. DREAL Basse-Normandie. Août 2013, 16 p.

Hacquebart P. et Joncourt Y., 2014. Evaluation de la biomasse exploitable de coques, *Cerastoderma edule*, sur le site de la réserve naturelle nationale du domaine de Beauguillot. DREAL Basse-Normandie. Mars 2014, 15 p.

Hacquebart P. et Joncourt Y., 2015. Evaluation de la biomasse exploitable de coques, *Cerastoderma edule* (L.), sur le site de la réserve naturelle nationale du domaine de Beauguillot. DREAL Basse-Normandie. Juin 2015, 16 p.

Hacquebart P. et Joncourt Y., 2016. Evaluation de la biomasse exploitable de coques, *Cerastoderma edule* (L.), sur le gisement classé de la Réserve de Beauguillot. DREAL Normandie. Février 2016, 16 p.

Joncourt Y., Timsit O., Letet C., 2017. Evaluation de la biomasse exploitable de coques, *Cerastoderma edule* (L.), sur le gisement classé de Beauguillot. DREAL Normandie. Mars 2017, 16 p.

Krige, D., 1951. A statistical approach to some basic mine valuation problems on the witwatersrand. *Journal of the Chemical, Metallurgical and Mining Society*, 52:119-139.

McKinney, R.A., Glatt, S.M. & Williams, S.R. 2004: Allometric length-weight relationships for benthic prey of aquatic wildlife in coastal marine habitats. - *Wildl. Biol.* 10: 241-24

Orvain et al., 2013. Projet GECO-GECO : Rapport Final « Gestion des écosystèmes conchyliques pour guider l'exploitation de la pêche des coques ». 130 p.