

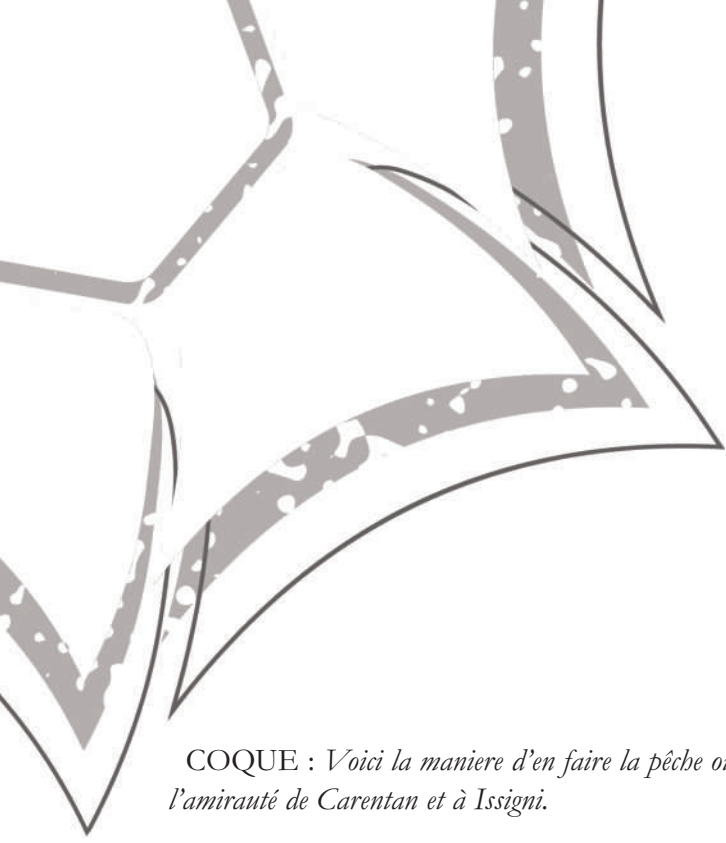


Réserve Naturelle Nationale **BAIE DE SAINT-BRIEUC**



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

année 2024



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 presque 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 2021). L'ensemble des cartes produites depuis 2001 (sous forme interactive) ⁽¹⁾ ainsi que les rapports annuels sont disponibles sur le site internet de la Réserve naturelle ⁽²⁾. Ces travaux se réalisent dans la continuité des premières évaluations conduites 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 spatialisé 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 diffusée lors de colloques (Ponsero *et al.* 2011 ; Ponsero et Sturbois, 2016 ; Sturbois, 2018).

I.2. Protocole d'échantillonnage

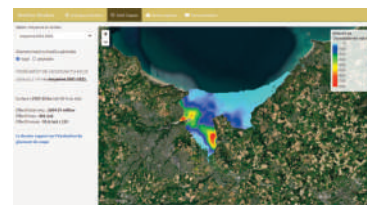
Le protocole mis en place depuis 2001 a été défini par l'IFREMER et validé par le Conseil scientifique de la réserve naturelle lors de la réunion du 26 juin 2001. A partir de 2010, un nouveau plan d'échantillonnage régulier a été mis en oeuvre (validé par le Conseil scientifique de la réserve naturelle le 28 octobre 2009, afin de mieux suivre les changements spatio-temporels 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 21 au 23 août 2024 constituées par Tom Catherine, Morgane-Katell Chatelain, Laurent Dabouineau, Enora Gonidec Le Bris, Cédric Jamet, Alain Ponsero, Clara Le Roy, Didier Toquin, Nolwenn Solsonna, Efflam Stock, Anthony Sturbois.



(1) Une application shiny a été développée pour permettre la visualisation l'ensemble des cartographies depuis 2001.

(2) 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. 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.



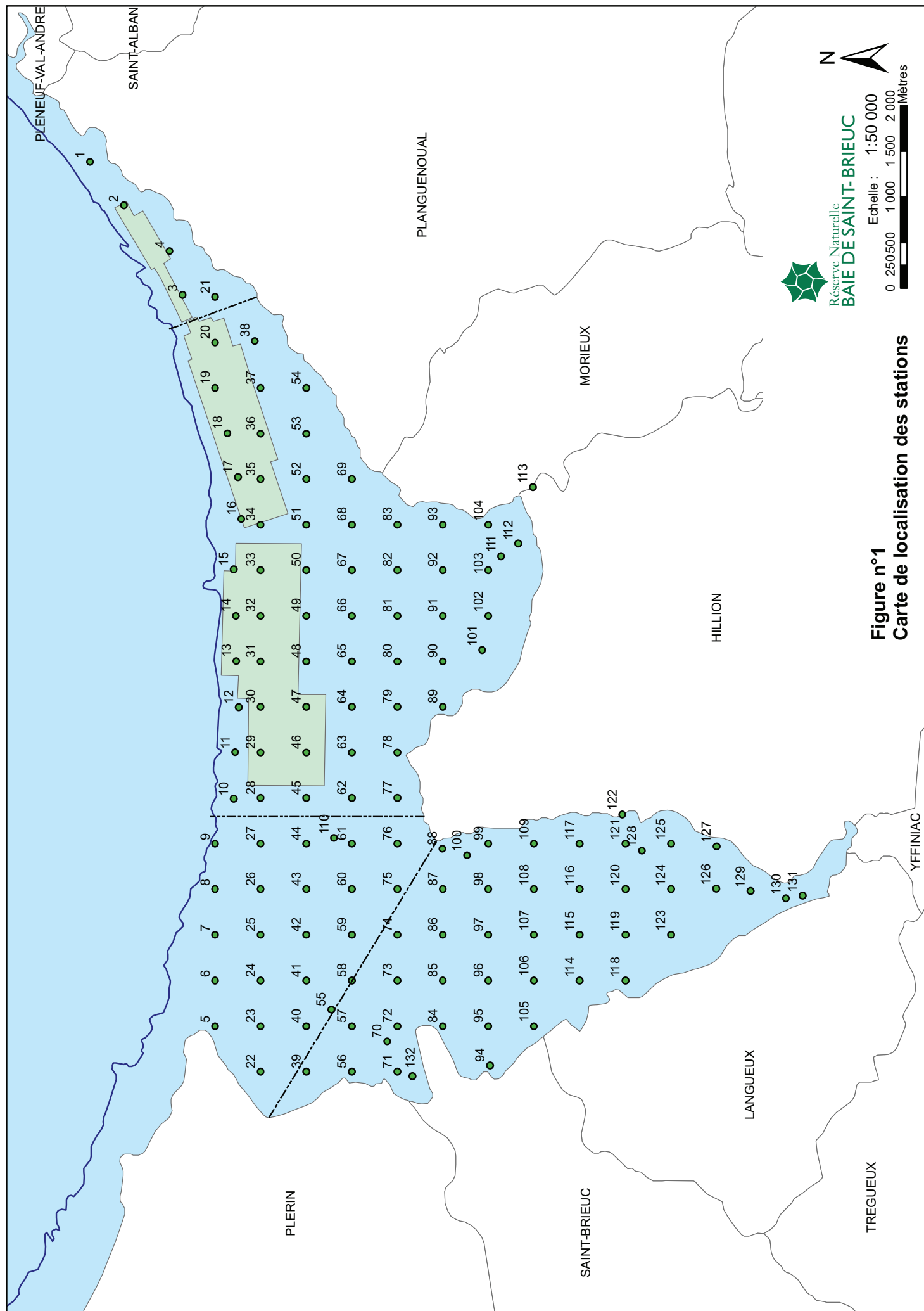


Figure n°1
Carte de localisation des stations

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 temporelle 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 utilise sur un maillage de 50 000 points.

2. Résultats

2.1. Effectifs

211. Nombre de coques

Le gisement de coques se répartit sur les 3 des 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 **2214 coques par mètre carré dans la zone 22.03.24** en fond d'anse d'Yffiniac (contre 2176 en 2023, 3372 en 2022, 3720 en 2021 ; max observé (2015) : 5664).

Dans la zone 22.03.23, le nombre maximum de coques observé est de 129 par mètre carré (contre 120 en 2023, 276 en 2022, 824 en 2021 ; max observé (2008) : 1884).

Dans l'anse de Morieux (zone 22.03.22), le nombre de coques maximum est de 377 au mètre carré (contre 412 en 2023, 1028 en 2022, 1564 en 2021 ; max observé (2021) : 1564).

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 : 4 coques au mètre carré (contre 52 en 2023).
- ↳ pour la zone 22.03.23 : 26 coques au mètre carré (contre 48 en 2023).
- ↳ pour la zone 22.03.22 : 7 coques au mètre carré (contre 40 en 2023).

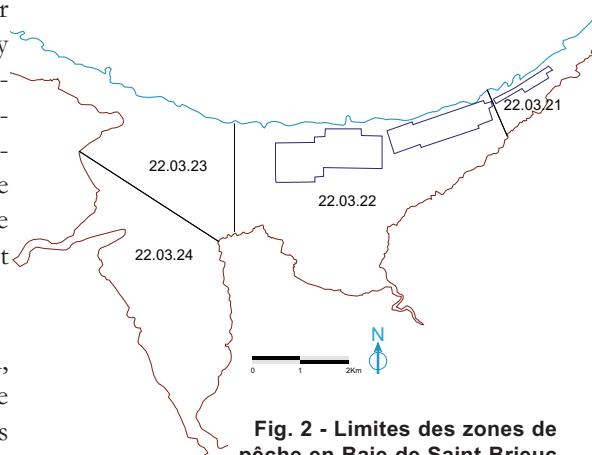


Fig. 2 - Limites des zones de pêche en Baie de Saint-Brieuc

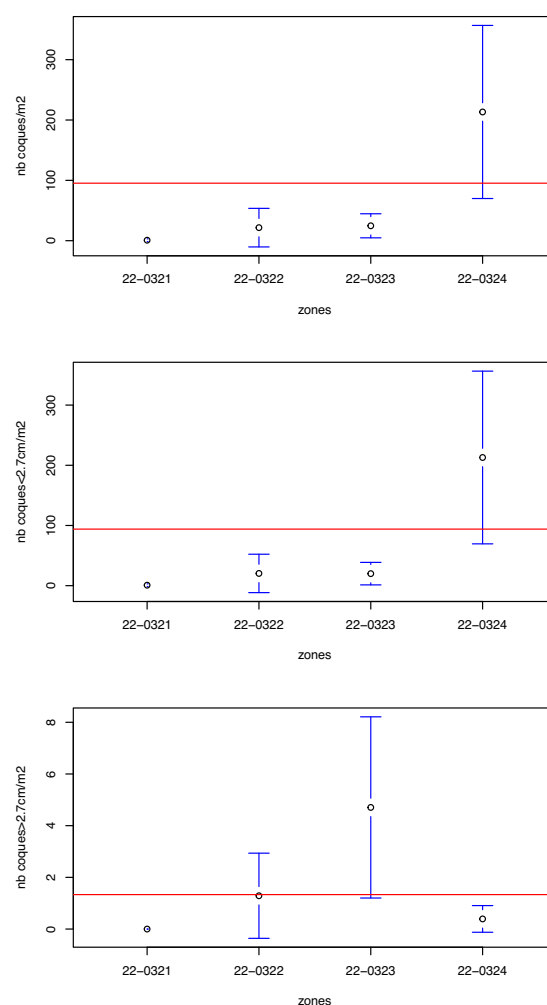


Fig. 3 - Nombres de coques par mètre carré observés en fonction des zones
(en rouge : valeur moyenne toutes zones confondues)



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	2538	84	
2021	6956	6868	78	
2022	3324	3182	146	
2023	2370	2253	117	
2024	2721	2683	37	

Réserve Naturelle

212. Evolution du nombre de coques

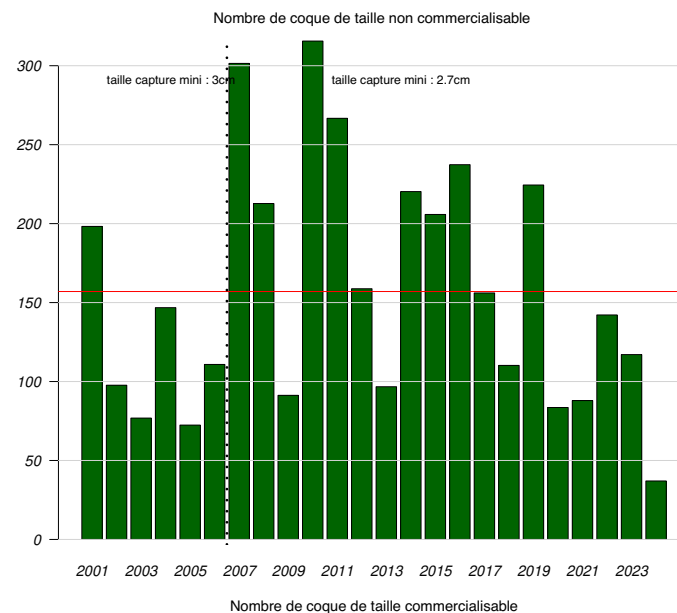
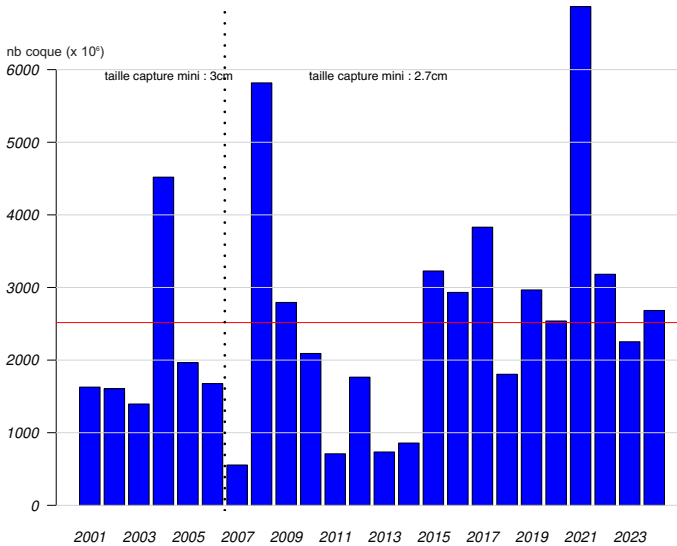
L’effectif total du gisement de coques peut être obtenu grâce à la modélisation, en sommant les effectifs théoriques calculés en chaque point de l’estran. Les résultats sont reportés dans le tableau 1 et la figure 4.

