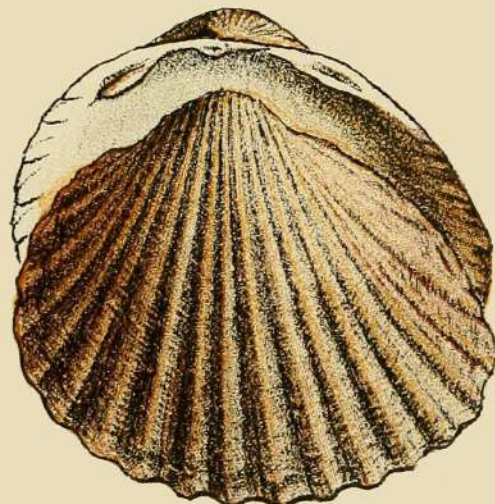


Réserve Naturelle BAIE DE SAINT-BRIEUC



150



151

150. — *Cardium edule*. 151. — *Cardium edule*, var. *Lamarcki*.



1.



Evaluation spatiale du gisement de coques
(*Cerastoderma edule*)
de la baie de Saint-Brieuc

année 2020

COQUE : *Voici la maniere d'en faire la pêche ou récolte, telle qu'elle se pratique à Rincheville dans le ressort de l'amirauté de Carentan et à Issigni.*

Pour prendre des coques, les pêcheurs attendent que la marée soit presqu'au plus bas de l'eau ; ce coquillage se tient à la superficie des sables, dont il ne reste couvert que de l'épaisseur d'un écu au plus. On connoît qu'il y a des coques sur les fonds où l'on est, par les petits trous qu'on remarque au sable, et que les coques font avec la partie que l'on nomme leur langue, qu'elles baissent sur le sable pour paître. On connoît encore qu'il y a des coques, en roulant sur le sable quelque chose de lourd qui fait craquer les coquillages qui sont au-dessous ; alors les pêcheurs foulent, piétinent le sable encore mouillé de la marée, l'émeuvent, et les coques viennent alors d'elles-mêmes au-dessus du sable, où l'on les ramasse avec une espece de râteau de bois ; on les désable aussi quelquefois avec une petite faucille ou autre semblable instrument de fer.

Les pêcheurs riverains qui font cette pêche, la commencent vers la fin de Février et la continuent jusqu'à la Saint Jean ; elle ne se pratique aisément que de jour, à cause de la difficulté de connoître les trous que les coques font au sable : lorsque le tems est tempéré, les coques tirées hors de l'eau peuvent vivre jusqu'à sept à huit jours ; en été elles ne durent pas seulement trois jours, encore faut-il qu'elles soient mises dans un lieu frais.

Encyclopédie de Diderot et d'Alembert, 1754, Vol. 4, p181.

I. Introduction

I.1. Contexte de l'étude

Depuis 2001, la Réserve Naturelle de la baie de Saint-Brieuc réalise chaque année une évaluation du gisement de coques -*Cerastoderma edule*- de la baie de Saint-Brieuc (Ponsero et al., 2001, à 2019). L'ensemble de ces rapports est disponible sur le site internet de la Réserve naturelle⁽¹⁾. Ces travaux se réalisent dans la continuité des premières évaluations réalisées dans le cadre du programme Euphorbe de l'IFREMER (Gros et Hamon, 1989). Le suivi annuel mené par la Réserve naturelle depuis 2001 permet de fournir aux différentes instances qui réglementent la pêche (Comité départemental des pêches, Direction Mer et Littoral...) un bilan cartographique et chiffré fiable de la ressource. L'objectif est de trouver un équilibre entre la conservation et l'exploitation des ressources naturelles, afin que les activités de prélèvement ne modifient pas le statut de conservation et la biodiversité présente sur le site.

A partir de 2004, le programme d'évaluation annuelle du gisement a été développé en un programme global de recherche sur cette espèce, en collaboration avec le laboratoire de biologie et d'écologie de l'université Bretagne Nord, dans le cadre d'un programme national "Environnement côtier". Une première synthèse sur la biologie de l'espèce a été publiée en 2004, mis à jour en 2009 (Dabouineau et Ponsero, 2009) et a fait l'objet de la rédaction d'un ouvrage aux éditions Quae (Dabouineau et al., 2015). Une analyse globale de la dynamique de la population à partir de l'ensemble des données récoltées a été publiée (Ponsero et al., 2009) et diffusé lors de colloques (Ponsero et al. 2011 ; Ponsero et Sturbois, 2016 ; Sturbois, 2018).

I.2. Protocole d'échantillonnage

Le protocole mis en place depuis 2001 a été défini par l'IFREMER et validé par le Conseil scientifique de la réserve naturelle lors de la réunion du 26 juin 2001. A partir de 2010, un nouveau plan d'échantillonnage régulier a été mis en oeuvre (validé par le Conseil scientifique de la réserve naturelle le 28 octobre 2009, afin de mieux suivre les changements spatio-temporelles de l'espèce (Bijleveld et al., 2012).

Pour chaque station, les coques ont été récoltées à l'intérieur d'un quadrat de 0.25 m². Le sédiment prélevé sur 5 cm de profondeur est tamisé sur une maille de 1 mm. De retour au laboratoire, les coques sont dénombrées et mesurées à l'aide d'un pied à coulisse (dans leur plus grande longueur), afin de déterminer la densité de la population (nombre de coques par unité de surface) et les différentes classes de taille.

I.3. Choix des stations

132 stations ont été analysées (voir figure 1)⁽²⁾. L'ensemble des stations de prélèvement est repéré géographiquement par GPS (précision de l'ordre de 3 m). La distance entre chaque station est de 500 m. Les prélèvements ont été effectués par trois équipes, du 19 au 21 août 2020 constituées par Remi Chaussereau, Amélie Cozic, Michel Cormier, Gaetan Cormy, Laurent Dabouineau, Typhaine Fox, Anne Laure Lalles, Cédric Jamet, Alain Ponsero, Chloé Sanson, Anthony Sturbois, Marie Thérèse et Didier Toquin.

(1) site internet : <http://www.reservebaiedesaintbrieuc.com>
page documentation

(2) Depuis 2010, 131 stations sont suivies couvrant l'ensemble des anses d'Yffiniac et de Morieux. Depuis 2016, une station supplémentaire a été ajoutée dans l'avant port du Légué sur le secteur concerné par le projet de 4^{ème} quai. A partir de 2017, les stations 123 et 126 ont été décalées en raison de la progression des prés-salés en fond d'anse d'Yffiniac.

	salariés	bénévoles	total
prélèvements	36	100	136
mesure au labo	34		34
traitement, rédaction	20		20
total	90	100	190

Tab.1 - Temps de travail pour la réalisation de cette étude (en heures).



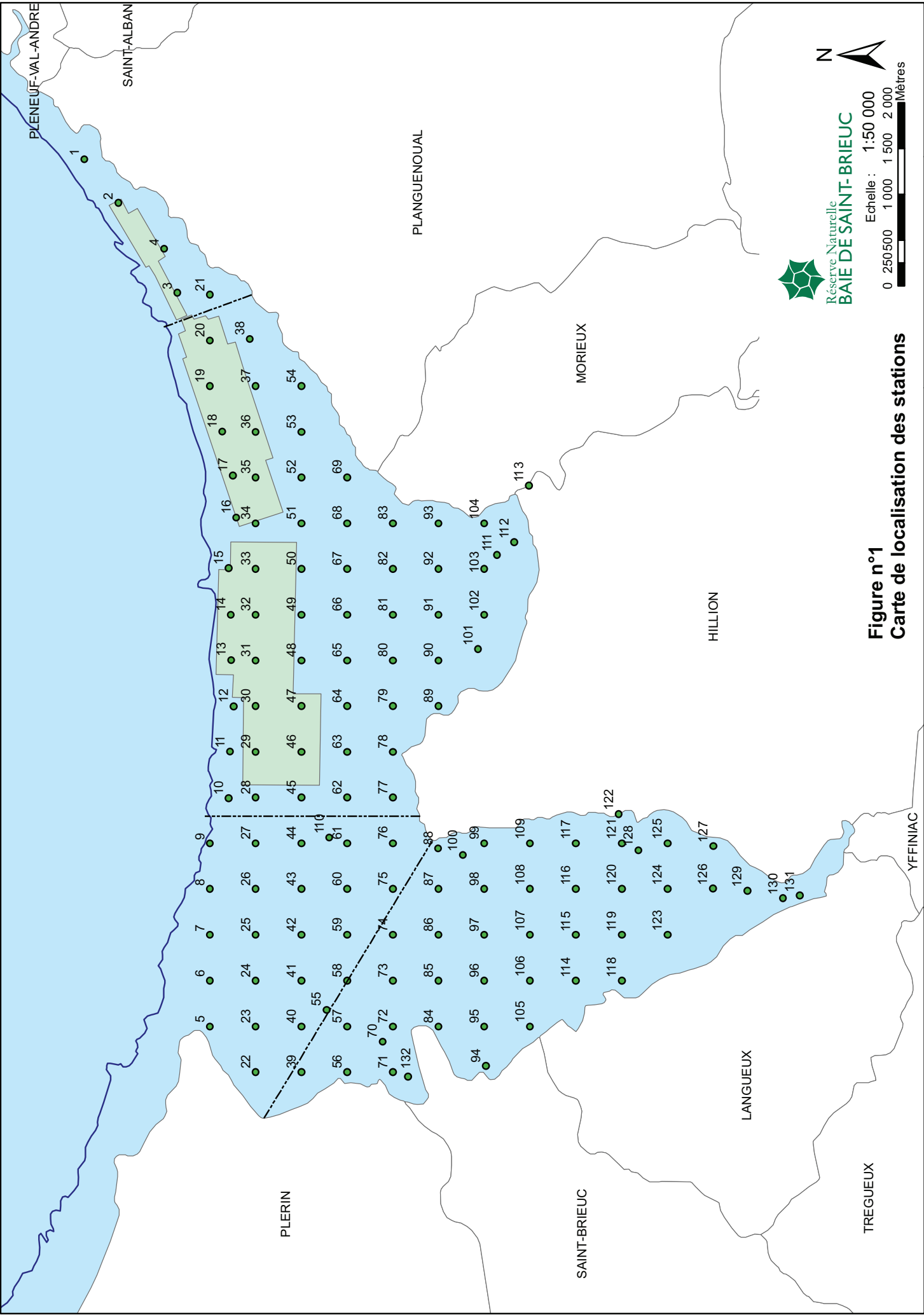


Figure n°1
Carte de localisation des stations

1.4. Modélisation du gisement

La structuration spatiale du gisement est abordée par krigeage des données (Sheshinski, 1979). Il s’agit de prendre en compte et de restituer la complexité des structures spatiales observées dans la population (Legay et Debouzie, 1985). Le krigeage (Krige, 1951) est une méthode géostatistique qui permet l’estimation de valeurs locales en considérant l’organisation spatiale des variables étudiées. C’est donc une méthode d’interpolation qui peut générer des surfaces estimées à partir d’un échantillon de points géoréférencés. Par rapport à d’autres méthodes d’interpolation, le krigeage se distingue par ses caractéristiques d’estimation non-biaisée et d’estimation d’une variance associée.

Le modèle numérique a été développé sous R (Ihaka et Gentleman, 1996) afin de cartographier la répartition spatiale des coques en baie de Saint-Brieuc, son évolution au cours du temps et sa productivité (pour avoir plus de détail sur la méthodologie : voir Ponsero *et al*, 2009). Dans le cadre de l’étude du benthos menée en 2010 et 2011, un nouveau modèle de calcul a été établi, augmentant la précision de la modélisation. La nouvelle grille de calcul utilisée est basée sur un maillage de 50 000 points.

2. Résultats

2.1.Effectifs

211. Nombre de coques

Le gisement de coques se répartit sur les 4 zones définies par l’arrêté préfectoral du 24 novembre 2017 (figure 2). L’essentiel du gisement est localisé dans les zones 22.03.23 (Yffiniac Est, classé en B) et 22.03.24 (Yffiniac Sud), zone protégée où la pêche est interdite afin de protéger la ressource).

Le nombre maximum de coques observé cette année est de **1832 coques par mètre carré dans la zone 22.03.24** dans une station située au sud de Saint-Laurent vers l’embouchure du Légué (contre 1864 en 2019, 1108 en 2018, 1879 en 2017 ; max observé (2015) : 5664).

Dans la zone 22.03.23, le nombre maximum de coques observé est de 160 par mètre carré (contre 144 en 2019, 224 en 2018, 1252 en 2017 ; max observé (2008) : 1884).

Dans l’anse de Morieux, le nombre de coques maximum est de 624 au mètre carré contre 184 en 2019, 252 en 2018, 132 en 2017, soit le maximum observé depuis 2001.

En ce qui concerne les coques dont la taille est supérieure à 2.7cm, les maximums observés sont situés dans la zone 22.03.23 (figure 3) :

- ↳ pour la zone 22.03.24 : 52 coques au mètre carré (contre 116 en 2019),
- ↳ pour la zone 22.03.23 : 16 coques au mètre carré (contre 34 en 2019).
- ↳ pour la zone 22.03.22 : 8 coques au mètre carré (contre 16 en 2019).

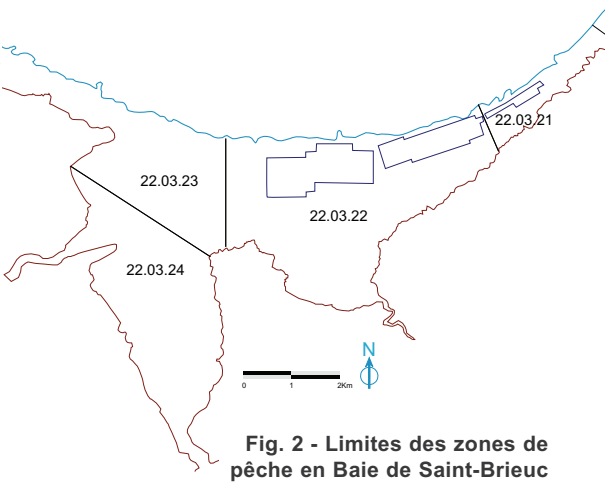


Fig. 2 - Limites des zones de pêche en Baie de Saint-Brieuc

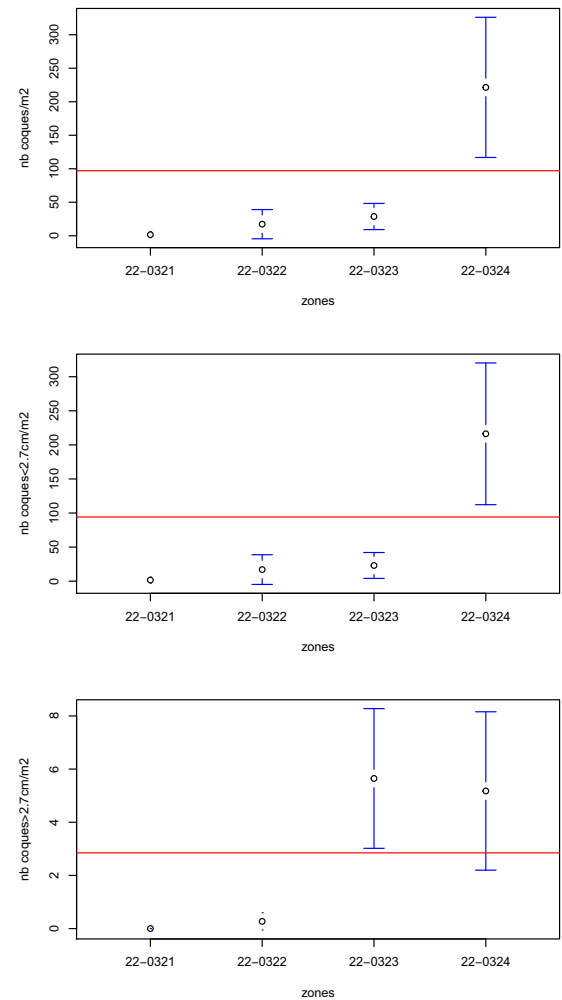


Fig. 3 - Nombres de coques par mètre carré observés en fonction des zones (en rouge : valeur moyenne toutes zones confondues)



Réserve Naturelle

année	nombre de coques (x 10 ⁶)			taille de commercialisation
	totale	taille non commercialisable	taille commercialisable	
2001	1826	1628	198	3cm
2002	1704	1607	98	
2003	1472	1395	77	
2004	4666	4519	147	
2005	2037	1965	72	
2006	1787	1676	111	
2007	857	555	301	2,7cm
2008	6030	5818	213	
2009	2885	2794	91	
2010	2407	2091	316	
2011	977	710	267	
2012	1924	1765	159	
2013	831	735	97	2,7cm(pro)
2014	1078	858	220	
2015	3433	3227	206	
2016	3170	2932	237	
2017	3986	3830	156	
2018	1915	1805	110	2,7cm
2019	3191	2966	224	
2020	2622	2541	81	

212. Evolution du nombre de coques

L’effectif total du gisement de coques peut être obtenu grâce à la modélisation, en sommant les effectifs théoriques calculés en chaque point de l’estran. Les résultats sont reportés dans le tableau 2 et les figures 4.

