

Nicolas LEBLANC *
Béatrice HARMEL *
Éric FOUCHER **

Novembre 2011

ÉVALUATION DE L'IMPACT DES DRAGUES A COQUILLES SAINT-JACQUES SUR LES COMMUNAUTÉS BENTHIQUES EN BAIE DE SEINE



* Comité Régional des Pêches Maritimes de Basse-Normandie

** Station IFREMER de Port-en-Bessin

RÉSUMÉ

L'impact des dragues à coquilles St-Jacques sur les communautés benthiques de baie de Seine a été étudié aux travers, d'une part, l'analyse des captures accessoires benthiques collectées entre 1998 et 2011 lors des campagnes COMOR d'évaluation du stock de coquilles St-Jacques, et d'autre part, l'effort de pêche déployé pour l'exploitation des coquilles St-Jacques pendant cette période. Cette étude a pour objectif de dresser un bilan partiel de l'état des communautés benthiques en baie de Seine et d'évaluer si des changements au sein de ces communautés pourraient avoir été provoqués par les variations de l'activité de dragage. L'analyse du benthos collecté a permis d'appréhender l'évolution de l'abondance et de la distribution spatiale de 17 espèces de la macrofaune benthique. L'abondance de la plupart de ces espèces a augmenté (buccarde lisse, pétoncle vanneau, araignée, oursin vert, télline épaisse, amande, et palourde rose) ou est restée relativement stable (étoile de mer, crabes nageurs, étrille, pagures, oursin pourpre, buccin et crabe circulaire). L'effort de pêche a diminué mais n'a pas pu être précisément quantifié. Nos résultats ne permettent pas pour le moment de préciser si la tendance à l'augmentation ou à la stabilité de l'abondance de la majorité de la macrofaune benthique étudiée est liée à la diminution de l'effort de pêche. L'étude plus approfondie des variables naturelles qui auraient pu influencer l'abondance de ces populations, tels que l'irrégularité des recrutements et les relations de prédatons ou de compétitions au sein des communautés benthiques, s'avère nécessaire pour pouvoir vérifier cette hypothèse. Il faut cependant noter que les communautés benthiques originelles ont probablement subi l'impact le plus fort lors des premières phases de l'exploitation, et de ce fait, cette étude a été réalisée sur des communautés déjà impactées. L'absence de données de l'état initial ou de zones témoins empêche la comparaison directe entre les communautés actuelles et les communautés originelles.

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier FranceAgrimer, le Conseil Général du Calvados, le Conseil Général de la Manche, le Conseil Régional de Basse-Normandie et le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Basse-Normandie pour leur participation financière grâce à laquelle cette étude a pu être réalisée.

Je tiens aussi à remercier le CRPMEM de Basse-Normandie, en particulier Béatrice HARMEL, d'avoir porté ce projet ainsi que toute son équipe pour son accueil chaleureux, son aide et la mise à disposition des archives qui ont permis de reconstituer l'historique de l'exploitation des coquilles St-Jacques en baie de Seine.

Je tiens à remercier également Éric FOUCHER pour son accueil à la station IFREMER de Port-en-Bessin, son encadrement, ses conseils, et la mise à disposition des données récoltées durant les campagnes COMOR. Merci aussi à tout l'équipe du laboratoire Ressources Halieutiques et l'ensemble du personnel de la station de m'avoir si bien accueillis.

Je tiens à remercier en particulier Marie-Laure COCHARD pour son initiation à l'utilisation du logiciel ArcGis, Jocelyne MORIN et Olivier BETHELÉ pour leur contribution à l'utilisation de l'outil RSUFI, ainsi que Aurélie FOVEAU pour la réalisation de cartographies par krigeage.

Merci également aux Comités Régionaux des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Haute-Normandie et du Nord – Pas de Calais – Picardie qui ont fourni les données historiques de leurs flottilles exploitant la Coquille St-Jacques en baie de Seine.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	9
2. MÉTHODOLOGIE.....	13
2.1. MACROFAUNE BENTHIQUE COLLECTÉE LORS DES CAMPAGNES COMOR.....	13
2.1.1. Description de la campagne COMOR.....	13
2.1.2. Sélection des traits d'échantillonnage.....	14
2.1.3. Sélection des espèces étudiées.....	15
2.1.4. Calcul d'indicateurs.....	16
2.1.5. Cartographie.....	16
2.2. ÉVOLUTION DE L'EFFORT DE PÊCHE DE LA COQUILLE ST-JACQUES DANS LE GISEMENT « BAIE DE SEINE ».....	17
2.2.1. Définition de l'effort de pêche.....	17
2.2.2. Évolution de la capacité de pêche de la flottille.....	17
2.2.3. Évolution de la durée de pêche.....	17
3. RÉSULTATS.....	20
3.1. MACROFAUNE BENTHIQUE COLLECTÉE LORS DES CAMPAGNES COMOR.....	20
3.1.1. Occurrences.....	20
3.1.2. Évolutions spatio-temporelles.....	21
3.2. ÉVOLUTION DE L'EFFORT DE PÊCHE DE LA COQUILLE ST-JACQUES DANS LE GISEMENT « BAIE DE SEINE ».....	28
3.2.1. Évolution de la capacité de pêche de la flottille.....	28
3.2.2. Évolution de la durée de pêche.....	31
4. DISCUSSION.....	33
4.1. MACROFAUNE BENTHIQUE COLLECTÉE LORS DES CAMPAGNES COMOR.....	33
4.1.1. Évolution de la macrofaune benthique.....	33
4.1.2. Zoom sur la crépidule : une espèce invasive.....	34
4.2. ÉVOLUTION DE L'EFFORT DE PÊCHE A LA COQUILLE ST-JACQUES DANS LE GISEMENT « BAIE DE SEINE ».....	35
4.3. RELATIONS ENTRE LA MACROFAUNE BENTHIQUE ET L'EFFORT DE PÊCHE.....	36

BIBLIOGRAPHIE.....	37
ABBRÉVIATIONS	39
ANNEXES.....	40

1. INTRODUCTION

L'exploitation de la coquille St-Jacques (*Pecten maximus*) en Manche Est a commencé dans le milieu des années 1960. Actuellement la coquille Saint-Jacques est la première espèce en valeur de la pêche Normande et la Normandie représente plus de la moitié de la production française. Cette activité traditionnelle représente une part importante du chiffre d'affaire annuel pour près de 250 navires, essentiellement des unités côtières de 10 à 16 m.

Ces navires sont armés de dragues « anglaises » (Fig.1) permettant d'exploiter des fonds plus rocheux que les dragues classiques (ou dragues « Bretonnes »). Chaque drague, d'une largeur de 80 cm, est constituée d'une armature sur laquelle est fixée une poche comprenant alèse de filet et anneaux métalliques. La barre inférieure, dentée, peut s'escamoter au contact d'obstacles sur le fond, d'où le nom souvent utilisé de drague à ressort. Les dragues sont montées côte à côte sur des perches, ou bâtons, que les navires traînent généralement par deux, dans la limite de 16 dragues par navire.

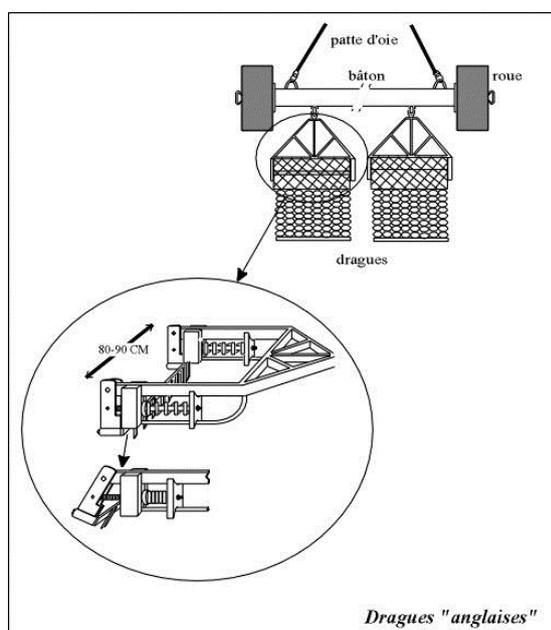


Figure 1 : Schéma et photo des dragues « anglaises ».

Il existe deux zones distinctes d'exploitation en Manche Est (Fig. 2) :

- Le gisement classé « Baie de Seine », situé dans les 12 milles territoriaux, dont l'effort de pêche est limité par une réglementation régionale fixant les conditions d'accès et d'exploitation (contingent de licences, caractéristiques des navires et des engins de pêche, quotas journaliers et hebdomadaires, durée de la saison de pêche, horaires journaliers).
- Le secteur appelé « Hors Baie de Seine », correspondant aux gisements de la Manche Est situé au delà des limites du gisement « Baie de Seine », dont la période d'ouverture est plus longue et la réglementation moins contraignante qu'en baie de Seine. Ce secteur est également ouvert aux flottilles étrangères non soumises aux réglementations régionales.

Stratégie de pêche à la coquille en Manche-est

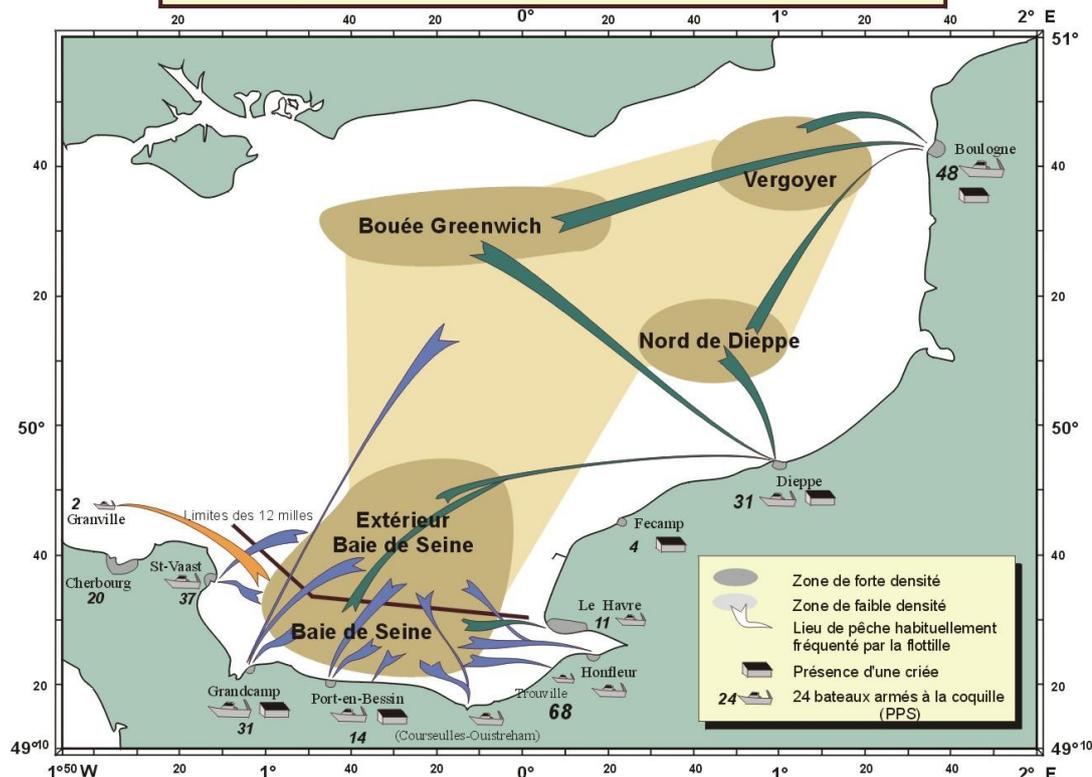


Figure 2 : Stratégie d'exploitation de la coquille St-Jacques par la flottille française en Manche Est en 2001.