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 a entraîné 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 2024, la portion du gisement de plus de 2.7 cm est estimée à 37.10⁶ coques (contre 117.10⁶ en 2023, 146.10⁶ en 2022, 78.10⁶ en 2021). Le maximum a été observé en 2010 avec 320.10⁶ coques (moyenne 2001-2024 : 195.10⁶ ± 91 coques). **C’est la plus faible valeur observée depuis 2001.**

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 8 % (min: 1 % en 2021 ; max: 35 % en 2007). **Cette année ce taux est estimé à 1% compte tenu des très petits effectifs de coques de taille supérieure à 27 mm.**

Le modèle permet de décomposer les résultats en fonction des différentes zones définies par l’arrêté préfectoral de novembre 2017 (tableau 2).



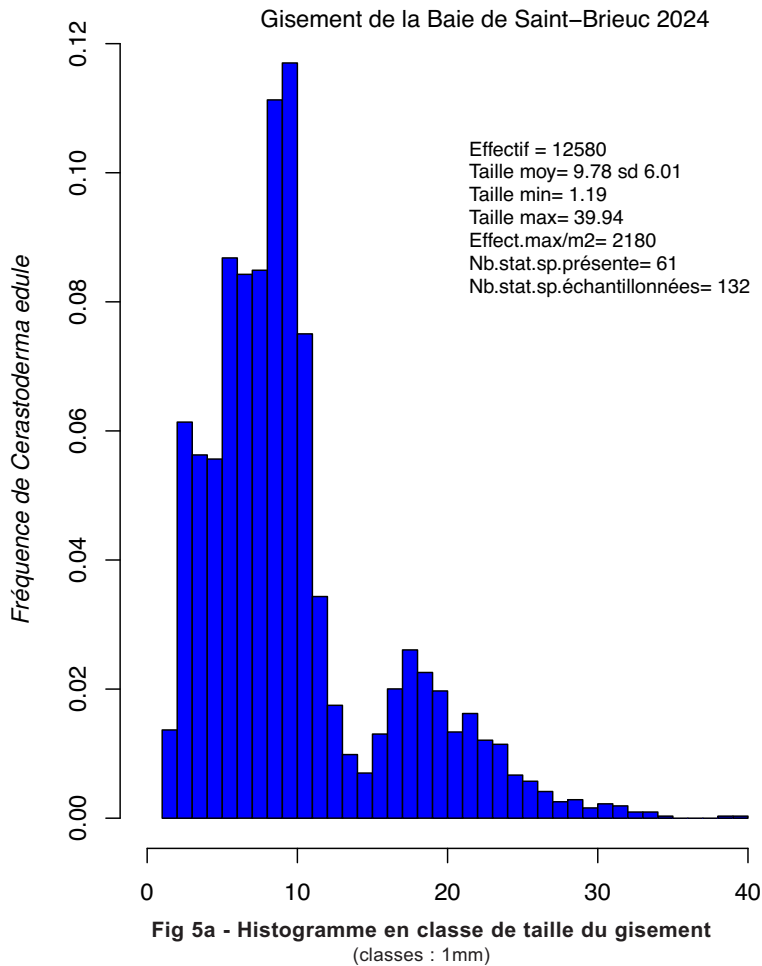
Tab 1 et fig 4 - Evolution des effectifs de coques théoriques calculés par modélisation pour l’ensemble du gisement et pour la part commercialisable
(en millions de coques)

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)	2214	2210	4
22.03.23 Yffiniac Est (22-151)	130	103	26
22.03.22 Morieux (22-14)	377	370	7
22.03.21 Cotentin (22-13)	0	0	0

Tab.2 - Effectifs de coques théoriques calculés par modélisation pour les différentes zones du gisement
(en millions de coques)

22. Distribution en classe de taille

En 2024, la taille des coques observées varie de 1.19 mm à 39.94 mm. L'histogramme en classe de taille, comprend principalement un mode centré sur 9 mm (figure 5a).



La taille moyenne des coques pour l'ensemble des stations est de 9.78 mm (± 6.01) contre 11.48 en 2023, 12.54 en 2022, 12.05 en 2021.

La taille moyenne des coques par station est plus élevée dans l'anse d'Yffiniac, en zone 22.03.23 (24.1 ± 4.3 mm) que pour les 2 autres zones (12.3 ± 8.6 mm pour le site 22.03.22, 8.9 ± 4.8 mm pour le site 22.03.24, voir figure 6).

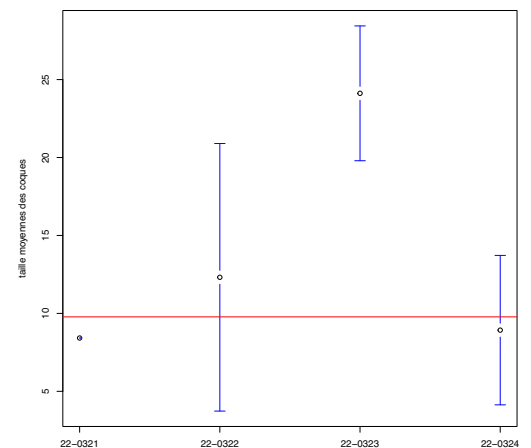
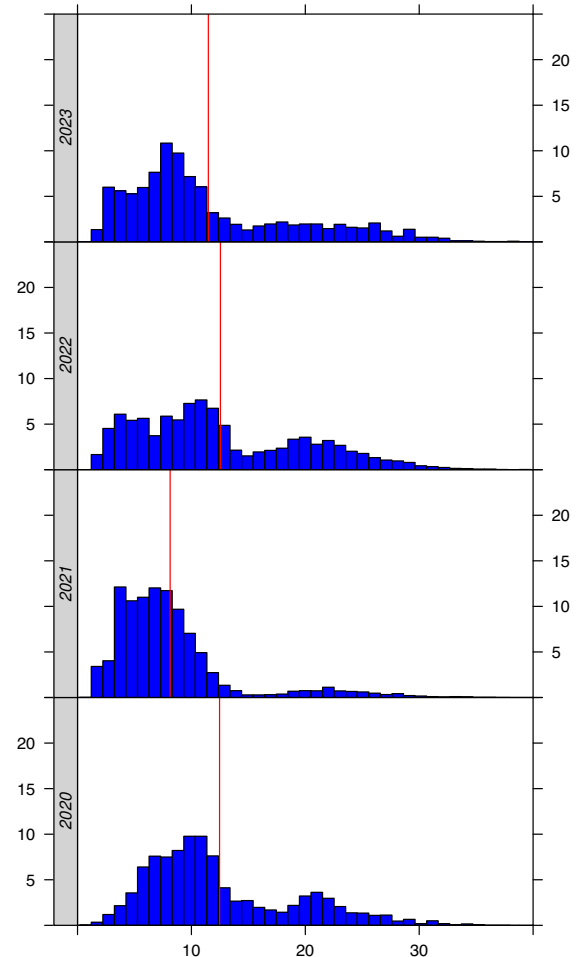
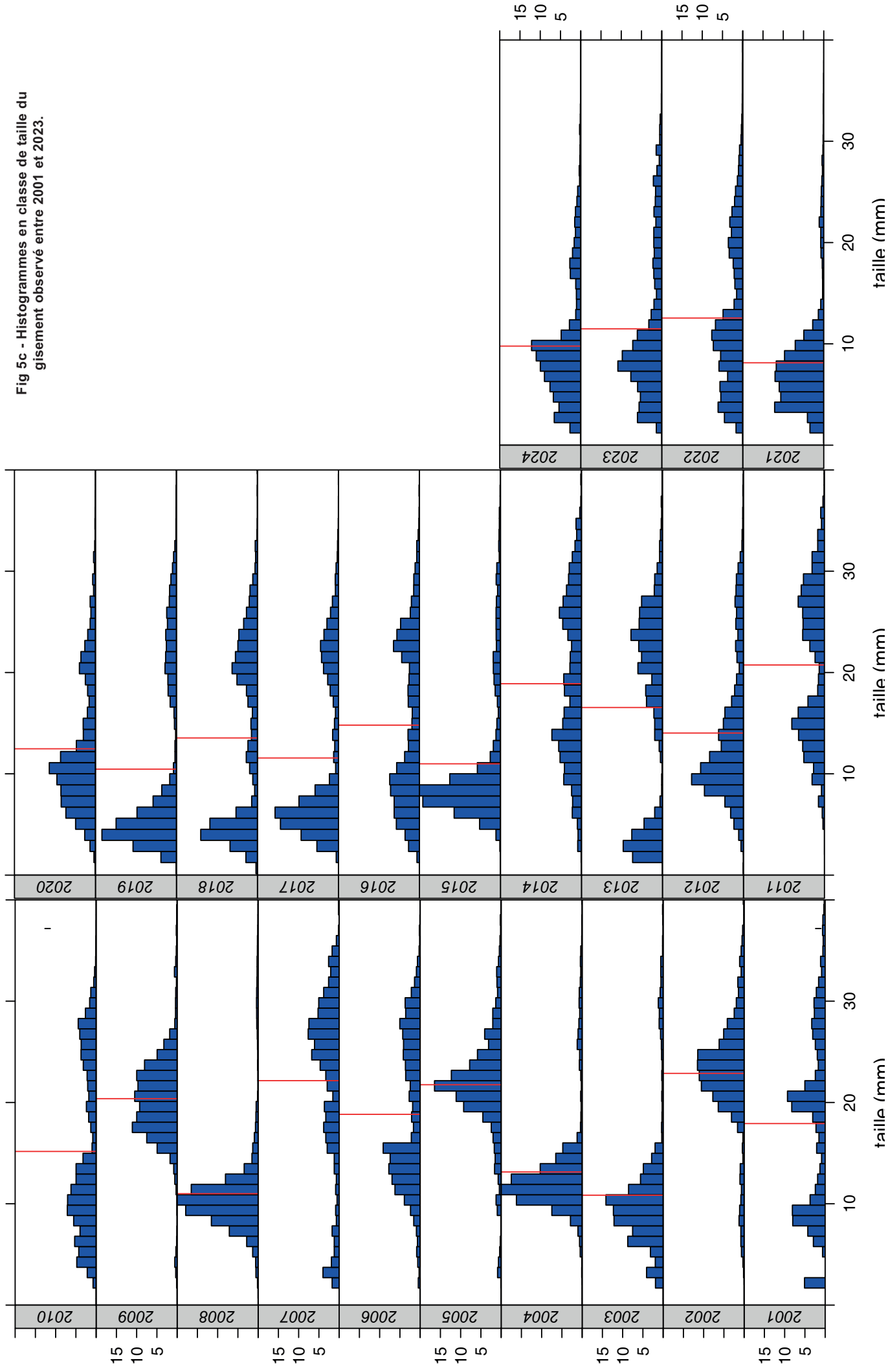


Fig 5c - Histogrammes en classe de taille du
gisement observé entre 2001 et 2023.



En 2024, le recrutement est comparable à 2019 et 2022 (1.22 fois la moyenne). L'histogramme avec un seul mode suggère une forte mortalité des cohortes I+ et suivantes.

2023 : Recrutement modéré mais dans la moyenne, avec un histogramme unimodal indiquant une forte mortalité des cohortes I+.

2022 et 2021 : Recrutement au-dessus de la moyenne. En 2022, deux modes de taille (5 mm et 10 mm) suggèrent une reproduction étalée. En 2021, un recrutement exceptionnellement élevé (3,8 fois la moyenne) et bimodal (3 mm et 9 mm) indique une période prolongée de recrutement.

2019-2020 : Recrutement assez important en 2019 (1,25 fois la moyenne) avec un mode tardif centré autour de 5 mm, suggérant une certaine continuité avec 2017 et 2015.

2017-2018 : Recrutement variable, avec 2018 marquée par un recrutement tardif et faible (48 % de la moyenne). En 2017, le recrutement est élevé, proche de celui de 2015.

2015-2016 : Recrutement élevé (environ 1,5 fois la moyenne en 2015), suivi d'un recrutement moyen en 2016 avec un large mode en taille (1,2 mm à 13 mm), suggérant une période étendue.

2008-2014 : Variabilité notable avec un pic important en 2008 (3,5 fois la moyenne) et des niveaux très bas en 2009 et 2014 (0,04 et 0,13 fois la moyenne, respectivement).

2001-2007 : Bimodalités fréquentes, avec des changements de distribution des classes de taille et une mortalité accrue des petites tailles après 2001.