Jusqu’en 2006, la taille minimale de capture des coques était fixée à 3 cm. En fin d’année 2006, cette taille a été réduite à 2.7 cm. Cette réduction de taille entraîne une augmentation importante de la fraction exploitable du gisement (Ponsero et al., 2009). Jusqu’en 2017 les tailles minimales de capture sont de 2.7 cm pour les professionnels et de 3 cm pour les amateurs. En 2018, la taille légale passe à 2.7 cm pour les amateurs.

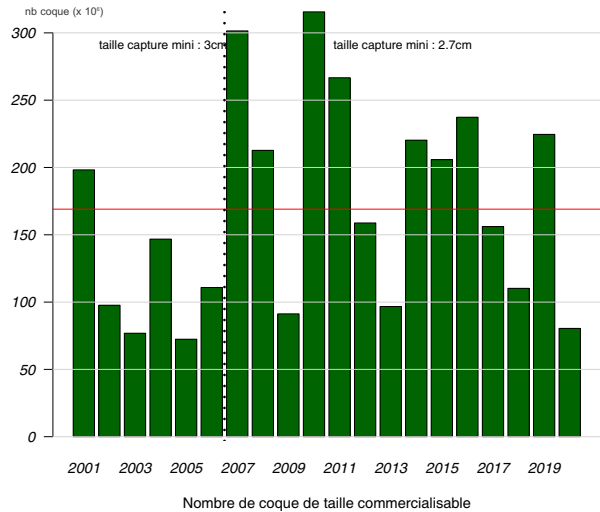
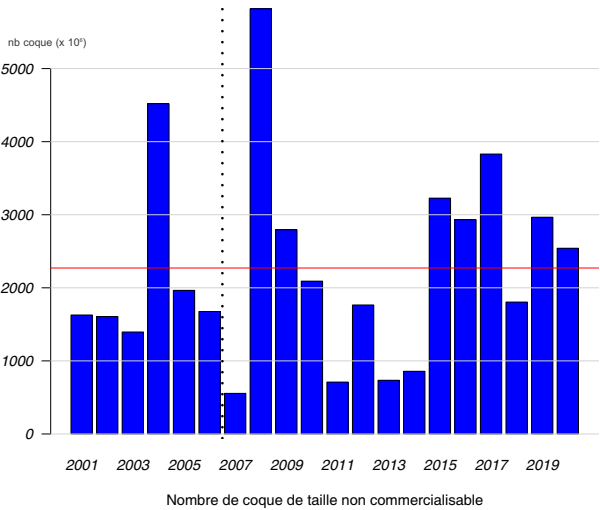
Pour l’année 2020, la portion du gisement de plus de 2.7 cm est estimée à 81.10⁶ coques (contre 224.10⁶ en 2019, 110.10⁶ en 2018, 156.10⁶ en 2017). Le maximum a été observé en 2010 avec 320.10⁶ coques (moyenne 2001-2020 : 215.10⁶ ±85 coques)

En fonction de l’importance du recrutement, le pourcentage de coques de taille commercialisable varie d’une année à l’autre. Par exemple, compte tenu du recrutement extrêmement important en 2008, la fraction de taille commercialisable ne représentait que 3 % du gisement total de coques de la baie de Saint-Brieuc. Ce taux augmente les années suivantes sous l’influence de la croissance de la taille des individus et/ou en fonction du faible taux de recrutement. En moyenne depuis 2001, le pourcentage de coque de taille supérieure à 2.7 cm est de 10 % (min: 3 % ; max: 35 % ; 2020 : 3%).

Le modèle permet de décomposer les résultats en fonction des différentes zones définies par l’arrêté préfectoral de novembre 2017.

zones	nombre de coques (x 10 ⁶)		
	totale	taille non commercialisable (<27mm)	taille commercialisable (>27mm)
arrêté 2015 (corres. arrêté 2004)			
22.03.24 Yffiniac Sud (zone protégée) (22-152)	2107	2069	38
22.03.23 Yffiniac Est (22-151)	220	180	40
22.03.22 Morieux (22-14)	295	292	3
22.03.21 Cotentin (22-13)	0	0	0

Tab.3 - Effectifs de coques théoriques calculés par modélisation pour les différentes zones du gisement en 2020 (en millions de coques)



Tab 2 et fig 4 - Evolution des effectifs de coques théoriques calculés par modélisation pour l’ensemble du gisement (en millions de coques)



22. Distribution en classe de taille

En 2020, la taille des coques observées varie de 0.83 mm à 35.39 mm. L'histogramme en classe, comprend deux modes principaux centrés l'un sur la classe de taille 10 mm, et l'autre sur la classe de taille 22 mm environ (figure 5a).

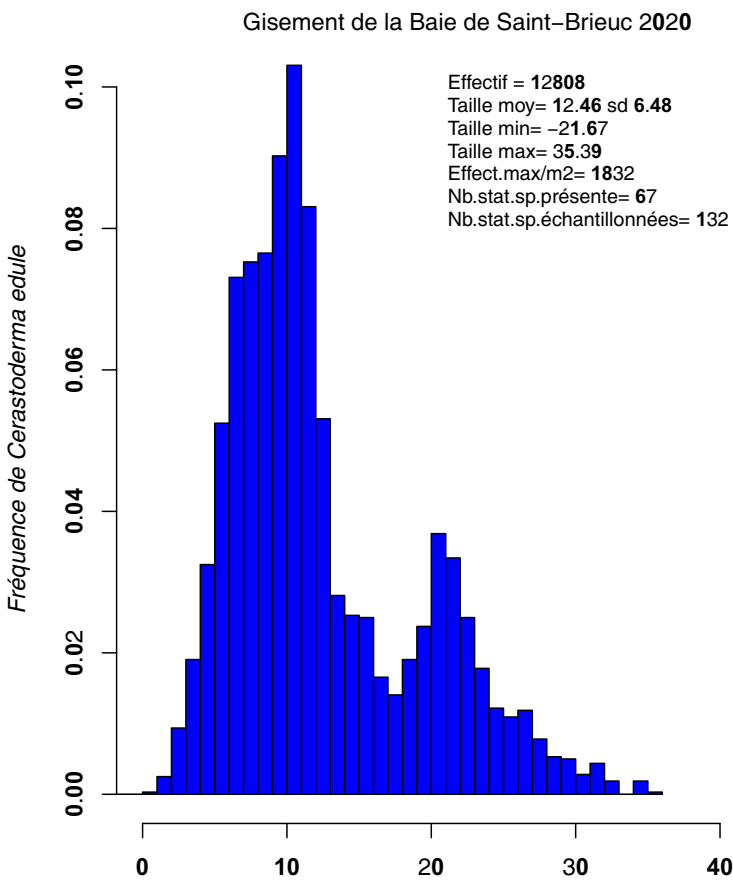


Fig 5a - Histogramme en classe de taille du gisement en 2020 (classe : 1mm)

La taille moyenne des coques pour l'ensemble des stations est de 12.45 mm (± 6.5) contre 10.46 en 2019, 13.54 en 2018, 11.56 en 2017, 14.81 mm en 2016.

La taille moyenne des coques par station est plus élevée dans l'anse d'Yffiniac, en zone 22.03.23 (23.13 ± 5.0 mm) que pour les 2 autres zones (10.8 ± 4.4 mm pour le site 22.03.22, 12.1 ± 6.3 mm pour le site 22.03.24, voir figure 6).

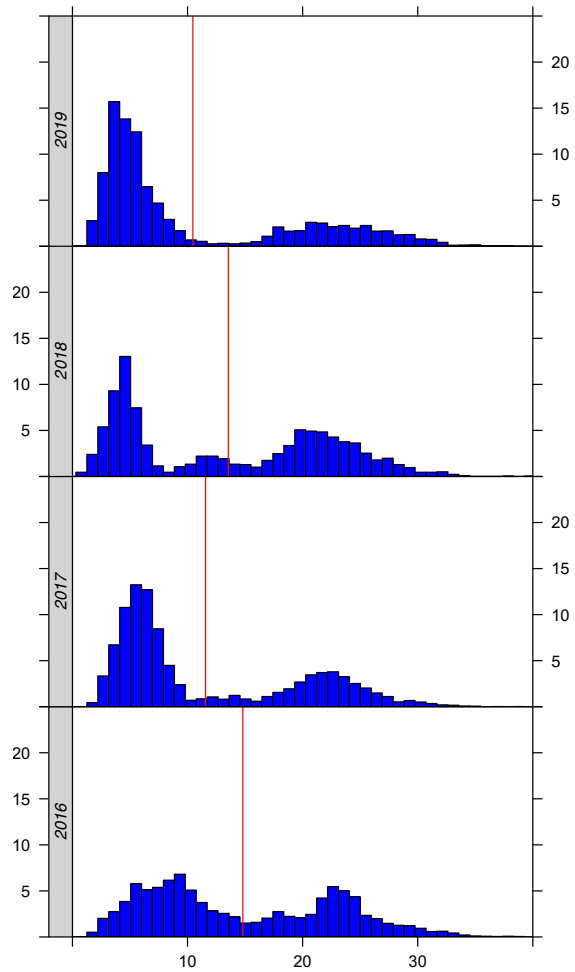


Fig 5c - Histogrammes en classe de taille du gisement de 2015 à 2018.

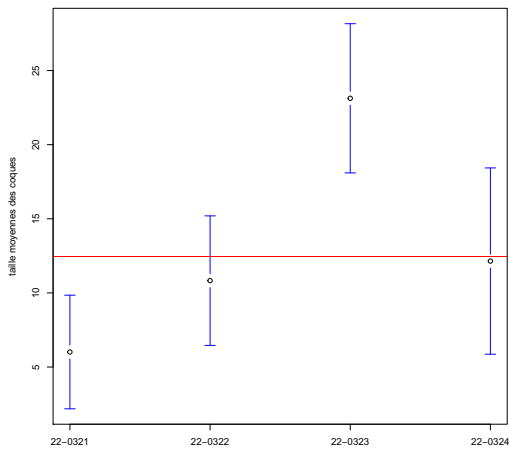


Fig 6 - Tailles moyennes des coques en fonction des zones



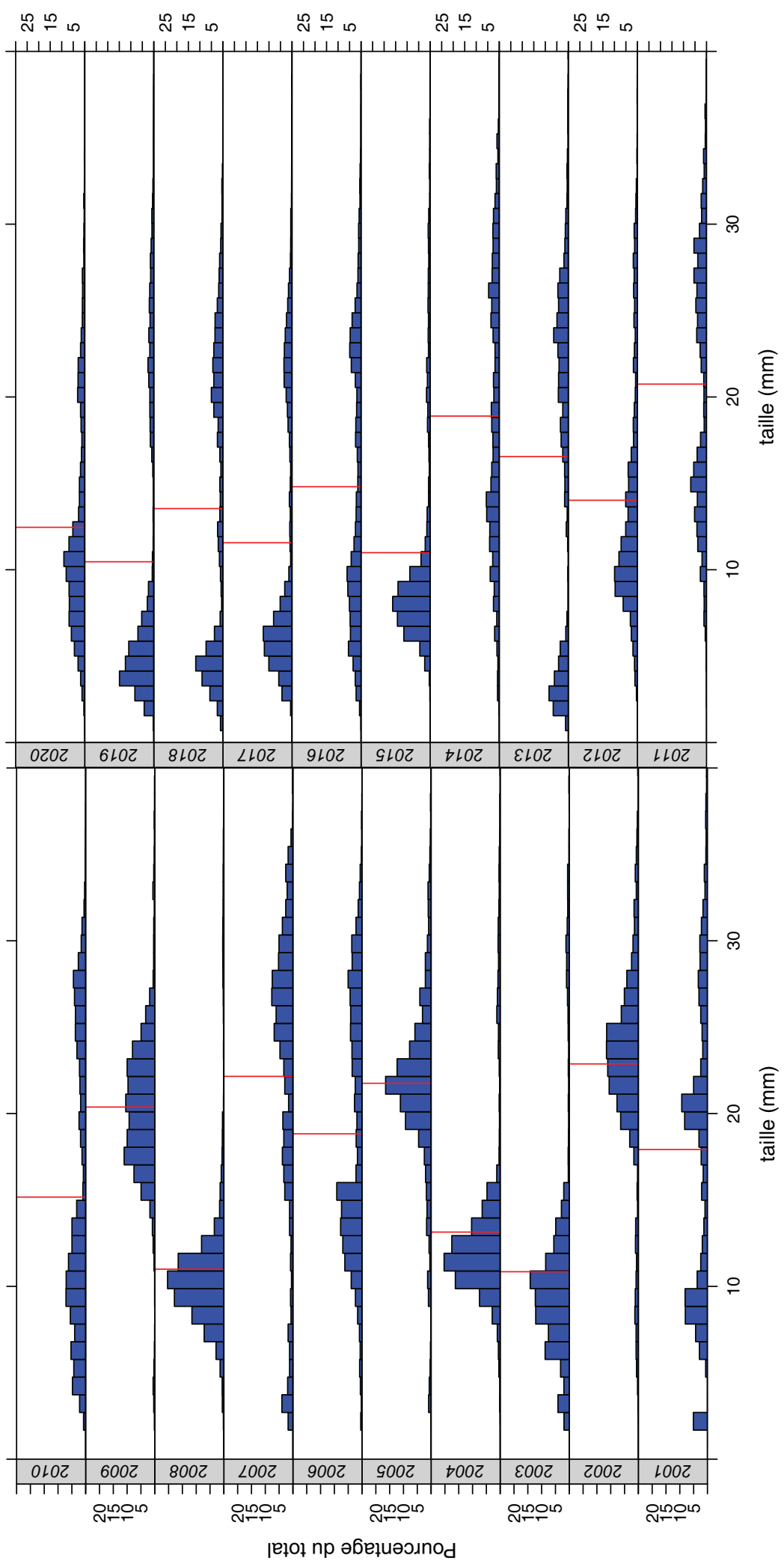


figure page précédente - Histogrammes en classe de taille du gisement observé entre 2001 et 2020.