Le suivi des stocks de coquilles St-Jacques en baie de Seine par l'IFREMER depuis de nombreuses années démontre que l'exploitation se fait dans des limites raisonnables. La pêcherie des coquilles St-Jacques en baie de Seine fait partie des rares ressources halieutiques dont l'état des stocks est pérenne et les organisations professionnelles (CRPBN, NFM et OPBN), ont souhaité mettre en valeur l'aspect durable et responsable de la pêcherie à travers la certification par l'écolabel MSC. En 2008, une pré-évaluation MSC, portée par le CRPBN et largement suivie par NFM, a été mise en œuvre par le BUREAU VERITAS Certification au regard des principes et des critères MSC. Ces critères, définis par le MSC considèrent les aspects suivant :

- Statut des stocks de poissons visés par la certification.
- Impact de la pêche sur l'écosystème.
- Performance et efficacité du système de gestion de la pêcherie.

Une des recommandations apportées suite à la pré-évaluation indiquent que l'impact de la pêcherie sur les écosystèmes et les habitats doit être mieux documenté. Ce point doit donc être amélioré afin que la poursuite de la démarche de certification par la mise en œuvre d'une évaluation complète de la pêcherie puisse aboutir à une issue favorable.

Dans une toute autre démarche, la France s'est engagée auprès de l'Union Européenne à mettre en œuvre un réseau de sites Natura 2000 en mer dans le cadre de la Directive « Oiseaux » et de la Directive « Habitat, Faune et Flore ». Ces directives ont pour objectif de préserver la diversité biologique par la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune

et de la flore sur le territoire européen. Les mesures prises visent à maintenir ou à restaurer les habitats et les espèces d'intérêt communautaire dans un état de conservation favorable en tenant compte des exigences économiques, sociales, culturelles et de défense dans une logique de développement durable. Les actions de gestion au sein d'un site Natura 2000 en mer seront définies en fonction d'une part de l'état de conservation des habitats et espèces au sein du site et de l'importance du site par rapport au reste du réseau, et d'autre part de l'évaluation des risques liés aux activités de pêche. Le Muséum National d'Histoire Naturelle a d'ailleurs été mandaté par la Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture pour développer une démarche méthodologique afin d'évaluer les risques de dégradation que pourraient générer les activités de pêche maritime professionnelle sur les habitats naturels et les habitats d'espèces d'intérêt communautaire au sein des sites Natura 2000 en mer (MNHN, publication sous presse).

Actuellement la baie de Seine comporte quatre sites Natura 2000 en mer. La coquille St-Jacques est exploitée dans deux de ces sites : le site « Baie de Seine orientale » et le site « Baie de Seine occidentale » dans lequel se trouve une part importante du stock de coquilles St-Jacques de baie de Seine, en particulier les années de forte abondance (Fig. 3). Ce dernier site a été choisi comme l'un des quatre sites pilotes en France dans lesquels la méthodologie d'évaluation des risques des activités de pêche du MNHN sera testée. Afin d'anticiper la problématique Natura 2000 dans le cadre de l'exploitation des coquilles St-Jacques en baie de Seine, une meilleure connaissance de l'impact des dragues à coquille St-Jacques sur les habitats benthiques s'avère également nécessaire.

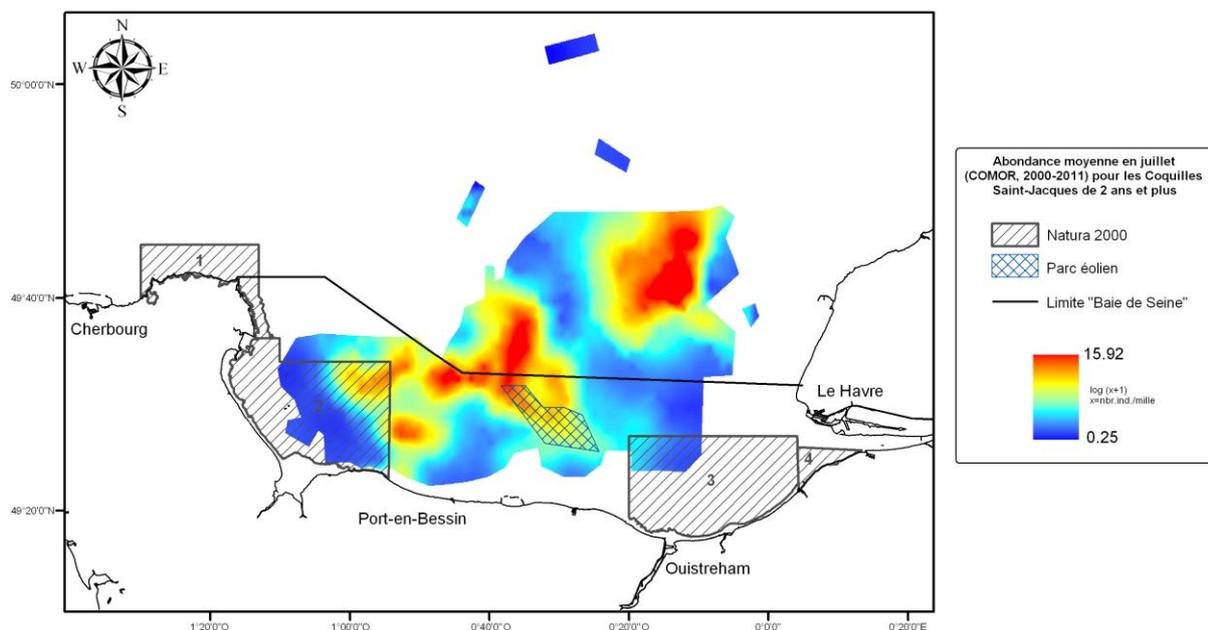


Figure 3 : Indice d'abondance moyen (en log du Nb d'Ind./mille) des Coquilles St-Jacques de 2 ans et plus capturées lors des campagnes COMOR de 2000 à 2011 et localisation des sites Natura 2000 en mer et du projet de Parc éolien en baie de Seine (FOVEAU A.).

- 1 : Récifs et marais arrière-littoraux du cap Lévi à la pointe de Saire
- 2 : Baie de Seine occidentale
- 3 : Baie de Seine orientale
- 4 : Estuaire de la Seine

Le dragage des coquilles St-Jacques est connu pour avoir un effet impactant sur différentes catégories d'espèces du compartiment benthique, au moins à court terme, et peut potentiellement modifier les caractéristiques des sédiments du fond. Cependant, les effets à plus long terme de la perturbation sur le fond sont moins connus, partiellement en raison de la complexité induite par de tels changements, et également en raison du manque de données de l'état initial des zones avant leur exploitation ou de zones témoins. La variabilité à long terme des facteurs environnementaux et des écosystèmes marins peut également avoir un rôle dans ces changements, et se confondre avec un impact éventuel des engins de pêche, d'autant plus que les données issues de séries chronologiques sont rares (Bradshaw *et al.*, 2002).

Il n'existe pas en baie de Seine de données permettant de reconstituer l'état initial avant les premiers coups de drague, ni même de zones témoins non exploitées, auxquelles l'état actuel pourrait être comparé. Cependant, l'IFREMER procède chaque année, lors de la campagne COMOR, à l'évaluation directe du stock de coquilles St-Jacques du gisement « baie de Seine » et de la zone nord directement limitrophe, appelée « Proche Extérieur ». Depuis 1998, les captures accessoires benthiques collectées dans une drague à petit maillage sont déterminées et dénombrées. La série de données ainsi constituée permet d'observer les communautés benthiques de baie de Seine et du Proche Extérieur depuis maintenant 14 ans mais n'a pour le moment toujours pas été explorée. Parallèlement à ces échantillonnages du benthos, l'effort de pêche déployé pour l'exploitation de la coquille St-Jacques en Baie de Seine semble avoir diminué si l'on se réfère à l'appauvrissement de la flottille de chalutiers côtiers en Manche Est et à la réglementation devenue plus contraignante. Les Comités Régionaux des Pêches Maritimes et des Elevages Marins disposent de leur côté d'archives permettant de reconstituer cette évolution de l'activité de dragage.

Le CRPMEN de Basse-Normandie et l'IFREMER de Port-en-Bessin se sont alors associés en mettant leurs données en commun avec l'objectif d'améliorer les connaissances de l'impact des dragues à Coquilles St-Jacques sur les communautés benthiques de Baie de Seine. Cette étude a consisté lors d'une première étape à dresser un bilan partiel de l'état des communautés benthiques en baie de Seine et à mettre en évidence d'éventuels changements survenus au sein des ces communautés entre 1998 et 2011 puis, lors d'une deuxième étape, à définir l'évolution de l'effort de pêche déployé pour l'exploitation des coquilles St-Jacques durant cette période. L'étape finale de l'étude vise à évaluer si des changements des communautés benthiques pourraient avoir été provoqués par les variations de l'activité de dragage.

Ce travail s'intègre entre autres dans la tâche 8 (Effets des activités de pêche de la coquille St-Jacques sur les habitats benthiques) du projet ANR COMANCHE (Interactions écosystémiques et impacts anthropiques dans les populations de COquilles St-Jacques de la MANCHE) piloté par l'IFREMER.

2. MÉTHODOLOGIE

2.1. MACROFAUNE BENTHIQUE COLLECTÉE LORS DES CAMPAGNES COMOR

2.1.1. Description de la campagne COMOR

Les campagnes COMOR sont menées de manière récurrente depuis 1976. Depuis 1990, elles se déroulent selon la méthodologie établie par Vigneau et Morin (1990) et depuis 1998, le plan d'échantillonnage a été réorganisé selon la méthodologie de Vigneau *et al* (2001).