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	1075	
2021	1848	1670	
2022	1846	1065	
2023	2064	1010	
2024	1773	659	

tab. 3 - Surfaces du gisement de coques théoriques calculées par modélisation (en hectares)

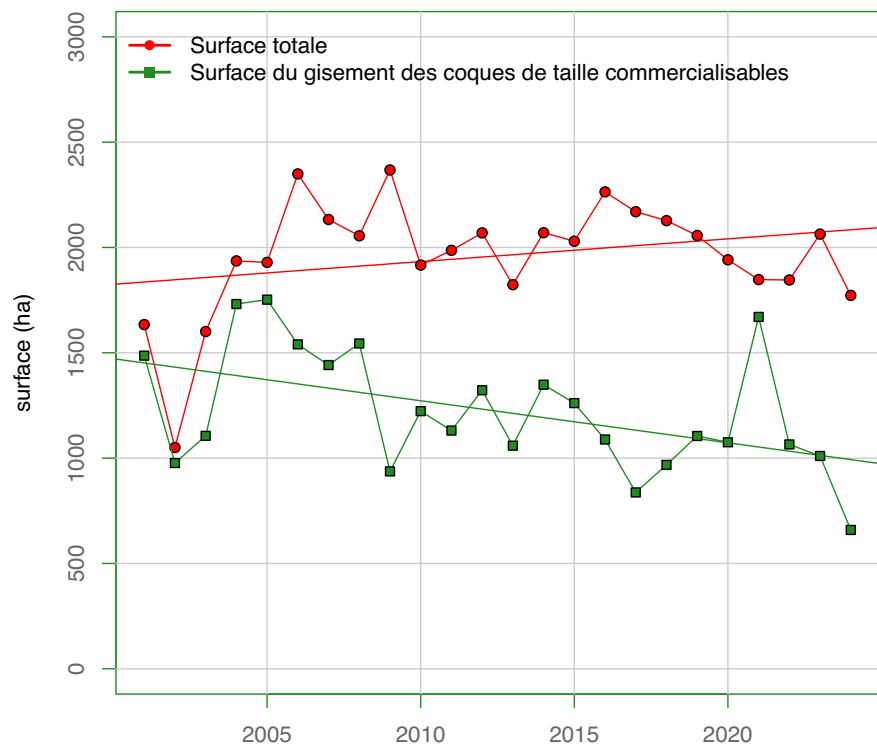


Fig 7 - Evolution des surfaces théoriques du gisement de coques calculées par modélisation (en hectares) et tendances.



23. Evolution de la surface du gisement

Entre 2003 et 2009, la surface du gisement s’est étendue, atteignant plus de 2000 ha. Après un pic, une diminution progressive s’amorce de 2008 à 2011, puis la surface se stabilise entre 2011 et 2015. En 2016, une hausse notable (+200 ha) est observée, en partie grâce à la présence de coques dans la zone 22.0321 (Cotentin). Dès 2017, la surface décroît à nouveau et se stabilise à partir de 2021, avec une légère augmentation en 2023. (tab 3 et figure 7).

La surface totale du gisement augmente de 8% entre 2001 et 2024, pour la fraction du gisement dont la taille des coques est commercialisable, on observe la tendance inverse avec une diminution d’environ 56%, 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 moyenne du gisement de coque de taille exploitable est de 1223 ha (moyenne 2001-2024). En 2021 on avait observé une forte augmentation de la surface de présence des coques de plus de 2.7cm (1670 ha). En 2022 et 2023, la surface de distribution des coques est semblable aux valeurs observées depuis 2009 (à l’exception de 2021). **En 2024, la surface estimée est la plus faible observée depuis le début du suivi.**

On peut différencier le gisement en fonction des différentes zones définies par l’arrêté Préfectoral de nov. 2017. **81% 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 2024

Le modèle numérique permet une visualisation détaillée de l’état du gisement de coques pour l’année 2024 : toutes classes de tailles confondues (figure 8), et pour la fraction de coques de taille supérieure à 2.7cm (figure 9), ainsi que la comparaison entre la situation de cette année avec la situation moyenne observée depuis 2001 (figure 8b et 9b).

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

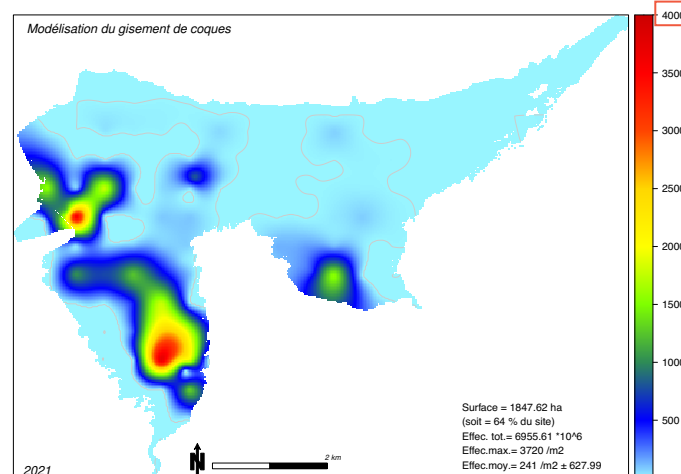
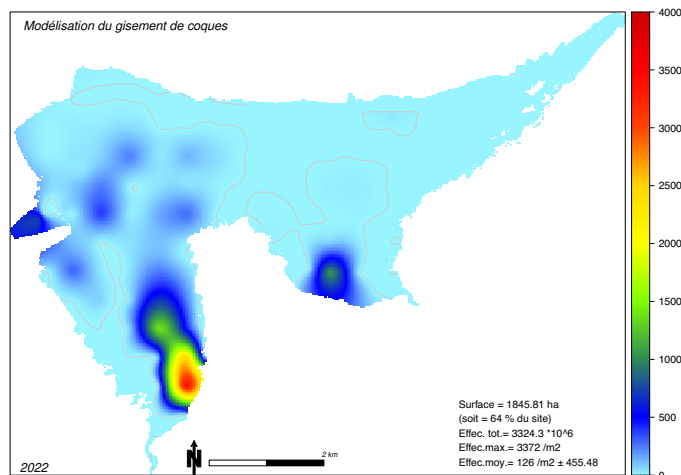
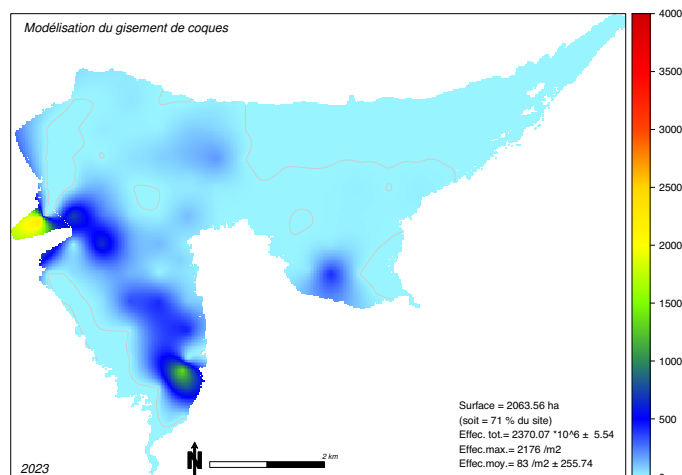
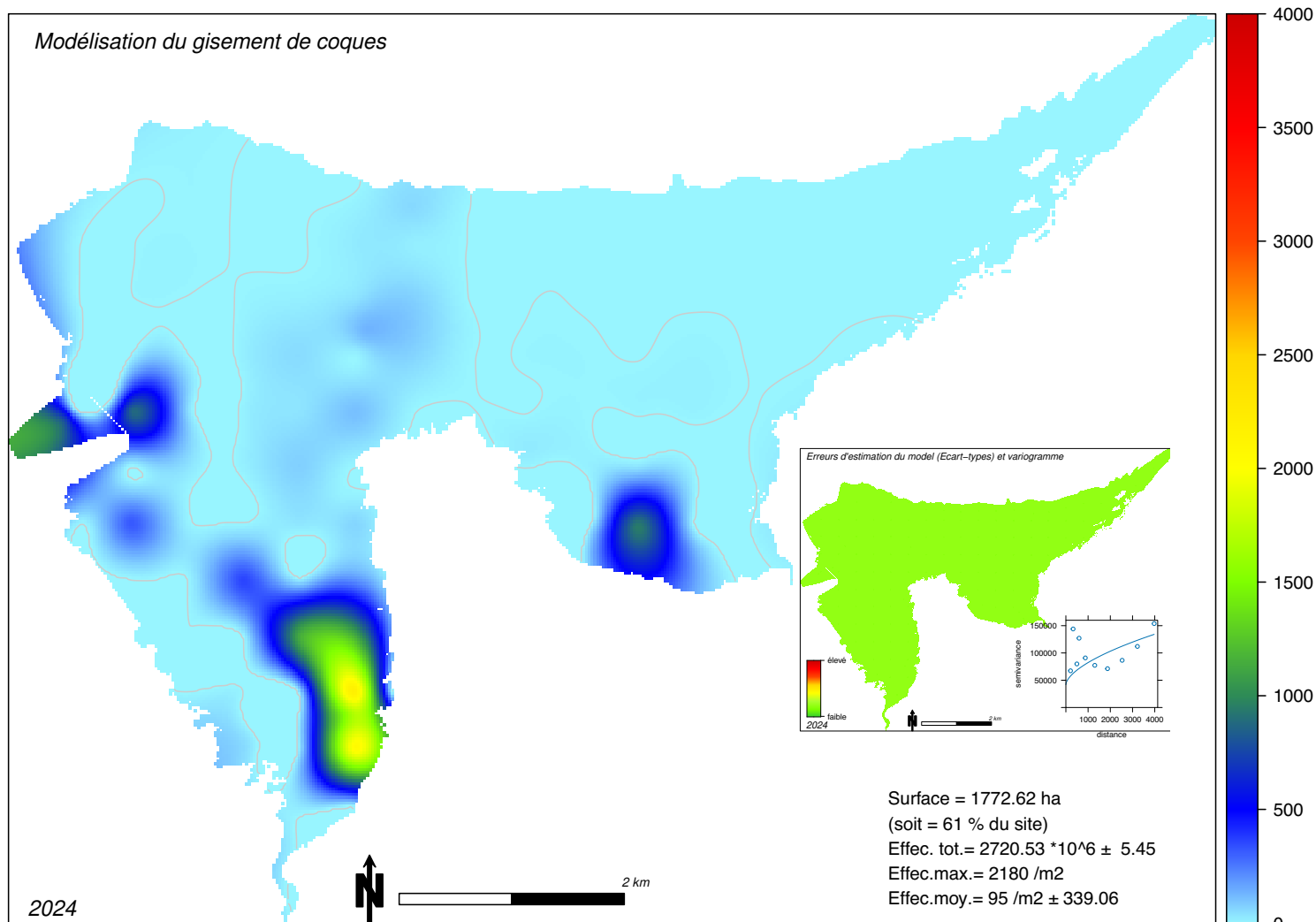
Depuis 2001, le gisement de coques dans la baie de Saint-Brieuc a connu plusieurs évolutions. Après une disparition des coques à l’est de la pointe des Guettes observée en 2001-2002, une recolonisation progressive de l’anse de Morieux s’est amorcée en 2003, pour se stabiliser sur environ 2000 hectares entre 2006 et 2009. En 2010, les coques s’étendent davantage vers l’ouest, accélérant en 2014 avec une extension de 200 hectares. Des fluctuations dans la distribution se poursuivent : en 2016, une recolonisation le long de la côte de Planguenoual, qui s’est maintenue jusqu’en 2018, est observée. Depuis cette date, les densités augmentent dans l’anse de Morieux, tandis que les plus fortes concentrations se situent 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.