En 2020, le recrutement est assez comparable à 2019.

En 2019, le recrutement est assez important et particulièrement tardif, d'où un premier mode centré sur des coques de 5 mm, comparable à 2017 et 2015.

En 2018, le recrutement est inférieur à la moyenne et particulièrement tardif, d'où un premier mode centré sur des coques de moins de 10mm.

En 2017, le recrutement est important (taille du naissain inférieure à 10 mm) comparable à 2015 (environ 2 fois supérieur à la moyenne depuis 2001).

En 2016, le recrutement est assez important et il a probablement eu lieu sur une période longue ce qui entraîne un mode principal de grande amplitude (taille du naissain compris entre 1.2 mm et 13 mm).

En 2015, le recrutement est important, environ 2 fois supérieur à la moyenne depuis 2001.

En 2014, le recrutement est assez faible (4^{ème} plus mauvaise année depuis 2001, comparable à 2013) mais précoce.

En 2013, le recrutement est assez faible (comparable à 2005) mais particulièrement tardif.

En 2012, le recrutement est important, comparable à 2010.

En 2011, le recrutement est peu abondant mais précoce.

En 2010, un nouveau recrutement assez important est observé.

En 2009, le recrutement est particulièrement faible (le plus faible observé depuis 2001). On observe la croissance de l'importante cohorte née en 2008.

En 2008, le recrutement est 4 fois supérieur à la moyenne depuis 2001.

En 2007, on observe plusieurs modes dont le principal est centré sur 22mm. Le recrutement est près de 3 fois plus faible que le recrutement moyen entre 2001 et 2008.

En 2006, on retrouve une figure bimodale assez proche de celle de 2001 avec des modes centrés sur 15 et 28mm.

En 2005, on a observé un très faible recrutement. Le mode de l'histogramme des classes de taille est centré sur 22mm correspondant au fort recrutement de l'année précédente.

Entre 2003 et 2004, on garde le même profil de répartition des classes de taille avec une multiplication des effectifs des classes de taille 1.1cm par 4 environ.

Entre 2002 et 2003, ce sont les classes de taille supérieure à 2cm qui ont très fortement régressé au profit des classes de taille entre 0.6 et 1.2cm.

Entre 2001 et 2002, il avait été observé une très forte diminution du nombre de petites coques. En effet, les 3 nurseries mises en évidence en 2001 avaient fortement régressé en 2002.

Fig 5c - Histogrammes en classe de taille du gisement observé entre 2001 et 2020.

année	surface (ha)		Taille de commercialisation
	totale du gisement	du gisement des coques de taille commercialisables	
2001	1634	1487	3cm
2002	1051	977	
2003	1601	1106	
2004	1936	1732	
2005	1929	1752	
2006	2349	1540	
2007	2133	1442	2,7cm
2008	2056	1544	
2009	2368	937	
2010	1916	1223	
2011	1986	1131	
2012	2069	1322	
2013	1823	1059	2,7cm(pro)
2014	2070	1349	
2015	2030	1261	
2016	2264	1088	
2017	2170	837	
2018	2128	968	2,7cm
2019	2057	1105	
2020	1942	932	

tab. 4 - Surfaces du gisement de coques théoriques calculées par modélisation (en hectares)

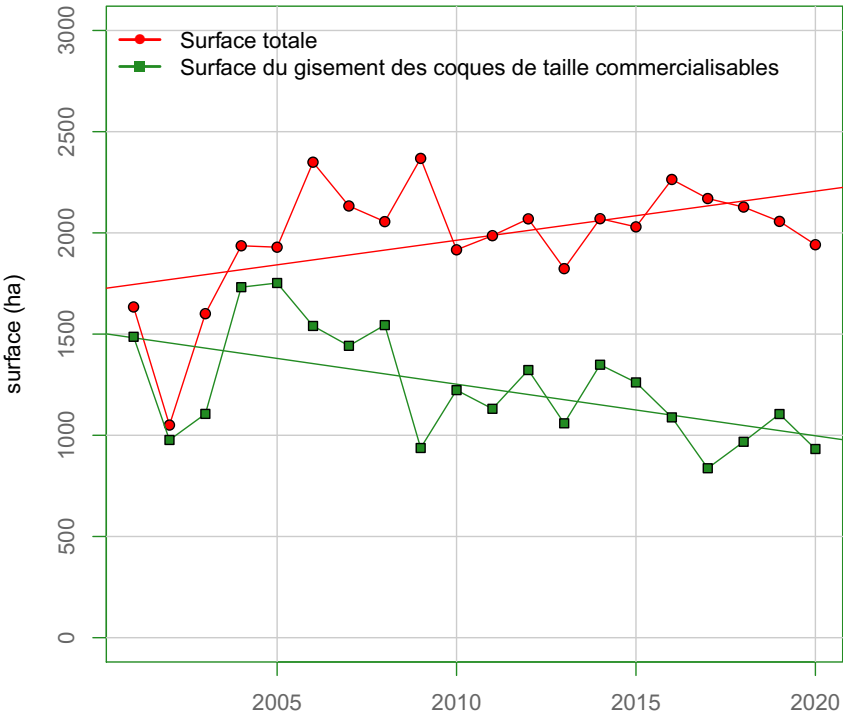


Fig 7 - Evolution des surfaces théoriques du gisement de coques calculées par modélisation (en hectares) et tendances.



23. Evolution de la surface du gisement

De 2003 à 2005, la surface globale du gisement augmente pour atteindre environ 2000 ha. Cette surface reste supérieure à 2000 ha entre 2006 et 2009. De 2008 à 2011, la surface diminue progressivement. De 2011 à 2015, la surface couverte par le gisement est assez stable. On a observé en 2016 une assez forte augmentation de la surface (+200 ha environ) avec la présence de coque jusque au sein de la zone 22.0321 - Cotentin. La surface diminue à partir de 2017 (tab 4 et figure 7).

Si la surface totale du gisement a tendance à augmenter d'environ 23% depuis 2001, pour la fraction du gisement dont la taille des coques est commercialisable, on observe la tendance inverse avec une diminution d'environ 28%, malgré la réduction de la taille limite de 3 cm à 2.7 cm, qui a permis d'étendre la surface du gisement de coque commercialisable. Depuis 2001, la surface du gisement de coque de taille exploitable est de 1240 ha (moyenne 2001-2020).

On peut différencier le gisement en fonction des différentes zones définies par l'arrêté Préfectoral de nov. 2017. 62% du gisement de taille exploitable se situe dans les zones de pêche autorisée (22.03.22 et 22.03.23).

24. Analyse détaillée de l'état du gisement en 2020

Le modèle numérique permet une visualisation détaillée de l'état du gisement de coques pour l'année 2020 : toutes classes de tailles confondues (figure 8), et pour la fraction de coques de taille supérieure à 2.7cm (figure 9). On peut comparer la situation de 2020 à la situation moyenne observée depuis 2001 (figure 8b et 9b).

241. Production globale du gisement (figure 8a et b)

Les cartes de répartition spatiale du nombre de coques par mètre carré avaient mis en évidence, en 2001 et 2002, la disparition totale des coques à l'est de la pointe des Guettes par rapport aux observations faites par l'IFREMER en 1987 et 1988. A partir de 2003 et jusqu'en 2005, on a observé une recolonisation progressive de l'anse de Morieux.

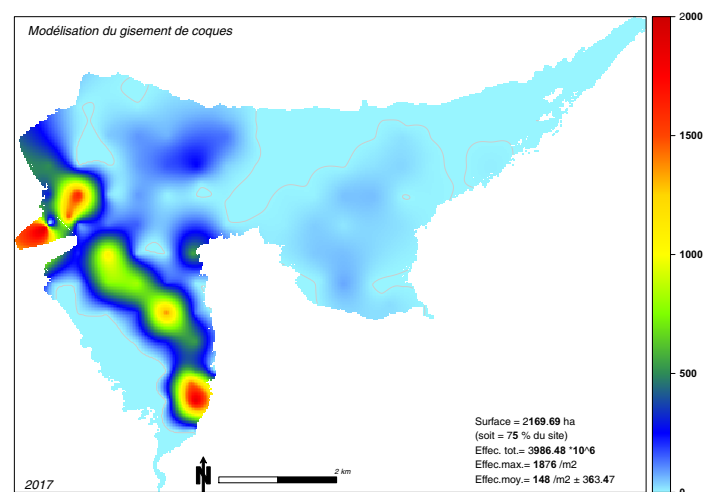
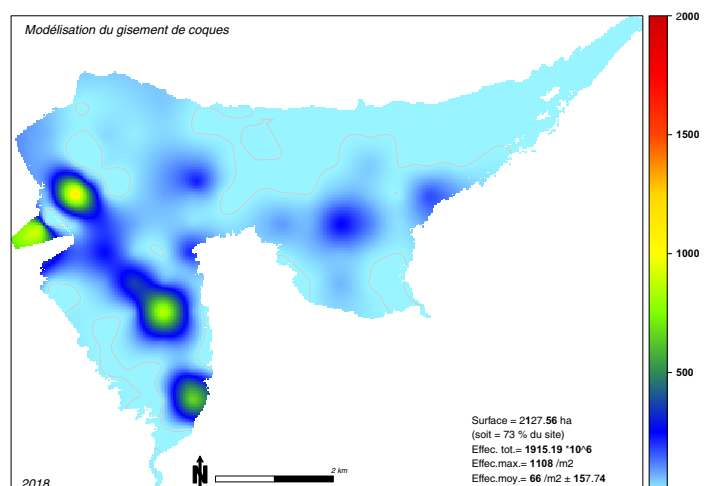
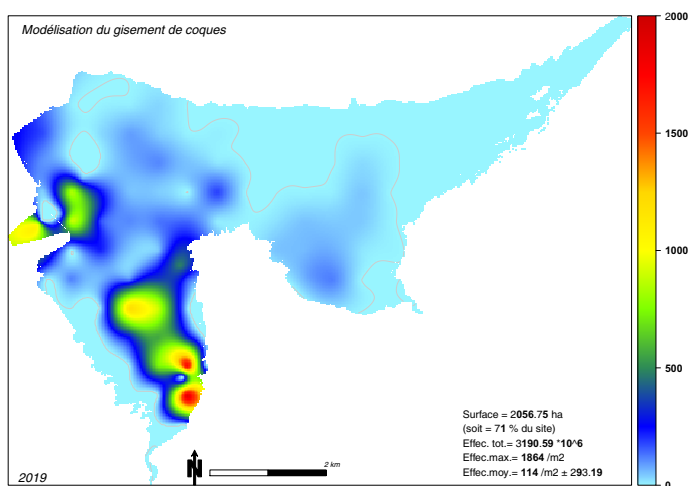
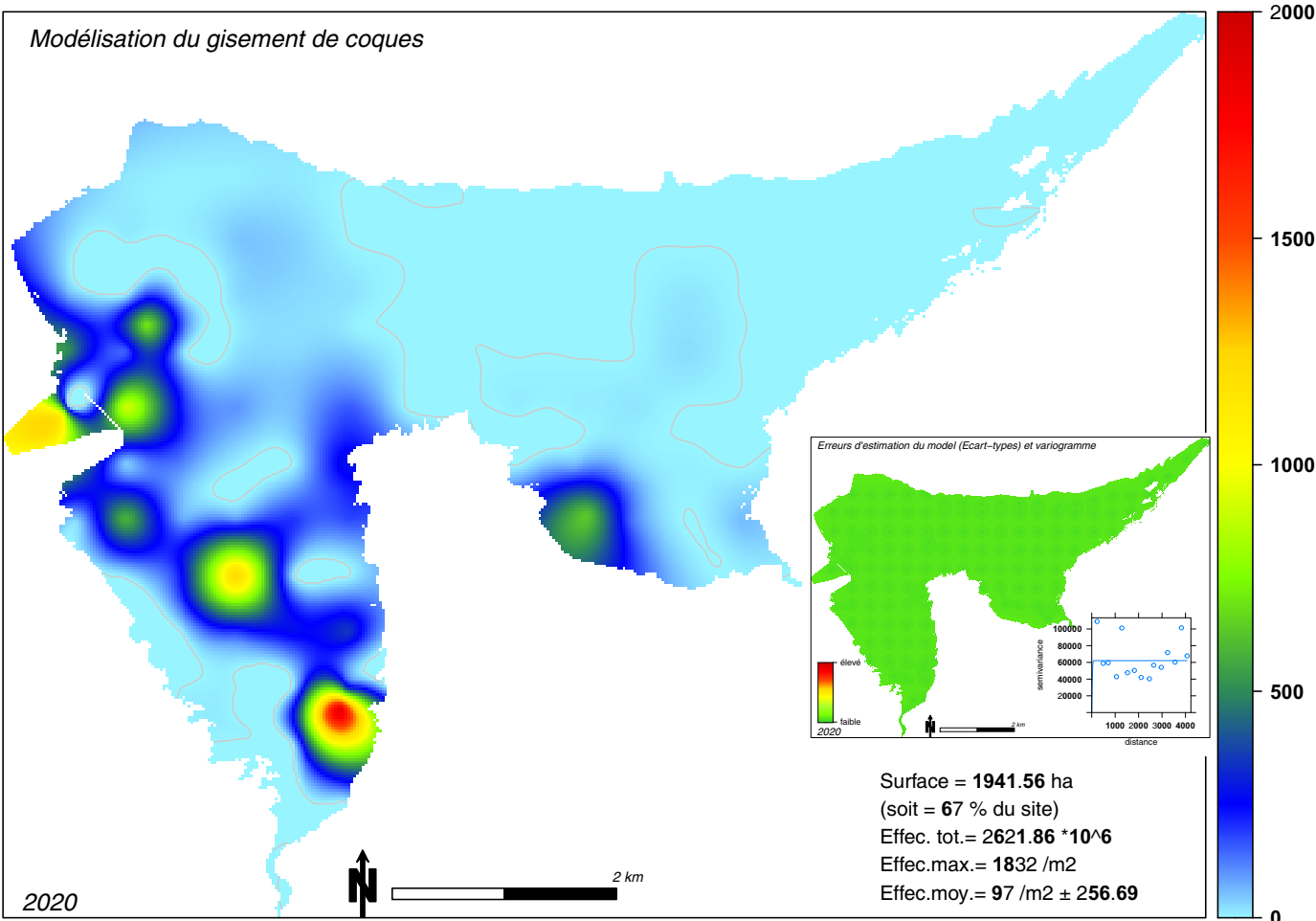
De 2006 à 2009, les limites du gisement se sont stabilisées et le gisement couvre un peu plus 2000 hectares. En 2010, dans l'anse de Morieux, la limite à l'est recule un peu vers l'ouest. Cette recolonisation s'est accélérée en 2014 avec une augmentation de la surface du gisement de 200 hectares environ. En 2015, la limite Est reste inchangée mais le gisement régresse quelque peu dans la partie centrale de l'anse de Morieux (au sud des bouchots). En 2016 on observe une recolonisation du gisement de coques le long de la côte de Planguenoual, qui se maintient en 2017 et 2018. Par rapport à la situation moyenne observé depuis 2001, on observe en 2018 une augmentation des densités dans l'anse de Morieux et le long de la côte de Planguenoual.