Les campagnes reposent sur un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié. La baie de Seine est découpée en 4 strates et une autre strate située hors de la baie de Seine correspond à la zone du Proche Extérieur (Fig. 4). Ces strates sont divisées en carrés de 3 milles sur 3 milles, eux-même divisés en unités d'échantillonnage de 1 mille sur 1 mille. Le nombre de traits d'échantillonnage par strate est défini en fonction de la surface des strates et de la variance de l'indice d'abondance des coquilles d'un an (Groupe 1) déterminé lors de la campagne précédente. Les traits mesurent 0.5 mille ou 0.25 mille selon la nature du fond, qui localement peut entraîner le colmatage des engins de prélèvement. Les campagnes se déroulent durant 3 semaines début juillet pendant lesquelles environ 170 traits sont réalisés. L'échantillonnage réalisé lors de la campagne COMOR de 2011 est présenté à titre d'exemple en annexe 1.

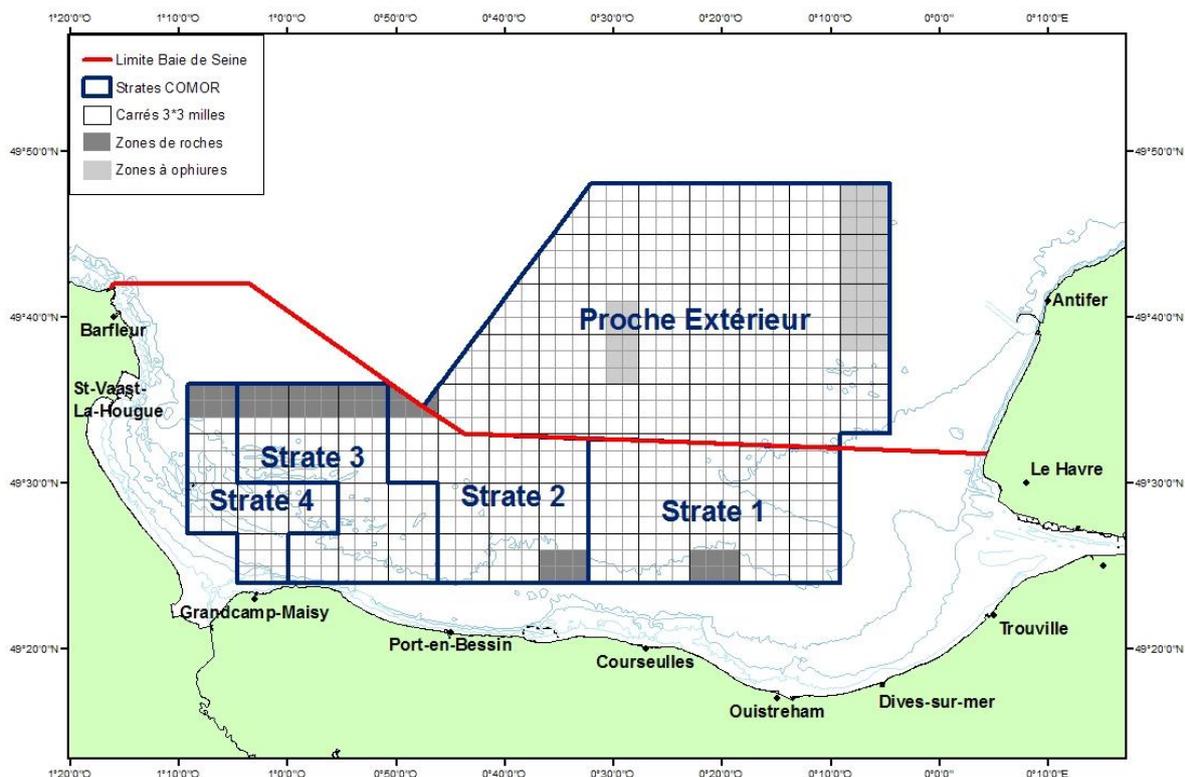


Figure 4 : Zone d'étude et stratification appliquée depuis 1998 au cours des campagnes COMOR.

- Deux dragues sont simultanément utilisées :
- une drague classique à volet de deux mètres de largeur, équipée d'anneaux de 72 mm et de deux lames de 11 dents de 11 cm de longueur (drague à grand maillage).
 - une drague classique à volet de deux mètres de largeur, équipée d'anneaux de 50 mm et de deux lames de 15 dents de 11 cm de longueur (drague à petit maillage).

L'analyse de la capture de coquilles St-Jacques par ces deux dragues permet d'estimer des indices d'abondance par classe d'âge et par zone, la biomasse exploitable par zone, la structure démographique de la population, et la répartition de la population sur le fond. Depuis 1998, la macrofaune collectée dans la drague à petit maillage (50 mm) est également déterminée et dénombrée. L'analyse des poissons, des crustacés commercialisés et des buccins est réalisée sur la capture totale alors que l'analyse des autres espèces est effectuée sur un échantillon de la capture totale, le taux d'échantillonnage variant de 2 à 50 environ. L'étude de ces captures accessoires benthiques devrait permettre de dresser un bilan partiel de l'état des communautés benthiques en baie de Seine et dans le Proche Extérieur et de mettre en évidence d'éventuels changements survenus au sein des ces communautés entre 1998 et 2011

L'analyse du benthos s'étant améliorée au fur et à mesure des campagnes, en particulier grâce à l'expérience acquise par l'équipage scientifique de la COMOR pour déterminer les différentes espèces et à la participation occasionnelle de benthologues, la diversité spécifique n'a pas pu être utilisée comme indicateur de l'état des communautés benthiques. Compte tenu de la taille des anneaux utilisés (50 mm), seules les espèces et les individus d'une taille relativement grande sont susceptibles d'être capturés, ainsi les données recueillies ne caractérisent que partiellement les communautés benthiques et il n'a pas été possible de rassembler les différentes espèces par groupes fonctionnels. L'étude de ces captures accessoires benthiques a donc consisté dans un premier temps à sélectionner les traits et les espèces benthiques à considérer puis à calculer des indicateurs afin de mettre en évidence d'éventuelles variations spatio-temporelles des populations des espèces sélectionnées.

2.1.2. Sélection des traits d'échantillonnage

L'échantillonnage de la macrofaune est considéré comme représentatif des strates 1, 2, 3 et Proche Extérieur, mais pas de la strate 4 dans laquelle l'effort d'échantillonnage est trop faible et qui n'a donc pas été retenue. Les zones à ophiures et les zones de roches n'ont pas été prises en compte puisque l'échantillonnage y a été inexistant ou abandonné. Le nombre de traits d'échantillonnage sélectionnés pour étudier la macrofaune benthique varie suivant les années entre 76 et 109 en baie de Seine et entre 54 et 60 dans le Proche Extérieur (Tab. 1). La surface de l'ensemble des trois strates étudiées en baie de Seine est légèrement plus faible que celle de la strate Proche Extérieur, respectivement 990 Km² contre 1098 Km².

Tableau 1 : Surface des strates et nombre de traits d'échantillonnage sélectionnés par strate lors des différentes campagnes COMOR.

Strate	Surface (Km ²)	Nombre de traits sélectionnés par campagne													
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Proche Extérieur	1098	59	59	65	49	62	54	57	44	57	60	63	60	58	58
Baie de Seine STR1	412	37	30	31	39	31	29	27	29	31	27	25	43	28	32
Baie de Seine STR2	300	24	24	34	24	22	32	27	28	31	26	43	32	27	33
Baie de Seine STR3	278	37	31	24	28	23	21	26	27	30	32	34	34	37	38
Total Baie de Seine	990	98	85	89	91	76	82	80	84	92	85	102	109	92	103
Total COMOR	2087	157	144	154	140	138	136	137	128	149	145	165	169	150	161

2.1.3. Sélection des espèces étudiées

La macrofaune benthique issues des campagnes COMOR est composée d'invertébrés et de poissons. Les taxons (espèces ou genres) ont été sélectionnés à partir des critères suivants : la capturabilité par la drague utilisée, leur relative abondance, la certitude de leur identification et aussi l'échantillonnage sur l'ensemble des campagnes. La liste des 17 taxons retenus, parmi lesquels se trouvent des crustacés, des échinodermes et des mollusques, est présentée dans le tableau 2. Exceptionnellement, la buccarde lisse, non échantillonnée uniquement lors de la première campagne, a été retenue.

Tableau 2 : Taxons pris en compte

Taxons	Noms vernaculaires
Crustacés	
<i>Atelecyclus rotundatus</i>	Crabe circulaire
<i>Liocarcinus spp.</i>	crabes nageurs
<i>Maja brachydactyla</i>	Araignée
<i>Necora puber</i>	Etrille
<i>Pagurus spp.</i>	Pagures
Échinodermes	
<i>Asterias rubens</i>	Etoile de mer
<i>Crossaster papposus</i>	Etoile crossaster
<i>Psammechinus miliaris</i>	Oursin vert
<i>Spatangus purpureus</i>	Oursin pourpre
Mollusques	
<i>Aequipecten opercularis</i>	Pétoncle vanneau
<i>Arcopagia crassa</i>	Telline épaisse
<i>Buccinum undatum</i>	Buccin
<i>Crepidula fornicata</i>	Crépidule
<i>Glycymeris glycymeris</i>	Amande
<i>Laevicardium crassum</i>	Buccarde lisse
<i>Spisula spp.</i>	Spisules
<i>Tapes rhomboides</i>	Palourde rose

2.1.4. Calcul d'indicateurs

L'état d'une population peut être estimé à partir d'indicateurs. Pour chaque espèce étudiée, des paramètres relatifs aux populations échantillonnées ont été calculés, en particulier les occurrences et les abondances. Les indicateurs utilisés dans cette étude ont été calculés avec l'outil RSUFI mis au point par le département EMH de l'Ifremer/Nantes pour le groupe de travail « Indicateurs de population et de peuplement » dans le cadre du sous-programme SIH-campagnes à la mer (Rochet et al., 2004 ; Bertrand et al., 2004 ; Rochet et al., 2005). Ces indicateurs ont été calculés pour les campagnes à la mer réalisées par Ifremer et ont fait l'objet de documents de synthèse ou de publications (SIH-C, 2007 et 2009 ; Morin et al., 2009).

L'occurrence d'une espèce donnée correspond à la proportion des traits dans lesquels celle-ci a été observée. Pour chaque espèce, l'occurrence moyenne sur l'ensemble des campagnes a été calculée pour l'ensemble de la zone prospectée ainsi que pour le Proche Extérieur et l'ensemble des strates de baie de Seine afin de révéler les espèces les plus fréquentes dans la drague et d'éventuelles différences entre le Proche Extérieur et la Baie de Seine.

Les abondances numériques sont données en nombre d'individus totaux estimés en extrapolant à la surface totale les captures effectuées dans la surface échantillonnée. Pour chaque espèce et chaque strate les abondances par année ont été calculées afin d'identifier d'éventuelles évolutions temporelles. Lorsqu'elles existent, les tendances significatives (valeurs de p inférieur à 0.05 d'après le test de Student bi-directionnel) sont signalées dans les graphiques. La drague utilisée n'étant pas spécifiquement adaptée à l'échantillonnage du benthos et, ne connaissant pas son efficacité pour capturer les différentes espèces étudiées, il n'a pas été possible d'utiliser les données d'abondance numérique pour calculer des densités sur le fond.