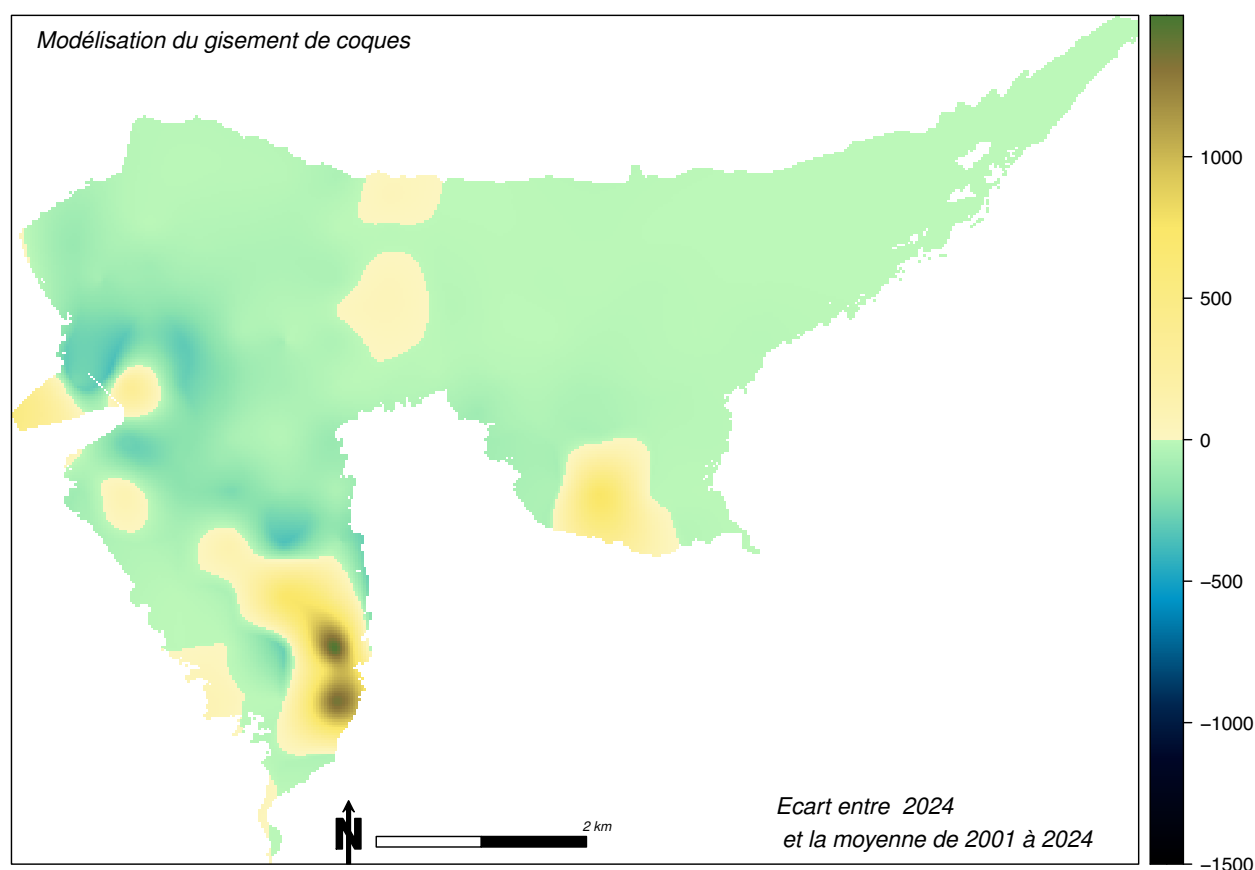
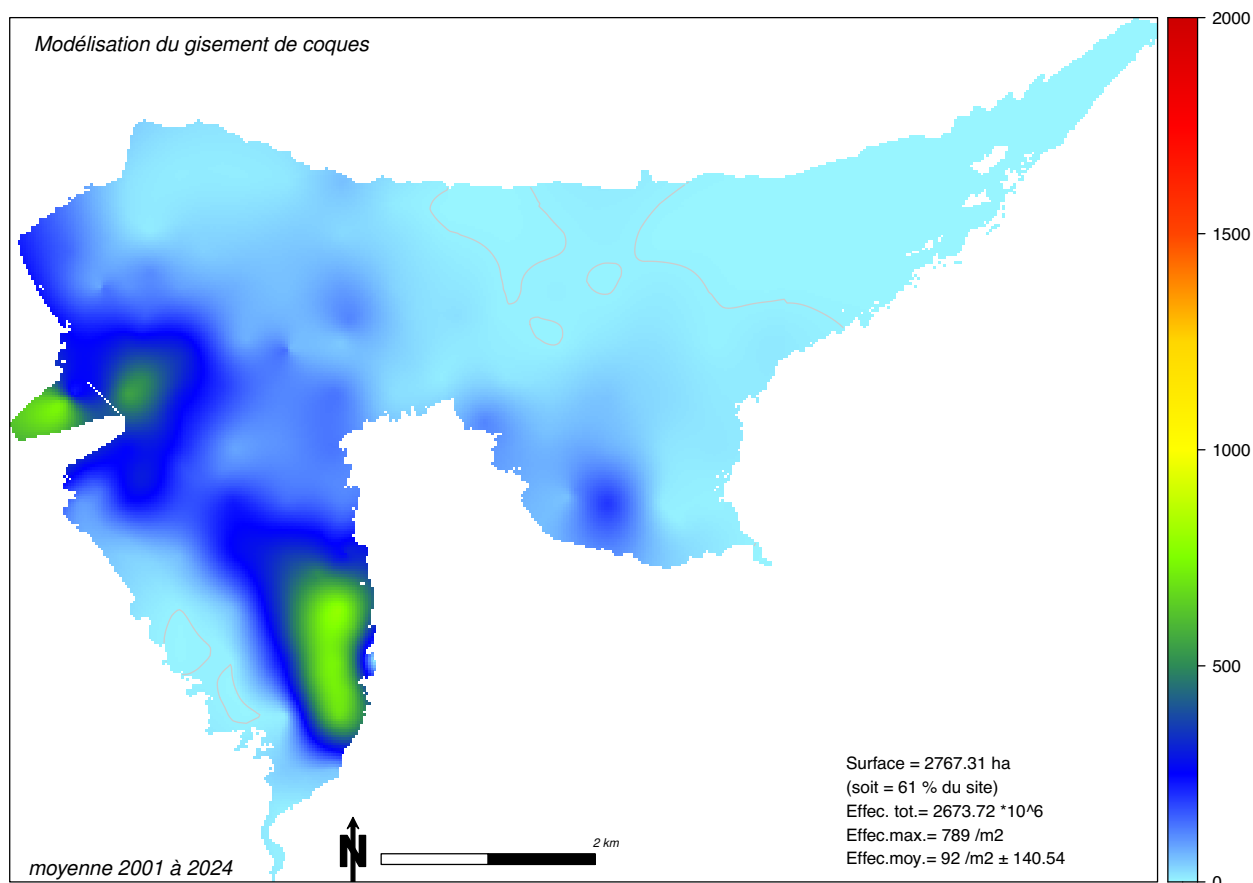
En 2024, les concentrations les plus fortes sont observées le long de la côte Ouest d’Hillion depuis Pisseoison jusqu’à Saint-Guimond. A noté une concentration assez importante de coque dans l’anse de Morieux, entre la plage de Bon-Abri et la Grandville, comme cela avait été observé les années précédantes, principalement depuis 2020 (figure 8a).

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)	651	115
22.03.23 Yffiniac Est (22-151)	472	447
22.03.22 Morieux (22-14)	650	97
22.03.21 Cotentin (22-13)	0	0

tab. 4 - 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

Avec l'arrêt des dépôts de vase et de la circulation des véhicules à l'extérieur de l'enrochement du port du Légué de 2020 à septembre 2022, une recolonisation progressive des sédiments par les espèces benthiques dont la coque est observée rapidement. Cela a été particulièrement net en 2021 avec la présence de très forte densité de naissain de coques atteignant 3552 coques/m².

Depuis la reprise des dépôts sédimentaires, une régression marquée des coques a été constatée dans la zone concernée. En 2021, les densités étaient élevées (1264 à 3552 coques/m²), mais en avril 2022, une baisse notable est mesurée, avec une moyenne de 269 coques/m² avant la reprise des dépôts (IDRABio, 2022). En septembre 2022, peu après les dépôts, des mortalités importantes réduisent les densités à 48 et 8 coques/m² sur les deux stations observées. En 2023, une légère reprise est notée (236 et 296 coques/m²). En 2024, la station proche de l'enrochement atteint 848 coques/m², tandis que la plus éloignée reste à 52 coques/m².

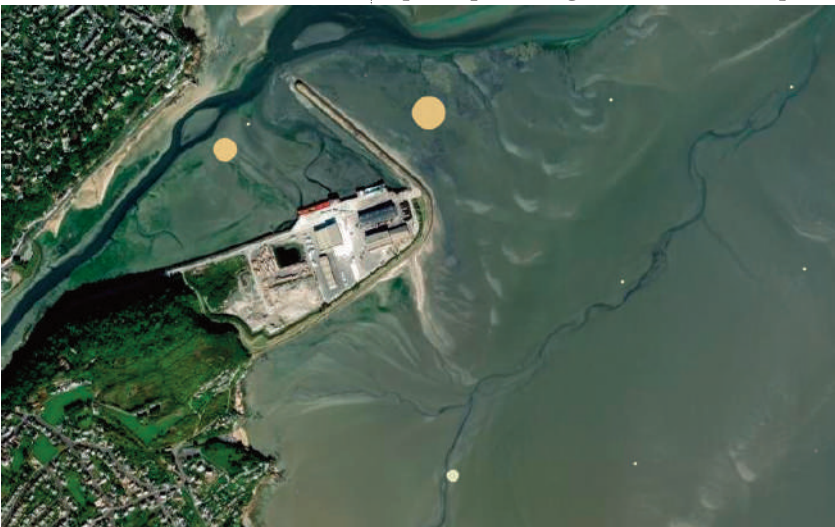


Fig 8c - Effectifs de coques totaux dans les stations a proximité de l'embouchure de l'estuaire du Gouet.

Sur la carte de l'écart à la moyenne entre la situation de 2024 et la situation moyenne 2001/2024 (figure 8b) on observe l'augmentation des densités en fond d'anse d'Yffiniac, au nord de la pointe des Guettes, ainsi que dans l'anse de Morieux dans une zone comprise entre la plage de Bon-Abri et la Grandville.

Sur la majeure partie de la zone intertidale, les valeurs restent cependant inférieures à la moyenne de 2001-2024. La mortalité élevée des coques s'observe ainsi à grande échelle dans le fond de la baie. Un suivi à long terme des températures des sédiments devrait être mis en place dès 2025 pour étudier l'impact des fortes chaleurs sur le gisement.



242. Production de la fraction du gisement supérieure à 2.7cm

La modélisation du gisement de coques de plus de 2.7 cm (figure 9) 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).

Depuis 2011, les concentrations maximales de coques ont progressivement évolué, se déplaçant du centre vers le secteur de Saint-Laurent et l'estuaire du Gouët. De 2012 à 2014, les densités les plus élevées sont observées principalement dans ces secteurs, avec des pics au nord de la pointe du Grouin. Depuis 2015, les concentrations maximales se concentrent régulièrement en amont de l'estuaire du Gouët, en particulier près des zones régulièrement draguées. Les coques de taille commerciale sont surtout localisées entre l'embouchure du Légué et la zone des bouchots au nord d'Hillion.

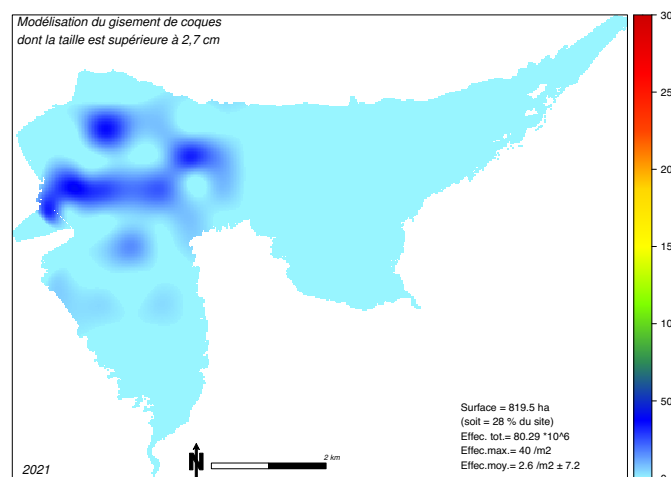
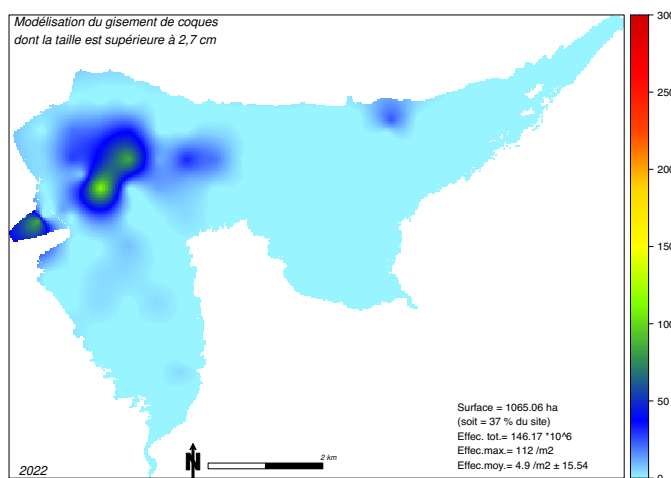
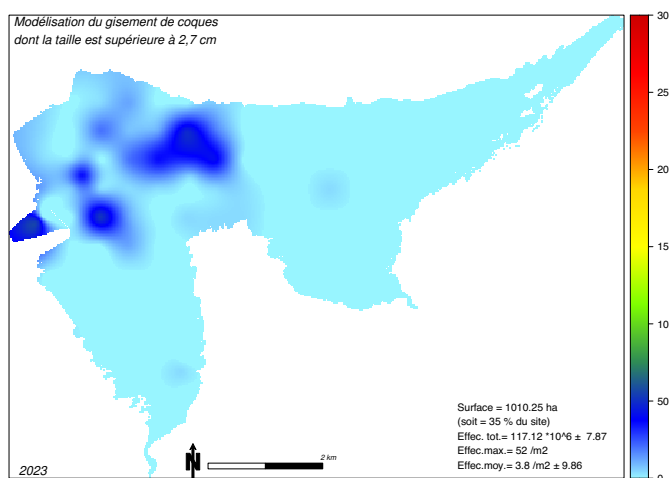
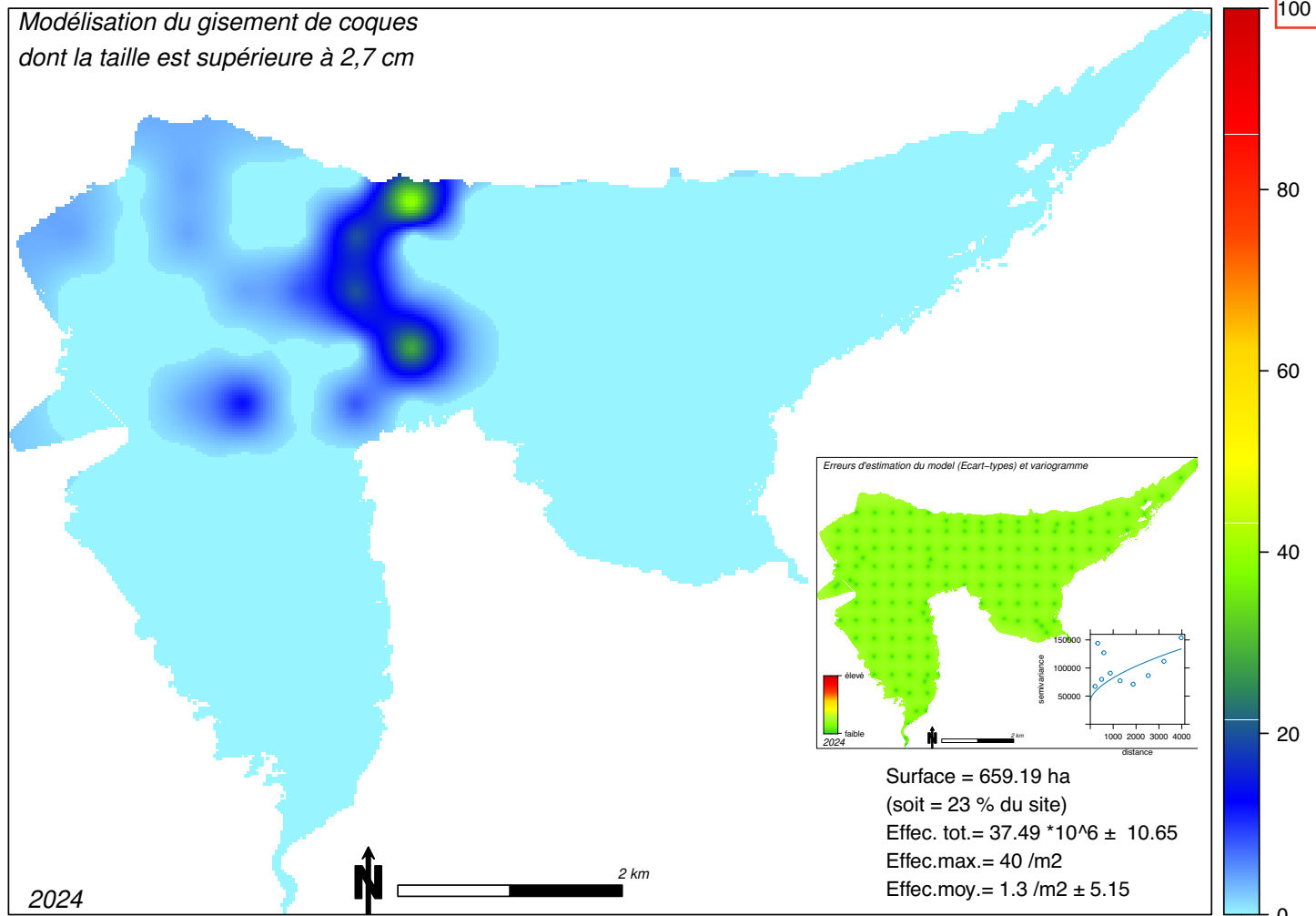
En 2024, les plus fortes concentrations se situent le long d'une ligne à l'ouest des bouchots, s'étendant de la pointe des Guettes jusqu'au zéro marin. En revanche, les concentrations relevées dans l'estuaire du Gouët et à son embouchure sont inférieures à la moyenne observée depuis 2001 (figure 9b).