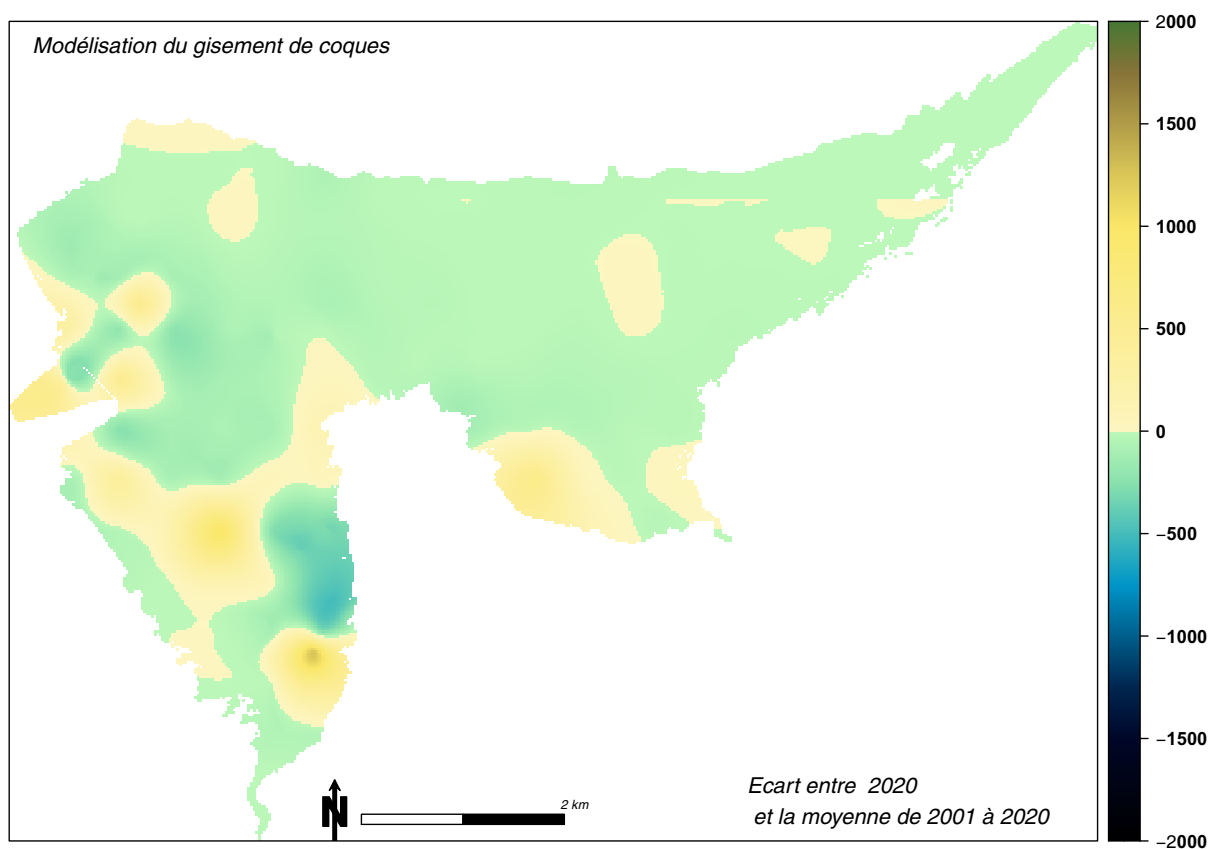
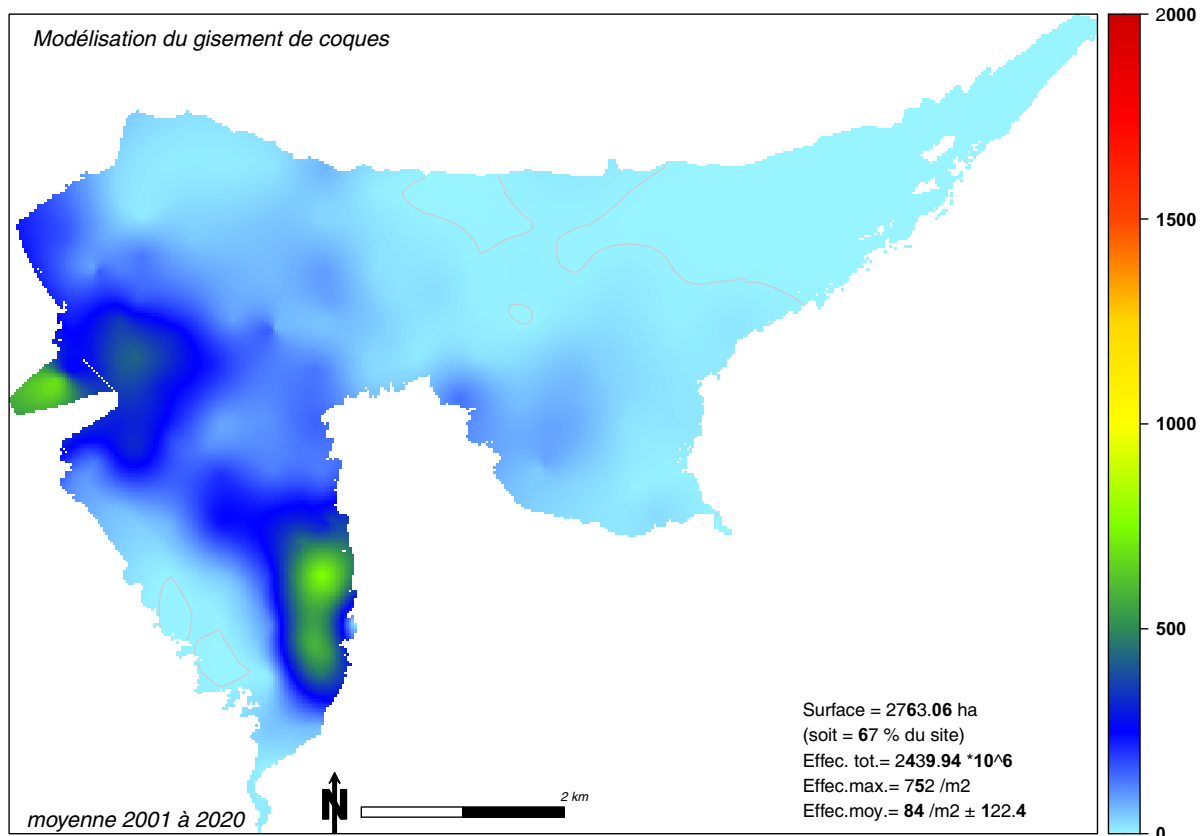
Depuis 2016, les fortes concentrations sont situées dans l'anse d'Yffiniac sur une diagonale depuis le secteur Saint-Guimond/plage de l'Hôtellerie (zone 22-03.24) jusqu'à l'embouchure du Légué (1864 en 2019, 1832 en 2020).

zones arrêté 2015 (corres. arrêté 2004)	surface (ha)	
	totale du gisement	du gisement des coques de taille commercialisables
22.03.24 Yffiniac Sud (zone protégée) (22-152)	751	352
22.03.23 Yffiniac Est (22-151)	518	496
22.03.22 Morieux (22-14)	673	84
22.03.21 Cotentin (22-13)	0	0

tab. 5 - Surfaces du gisement de coques calculées par modélisation en fonction des zones de pêches





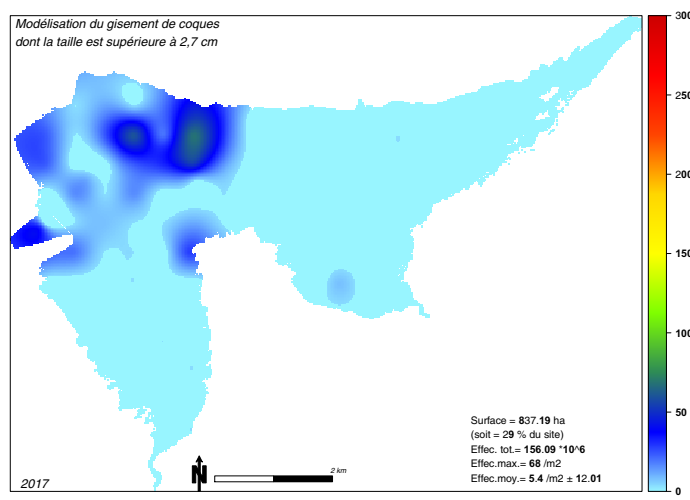
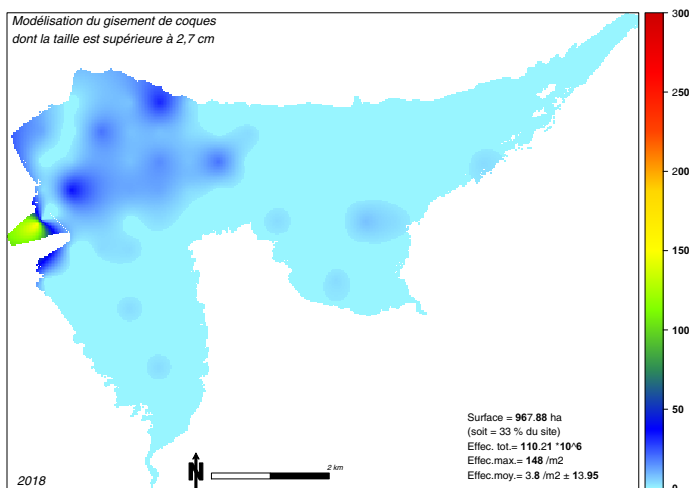
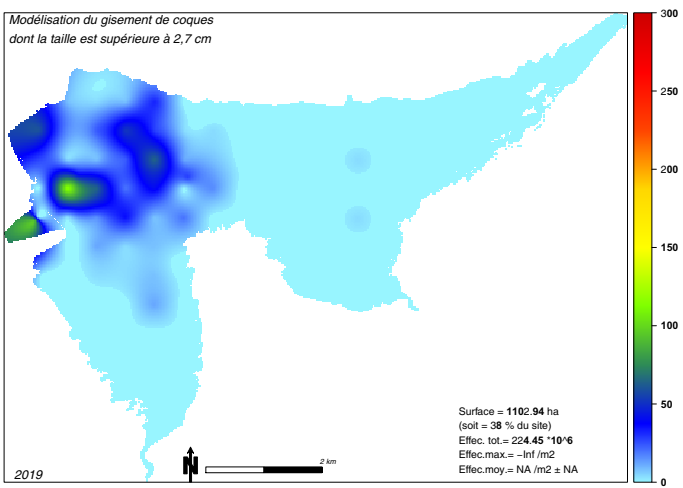
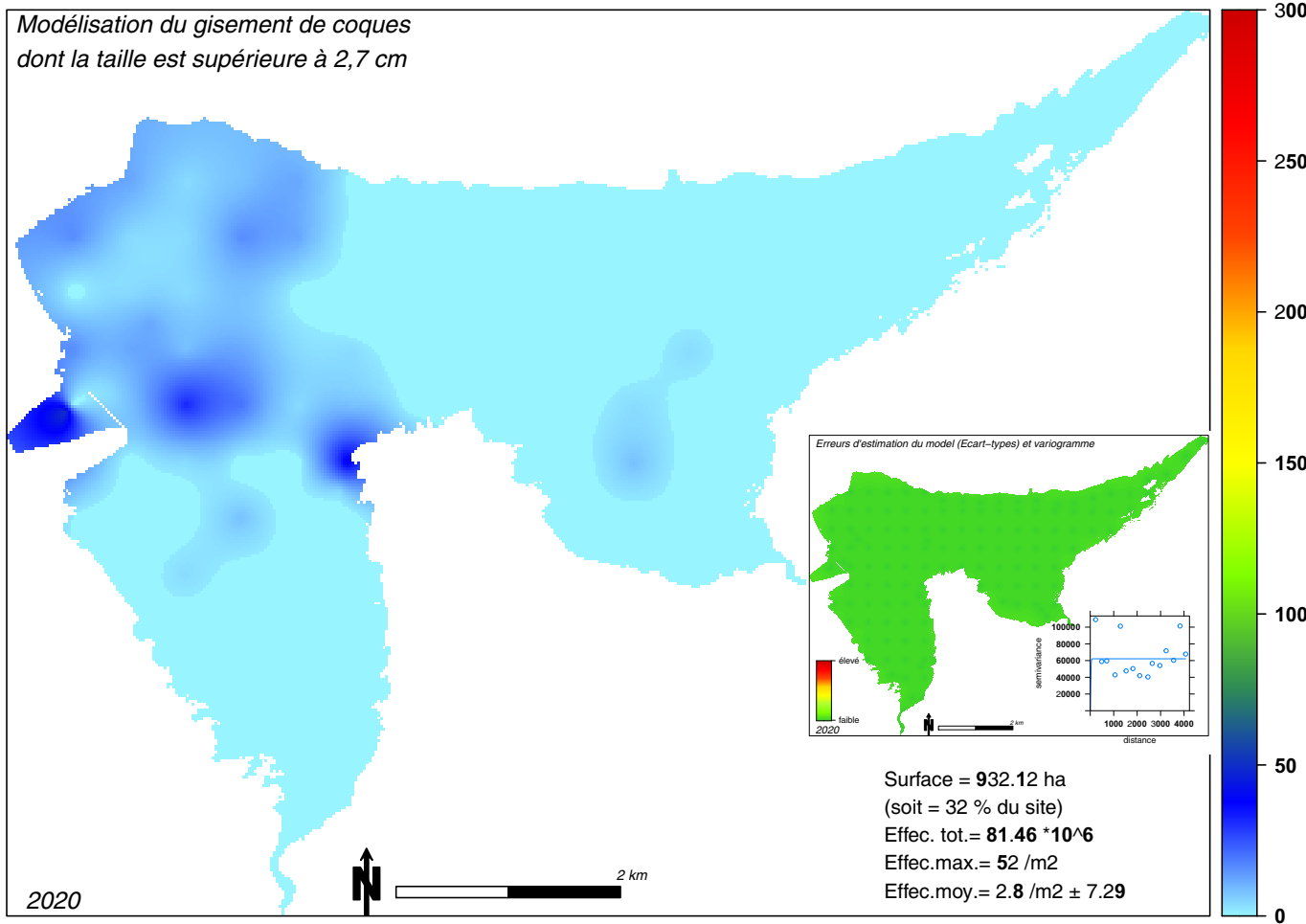