2.1.5. Cartographie

La distribution dans l'espace et dans le temps des populations étudiées peut également être appréhendée par une représentation cartographique. Pour cela, la série de données issue des campagnes COMOR a été divisée en 3 périodes : de 1998 à 2002 (5 ans), de 2003 à 2007 (5ans) et de 2008 à 2011 (4ans). Pour chaque période, les indices d'abondances par trait, exprimés en nombre d'individus rapporté à la distance parcourue par la drague, des différentes espèces étudiées, ainsi que de la coquille St-Jacques, ont été cartographiés en utilisant le logiciel ArcGis 9.3.1. Ces indices d'abondance constituent des valeurs indicatives des niveaux d'abondance.

2.2. ÉVOLUTION DE L'EFFORT DE PÊCHE DE LA COQUILLE ST-JACQUES DANS LE GISEMENT « BAIE DE SEINE »

2.2.1. Définition de l'effort de pêche

L'effort de pêche déployé pour l'exploitation de la coquille St-Jacques est défini comme le produit de la capacité de pêche de la flottille et de son activité. La capacité peut-être caractérisée par le nombre de dragues et/ou la puissance motrice, et l'activité représente la durée pendant laquelle il est fait usage de ces dragues. Dans cette étude, le nombre de dragues d'un navire a été considéré comme proportionnel à sa puissance et la puissance motrice de la flottille a été utilisée pour définir sa capacité de pêche.

Le secteur « Hors Baie de Seine », dans lequel se trouve la zone Proche Extérieur, est une zone d'exploitation beaucoup plus vaste que le gisement de baie de Seine. Il comporte plusieurs gisements distincts qui sont pratiqués par un nombre de navires beaucoup plus importants, notamment par des navires étrangers non soumis aux réglementations locales et ni aux mesures de gestion propres à la zone. L'effort de pêche dans ce gisement, trop complexe à appréhender, n'a pas été évalué.

2.2.2. Évolution de la capacité de pêche de la flottille

La pêche de la coquille St-Jacques dans le secteur « Manche Est » est conditionné par la détention d'une licence de pêche des coquillages qui a valeur de Permis de Pêche Spécial (PPS). L'accès au gisement classé « Baie de Seine » est réservé aux couples navire/armateur disposant d'une licence appelée « Baie de Seine » attribuée par les CRPMEM. Les CRPMEM concernés (Basse-Normandie, Haute-Normandie et Nord – Pas de Calais – Picardie) ont fourni le nombre de licences « Baie de Seine » attribuées chaque année et, quand les données étaient disponibles, les puissances des navires licenciés. Le nombre de navires et la puissance en KW de la flottille ont ainsi pu être calculés, ou estimés, afin de caractériser la capacité de pêche de la flottille exploitant la coquille en baie de Seine chaque année sur une période de 16 ans. Les couples navire/armateur détenteurs d'une licence mais qui n'ont pas pêché en baie de Seine n'ont pas été comptabilisés, les données produites représentent uniquement les licences dites « pêchantes ».

2.2.3. Évolution de la durée de pêche

L'exploitation du gisement « Baie de Seine » est encadré par un système de réglementations mis en place par concertation des 3 CRPMEM concernés et rendu obligatoire par l'Administration des pêches (DIRM Manche Est – Mer du Nord) à travers des arrêtés préfectoraux. L'étude de ces arrêtés a permis de reconstituer l'historique de l'organisation des campagnes de pêche en terme de date de début et de fin de campagne et d'horaires journaliers d'ouverture. Le nombre total de jours et d'heures pendant lesquels la pêche était autorisée a ensuite été calculé pour chaque année depuis 1992. La durée de pêche réglementaire a été comptabilisée à 16 heures par jour lorsque l'accès au gisement était autorisé 24 heures par

jour afin de tenir compte du temps de navigation et du temps passé à terre (débarquement, avitaillement, repos).

Ces durées de pêche réglementaire indiquent les durées maximales pendant lesquelles la pêche de la coquille St-Jacques était autorisée mais ne révèlent pas la durée de pêche effective des navires en baie de Seine (durée pendant laquelle il est fait usage des dragues). En effet, de nombreux navires ne pêchent en baie de Seine qu'en début de campagne quand la densité de coquilles est importante. Ensuite, la plupart de ces navires continue d'exploiter la coquille St-Jacques hors baie de Seine alors que certains sont réarmés à d'autres métiers. De mauvaises conditions météorologiques, des pannes ou divers événements peuvent également contraindre les navires à rester à quai.

Le calcul de l'effort de pêche effectif nécessite de connaître la durée de pêche réelle des navires mais aucune des méthodes présentées ci-dessous ne s'est révélée suffisamment fiable pour être validée et permettre ce calcul.

- Les données issues des enquêtes d'activité du Système d'Information Halieutique (SIH) d'IFREMER et des Log Book font référence aux rectangles statistiques CIEM dont le découpage ne correspond pas à la délimitation du gisement classé « Baie de Seine » (Fig. 5). Par exemple, il n'est pas possible de distinguer si une capture déclarée dans le rectangle statistique 28E9 a été réalisée en baie de Seine ou bien dans le « Proche Extérieur ». De ce fait, les données du SIH et des Log Book n'ont pas pu être exploitées.

- Les données VMS sont récentes et ne concernaient jusqu'à la saison de pêche 2010-2011 que les navires de plus de 15m, soit environ un quart de la flottille. Ces navires supportent mieux les mauvaises conditions de navigation rencontrées au large et ont tendance à quitter la baie de Seine précocement. Ils ne peuvent donc pas être considérés comme représentatifs de l'ensemble de la flottille. Il faut cependant noter que les navires exploitant le gisement « Baie de Seine » devront être équipés de VMS à partir de la campagne 2011-2012 ce qui devrait permettre de localiser et quantifier l'effort de pêche de manière très précise à l'avenir.

- L'existence de différents circuits de commercialisation et plus globalement de problèmes de méconnaissance des quantités de coquilles St-Jacques débarquées ne permettent pas d'utiliser les volumes capturés comme indicateurs de l'effort de pêche.

- La collecte de données par enquêtes directes auprès des pêcheurs ou de carnets de pêche, jugée trop exigeante en terme de temps, n'a pas été entreprise.

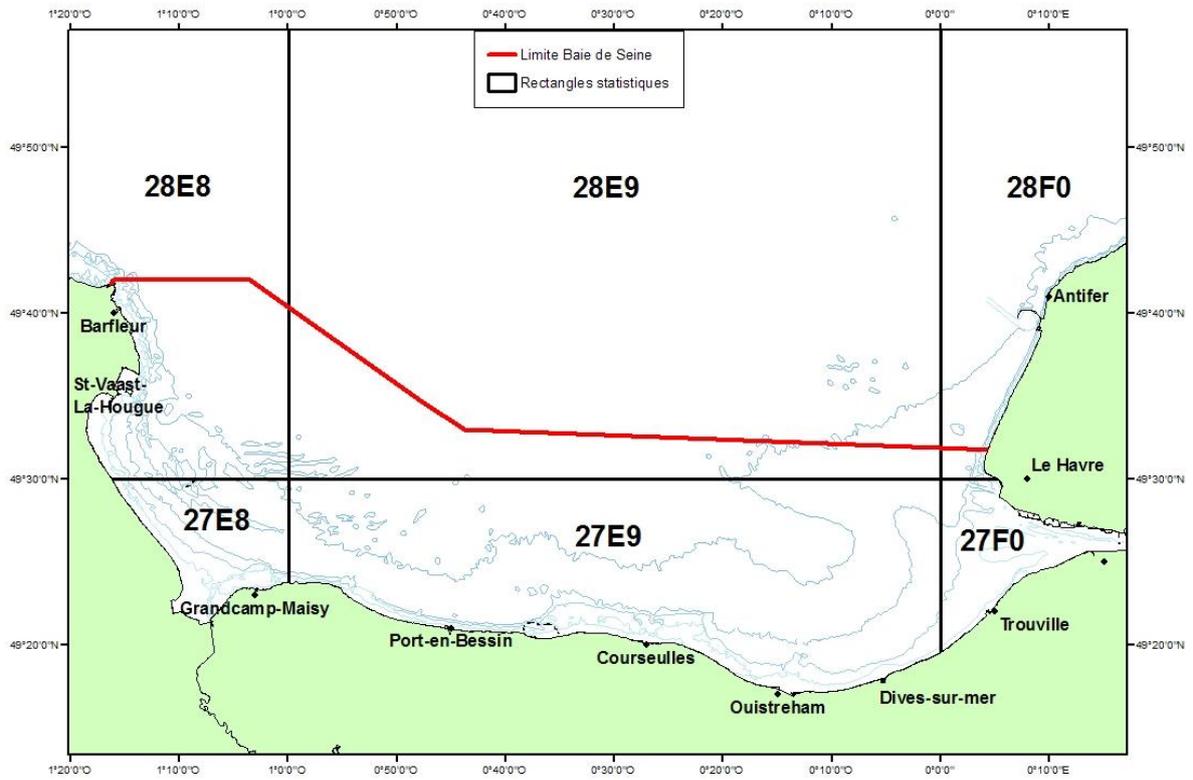


Figure 5 : Position des limites du gisement classé « Baie de Seine » et des rectangles statistiques.

3. RÉSULTATS

3.1. MACROFAUNE BENTHIQUE COLLECTÉE LORS DES CAMPAGNES COMOR

3.1.1. Occurrences

Certaines espèces présentent une occurrence moyenne élevée indiquant qu'elles sont régulièrement présentes dans la drague (Tab. 3). C'est le cas de l'étoile de mer, de l'oursin vert, du buccin et du pétoncle vanneau dont les occurrences moyennes sur l'ensemble de la zone de prospection sont comprises entre 84 et 73 %, ainsi que des pagures, des araignées et des crépidules dont les occurrences moyennes sont comprises entre 41 et 53 %. L'occurrence des autres espèces est plus faible, notamment pour la telline épaisse, l'étoile crossaster, l'oursin pourpre, la palourde rose et les spisules dont les occurrences moyennes dans les campagne COMOR ne dépassent pas 5 %.

Pour certaines espèces, les occurrences moyennes sont différentes entre la baie de Seine et le Proche Extérieur. L'étoile crossaster et l'oursin pourpre présentent des occurrences moyennes plus élevées dans le Proche extérieur tandis que les crabes nageurs, l'étrille et la palourde rose présentent des occurrences moyennes plus élevées en baie de Seine.