70% des coques de taille commercialisable se situent dans la zone 22.03.23 (contre 57% en 2023, 61% en 2022, 58% en 2021) et 11% dans la zone protégée d'Yffiniac (contre en 33% en 2023, 32% en 2022, 40% en 2021).

La carte de l'écart à la moyenne entre la situation de 2024 et la moyenne de 2001 à 2024 (fig. 9b) pour les coques de taille commercialisable montre des concentrations supérieures à la moyenne au nord de la pointe des Guettes (Hillion). En revanche, un déficit significatif est observé dans l'estuaire du Gouët ainsi que dans la zone affectée par les dépôts de sédiments de l'avant-port.



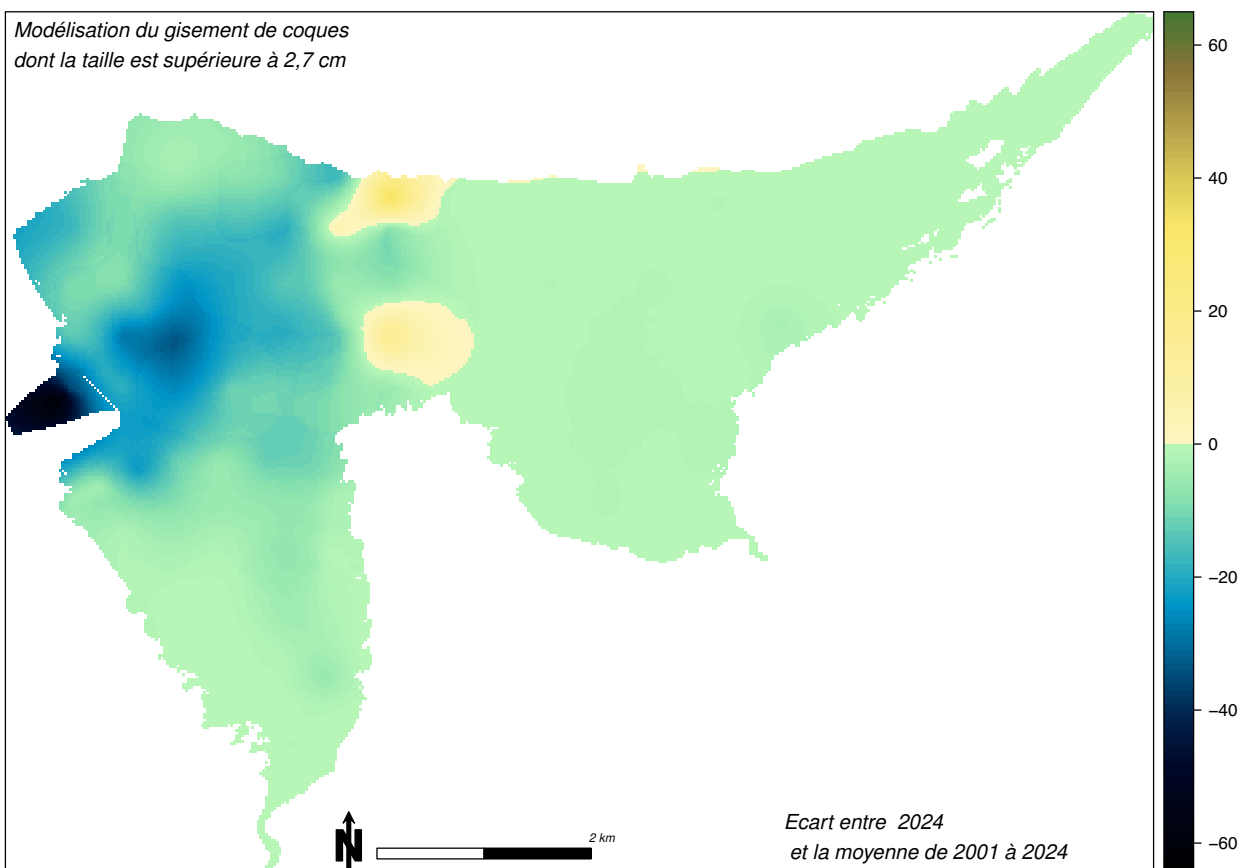
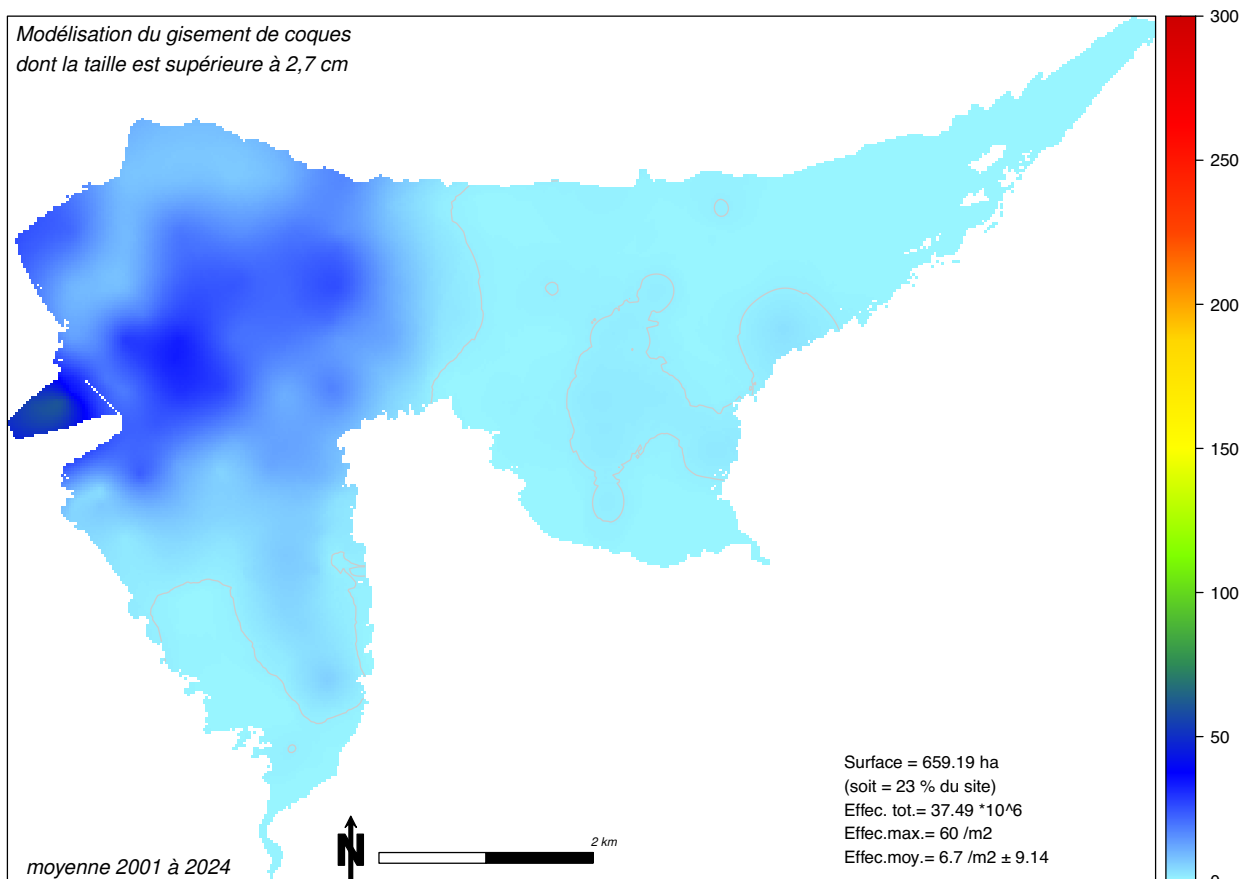
Modélisation du gisement de coques
dont la taille est supérieure à 2,7 cm




Réserve Naturelle
BAIE DE SAINT-BRIEUC



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



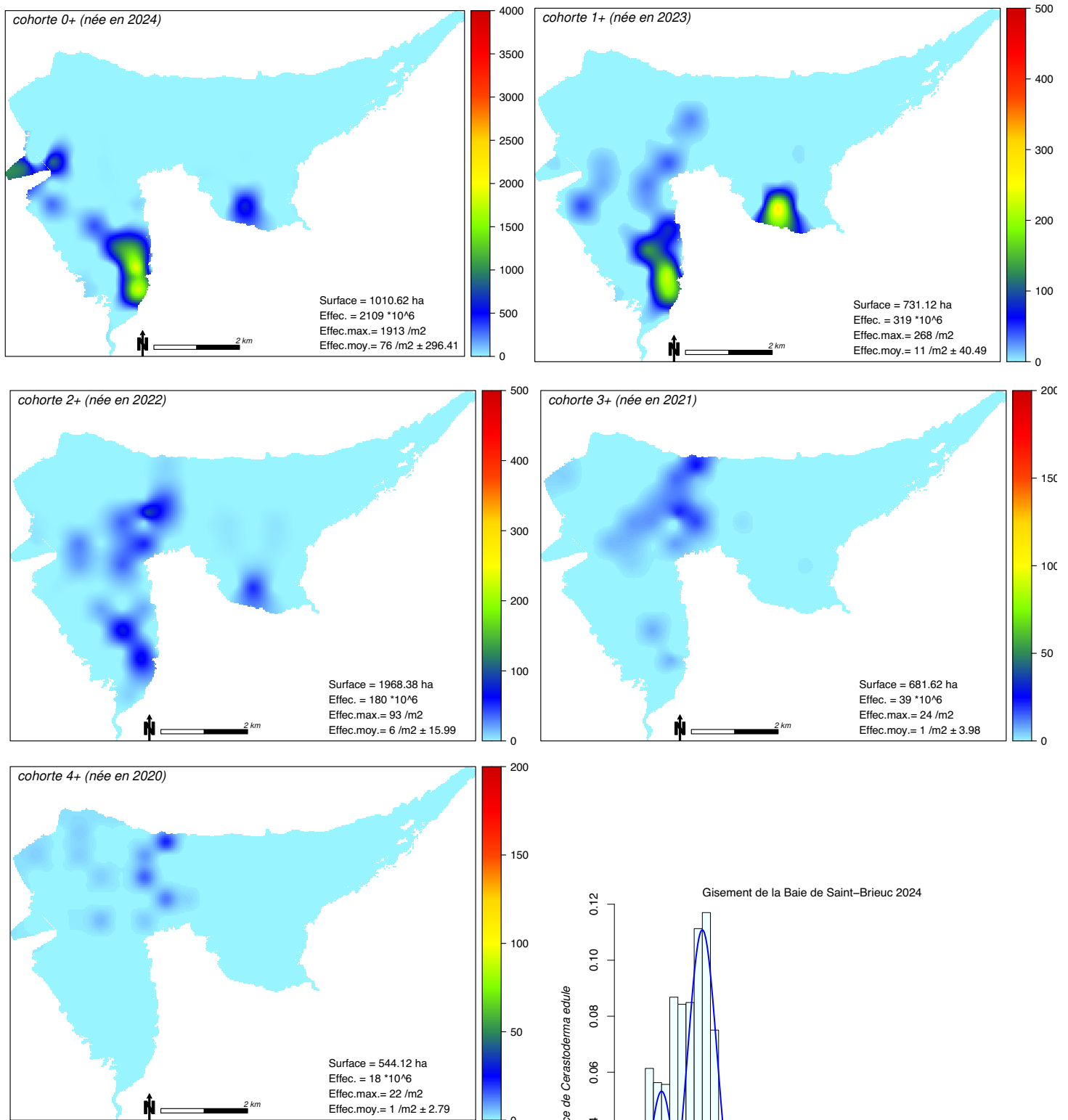
Réserve Naturelle
BAIE DE SAINT-BRIEUC



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




 Réserve Naturelle
 BAIE DE SAINT-BRIEUC



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

244. Localisation des différentes classes d'âges

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 2024 (cohorte 0+)

On appelle recrutement, l'installation des larves planctoniques dans le sédiment. Les jeunes larves d'un millimètre possédant une petite coquille se posent sur le sable et cherchent à s'enfouir avec leur pied. 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 l'Hôtellerie jusqu'à la plage du Valais. Les concentrations maximales sont observées vers la pointe d'Illemont (au sud de la plage de l'Hôtellerie). A noté la présence de concentration non négligeable de naissains dans le secteur de la plage du Valais (de l'ordre de 300 coques/m²).