Réserve Naturelle
BAIE DE SAINT-BRIEUC



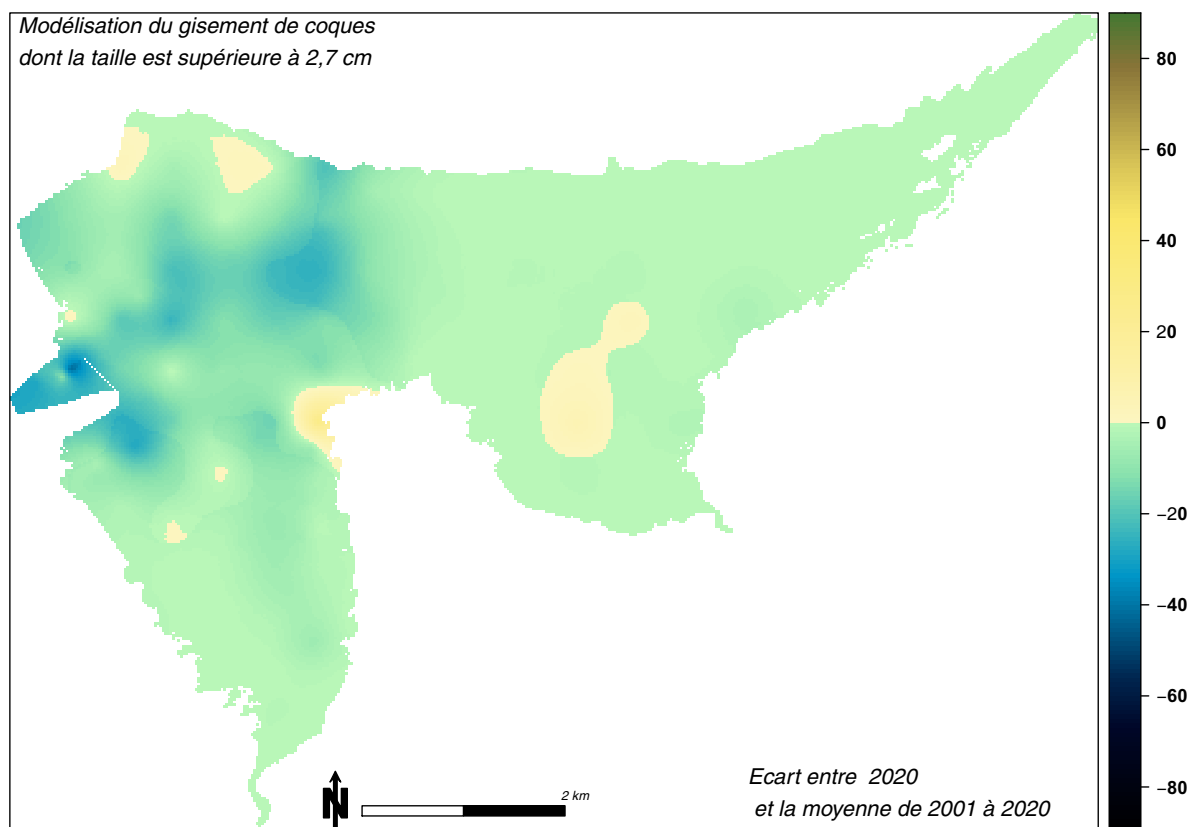
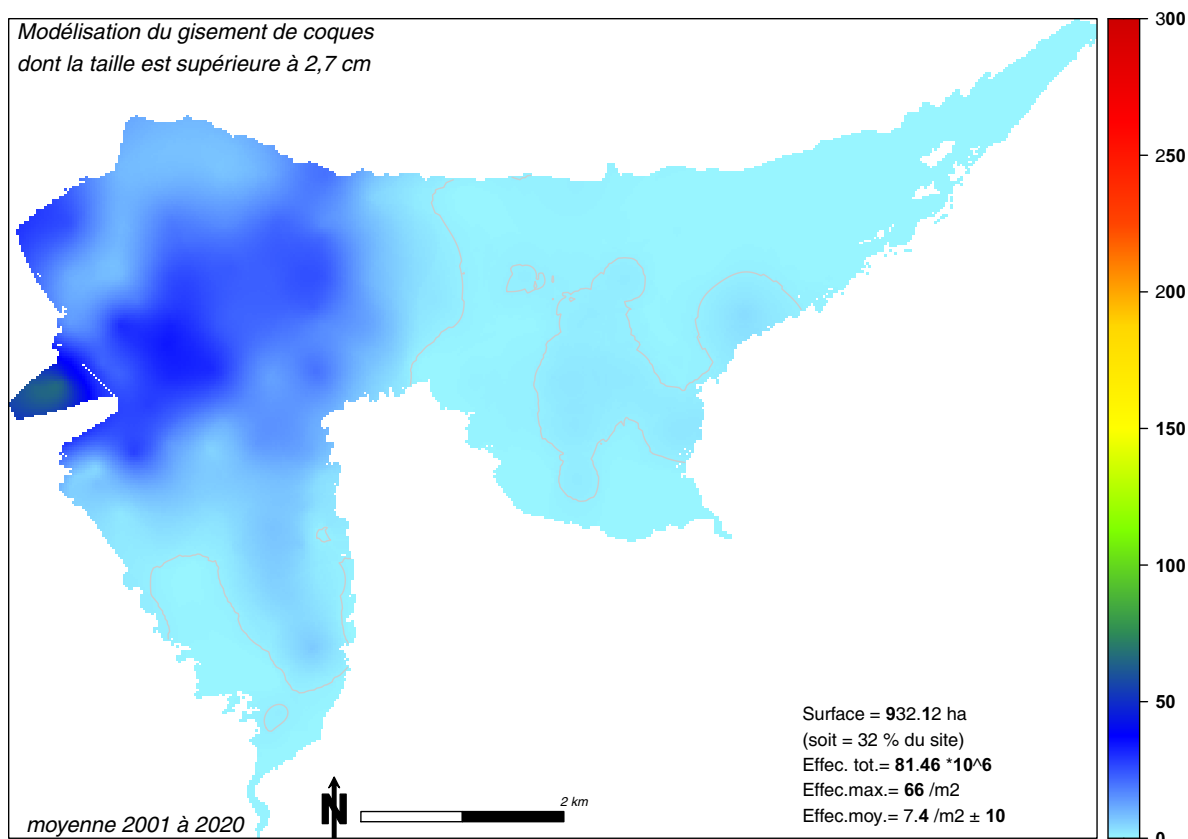
Figure 8b
Modélisation du gisement de coques
sur l'ensemble des années suivies
et comparaison de la situation de cette
année avec la valeur moyenne

Modélisation du gisement de coques
dont la taille est supérieure à 2,7 cm




Réserve Naturelle
BAIE DE SAINT-BRIEUC

 **Figure 9a**
Modélisation du gisement de coques
dont la taille est supérieure à 2.7cm
(en nombre de coque/m²)



Réserve Naturelle
BAIE DE SAINT-BRIEUC



Figure 9b

Modélisation du gisement de coques
dont la taille est supérieure à 2.7cm
sur l'ensemble des années suivies
et comparaison de la situation de cette
année avec la valeur moyenne

Réserve Naturelle

Sur la carte visualisant l'écart entre la situation de 2020 et la situation moyenne observée depuis 2001, on observe, comme en 2019, un faible déficit des effectifs de coques a proximité de la côte d'Hillion, dans le secteur de Saint-Guimont, avec un décalage des plus fortes concentrations soit vers le sud (au sud de Fronteven) soit vers le centre de l'anse (au niveau de Saint-Guimond).

Comme depuis 2016, on observe une forte concentration de coques dans l'estuaire du Légué, en amont de la zone de désensablement. Compte tenu de l'arrêt des dépôts de désensablement du port au cours de l'année 2020, on observe une recolonisation de la zone par le naissain de coque. Cette carte permet néanmoins de visualiser le déficit observé dans la zone de désensablement du port.



242. Production de la fraction du gisement supérieure à 2.7cm (figure 9)

La modélisation du banc de coques de plus de 2.7 cm montre comme les années précédentes une répartition essentiellement localisée dans le nord de l'anse d'Yffiniac (principalement dans le secteur délimité par les bouchots - pointe des Guettes - port du Légué - pointe du Roselier).

En 2011, et contrairement aux années précédentes, les concentrations maximales n'étaient plus observées au centre de la zone, mais essentiellement dans le secteur de Saint-Laurent et dans l'estuaire du Gouët. En 2012, on observe les concentrations les plus élevées dans le secteur de Saint-Laurent et dans l'estuaire du Gouët. En 2013, on observe les concentrations les plus élevées dans le secteur de Saint-Laurent (22.03.23) et dans la zone 22.03.24, proche du zéro de la mer. En 2014, les plus fortes concentrations de coques se répartissent depuis l'estuaire du Gouët jusqu'à proximité des bouchots, avec des maximum au nord de la pointe du Grouin (zone 22.03.23). En 2017, les concentrations les plus fortes se situent dans la zone 22.03.23 dans la zone de divagation du Gouët à proximité du niveau zéro.

En 2020 comme en 2015, 2016, 2018 et 2019 les concentrations maximales sont observées dans l'estuaire du Gouët, en amont de la zone régulièrement dévasée par le gestionnaire du port. Comme en 2017, 55% des coques de taille commercialisable se situaient dans la zone 22.03.23 (contre 38% en 2018) et 40% dans la zone protégées d'Yffiniac (contre 45% en 2018). A noter cette année, des concentrations un peu plus élevées dans le secteur de la pointe du Grouin à Hillion.

Par rapport à la situation moyenne mesurée depuis 2001, on observait en 2019 un déficit de coques supérieures à 2.7 cm principalement dans la zone de désen sablement du port ainsi que dans la zone de dépôt des sédiments (figure 9c). **Cette année on observe un déficit de coques supérieures à 2.7 cm sur l'ensemble de la zone (figure 9b).**

On observe des écarts à la moyenne positifs à la pointe du Grouin, dans l'anse de Morieux et dans deux petits secteurs vers la pointe du Roselier.

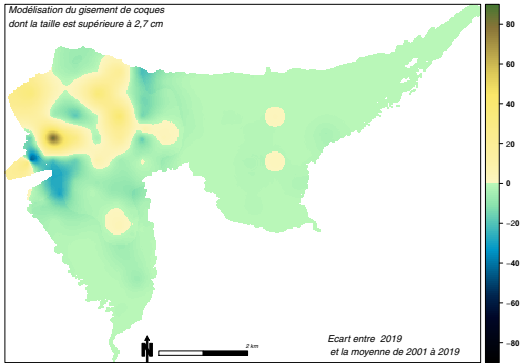


Figure 9c - Comparaison de la situation de 2019 par rapport à la valeur moyenne (2001-2019).



Réserve Naturelle

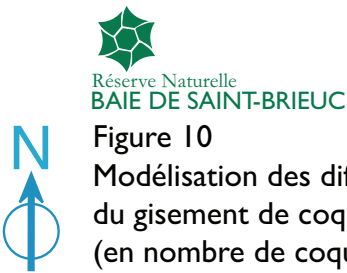
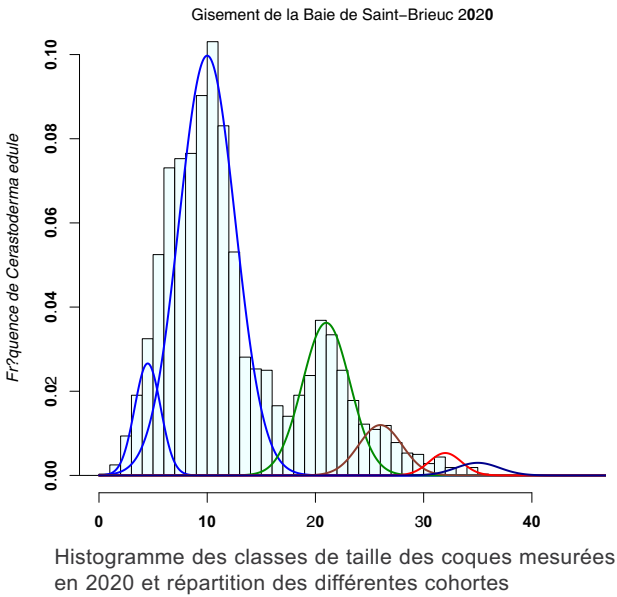
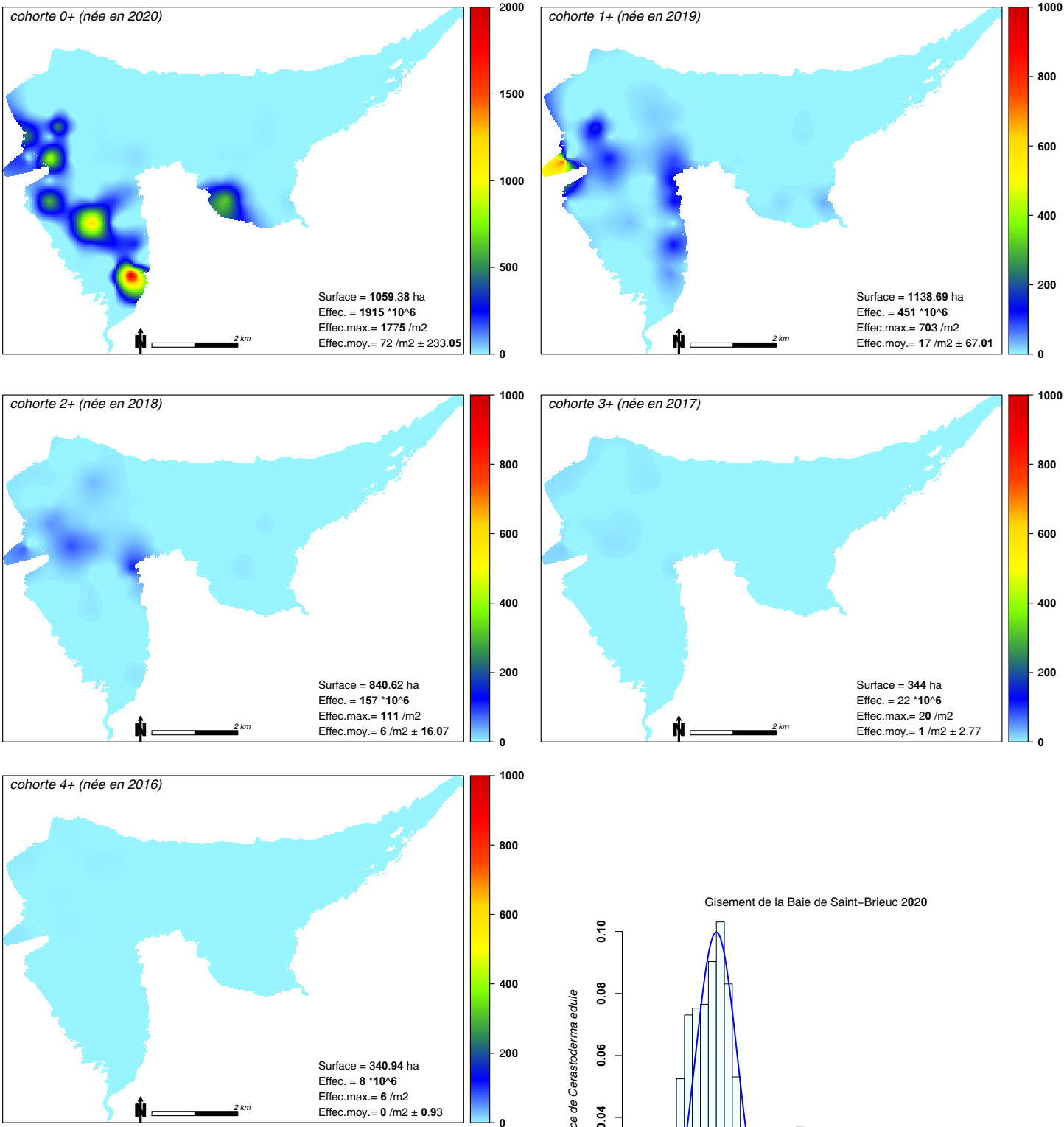


Figure 10
Modélisation des différentes cohortes
du gisement de coques
(en nombre de coque/m²)

244. Localisation des différentes classes d'âges (figure 10)

Depuis 2004, l'analyse de la croissance développée dans le cadre du programme de recherche permet de différencier les classes d'âge et d'en analyser leur répartition, afin de définir notamment les zones de nurseries (figure 10).

Coques nées en 2020 (cohorte 0+)

On appelle recrutement, l'installation des larves planctoniques dans le sédiment. Les jeunes larves d'un millimètre et possédant une petite coquille vont se poser sur le sable et avec leur pied chercher à s'enfouir. En baie de Saint-Brieuc, cela se produit en moyenne sur une surface d'environ 1000 ha (Ponsero *et al.*, 2009, Dabouineau *et al.*, 2015).