Tableau 3 : Occurrences moyennes des espèces étudiées

Espèces	Noms vernaculaires	Occurrence (%)		
		Total	Baie de Seine	Proche Extérieur
<i>Asterias rubens</i>	Etoile de mer	84	83	84
<i>Psammechinus miliaris</i>	Oursin vert	84	83	86
<i>Buccinum undatum</i>	Buccin	76	73	80
<i>Aequipecten opercularis</i>	Pétoncle vanneau	73	67	83
<i>Pagurus spp.</i>	Pagures	53	46	65
<i>Maja brachydactyla</i>	Araignée	47	54	37
<i>Crepidula fornicata</i>	Crépidule	41	37	45
<i>Liocarcinus spp.</i>	crabes nageurs	29	39	15
<i>Glycymeris glycymeris</i>	Amande	25	24	27
<i>Laevicardium crassum</i>	Buccarde lisse	25	27	22
<i>Atelecyclus rotundatus</i>	Crabe circulaire	14	15	12
<i>Necora puber</i>	Etrille	11	18	2
<i>Arcopagia crassa</i>	Telline épaisse	5	4	6
<i>Crossaster papposus</i>	Etoile crossaster	3	1	7
<i>Spatangus purpureus</i>	Oursin pourpre	3	2	5
<i>Tapes rhomboides</i>	Palourde rose	3	4	1
<i>Spisula spp.</i>	Spisules	2	3	2

3.1.2. Évolutions spatio-temporelles

Les évolutions d'abondance des 17 espèces prises en compte au sein de chaque strate sur l'ensemble de la période d'étude sont présentées dans la figure 6 pour les crustacés, dans la figure 7 pour les échinodermes et dans les figures 8-a et 8-b pour les mollusques. Pour chaque espèce, si l'évolution de l'abondance dans une strate est significative du point de vue statistique, celle-ci est indiquée par le symbol « * » dans la légende du graphique.

Les tendances de l'évolution de l'abondance de ces espèces sur l'ensemble de la période pour chaque strate et pour l'ensemble de la baie de Seine sont synthétisées dans le tableau 4. Les tendances significatives y sont également mentionnées.

Les représentations cartographiques de la répartition spatiale et des indices d'abondance de chaque espèce lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002, de 2003 à 2007 et de 2008 à 2011 sont données en annexes.

Tableau 4 : Évolution de l'abondance des espèces étudiées entre 1998 et 2011 au sein de chaque strate ainsi que dans l'ensemble des 3 strates de baie de Seine. Les tendances significatives du point de vue statistique sont indiquées par la couleur verte (augmentation) ou orange (diminution).

Taxons	Noms vernaculaires	Baie de Seine				Proche Extérieur
		Strate 1	Strate 2	Strate 3	TOTAL	
<i>Laevicardium crassum</i>	Buccarde lisse	↗	↗	↗	↗	↗
<i>Aequipecten opercularis</i>	Pétoncle vanneau	-	↗	↗	↗	↗
<i>Maja brachydactyla</i>	Araignée	-	↗	↗	↗	↗
<i>Psammechinus miliaris</i>	Oursin vert	↗	↗	↗	↗	↗
<i>Arcopagia crassa</i>	Telline épaisse	-	-	-	↗	-
<i>Glycymeris glycymeris</i>	Amande	↗	↗	↗	↗	-
<i>Tapes rhomboides</i>	Palourde rose	-	↗	↗	↗	-
<i>Atelecyclus rotundatus</i>	Crabe circulaire	↗	-	↘	-	↗
<i>Crossaster papposus</i>	Etoile crossaster	-	↘	-	↘	↗
<i>Spisula spp.</i>	Spisules	↘	↘	↘	↘	↘
<i>Crepidula fornicata</i>	Crépidule	↘	↗	↗	-	↘
<i>Asterias rubens</i>	Etoile de mer	-	-	-	-	-
<i>Liocarcinus spp.</i>	crabes nageurs	-	-	-	-	-
<i>Necora puber</i>	Etrille	-	-	-	-	-
<i>Pagurus spp.</i>	Pagures	-	-	-	-	-
<i>Spatangus purpureus</i>	Oursin pourpre	-	-	-	-	-
<i>Buccinum undatum</i>	Buccin	-	↗	-	-	-

Quatre espèces présentent une augmentation significative de leur abondance à la fois dans le Proche Extérieur et en baie de Seine :

- La buccarde lisse et l'araignée présentent une augmentation régulière et significative de leur abondance sur toute la période et dans toutes les strates à l'exception de l'araignée dans la strate 1 qui reste stable.

- Le pétoncle vanneau montre une augmentation significative de son abondance dans les strates 2, 3 et Proche Extérieur, plutôt marquée en fin de période, et une stabilité de son abondance dans la strate 1.
- L'abondance de l'oursin vert est restée stable jusqu'en 2004 puis a nettement augmenté dans la strate 1, de manière non significative, et dans la strate Proche Extérieur, de manière significative. Cette augmentation décrit un pic très marqué entre 2005 et 2008 pour ces deux strates. Une augmentation significative de même ampleur est apparue plus tardivement dans la strate 2. Par contre, son abondance dans la strate 3 a peu augmentée.

L'abondance de trois espèces de bivalves a augmenté de manière significative en baie de Seine mais pas dans le Proche Extérieur.

- L'abondance de l'amande est restée stable dans le Proche Extérieur alors qu'elle a significativement augmenté dans les strates 2 et 3, notamment en fin de période. Dans la strate 1, l'abondance semble augmenter légèrement, avec un pic très marqué en 2007 attribué à un trait exceptionnel, mais cette augmentation n'est pas significative sur l'ensemble de la période.
- La palourde rose, très peu présente jusqu'en 2006 dans toutes les strates, présente une augmentation significative d'abondance dans la strate 3 et à moindre échelle une augmentation non significative dans la strate 2. Son abondance dans les strates 1 et Proche Extérieur ne révèle pas de véritable augmentation.
- L'abondance de la télline épaisse a significativement augmenté dans l'ensemble de la baie de Seine mais aucune strate considérée individuellement ne décrit d'augmentation significative. Il n'y a pas de tendance à l'augmentation dans la strate Proche Extérieur sur l'ensemble de la période d'étude malgré un pic d'abondance en 2006 et 2007.

L'abondance de deux espèces a augmenté de manière significative dans le Proche Extérieur mais pas en baie de Seine.

- L'abondance du crabe circulaire a significativement augmenté dans la strate 1 et le Proche Extérieur tandis qu'elle a significativement diminué dans la strate 3. Il s'agit d'évolutions de faible ampleur.
- L'étoile crossaster a été identifiée en 1998 et 2002 dans la strate 1 et n'a jamais été identifiée dans la strate 3. Régulièrement présente au début de la période dans le Proche Extérieur et dans la strate 2, son abondance a significativement augmenté dans le Proche Extérieur alors qu'elle n'a plus été observée en baie de Seine depuis 2002.

Les Spisules étaient régulièrement observées au début de l'étude dans toutes les strates, puis leur abondance a diminuée jusqu'à devenir nulles dans l'ensemble de la zone prospectée.

L'abondance des crépidules, estimée en nombre de « chaînes » de crépidules non fixées à des coquilles St-Jacques, a quant à elle diminué de façon significative dans le Proche Extérieur et non-significative dans la Strate 1 alors qu'elle a augmenté de manière significative dans la strate 2 et non significative dans la strate 3. Les pics d'abondance observés dans la strate 3 en 2005, 2007 et 2009 sont dus à 3 traits exceptionnels. De telles abondances ponctuelles n'ont été observées que dans cette strate.

Cette évolution est clairement apparente sur la représentation cartographique des indices d'abondance de la crépidule en annexe 7. Entre 1998 et 2002, une zone de forte abondance de crépidule est localisée dans la partie Sud-Sud-Ouest de la Strate Proche Extérieur et

l'extrémité Nord-Nord-Est de la Strate 1. Cette concentration de crépidule a régressé jusqu'à devenir quasiment inexistante durant la période 2008-2011. A l'inverse, la strate 3 ne présentait entre 1998 et 2002 qu'une petite concentration de crépidule qui s'est développée dans toute cette strate ainsi que dans la partie ouest de la strate 2.

L'évolution de l'abondance des autres espèces (étoile de mer, crabes nageurs, étrille, pagures, oursin pourpre et buccin), malgré quelques variations ponctuelles, ne montrent pas réelles tendances. On note toutefois une augmentation significative de l'abondance des buccins dans la strate 2 ainsi qu'une tendance à l'augmentation de l'abondance des pagures et des crabes nageurs vers la fin de la période d'étude.

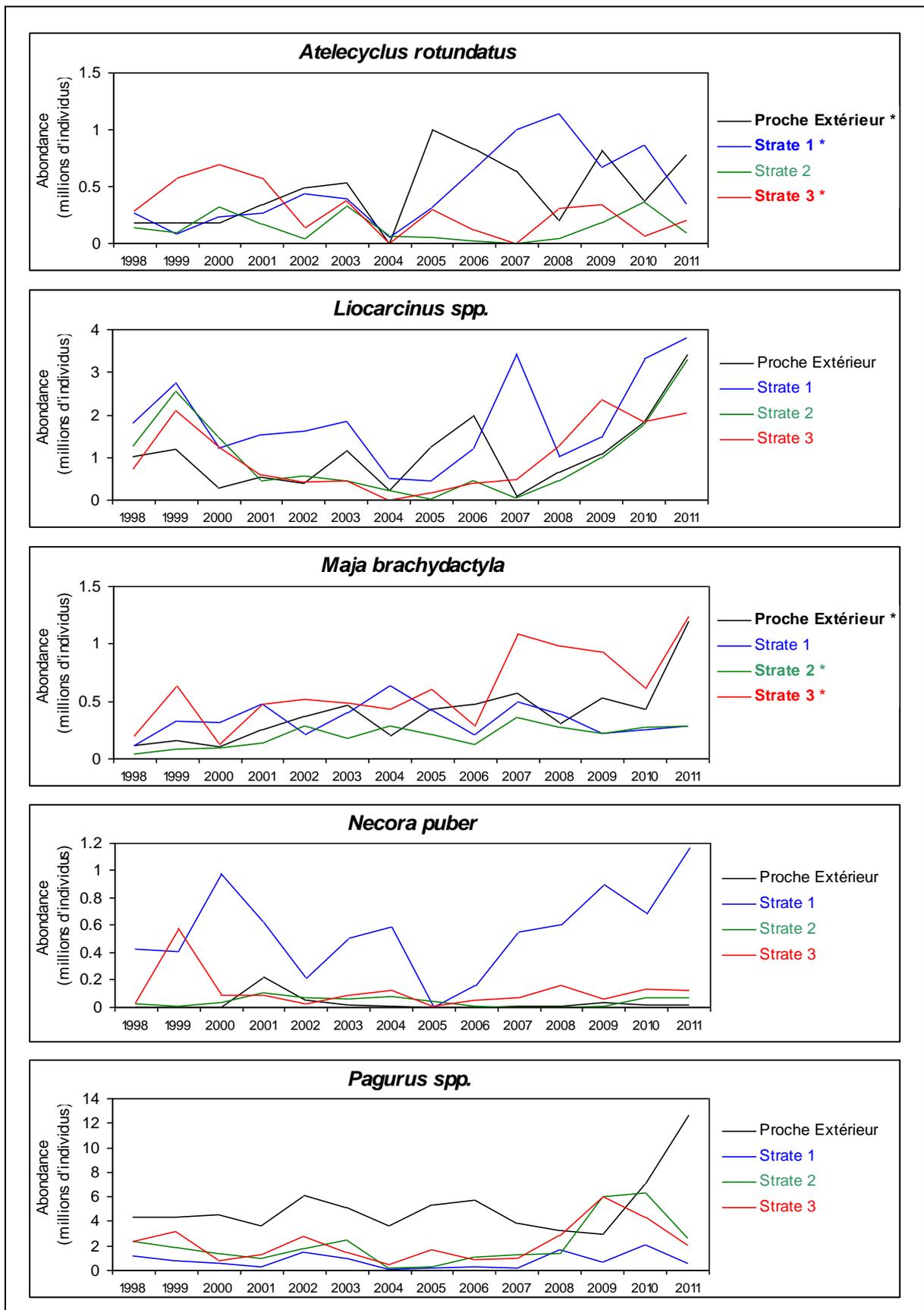


Figure 6 : Évolution inter-annuelle de l'abondance par strate des crustacés étudiés. Les strates dans lesquelles l'évolution est significative sont signalées par le symbol « * » .