À noter que depuis 2021, on observe la présence de naissain dans l'anse de Morieux (secteur entre Bon-Abri et la Grandville) avec une concentration relativement élevée (de l'ordre de 1000 coques/m² en 2022 et 400 en 2023, 600 en 2024).

Depuis 2001, la surface moyenne de recrutement du naissain est environ de 1200 ha. Cette surface est évaluée à approximativement 1010 ha en 2024, contre 1105 ha en 2023, 1381 en 2022, 1826 ha en 2021.

D'un point de vue quantitatif, le recrutement de 2024 occupe le 8^e rang des années les plus productives observées depuis 2001 (1.2 fois supérieure à la moyenne, tableau 5).

année	nombre de coques (x 10 ⁶) cohorte 0+
2021	6493
2008	6007
2004	3972
2015	2480
2017	2387
2022	2179
2019	2151
2024	2109
2020	1915
2016	1744
2023	1586
moy 2001-2024	1728

tab. 5 - Classement des recrutements maximum observés depuis 2001



Coques nées en 2023 (cohorte 1+)

En 2024, les coques issues du recrutement de 2023 se répartissent sur 731 hectares, mais restent principalement concentrées le long de la côte ouest d'Hillion, notamment dans le secteur de la plage de l'Hôtellerie. Il est également à noter une concentration significative de coques d'un an dans l'anse de Morieux, entre les plages de Bon-Abri et de Grandeville.

Coques nées en 2022 (cohorte 2+)

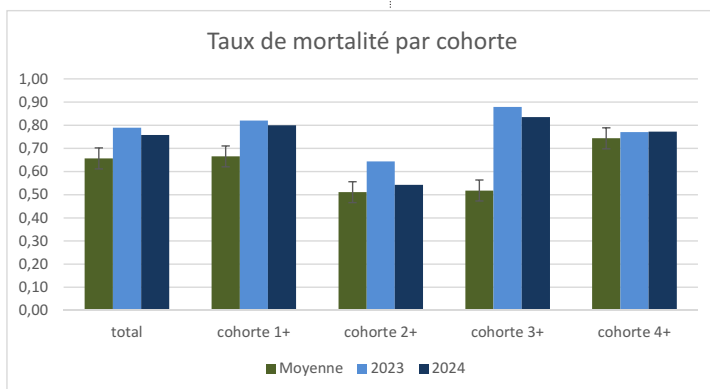
Les coques issues du recrutement exceptionnel de 2021 se distribuent cette année sur près de 2000 ha dans toute l'anse d'Yffiniac avec des concentrations plus élevées au nord d'Hillion.

Coques nées en 2021 (cohorte 3+) et coques nées en 2020 (cohorte 4+)

Les coques de 3 et de 4 ans se distribuent sur une surface plus modeste (681 et 544 ha) au nord de la pointe des Guette à Hillion.

245. Sur-mortalité observée en 2023 et 2024

Nous avons observé des concentrations de coques mortes sur l'estran au cours de l'été 2023. Les modèles prévoient, pour 2022, une augmentation partielle de nombre de coques de tailles supérieures à 27 mm par rapport à 2021, avant une forte augmentation en 2023 liée au recrutement exceptionnel de 2021. Si ces prévisions se sont confirmées par les relevés de terrain de septembre 2022, cela n'a pas été le cas en 2023.



Le modèle révèle une augmentation d'environ 10 % de la mortalité par rapport à la moyenne observée depuis 2001. Bien que cette surmortalité affecte toutes les cohortes, elle est particulièrement marquée chez la cohorte des 3 ans et plus.

Fig 10c - Taux de mortalité estimé par cohorte, en moyenne sur l'ensemble des données depuis 2001 et sur les 2 dernières années (2023 et 2024).



246. Tailles moyennes

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.

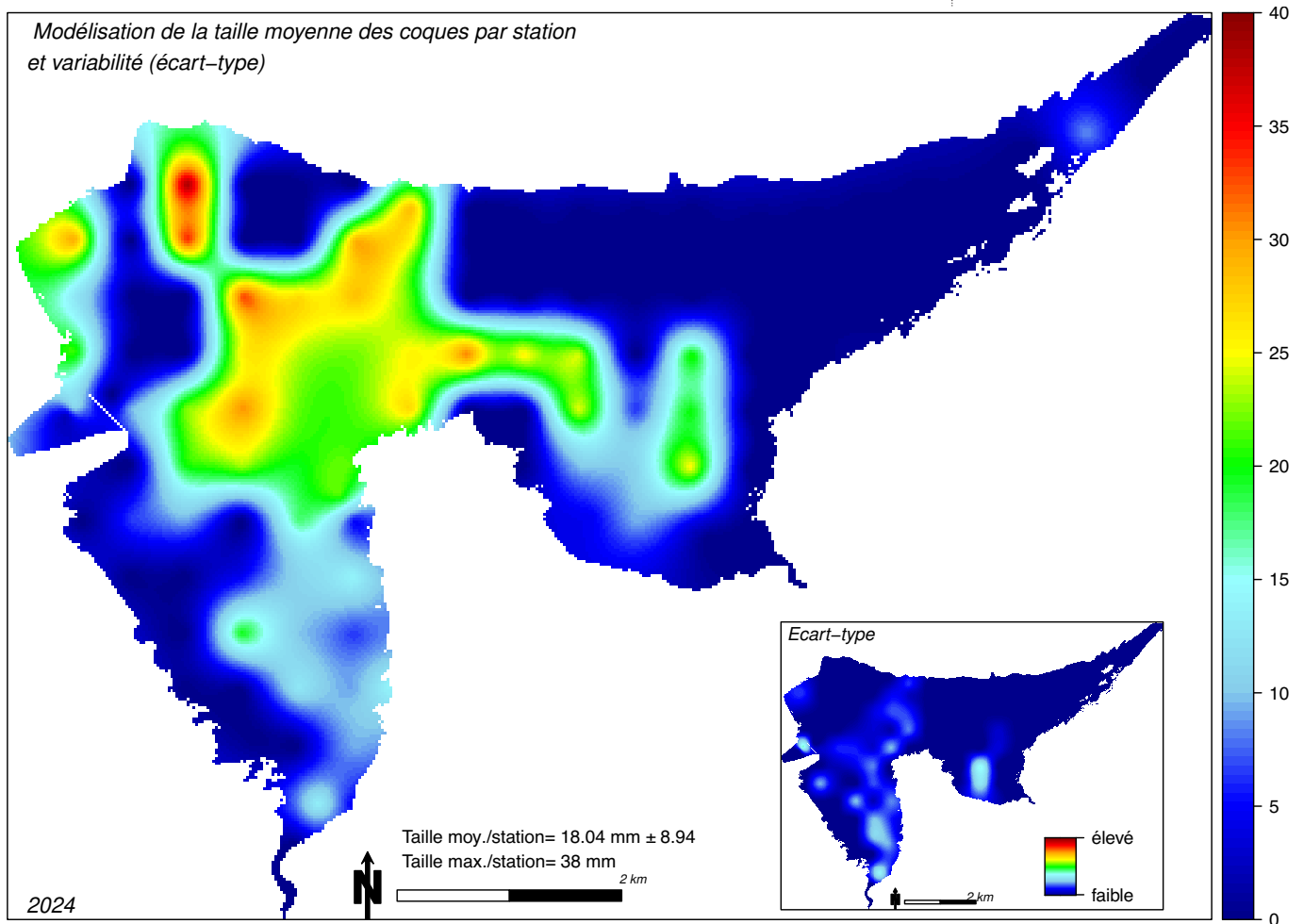


fig 11 - Modélisation de la taille moyenne des coques par station



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) :

$$W=(4.10^{-6})L^{3.3504}$$

(corrélation $r^2 = 0.9293$, $n=64$, $p<0.01$)

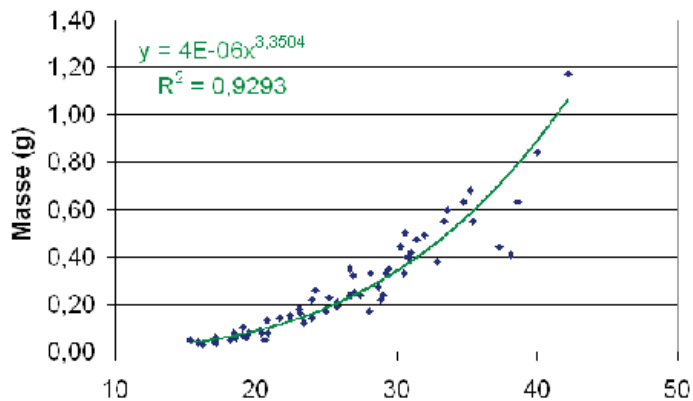


fig 12 - Relation entre la taille des coques (en mm) et leur masse (en g)

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 :

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



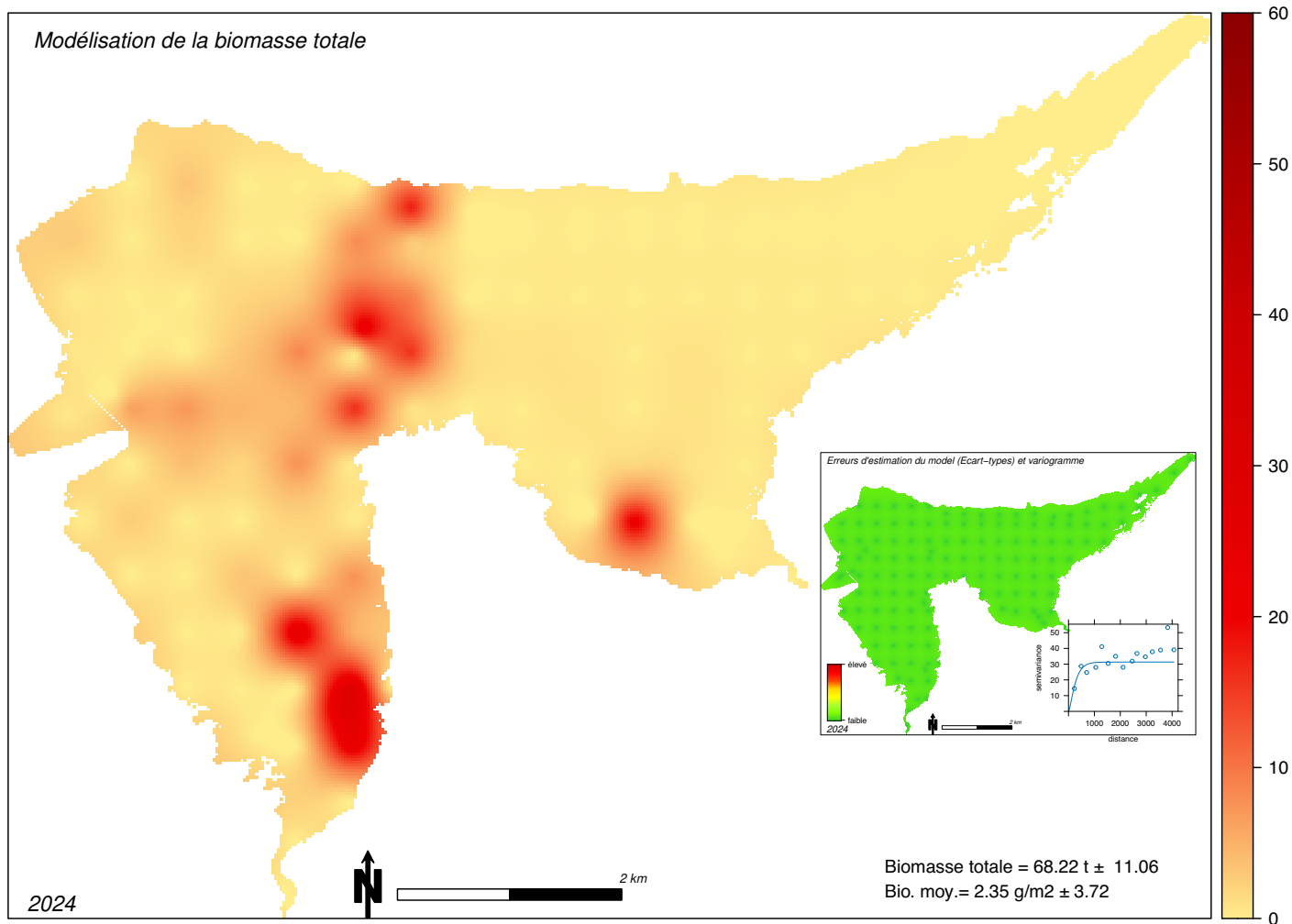


fig. 13 - Modélisation de la production du gisement de coques (en g.m^{-2})



année	biomasse		Superficie totale du gisement	Production totale		Production de la fraction taille commercialisable		taille de commercialisation
	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	
2021	3,52	93,24	1848	102	2704	28	740	
2022	6,28	166,08	1846	182	4817	53	1394	
2023	3,99	105,44	2064	116	3058	41	1097	
2024	2,35	62,23	1773	68	1805	16	427	

tab.6 - Evolution de la biomasse produite par le gisement, calculée par modélisation