Depuis 2017, le recrutement se distribue sur une vaste zone s'étendant, dans l'anse d'Yffiniac, depuis le sud de la plage du l'Hôtellerie jusqu'à la plge du Valais et dans l'estuaire du Gouët. Les concentrations maximum sont observées vers la pointe d'Illement (au sud de la plage de l'Hôtellerie) et dans la partie centrale de l'anse d'Yffiniac (comme en 2019). Il faut souligner des concentration assez élevé de naissain à proximité de l'enrochement du port du Légué (à l'est et au sud de l'enrochement).

A noter cette année une présence de naissain dans l'anse de Morieux (secteur de Bon-Abri) avec une concentration assez élevé (environ 500 coques/m²).

Depuis 2001, la surface moyenne du naissain recouvre environ 1160 ha. Cette année, la surface couverte par le naissain est évaluée à environ 1060 ha ce qui coorespond aux surfaces évaluées de ces dernières années (à l'exception de 2019 où la surface était seulement de 926 ha).

Du point de vue quantitatif, le recrutement de 2020 est supérieur à la moyenne observée et correspond à la 6^{me} plus forte valeur depuis 2001.

année	nombre de coques (x 10 ⁶) cohorte 0+
2008	6007
2004	3972
2015	2480
2017	2387
2019	2151
2020	1915
moy 2001-2020	1482

tab. 6 - Classement des recrutements maximum observés depuis 2001

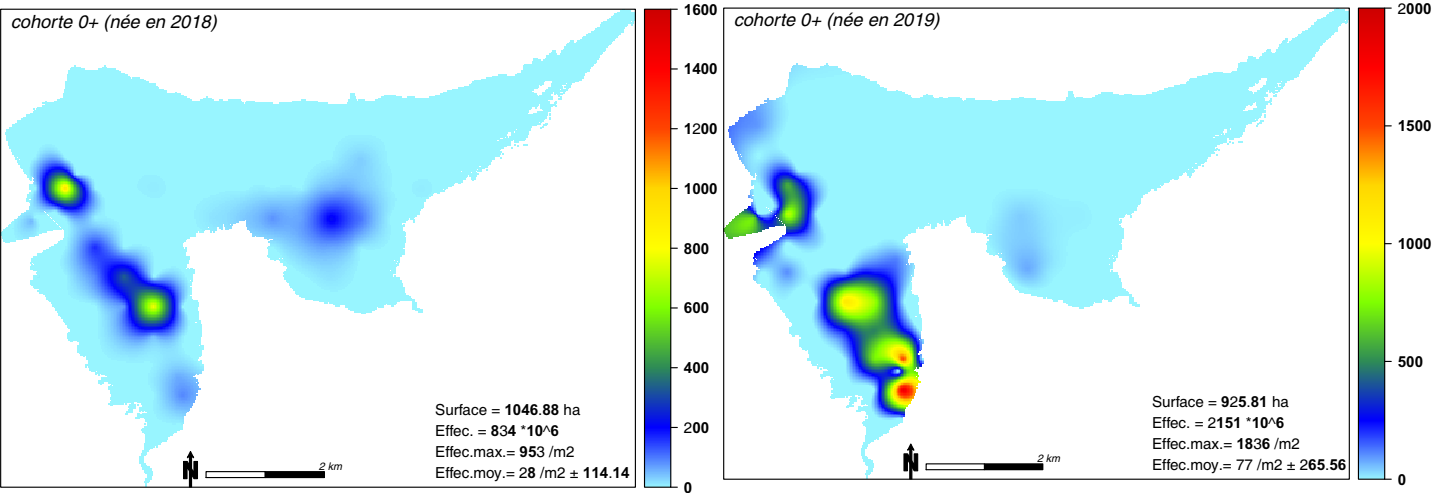


Figure 10b - Comparaison du recrutement observé en 2018 et en 2019



Coques nées en 2019 (cohorte 1+)

Le fort recrutement de 2019 relativement faible recrutement de 2018 qui était observé depuis Saint-Guimond jusqu'à l'embouchure du Gouët, se concentre aujourd'hui le long de la côte d'Hillion et dans le secteur du Gouët avec les plus fortes concentrations observées dans le port du Légué.

Coques nées en 2018 (cohorte 2+)

Le relativement faible recrutement de 2018 qui était concentré depuis Saint-Guimond jusqu'à l'embouchure du Gouët, a progressivement migré vers le bas d'estran et ce concentre aujourd'hui depuis la pointe du Grouin jusqu'à l'estuaire du Gouët et vers le zéro de la mer.

Les années précédante, nous l'observons que les coques de 2 et 3 ans étaient largement réparties sur plus de 1300 hectares d'estran, depuis le fond de baie jusqu'au bas niveaux. Cette année les surfaces de distribution de ces cohortes sont nettement plus faible (840 ha pour les coques nées en 2018).

Coques nées en 2017 (cohorte 3+) et coques nées en 2016 (cohorte 4+)

Les coques de 3 et de 4 ans se distribuent sur une faible surface (340 ha) depuis l'estuaire du Gouët jusqu'à la pointe du Rolesier.



245. Tailles moyennes (figure 11)

La taille moyenne des coques mesurées dans chaque station augmente progressivement dans l'anse d'Yffiniac au fur et à mesure que le niveau bathymétrique décroît (figure 11).

La carte des écarts-types de la distribution des tailles moyennes par station (en médaillon dans la figure 11) montre les sites où l'on observe les plus fortes amplitudes de taille au sein d'une même station.

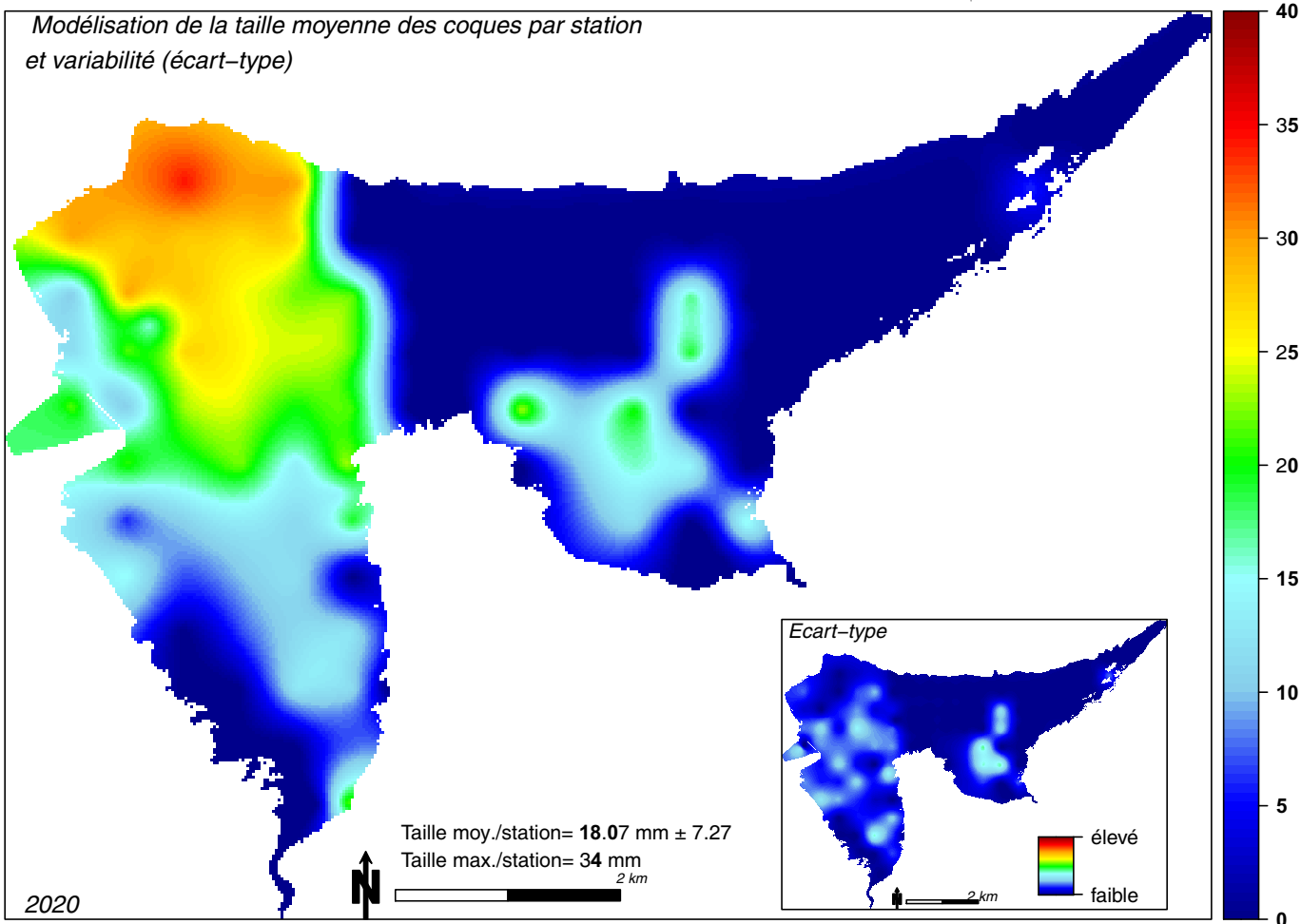


fig 11 - Modélisation de la taille moyenne des coques par station

En 2019, la carte des écarts-types mettait en évidence le secteur depuis Saint-Laurent à l'embouchure du Gouët où on observe la présence dans les mêmes stations de naissain et de coques de 4 ans et plus, ce que l'on observe pas cette année.



25. Estimation de la biomasse du gisement de coques

L'évaluation de la biomasse produite du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc est estimée à partir de la relation allométrique taille-masse corporelle. Cette relation a été établie en 2004 sur un échantillon de 64 coques prélevées sur l'ensemble du gisement. Cette équation relie la taille des individus (mesurée en mm) et la masse de matière vivante produite (masse de matière sèche libre de cendre).

Cette équation s'exprime sous la forme : $W=aL^b$

où :

W : masse sèche libre de cendre (g MOm⁻²)

L : taille des individus (mm)

a et b : paramètres de l'équation établie pour le site.

La relation établie en 2004 pour la baie de Saint-Brieuc est (figure 12) :

$$W=(4.10^{-6})L^{3.3504} \text{ (corrélation } r^2 = 0.9293, n=64, p<0.01)$$

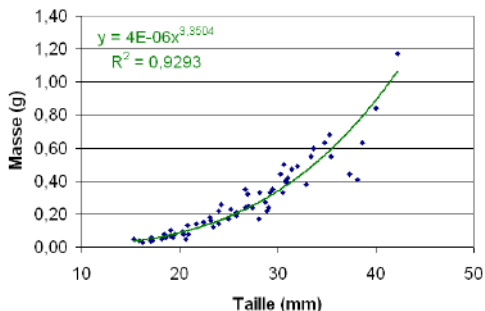
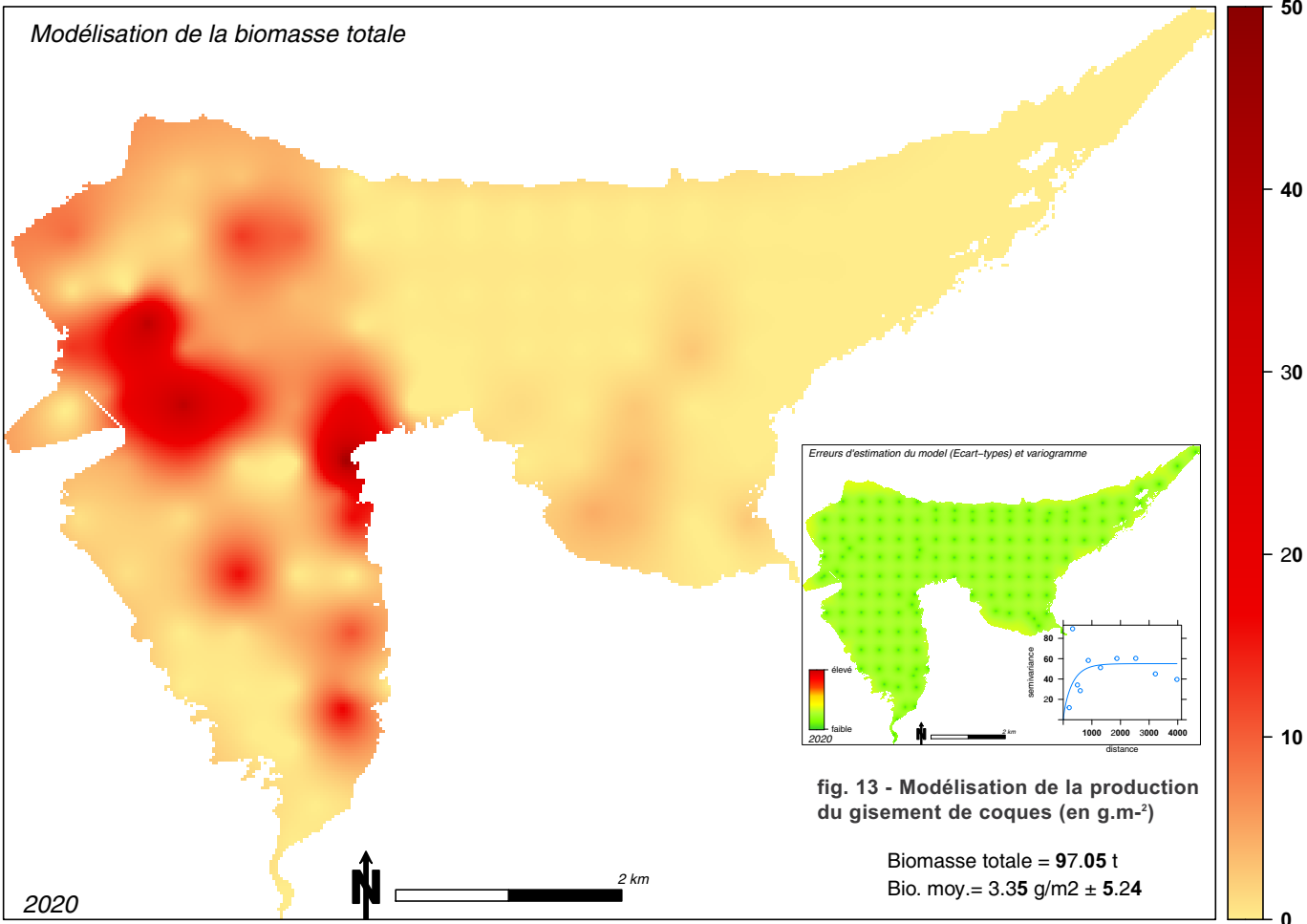


fig 12 - Relation entre la taille des coques (en mm) et leur masse (en g)

L'objectif étant de présenter une évaluation de la biomasse totale (biomasse fraîche), nous avons utilisé la relation établie par l'IFREMER en 1989 (Gros et Hamon, 1989), qui relie la biomasse de matière sèche à la biomasse totale de matière fraîche produite :

$$\text{Biomasse MF} = 26.46 \text{ Biomasse MS}$$



251 . Biomasse en matière sèche

A partir de la relation allométrique et de la grille de krigeage, on peut estimer la biomasse en gramme de matière sèche produite par mètre carré, ainsi que la production totale du gisement de coques (figure 13 et tableau 7).

La biomasse moyenne du gisement depuis 2001 est évaluée à 193 t. Elle est évaluée en 2020 à 97 t (contre 185t en 2019, 131t en 2018 ; min : 92 t (2002) ; max : 309 (2009)), soit une biomasse produite au mètre carré de 3.35 gMS.m² contre 6.36 gMS.m² en 2019.