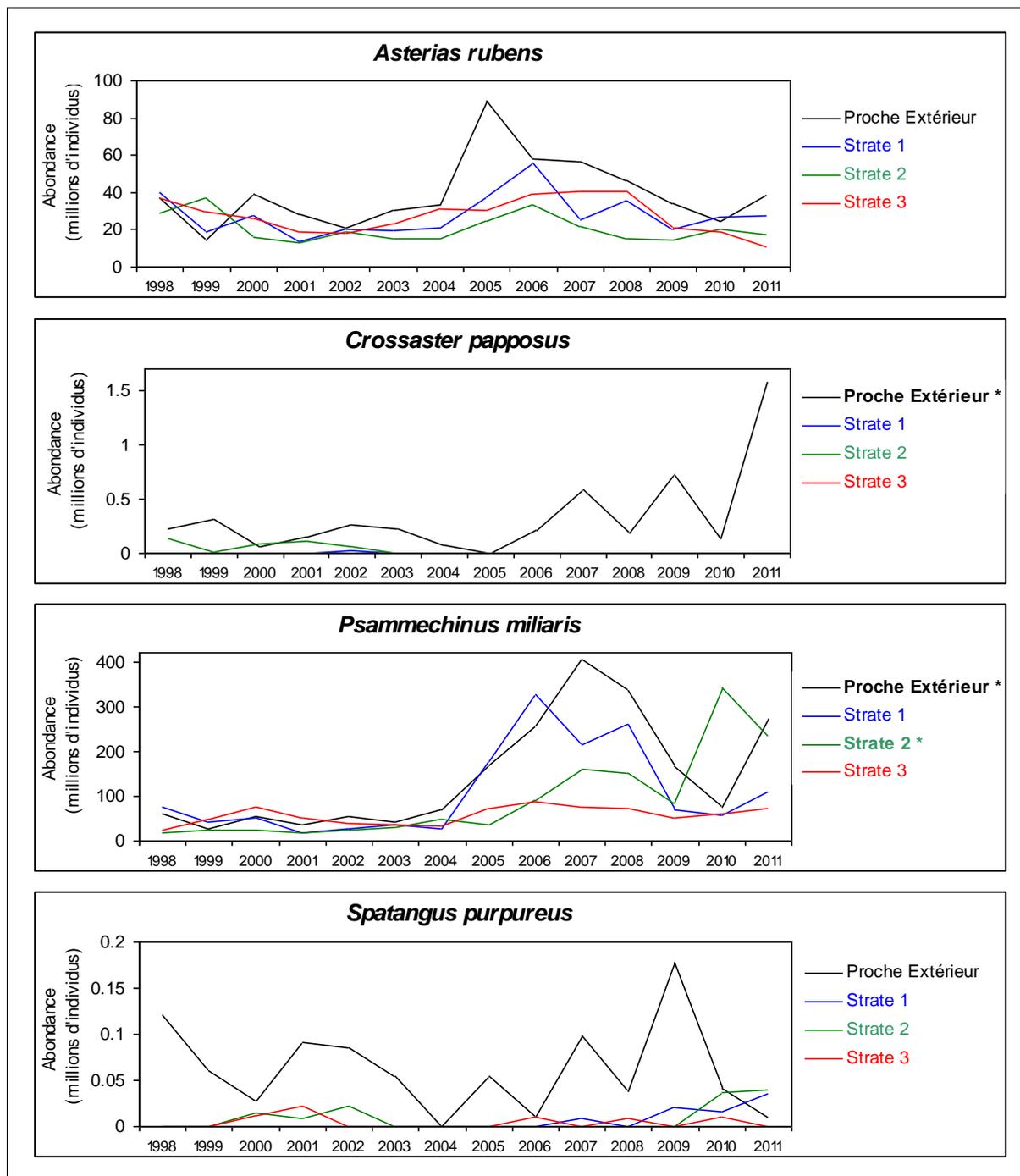


Figure 7 : Évolution inter-annuelle de l'abondance par strate des échinodermes étudiés. Les strates dans lesquelles l'évolution est significative sont signalées par le symbole « * » .

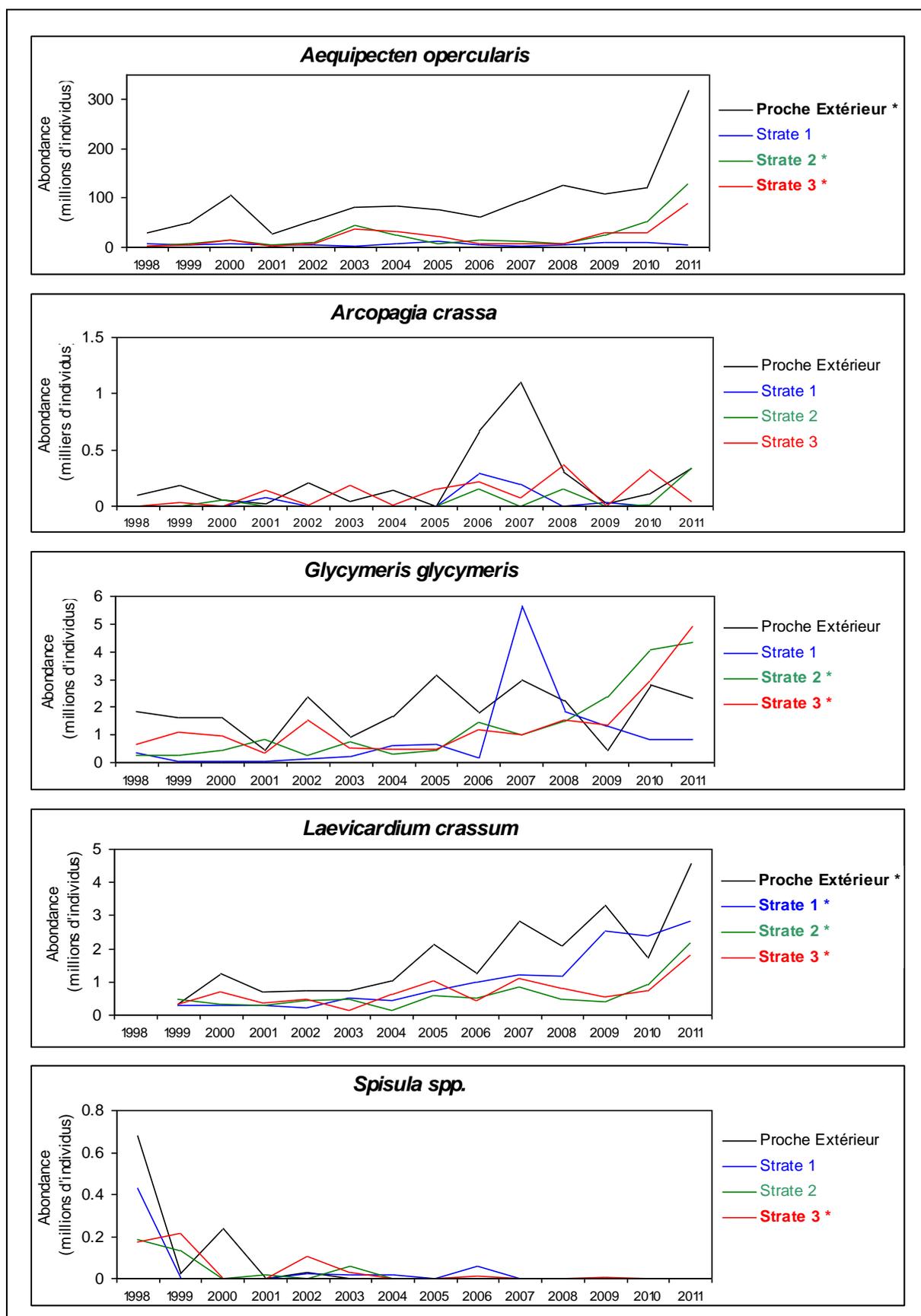


Figure 8-a : Évolution inter-annuelle de l'abondance par strate des mollusques étudiés. Les strates dans lesquelles l'évolution est significative sont signalées par le symbol « * » .