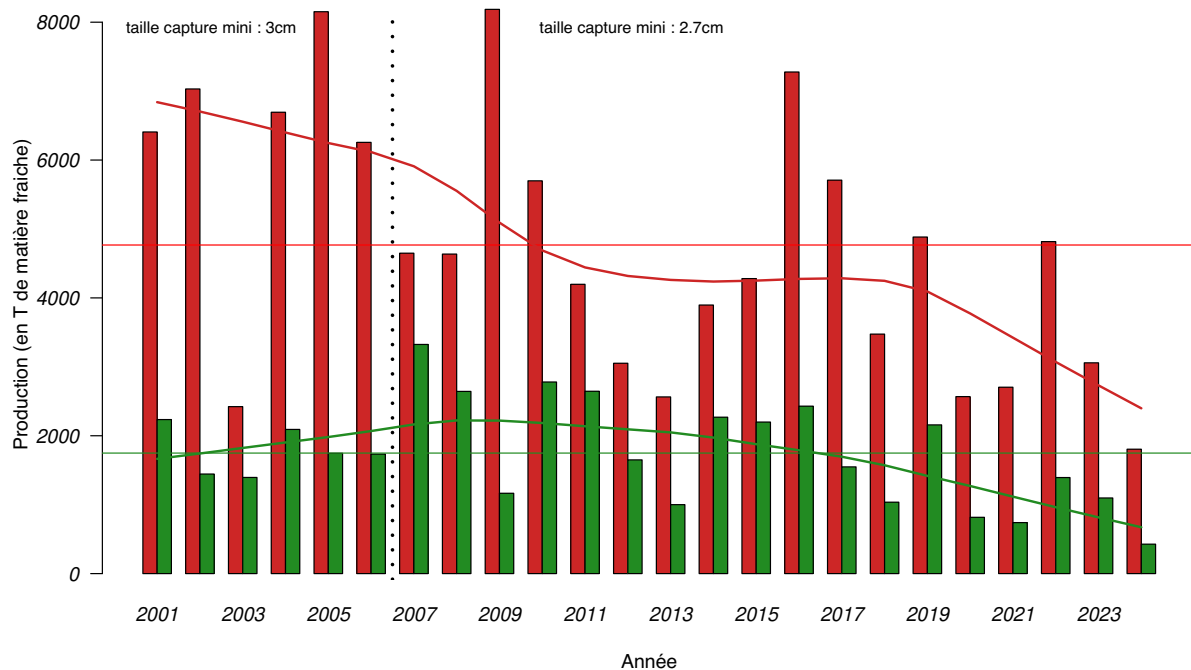


fig. 14 - Evolution de la production de coques en baie de Saint-Brieuc

En rouge : production totale ;

En vert : production de la fraction de coques de taille commercialisable (3 cm avant 2007 puis 2.7cm)

251 . Biomasse totale

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 180 t. Elle est évaluée à 68 t de matière sèche en 2024 (contre 116t en 2023, 182t en 2022, 102 t en 2021 ; min : 68 t en 2024 ; max : 309 en 2009), soit une biomasse produite de 3.99 gMS.m².

La biomasse totale en matière fraîche, en 2024, est estimée à 1805 t pour l'ensemble du gisement de la Baie de Saint-Brieuc (contre 3058 t en 2023, 4817 t en 2022, 2704 t en 2021 ; min : 1805 t en 2024 ; max : 8186 t en 2009). La biomasse moyenne du gisement depuis 2001 est évaluée à 4768 t.

252 . Biomasse de la fraction inférieure à 27 mm

La biomasse de la fraction des coques de taille inférieure à 27 mm est évaluée en 2024 à 52 t de matière sèche (contre 74t en 2023, 129 t en 2022, en 74 t en 2021). Depuis 2001, la biomasse moyenne des coques de moins de 2,7 cm est évaluée à 104 t de matière sèche soit environ 2741 t de matière fraîche.

253 . Biomasse de la fraction supérieure à 27 mm

La biomasse de la fraction des coques de taille commercialisable est évaluée à 16 t (contre 41t en 2023, 53 t en 2022, en 28 t en 2021). Depuis 2001, la biomasse moyenne des coques de plus de 2,7 cm est évaluée à 77 t (fig. 14). La tendance générale est en diminution depuis 2001, comme le montre la courbe de tendance de la figure 15b.

En biomasse fraîche, cette fraction du gisement représente 427 t (contre 1097 t en 2023, 1594 t en 2022, 740 t en 2021 ; min : 427 t en 2024 ; max : 3325 t en 2007 ; moyenne : 1749 t).

Entre 2022 et 2023, cette fraction de la biomasse a diminué de 21 % et de 61% entre 2023 et 2024.

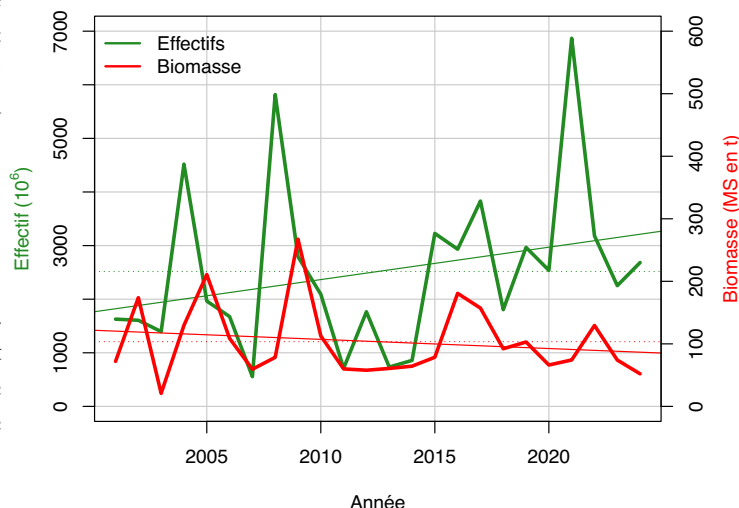


fig. 15a - Evolution des effectifs et de la biomasse de coque de taille inférieure à 2.7 cm.

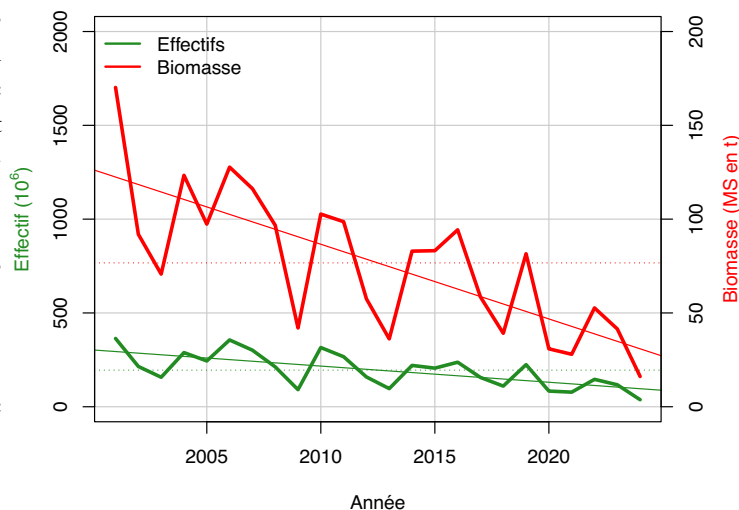
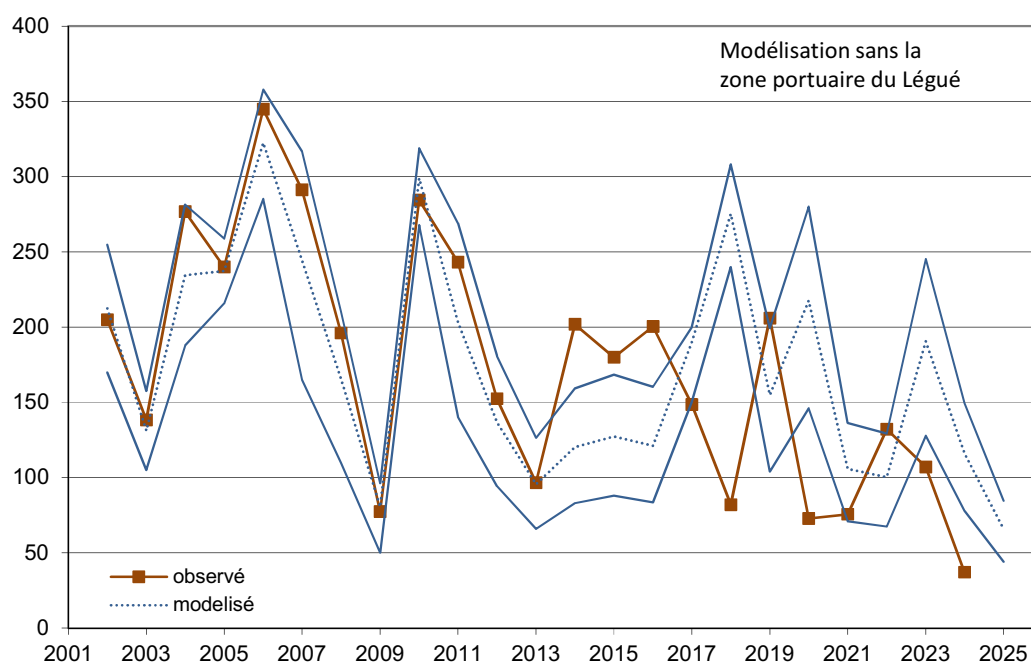
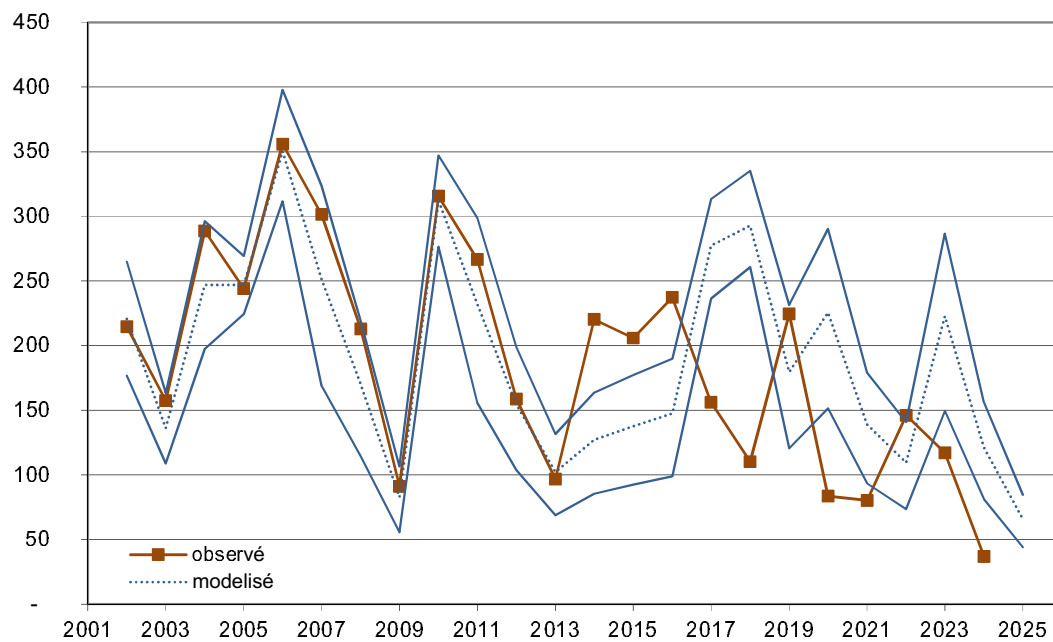


fig. 15b - Evolution des effectifs et de la biomasse de coque de plus de 2.7 cm.

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.





**fig 16 - Evolution des effectifs de coques théoriques calculés par modélisation pour les coques de taille commercialisable prévu par le modèle (à l'année n-1) en pointillé bleu et observé à l'année n (en marron).
en haut : modèle global a partir de l'ensemble des données
en bas : modèle réduit en excluant la zone portuaire du Légué.**

26. Prévisions

Le modèle numérique développé par la Réserve naturelle permet de prévoir l'évolution du gisement sur une à deux années. Compte tenu des mouvements sédimentaires engendrés par les activités portuaires du Légué engendrant des mortalités plus importantes dans cette zone, nous pouvons analyser les prévisions en prenant en compte ou en excluant cette zone (modèle réduit).