La biomasse produite par la fraction des coques de taille commercialisable est évaluée à seulement à 31 t (contre 82t en 2019 et 39 t en 2018). Depuis 2001, la biomasse moyenne des coques de plus de 2,7 cm est évaluée à 85 t (fig. 15). La tendance générale est en diminution depuis 2001, comme le montre la courbe de tendance de la figure 16.

252 . Biomasse en matière fraîche

La biomasse totale en matière fraîche, en 2020, est estimée à 2568 t pour l'ensemble du gisement de la Baie de Saint-Brieuc (contre 4883 t en 2019 ; min : 2423 t (2003) ; max : 8186 t (2009)). La biomasse moyenne du gisement depuis 2001 est évaluée à 5102 t.

La fraction de la biomasse en matière fraîche produite par les coques de plus de 2.7 cm est estimée à 817t (contre 2158 t en 2019 ; min : 1001 t (2013) ; max : 3325 t (2007), moyenne : 1973 t), **soit une diminution de 62% par rapport à 2019.**

26. Précision du modèle

Le modèle numérique développé par la réserve naturelle permet de prévoir l'évolution du gisement sur deux années. De 2002 à 2013, le modèle s'ajuste correctement avec une précision de 88%. Sur cette période le taux de mortalité observé est de 60% sur une année pour la cohorte atteignant une taille commercialisable l'année suivante.

De 2014 à 2016 on observe une sous-estimation du modèle que l'on peut relier à :
- une diminution ou à une absence de pêche professionnelle durant cette période
- un taux de mortalité plus faible lié à des hivers peu rigoureux.
- un taux de croissance un peu plus élevé des coques lié au recrutement précoce de 2014 et 2016.

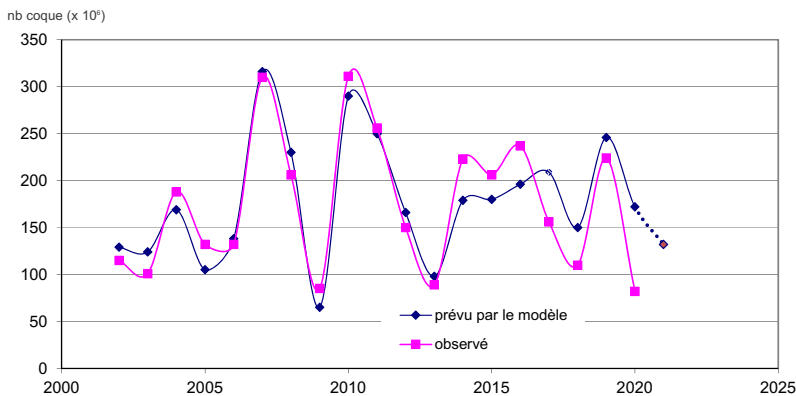


fig 14 - Evolution des effectifs de coques théoriques calculés par modélisation pour les coques de taille commercialisable prévu par le modèle (à l'année n-1) et observé à l'année n

année	biomasse		Superficie totale du gisement	Production totale		Production de la fraction taille commercialisable		taille de commercialis ation
	g M0.m ⁻²	g MF.m ⁻²		tMO	tMF	tMO	tMF	
1987	12,00	318,00	1500	180	4770			3cm
2001	8,35	220,92	1634	242	6407	84	2235	
2002	9,16	242,43	1051	266	7031	55	1445	
2003	3,16	83,53	1601	92	2423	53	1395	
2004	8,72	230,79	1936	253	6694	79	2092	
2005	10,62	281,08	1929	308	8152	66	1746	
2006	8,15	215,72	2349	236	6257	66	1734	2,7cm
2007	6,06	160,28	2133	176	4649	126	3325	
2008	6,04	159,83	2056	175	4636	100	2643	
2009	10,67	282,25	2368	309	8186	44	1166	
2010	7,43	196,49	1916	215	5699	105	2780	
2011	5,47	144,72	1986	159	4197	100	2646	
2012	3,98	105,22	2069	115	3052	62	1650	2,7cm(pro)
2013	3,34	88,39	1823	97	2564	38	1001	
2014	5,08	134,35	2070	147	3896	86	2269	
2015	5,58	147,58	2030	162	4280	83	2199	
2016	9,48	250,92	2264	275	7277	92	2429	
2017	7,44	196,82	2170	216	5708	59	1549	
2018	4,53	119,80	2128	131	3475	39	1036	2,7cm
2019	6,36	168,36	2057	185	4883	82	2158	
2020	3,35	88,54	1942	97	2568	31	817	

tab.7 - Evolution de la biomasse produite par le gisement, calculée par modélisation

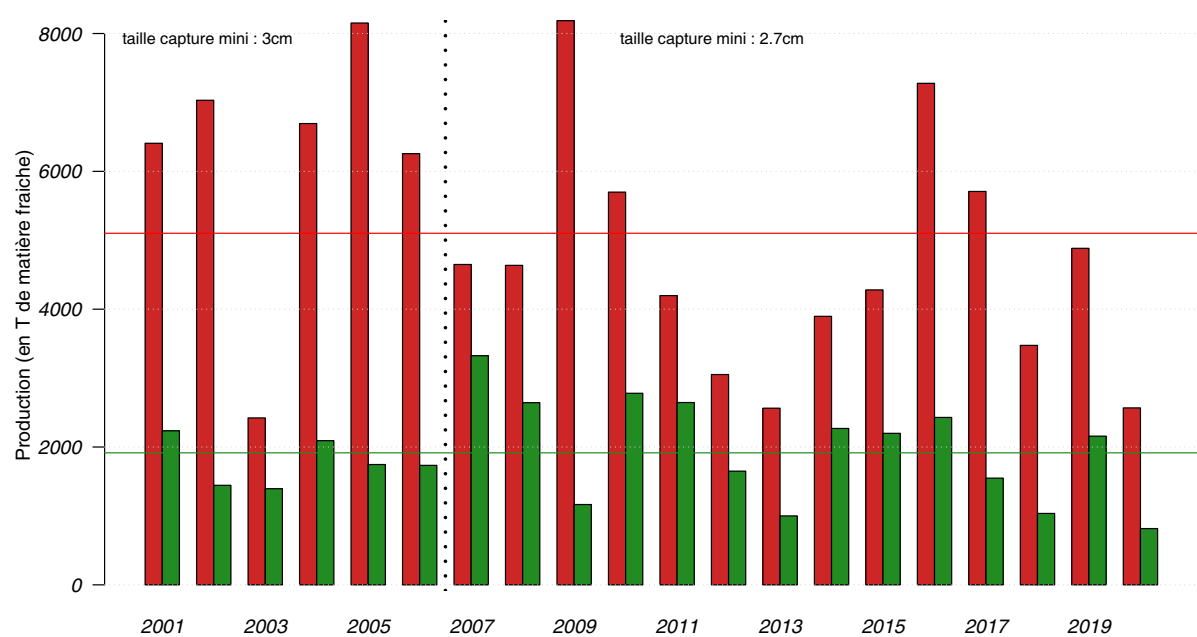


fig. 15 - Evolution de la production de coques en baie de Saint-Brieuc (de 2001 à 2020)
En rouge : production totale ;
en vert : production de la fraction de coques de taille commercialisable (3 cm avant 2007 puis 2.7cm)

A l'inverse, en 2017 et 2018, le taux de mortalité a augmenté d'environ +10% par rapport à la période 2002-2013. Il est difficile de proposer des hypothèses pour expliquer cette hausse de la mortalité pour cette classe d'âge. Néanmoins on a constaté en 2016 et 2017, que 25% de la classe de taille qui devait atteindre la taille de 2.7 cm était concentrée dans l'avant-port du Légué. Or habituellement on avait seulement dans cette zone entre 3 et 8% de cette classe d'âge.

En 2018, la modelisation a très légèrement sous estimée les effectifs de coques de taille commercialisable de 2020 avec une erreur de 8%.

En 2019, la modélisation prévoyait une diminution des effectifs de coques de taille commercialisable de l'ordre de 30%. Or, on observe une diminution de 67% soit une diminution de moitié du taux de survie moyen observé jusqu'alors.

En 2021 on devrait observer une augmentation des effectifs de taille commercialisable, par rapport à 2020, si on applique le taux de mortalités antérieur de 60%.

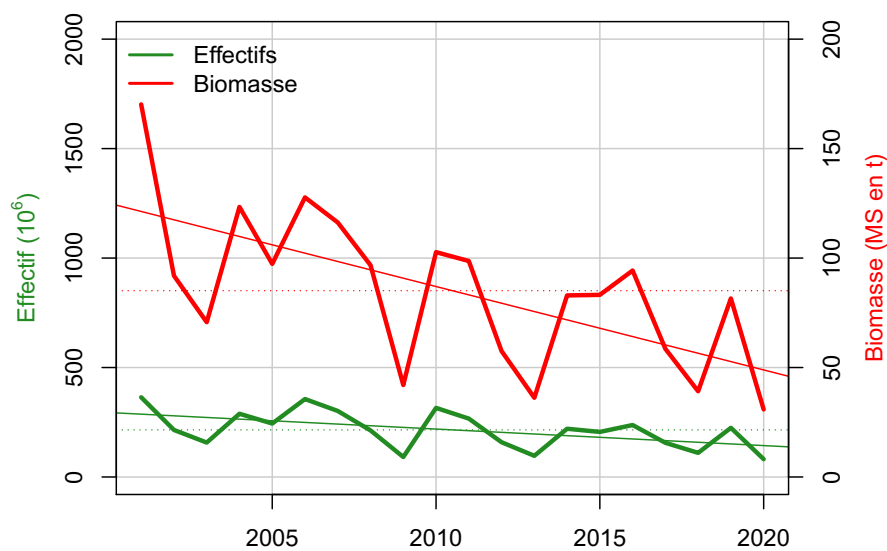


fig. 16 - Evolution des effectifs et de la biomasse de coque de plus de 2.7 cm (de 2001 à 2020).

Afin de visualiser les évolutions du gisement, la modification de la taille légale de pêche (avant 2007) n'est pas pris en compte dans ce graphe.



3. Discussion

31. Evolution du gisement

Le recrutement massif de 2008 a permis une production importante de coques de taille commercialisable en 2010 et 2011. Suite à ce recrutement exceptionnel de 2008, le taux de reproduction en 2009 a été le plus faible jamais enregistré depuis 2001. Cette absence de reproduction a eu un impact sur l'activité de pêche en 2012 avec une diminution de 38% de la fraction commercialisable par rapport à 2011.

En 2011, le recrutement a été faible (comparable à 2007) et a induit comme prévu la poursuite de la diminution de la ressource pour les pêcheurs en 2013. Le stock pêchable a été le plus faible depuis 14 années de suivi du gisement. La commission de visite du gisement n'a donc pas ouvert le site à l'exploitation professionnelle.

Compte tenu du bon niveau de recrutement en 2012, de l'absence de pêche professionnelle en 2013/2014 et de bonnes conditions climatiques en 2014, la ressource pêchable a doubler entre 2013 et 2014. Elle reste néanmoins légèrement inférieure à la valeur moyenne (calculée sur la période 2001-2018). Ce stock a faiblement diminué en 2015, et ce, malgré le faible recrutement de 2013 en partie compensé par l'absence de pêche professionnelle depuis 2013. En 2014, le stock de coques de taille commercialisable reste stable.

2015, 2016 et 2017 se caractérisent par de forts recrutements successifs, ce qui est peu habituel, puisque généralement un recrutement important ou très important est généralement suivi par un recrutement faible l'année suivante (Dabouineau *et al.*, 2015). Le recrutement varie notamment en fonction de l'effort de reproduction et de la qualité des conditions de recrutement (incluant la prédation, le climat...), mais la finesse et la complexité des processus en jeu rendent difficiles la mesure et la prévision de ces aspects.

En 2016, on prévoyait pour 2017, une augmentation assez forte le stock de taille pêchable qui n'a pas été observé cette année, lié à une mortalité plus élevée que les précédentes années de la cohorte née en 2015. De même, en 2017 où l'on prévoyait un maintien du stock pêchable en 2018, on a constaté cette année sa diminution de 25%.

En 2018, on prévoyait pour 2019, une ré-augmentation de stock de taille pêchable, ce qui a été confirmé par les observations en 2019. On prévoyait pour 2020 une faible diminution de stock de coques de plus de 2.7cm. Or on a observé une diminution de moitié du taux de survie des coques entraînant une forte diminution de ce stock

Si on retrouve les taux de mortalités antérieur, le stock de taille pêchable en 2021, devrait augmenter par rapport à 2020.

32. Modification des zones réglementaires

321. Révision du périmètre de la zone 22.03.23

Depuis 2013, la situation sanitaire du gisement s'améliore. Les alertes sanitaires sont devenues rares et les zones classées C sont devenues de qualité moyenne (classé en B). L'ancien gradient de contamination, observé d'Ouest en Est, s'est estompé progressivement, même si la qualité sanitaire des coques reste fragile vers l'ouest en se rattachant des apports urbains (Chevé et Le Noc, 2017).

L'essentiel du gisement est localisé dans les zones 22.03.23 (Baie d'Yffiniac Est), classée en B pour le groupe II (coquillages bivalves fouisseurs) et 22.03.24 (Baie



d'Yffiniac Sud) qui est une zone non classée. Suite au constat du regain de sa qualité sanitaire, les pêcheurs professionnels ont émis le souhait de pouvoir étendre les limites de la zone 22.03.23 (Baie d'Yffiniac Est) vers le Sud-Ouest (Chevé et Le Noc, 2017).

L'étude bactériologique menée par l'IFREMER (Chevé et Le Noc, 2017), propose une extension de la zone 22.03.23, classée B pour les fouisseurs et autorisant la pêche des coquillages avec purification, vers l'ouest, mais sans inclure les zones littorales immédiates et les abords du port du Légué (figure 16).

Cette extension vers le sud permet d'accroître le site d'exploitation de 200 ha environ. Cette modification réglementaire a permis d'augmenter de 10 à 30% la quantité de coques de taille pêchable par les professionnels.

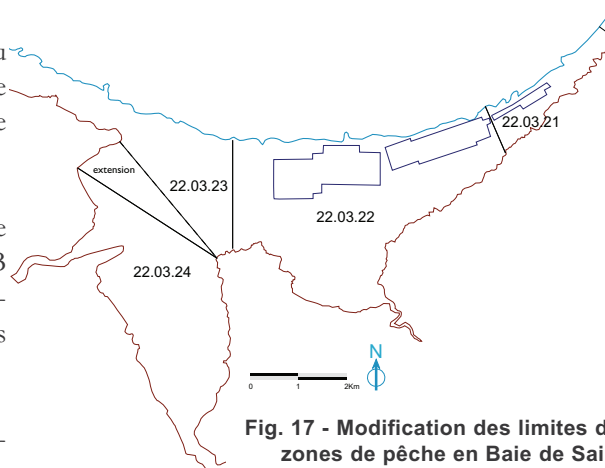


Fig. 17 - Modification des limites des zones de pêche en Baie de Saint-Brieuc suite aux propositions de l'IFREMER (Chevé et al., 2016)

322. Statut de la zone 22.03.24

Le sud de l'anse d'Yffiniac précédemment non classé mais correspondant aux conditions de classement en zone B pour les bivalves fouisseurs a été classé pêche interdite pour la protection de la ressource par arrêté préfectoral du 24 novembre 2017. En effet, il s'agit des zones de recrutement de naissain de coque qui alimentent l'ensemble du gisement exploité. L'impact du ratissage est fort sur la mortalité des juvéniles, même si la maille de capture est respectée, et une mise en pêche de cette zone se serait traduite par un risque important sur la pérennité de l'ensemble du gisement. Cette arrêté participe à la protection du fonctionnement écologique de la baie et au maintien de l'activité de pêche existante, ainsi qu'à l'ensemble du cortège d'espèces benthiques utilisé comme ressource alimentaire par les oiseaux limicoles qui justifient le classement en Réserve naturelle de la zone.