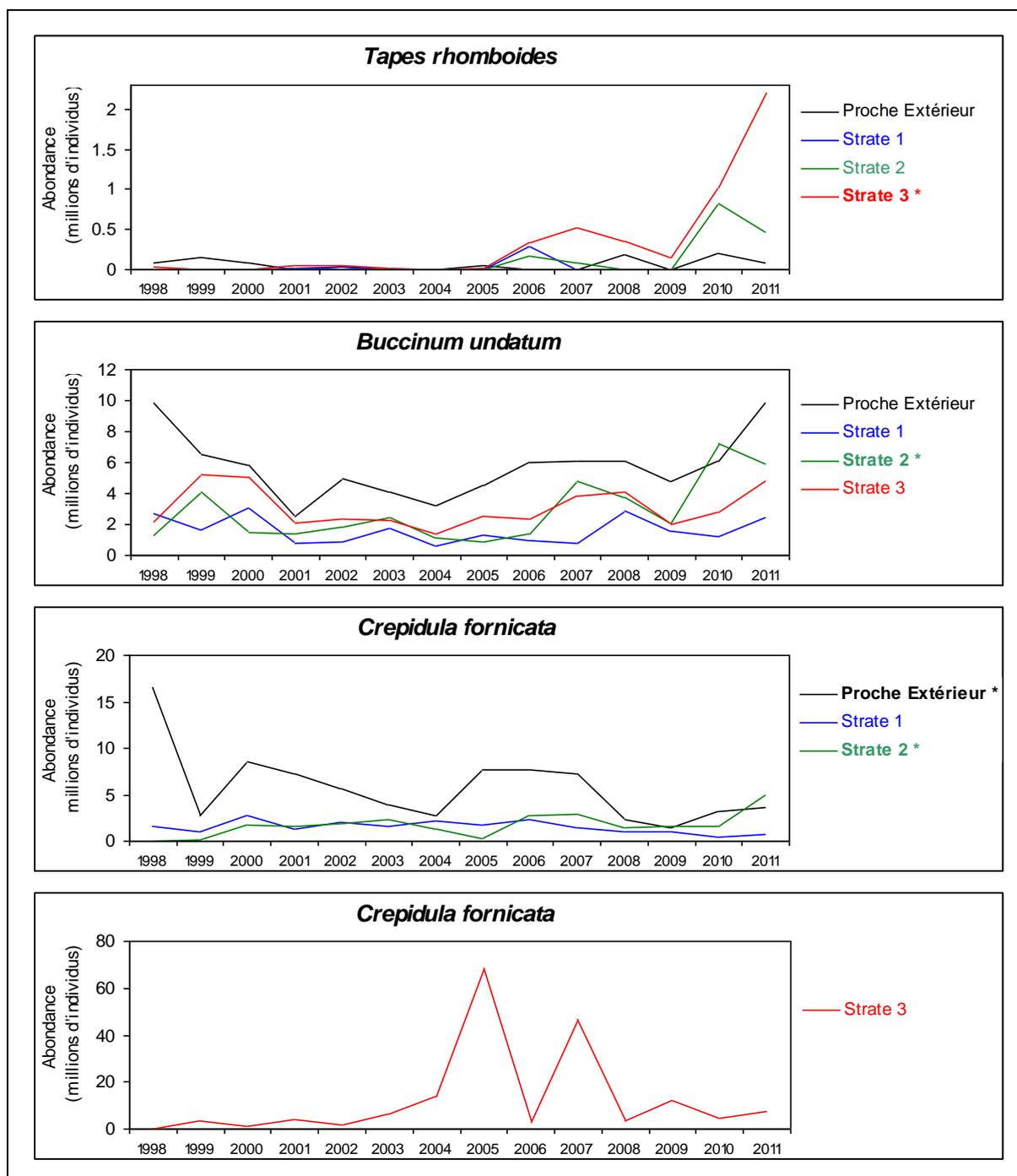


Figure 8-b : Évolution inter-annuelle de l'abondance par strate des mollusques étudiés. Les strates dans lesquelles l'évolution est significative sont signalées par le symbole « * » .

3.2. ÉVOLUTION DE L'EFFORT DE PÊCHE DE LA COQUILLE ST-JACQUES DANS LE GISEMENT « BAIE DE SEINE »

3.2.1. Évolution de la capacité de pêche de la flottille

Évolution du nombre de licences « Baie de Seine »

Le nombre de licences « Baie de Seine » pêchantes attribuées chaque année par les CRPMEM (Basse-Normandie, Haute-Normandie et Nord – Pas de Calais – Picardie) est passé de 267 à 178 entre les campagnes 1994-1995 et 2010-2011, soit une diminution de 33% en 16 ans (Fig. 9). Cette diminution est particulièrement marquée entre les campagnes 1995-1996 et 1997-1998 mais aussi plus récemment entre les campagnes 2006-2007 et 2010-2011.

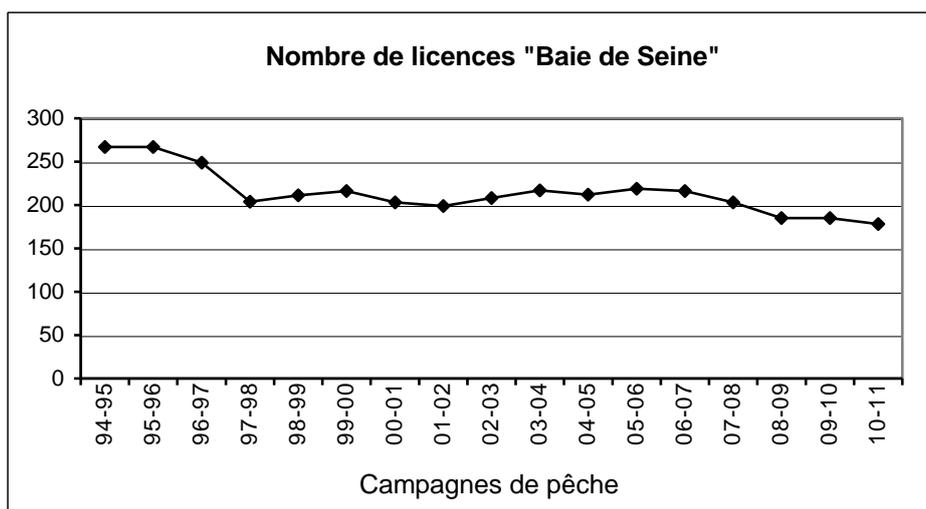


Figure 9 : Évolution inter-annuelle du nombre de licences « Baie de Seine » pêchantes.

Le contingent de licences fixé pour la Haute-Normandie et le Nord – Pas de Calais – Picardie, respectivement de 54 et 10, a presque toujours été atteint et n'a pas changé. Par contre, le nombre de licences attribuées à la flottille Bas-Normande a nettement diminué et a majoritairement contribué à la diminution de l'ensemble de la flottille. Les sorties de flotte et de changements de réglementation à l'origine de cette diminution sont détaillés ci-dessous et représentés dans la figure 10 :

A) Pour la campagne 1996-1997, la commission « Coquilles » bas-normande a baissé son contingent de licences de 204 à 186 en raison de sorties de flotte et d'une diminution du nombre de demandes de licences.

A partir de cette même campagne, l'accès au gisement « Baie de Seine » a été limité aux navires ayant une longueur hors-tout inférieure ou égale à 16 mètres et une puissance motrice inférieure ou égale à 330 KW (450 CV). Toutefois, les navires de taille comprise entre 16 et 19 mètres bénéficiant d'une antériorité ont pu conserver leur licence. L'effet de ce règlement sur la flottille bas-normande s'est étalé dans le temps au fur et à mesure des ventes ou des sorties de flotte de ces navires. Ils étaient environ 27 à participer à la campagne 1996-1997 et il en restaient 2 lors de la campagne 2010-2011.

- B) Le principe de non-cumul des licences a été introduit à partir de la campagne 1997-1998 : la licence « Baie de Seine » n'est attribuée qu'aux couples navire/armateur n'étant pas titulaires d'une autre licence de pêche des coquilles St-Jacques. Cette mesure a eu un impact conséquent en écartant un nombre important de navires de la côte ouest du cotentin (évalué à environ 25). Suite à cette mesure, le contingent bas-normand a été baissé à 158 licences en 1998.
- C) En 2007 et 2008 de nouvelles sorties de flotte ont affaiblies la flottille de coquillards bas-normands, et le contingent a été restreint à 150 licences à partir de la campagne 2007-2008.

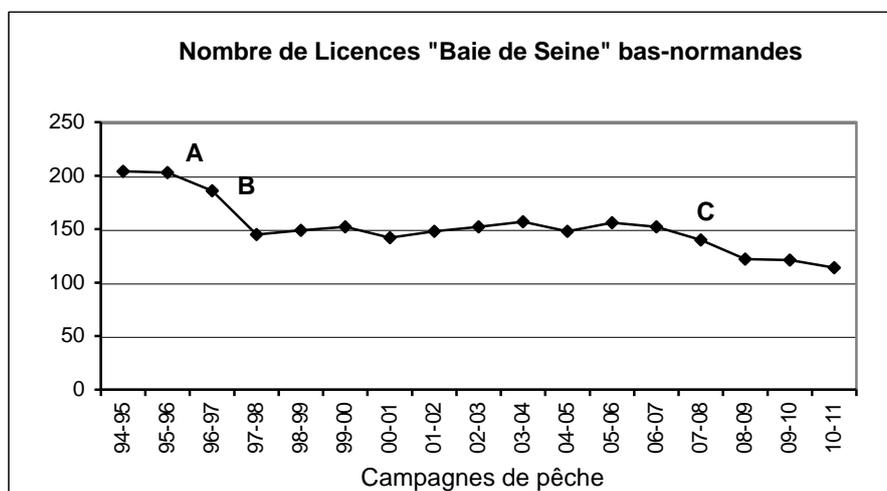


Figure 10: Évolution inter-annuelle du nombre de licences « Baie de Seine » pêchantes attribuées à des navires bas-normands.

Évolution de la puissance de la flottille

La puissance moyenne des navires de la flottille est restée stable depuis 1996 (Fig. 11). Il est probable que l'augmentation de la puissance moyenne des navires durant cette période ait été compensée par la perte progressive des navires de 16 à 19 mètres citée précédemment.

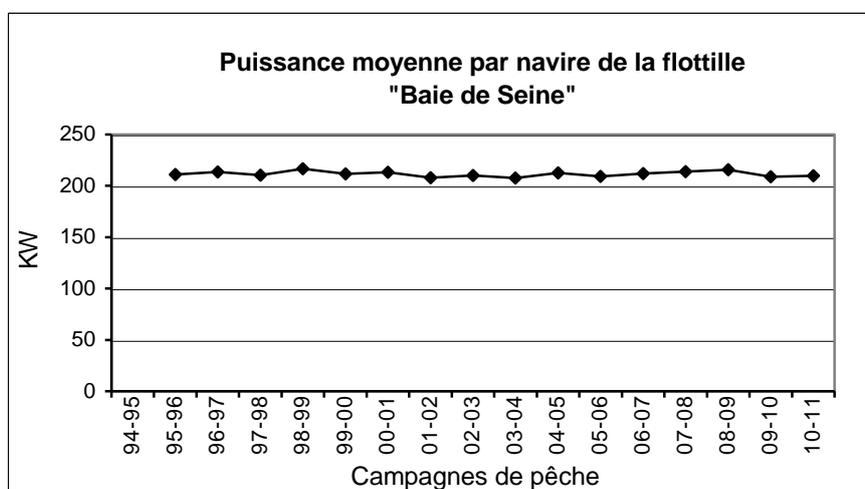


Figure 11: Évolution inter-annuelle de la puissance moyenne des navires de la flottille de coquillards en Baie de Seine.

La puissance totale de la flottille a donc été influencée par le nombre de navires licenciés, elle est passée de 56382 à 37368 KW entre les campagnes 1995-1996 et 2010-2011, soit une diminution de 34% en 15 ans (Fig. 12). De la même manière que pour le nombre de licences, la diminution est particulièrement marquée entre les campagnes 1995-1996 et 1997-1998 mais aussi plus récemment entre les campagnes 2006-2007 et 2010-2011.

Durant la période pendant laquelle le benthos a été analysé (entre 1998 et 2011), la puissance totale de la flottille est restée relativement stable jusqu'à la campagne de pêche 2006-2007 puis a baissé de 45815 à 37368 KW (18 %) jusqu'à la campagne 2010-2011. Il faut cependant noter que les premiers échantillonnages de benthos en 1998 ont eu lieu juste après une forte diminution de la puissance totale de la flottille.