Entre 2002 et 2013, le modèle de projection s'est bien ajusté, avec un taux de mortalité annuel de 60 % pour les coques atteignant la taille commerciale l'année suivante. De 2014 à 2016, le modèle a sous-estimé les effectifs en raison de la faible pression de pêche, d'hivers doux, et d'une croissance accrue liée à un recrutement précoce en 2014 et 2016. En 2017-2018, le taux de mortalité a augmenté de 10 %, sans explication précise, bien qu'une forte concentration de la cohorte dans l'avant-port du Légué ait été observée. En 2020, une nouvelle surmortalité a porté le taux à 90 %, quel que soit le modèle utilisé. En 2021, les modèles prévoyaient un maintien des effectifs de coques de taille commerciale, mais une légère baisse a été notée (78 106 au lieu de 88 106 coques), confirmant les prévisions du modèle excluant le port. Pour 2022, une hausse partielle des coques de plus de 27 mm a été projetée et observée sur le terrain en septembre, sans surmortalité estivale malgré les fortes chaleurs, avec un taux de survie de 40 %.

En 2023, on a observé une surmortalité de la cohorte née en 2021, induisant une légère diminution du stock de taille commerciale. Ce phénomène de surmortalité a été observé par les pêcheurs professionnels au cours de l'hiver 2023/2024. L'exploitation professionnelle du gisement de coques a ouvert le 12 novembre 2023. Le CDPMEM22 nous a alertés sur les quantités très faibles récoltées, atteignant difficilement les 15 kg par pêcheur/jour.

L'évaluation du gisement en 2024 confirme ces observations, avec une forte mortalité des coques, particulièrement marquée chez les individus âgés de 3 ans et plus. En conséquence, la production du gisement de taille commercialisable a diminué de plus de 60 % entre 2023 et 2024.

Si le gisement n'est pas affecté par de nouveaux phénomènes de surmortalité, une légère augmentation des effectifs de taille pêchable devrait être observée en 2025.



3. Discussion

3.1. Evolution du gisement

Le recrutement massif de 2008 a permis une production de coques commercialisables importante 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, entraînant une baisse de 38 % des coques pêchables en 2012. De 2011 à 2013, des recrutements faibles ont conduit à une réduction continue des stocks, amenant la commission à suspendre la pêche professionnelle en 2013. Grâce à un bon recrutement en 2012 et à l'absence de pêche, le stock pêchable a doublé entre 2013 et 2014.

Les recrutements importants et successifs de 2015 à 2017, n'ont pas conduit à des augmentations du stocks pêchable en raison d'une mortalité accrue. En 2019, les stocks ont brièvement augmenté avant de diminuer de 50 % en 2020 à cause d'un taux de survie réduit. Les prévisions pour 2021 et 2022 tablaient sur un maintien du stock, bien qu'en 2022, la biomasse pêchable restait inférieure de 65 % à la moyenne depuis 2001.

En 2023, une surmortalité estivale a encore réduit les stocks, maintenant les niveaux bas en 2024, autour de 58 % sous la moyenne historique.

Le phénomène de surmortalité s'est poursuivi en 2024, entraînant une diminution drastique du stock pêchable, qui a atteint les niveaux les plus bas jamais enregistrés depuis 2001, avec une baisse de 75 % par rapport à la moyenne observée entre 2001 et 2024.



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 ont évolué 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 rapprochant 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 a permis 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.

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 n'est plus autorisé à la pêche 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 sur le long terme 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.

Il convient de souligner l'importance du secteur situé entre Pisse-Oisson, la plage de l'Hôtellerie et Saint-Gimond (côte ouest d'Hillion), où se concentre depuis de nombreuses années la principale zone de recrutement des coques. Cette zone doit être strictement protégée.

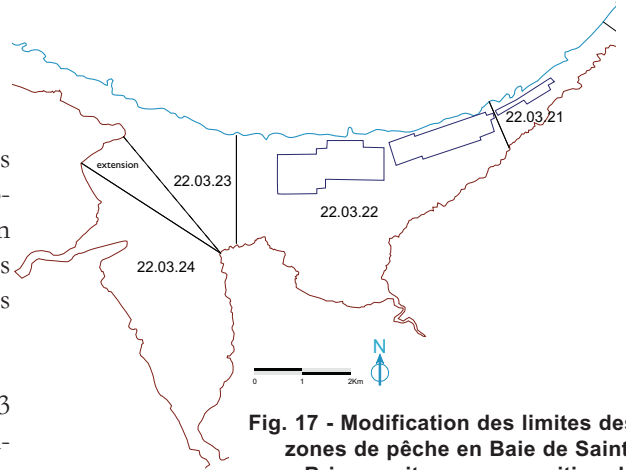


Fig. 17 - Modification des limites des zones de pêche en Baie de Saint-Brieuc suite aux propositions de l'IFREMER (Chevé et al., 2016)



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 a directement modifié 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 lors des évaluations conduites en 2010 et 2011 (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 peut être reliée 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 a observé une recolonisation de l'ensemble du secteur depuis la plage du Valais jusqu'au nord est de l'enrochement par les coques, en particulier en 2021. En 2022, lors de nos prélèvements au cours du mois de septembre, soit 2 semaines après la reprise des dépôts, on a observé une forte diminution des abondances dans cette zone, et des phénomènes de mortalité instantanée sur les zones de roulement des engins. En 2023, malgré la poursuite des dépôts, une légère recolonisation de la zone a été observée, principalement par de jeunes coques (cohortes 0+ et 1+). Ce phénomène s'est poursuivi en 2024.

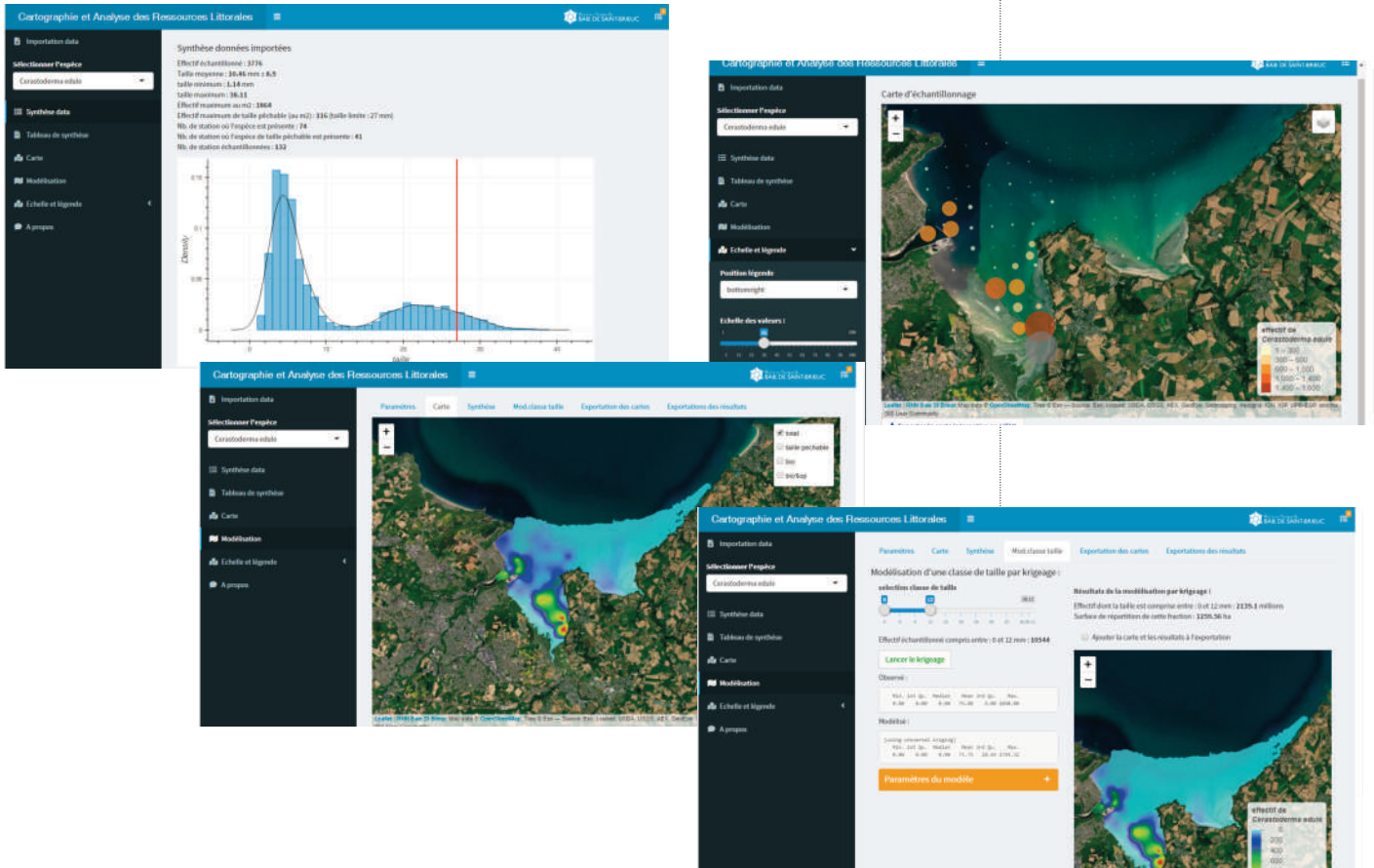
Sur ce secteur, les écarts à la moyenne 2001/2024 présente les plus fortes valeurs traduisant une mortalité importantes des coques de taille supérieures à 2.7cm.



34. Partager l'expertise

CARL (Cartographie et Analyse des Ressources Littorales) est une application shiny développée par la Réserve Naturelle de la baie de Saint-Brieuc, afin de faciliter la cartographie et la modélisation des populations d'espèces benthiques des estrans meubles. A destination des opérateurs du réseau national "littorea"(1), cette application est également utilisée par les comités départementaux des pêches maritimes et des élevages marins.

(1) Initié en 2008 à partir de premières initiatives locales et à l'origine du projet LIFE "Pêche à pied de loisir" (2013-2017), ce réseau est animé par IODDE-CPIE Marennes-Oléron et VivArmor Nature avec le soutien de l'Agence Française pour la Biodiversité et de la Fondation de France.



<https://rnbaiestbrieuc.shinyapps.io/carl/>



4. Conclusion et propositions

➤ En 2013, la production du gisement a chuté de 40 % en raison des faibles reproductions de 2009 et 2011. De 2014 à 2016, les stocks commercialisables se sont rapprochés de la moyenne historique. La production a de nouveau diminué en 2017 et 2018, avec une augmentation de 10 % de la mortalité des coques de taille pêchable pour l'année suivante. En 2019, la production a doublé par rapport à 2018, atteignant la moyenne, mais a fortement chuté en 2020 sans explication apparente. **En 2020 et 2021, les productions de coques de taille commercialisable ont atteint des niveaux très bas.** Une légère reprise a été observée en 2022, mais suivie d'une nouvelle baisse en 2023 et d'une chute marquée en 2024 due à des phénomènes de surmortalité depuis l'été 2023. Si ces événements ne se reproduisent pas, une légère hausse est anticipée pour 2025. Cependant, les niveaux resteront insuffisants pour permettre une exploitation commerciale viable.

➤ La production de naissain en 2021 est la plus forte jamais enregistrée depuis 2001 (3.8 fois supérieur à la moyenne), ce qui laissait présager une forte augmentation de la production de coques de taille commercialisable dès 2023. Mais une surmortalité de cette cohorte a été observée à partir de l'été 2023 et s'est poursuivie en 2024. En Baie de Somme, une forte mortalité a également été observée en juin et juillet 2023, liée, en période de mortes eaux, à de fortes chaleurs et des eaux chaudes, ainsi qu'à la présence de la bactérie *Vibrio aestuarianus*. Un suivi à long terme et à large échelle de la température du sédiments permettra de vérifier l'influence des vagues de chaleurs sur la mortalité des coques.

➤ Compte tenu de la production extrêmement faible du gisement, son exploitation ne pourra pas être envisagée avant 2026. Malgré les phénomènes de surmortalité observés cette année, le recrutement est resté relativement élevé, atteignant 1,2 fois la moyenne. Cela pourrait permettre une reprise de l'exploitation de la ressource à partir de 2026/2027. Compte tenu de la raréfaction de la ressource, l'activité de pêche professionnelle devra également être envisagée en fonction des besoins en ressources de l'avifaune.

➤ 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 est nécessaire de renforcer l'information et la surveillance des pêcheurs amateurs quant à l'application de cette réglementation, au vu de l'état de conservation de la ressource.** Une fermeture de l'exploitation du gisement pour les pêcheurs amateurs pourrait également être envisagée.



➤ 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. & PIERSTMA 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.
- IDRA Bio & Littoral 2022. Suivi bio-sédimentaire et du gisement de coques dans le cadre des futurs dragages / rejets du port du legue. CCI Côtes d'Armor, 72p.
- 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

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

PONSERO A., JEGO V., STURBOIS A., DABOUINEAU L., 2021, Evaluation spatiale du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2021, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 34 pages

PONSERO A., SOLSONA N., STURBOIS A., DABOUINEAU L., 2022, Evaluation spatiale du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2022, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 34 pages

PONSERO A., SOLSONA N., STURBOIS A., DABOUINEAU L., 2023, Evaluation spatiale du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année 2023, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 36 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

alain.ponsero@espaces-naturels

anthony.sturbois@espaces-naturels.fr

<http://www.reservebaiedesaintbrieuc.com>

référence :

**PONERO A., SOLSONA N., GONIDEC-LE BRIS E. STURBOIS A.,
JAMET C., DABOUINEAU L., 2024, *Evaluation spatiale et tempo-
relle du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc, année
2024*, Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc, 36 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



VivArmor Nature

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