Il est important pour la préservation de la ressource et du patrimoine naturel que le secteur de l'Anse d'Yffiniac soit soustrait à l'activité de pêche professionnelle et de loisir des coquillages conformément à l'avis du Conseil Scientifique de la Réserve naturelle du 24 avril 2017 et l'avis de l'IFREMER du 31 juillet 2017.

33. Contexte environnemental

321 Dévasement de l'avant port du Légué

La gestion du dépôt des sédiments de l'avant port du Légué depuis 2007 au nord ouest de l'anse d'Yffiniac modifie directement les sédiments présents sur l'aire de dépôt, ainsi que les conditions écologiques qui déterminent la composition de la macrofaune benthique. Nous avons observé une modification sédimentaire et une dégradation de la qualité du peuplement benthique (Ponsero et Sturbois, 2014). On observe également une diminution de l'importance de cette zone pour le recrutement et la croissance des coques en baie de Saint-Brieuc. **Cette diminution est très certainement due aux modifications des substrats liés aux travaux permanents de désenvasement du port et à l'impact physique lié à la circulation des engins. Ce substrat très modifié est peu favorable. Avec l'arrêt des dépôts en 2020, on observe une recolonisation du secteur par les coques.**



322 *Projet de création d'un 4^{ème} quai dans le port du Légué*

Le gestionnaire du port du Légué prévoit la création d'un 4^{ème} quai dans l'avant-port du Légué pour développer l'accueil des navires, et augmenter les capacités de stockage à terre. Ce projet se situe en amont de la zone régulièrement dévasée. Il entraînera la disparition de la dernière zone de présence de coque dans l'estuaire du Gouët sur 4 ha environ. Ainsi, c'est dans ou en bordure de la future zone d'installation du projet de quai que l'on observe les densités de coques de taille commercialisable maximum (supérieur à 100 coques/m²). Elle constitue aussi une zone de fixation du naissain assez exceptionnelle en baie de Saint-Brieuc. Ces coques ne peuvent certes pas être exploitées par les professionnels, mais elles constituent une réserve non négligeable de reproducteurs. Il a été montré en Angleterre (Coscia *et al.*, 2012) que la dissémination des larves pouvait se faire sur plusieurs kilomètres. Les coques adultes du port du Légué contribuent très certainement à l'alimentation en larves dans tout le fond de baie. La suppression partielle ou totale du stock d'adulte de l'estuaire du Gouët pourra avoir des conséquences non négligeables sur le recrutement et la dynamique du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc. Il est possible que la création du 4^{ème} quai entraîne une modification de la courantologie et des dynamiques de dépôt de sédiments qui pourraient permettre à moyen ou long terme la création d'un nouvel équilibre de zones vaseuses en périphérie immédiate, notamment à l'Ouest. En revanche, le dragage continu de cette zone ne permettra pas l'instauration d'un nouvel équilibre favorable à la colonisation par les coques.

323 *Projet de mise à flot du port du légué*

A plus long terme, il pourrait être envisagé la fermeture du port du Légué avec la création d'un bassin à flot. Il est également prévu la création d'un enrochement et le dragage d'un chenal en aval du port. Actuellement, la localisation et l'importance des aménagements ne sont pas connues. Cependant, avec les éléments dont nous disposons et en supposant que l'impact de ces travaux se limite à la zone d'influence du port (soit une distance maximale de 800 m à partir de l'actuelle extrémité du port), nous avons modélisé les conséquences des modifications du site sur la zone de recrutement des coques. **Depuis 2001, cette zone représente en moyenne 12% du gisement de coques total. Du point de vue de la reproduction, la modification de ce site devrait réduire fortement le potentiel de reproduction du gisement.** La modélisation montre qu'en fonction des années le pourcentage de naissain affecté peut varier de 5% à 30%.

Les conséquences de ces aménagements à court et moyen terme sur l'activité de pêche amateur et professionnelle en baie de Saint-Brieuc seront probablement très importantes et devront être prises en compte dans les réflexions relatives à l'avenir du site. A plus long terme, il est possible que l'on assiste à une réorganisation plus ou moins partielle du gisement suite aux aménagements.

324 *Protection des zones de "vasières"*

La gestion du gisement de coques et en particulier du naissain passe par la protection des vasières et des sables envasés de fond de baie qui constituent les principales zones de recrutement de l'espèce. La régulation des activités humaines sur ces espaces doit inclure *i.*, l'absence de pêche qui conduit à une destruction d'une part importante du naissain sur les zones concernées de fait de la fragilité des juvéniles de coques et *ii.* l'absence d'intervention ou d'aménagement destinée à modifier la nature sédimentaire des habitats (schlacher *et al.*, 2012).



4. Conclusion et propositions

➤ En 2013, la production du gisement a connu une réduction de 40% suite à la mauvaise reproduction de 2009 et de 2011. De 2014 à 2016, le stock de taille commercialisable approche du niveau moyen observé depuis 2001. La production a diminué en 2017 et 2018. En 2019, la production a doublé par rapport à 2018 et se situe dans la moyenne depuis 2001. **En 2020, la production a fortement chuté sans que l'on puisse expliquer ce phénomène. En 2017 et 2018 nous avons déjà constaté une augmentation de 10% la mortalité de la cohorte qui devrait atteindre la taille pêchable l'année suivante. Cette année cette surmortalité a augmenté de 20%.**

➤ La protection du naissain est aujourd'hui assurée par l'arrêté du 24 novembre 2017 qui interdit la pêche dans la zone 22.03.24. Seule la zone située dans l'estuaire du Gouët ne fait l'objet d'aucune mesure de protection.

➤ L'arrêté préfectoral du 21 octobre 2013 encadrant *«les pratiques de pêche de loisir des coquillages, des échinodermes et des vers marins en Bretagne»* prévoit la limitation des quantités pêchées pour les amateurs (300 coques de plus de 3 cm par jour et par pêcheur, soit environ 3 kg). Cette limite de capture correspond approximativement au "panier moyen" des pêcheurs de coques en baie de Saint-Brieuc (Anger, 2010). Il serait nécessaire de renforcer l'information et la surveillance des pêcheurs amateurs sur l'application de cette nouvelle réglementation.

➤ Il est nécessaire que la réglementation sanitaire concernant le gisement de coques de Saint-Brieuc soit affichée clairement et de manière durable par les communes sur les différents sites (Lermot, St Guimont, Pointe des Guettes, Bon Abri, port du Légué, St Laurent...), ce qui est chose faite depuis quelques années. On peut également souligner la plus grande diffusion de ces informations via plusieurs sites internet (comme par exemple www.pecheapied-responsable.fr).



Bibliographie :

- ANGER E., 2010. *Etude de l'impact de la pêche à pied sur le gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc*. Université Angers, 45p.
- BIJLEVELD A. I., VAN GILS J.A., VAN DER MEER J., DEKINGA A., KRAAN C., VAN DER VEER H.W. & PIERMA T., 2012. Designing a benthic monitoring programme with multiple conflicting objectives. *Methods in Ecology and Evolution*. 3, 526-536.
- BONNOT-COURTOIS C. & DREAU A., 2002, *Cartographie morpho-sédimentaire de l'estran en Baie de Saint-Brieuc*, Labo. Géomorphologie et environnement littoral-DIREN Bretagne, 25p+annexes
- CHEVÉ J. & LE NOC S. 2017. Etude sanitaire de la zone 22.03.24 – Baie d'Yffiniac Sud Groupe IODE/LER/BN-17-003. IFREMER. 62 p.
- COSCIA I., ROBINS P.E., PORTER J.S., MALHAM S.K. & IRONSIDE J.E., 2012. Modelled larval dispersal and measured gene flow: seascape genetics of the common cockle *Cerastoderma edule* in the southern Irish Sea. *Conservation Genetics*. 14(2), 451-466.
- DABOUINEAU L. & PONSERO A., 2009. Synthèse sur la biologie des coques *Cerastoderma edule*. 2^{ème} édition. Université Catholique de l'Ouest - Réserve Naturelle Nationale Baie de St-Brieuc, 23 pages.
- DABOUINEAU L., PONSERO A., STURBOIS A. & DELISLE F., 2015. Les coques: Biologie et exploitation. *Editions Quae*, 88p.
- GROS P. & HAMON D., 1989, *Estimation de la biomasse des bivalves intertidaux (moule, coque) exploités en Baie de Saint-Brieuc (Manche Ouest)*, rapport IFREMER/DERO-EL/89-25, 137p.
- IHAKA R. & GENTLEMAN R. 1996. R: a language for data analysis and graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics* 5 : 299-314.
- KRIGE D.G., 1952. A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. *Journal of the Chemical, Metallurgical and Mining Society of South Africa*. 201-244.
- LEGAY J.M. & DEBOUZIE D., 1985. Introduction à une biologie des populations, Masson, 149p
- LE MAO P., RETIERE C., PLET M., 2002, *Les peuplements benthiques intertidaux de la baie de Saint-Brieuc*, IFREMER-MUSEUM D'HISTOIRE NATURELLE-Dinard-DIREN Bretagne, 23p+ annexes
- PONSERO A., DABOUINEAU L., & ALLAIN J., 2009. Modelling of the Cockle (*Cerastoderma edule* L.) fishing grounds in a purpose of sustainable management of traditional harvesting. *Fisheries Science*, 75(4) ; 839-850
- PONSERO A., DABOUINEAU L. & STURBOIS A., 2011, Modelling of the Cockle (*Cerastoderma edule* L.) fishing grounds in a purpose of sustainable management of traditional harvesting. In: *Agence Aires Marines Protégées - Ifremer, (Ed.), Biodiversité, écosystèmes et usages du milieu marin : quelles connaissances pour une gestion intégrée du golfe normand-breton ?*, St Malo, 2-3 novembre 2011.
- PONSERO & STURBOIS, 2014, *Assemblages benthiques et faciès sédimentaires des substrats meubles intertidaux du fond de baie de Saint-Brieuc. Cartographie, analyse et évolution*. Réserve Naturelle Nationale Baie de St-Brieuc, 189 pages.
- PONSERO A & STURBOIS A, 2016, Quand une Aire Marine Protégée et les pêcheurs gèrent ensemble une ressource: l'exemple du gisement de coque (*Cerastoderma edule*) de la baie de Saint-Brieuc. in : *1^{er} Séminaire International sur la biodiversité et gestion des ressources naturelles "Passé, Présent et Futur"*, Souk Ahras (Algérie), 19- 21 avril 2016.
- SCHLACHER T.A., NORIEGA R., JONES A., ET DYE T., 2012. The effects of beach nourishment on benthic invertebrates in eastern Australia: Impacts and variable recovery. *Science of The Total Environment*. 435, 411-417.
- SHESHINSKI R., 1979, Interpolation in the plane : the robustness of misspecified correlation models and different trend function. In Patil G.P. & Rosenzweig M., *Contemporary quantitative ecology and related econometrics*. Fairland Int Coop Publ. House ; 399-420.
- STURBOIS A., 2018. Modelling of *Cerastoderma edule* L. fishing grounds for sustainable harvesting in the Bay of Saint-Brieuc. in : *Interdisciplinary approaches to the Study of human and mollusc interactions: from prehistory to present*. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 31 janvier-2 février 2018,

Rapports précédant :

PONSERO A., VIDAL J., ALLAIN J., 2001, *Evaluation spatiale de la densité du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2001*, Réserve Naturelle Baie de Saint-Brieuc, 15 pages

PONSERO A., VIDAL J., ALLAIN J., P. QUISTINIC, 2002, *Evaluation spatiale de la densité du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2002*, Réserve Naturelle Baie de Saint-Brieuc, 16 pages

PONSERO A., VIDAL J., ALLAIN J., 2003, *Evaluation spatiale de la densité du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2003*, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 20 pages

PONSERO A., VIDAL J., ALLAIN J., DABOUINEAU L., 2004, *Evaluation spatiale de la densité du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2004*, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 22 pages

PONSERO A., ALLAIN J., VIDAL J., DABOUINEAU L., 2005, *Evaluation spatiale de la densité du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2005*, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 18 pages

PONSERO A., ALLAIN J., DABOUINEAU L., 2006, *Evaluation spatiale de la densité du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2006*, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 20 pages

PONSERO A., ALLAIN J., DABOUINEAU L., 2007, *Evaluation spatiale du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2007*, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 25 pages

PONSERO A., ALLAIN J., DABOUINEAU L., 2008, *Evaluation spatiale du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2008*, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 25 pages

PONSERO A., STURBOIS A., DABOUINEAU L., 2009, *Evaluation spatiale du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2009*, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 25 pages

PONSERO A., STURBOIS A., DABOUINEAU L., 2010, *Evaluation spatiale du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2010*, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 25 pages

PONSERO A., STURBOIS A., DABOUINEAU L., 2011, *Evaluation spatiale du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2010*, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 23 pages

PONSERO A., STURBOIS A., DABOUINEAU L., 2012, *Evaluation spatiale du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2012*, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 23 pages

PONSERO A., STURBOIS A., DABOUINEAU L., 2013, *Evaluation spatiale du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2013*, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 24 pages

PONSERO A., STURBOIS A., DABOUINEAU L., 2014, *Evaluation spatiale du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2014*, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 26 pages

PONSERO A., STURBOIS A., DABOUINEAU L., 2015, *Evaluation spatiale du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2015*, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 26 pages

PONSERO A., STURBOIS A., DABOUINEAU L., 2016, *Evaluation spatiale du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2016*, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 26 pages

PONSERO A., STURBOIS A., DABOUINEAU L., 2017, *Evaluation spatiale du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2017*, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 29 pages

PONSERO A., STURBOIS A., DABOUINEAU L., 2018, *Evaluation spatiale du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2018*, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 32 pages

PONSERO A., STURBOIS A., DABOUINEAU L., 2019, *Evaluation spatiale du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2019*, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 32 pages



Réserve Naturelle BAIE DE SAINT-BRIEUC

Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Saint-Brieuc

site de l'étoile

22120 Hillion

02.96.32.31.40 (fax : 02.96.77.30.57)

alain.ponsero@espaces-naturels

anthony.strurbois@espaces-naturels.fr

<http://www.reservebaiedesaintbrieuc.com>

référence :

**PONSERO A., CORMY G., STURBOIS A., DABOUINEAU L.,
2020, *Evaluation spatiale du gisement de coques de la baie
de Saint-Brieuc, année 2020*, Réserve Naturelle Baie de St-
Brieuc, 32 pages**



UCO
BRETAGNE NORD



UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE L'OUEST

Laboratoire de Biologie et Ecologie

Université U.C.O. Bretagne Nord

BP 90431 22200 Guingamp

02.96.40.20.05

laurent.dabouineau@uco.fr

<http://www.uco-bn.fr>



**SAINT
BRIEUC
ARMOR**
AGGLOMÉRATION

Saint-Brieuc Armor Agglomération

5 rue du 71ème RI

22000 St-Brieuc

Téléphone : 02 96 77 20 00

Site : saintbrieuc-agglo.fr

Email : accueil@sbaa.fr



VivarmorNature

Espace d'Entreprises Keraia

18 rue du Sabot - Bat. C

22400 Ploufragan

Téléphone : 02 96 33 10 57

Site : vivarmor.fr

Email : vivarmor@orange.fr