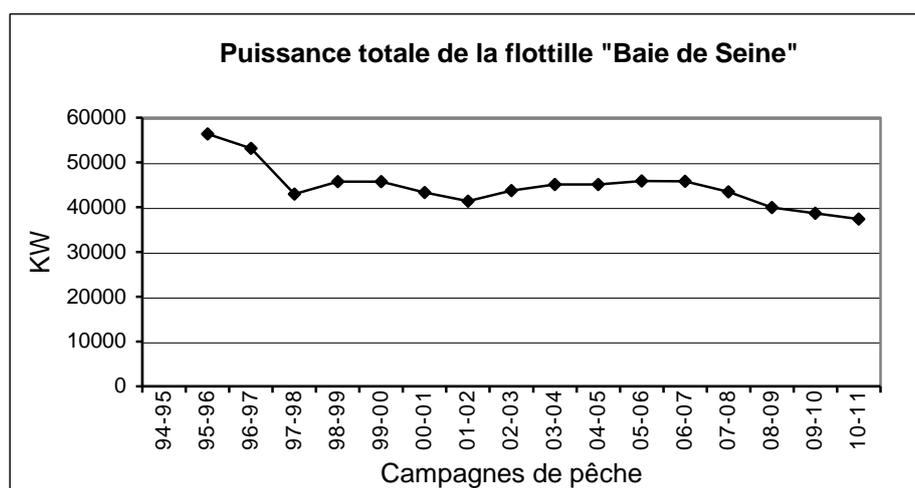


Figure 12: Évolution inter-annuelle de la puissance totale de la flottille de coquillards en Baie de Seine.

3.2.2. Évolution de la durée de pêche

La réglementation de l'exploitation des coquilles St-Jacques dans le gisement classé « Baie de Seine » impose un quota, ou plus exactement une capture maximale autorisée, par pêcheur (ou par navire) et par jour. Le quota était fixé à 250 Kg par pêcheur et par jour, cela depuis la campagne 1992-1993 (il était de 200 Kg en 1995-1996 et 1996-1997). Depuis la campagne 2010-2011, le quota est attribué en fonction de la longueur du navire mais reste dans des proportions équivalentes. Le nombre de quotas par semaine est fixé à 4 ce qui autorise chaque pêcheur à capturer jusqu'à 1000 Kg de coquille St-Jacques chaque semaine.

La pêche de la coquille St-Jacques en France est autorisée hors des périodes de reproduction, les campagnes de pêche en baie de Seine commencent généralement entre début novembre et début décembre et s'arrêtent entre la mi-février et la fin du mois de mars. Si les quotas n'ont quasiment pas changé depuis le début des années 1990, la durée de pêche réglementaire a connue une nette diminution : elle est passée de 1680 heures pour la campagne 1992-1993 à 524 heures pour la campagne 2010-2011, ce qui représente une baisse de 69 % en 18 ans (Fig. 13).

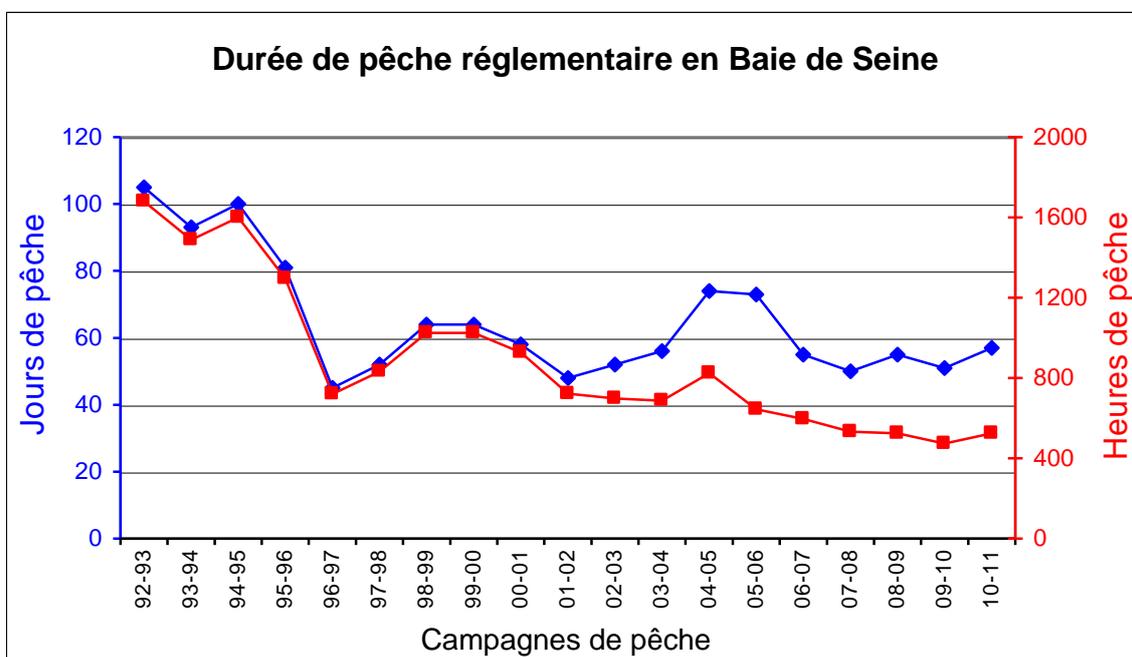


Figure 13: Évolution inter-annuelle de la durée de pêche réglementaire de la coquilles St-Jacques en baie de Seine par campagne en jours et en heures

Dans un premier temps, la diminution s'est produite par réduction de la durée des campagnes de pêche, notamment en retardant la date d'ouverture (de début novembre en 1992-1993 à début décembre à partir de 1996-1997), et par la limitation du nombre de jours de pêche autorisés par semaine à 4 depuis de 1996-1997 au lieu de 5 auparavant. La durée des campagnes est alors passée d'environ 95 jours de pêche pour les campagnes 1992-1993 à 1994-1995 à environ 55 jours à partir de 1996-1997.

Dans un deuxième temps, au cours des années 2000, un nouveau mode de gestion du temps de pêche a émergé suite à la volonté de la part de la profession de limiter les apports excessifs en début de campagne et d'augmenter le reliquat. Avant la campagne 2001-2002, la pêche était autorisée 24 heures par jour et la durée de pêche était uniquement régulée par le nombre de jours d'ouverture. Actuellement, la durée de pêche réglementaire est régulée à la fois par le nombre de jours d'ouverture mais aussi par des horaires journaliers. Ce nouveau système de gestion a permis de diminuer le nombre d'heures de pêche total sur l'ensemble de la saison tout en maintenant des durées de campagne de pêche équivalentes comme le représente la figure 13. La durée de pêche réglementaire est passée de 928 à 524 heures entre les campagnes 2000-2001 et 2010-2011, soit une diminution de 44% en 10 ans. Cette transition s'est faite progressivement au fur et à mesure des campagnes de pêche, les deux étapes importantes qui ont contribué à l'évolution de l'organisation des campagnes de pêche sont détaillées ci-dessous :

- Interdiction de la pêche de nuit : en 2001-2002, la pêche a été limitée à 13h30 par jour durant le mois de décembre. Cette mesure ayant fait ses preuves, elle a été étendue à toute la saison au cours de la campagne suivante puis la pêche a été réduite à 12h30 par jour tout au long de la campagne 2003-2004.

- Instauration d'horaires journaliers : en 2004-2005, la pêche a été limitée à 7 heures par jour pendant deux semaines puis autorisée 12 heures par jour le reste de la campagne. Cette nouvelle mesure a été adoptée par les pêcheurs, depuis les campagnes de pêche sont régulées du début à la fin par des horaires journaliers d'ouverture. Ces horaires sont déterminés avant l'ouverture par la profession en s'appuyant sur les résultats de la campagne COMOR qui fournissent une image exhaustive de l'état de la ressource avant le démarrage de la campagne de pêche. Ils sont ensuite ajustés en cours de saison en fonction des débarquements et du marché.

Durant la période pendant laquelle le benthos a été analysé (entre 1998 et 2011), la durée des campagnes de pêche est restée relativement stable, aux alentours de 55 jours de pêche autorisés par campagne alors que le nombre d'heures de pêche par campagne a quasiment baissé d'un facteur 2. On remarque juste un pic à 74 et 73 jours de pêche autorisés par campagne pour les campagnes 2004-2005 et 2005-2006 pour lesquelles les biomasses exploitables ont été remarquablement élevées.

4. DISCUSSION

4.1. MACROFAUNE BENTHIQUE COLLECTÉE LORS DES CAMPAGNES COMOR

4.1.1. Évolution de la macrofaune benthique

L'analyse des captures accessoires benthiques a permis de dresser un bilan partiel de l'état des communautés benthiques sur la période 1998-2011, représenté notamment par la cartographie de la répartition spatiale et des indices d'abondance des 17 espèces étudiées (annexes 2 à 19).

L'évolution de l'abondance de la majorité des espèces de la macrofaune benthique collectée lors des campagnes COMOR entre 1998 et 2011 (Tab 4) décrit soit une augmentation (buccarde lisse, pétoncle vanneau, araignée, oursin vert, télline épaisse, amande, et palourde rose) soit une relative stabilité (étoile de mer, crabes nageurs, étrille, pagures, oursin pourpre, buccin et crabe circulaire). Seule l'abondance de 3 espèces diminue, il s'agit de la crépidule, une espèce invasive, de l'étoile crossaster, qui se trouve en limite sud de sa distribution géographique, et des spisules. On remarque en particulier l'augmentation de l'abondance des bivalves (6 espèces sur 7) dans les strates 2 et 3. La tendance à l'augmentation ou à la stabilité de l'abondance des espèces étudiées peut être perçue comme un indicateur d'une certaine stabilité du milieu, voir d'une amélioration de l'état des communautés benthiques depuis 1998. Cependant plusieurs éléments incitent à considérer ces résultats avec beaucoup de précautions.

La drague utilisée, dont le diamètre des anneaux est de 50 mm, n'est pas un engin adapté à l'échantillonnage du benthos, ainsi les communautés benthiques ne sont observées dans cette étude qu'à travers une partie de la macrofaune benthique. Les organismes fouisseurs et l'épifaune de petite taille sont peu ou pas capturés par la drague. De plus, le taux de colmatage des anneaux de la drague par divers matériels (cailloux, ophiures, coquilles St-Jacques, etc.) varie suivant les traits et influence l'efficacité de la drague à capturer le benthos, en particulier les organismes de petite taille. Par ailleurs, l'équipage de la COMOR n'étant pas constitué de benthologues, puisque l'objectif de ces campagnes est avant tout l'évaluation du stock de coquilles St-Jacques, certaines espèces comme les spongiaires, les hydriaires, les anthozoaires ou les ascidies, n'ont pas été systématiquement échantillonnées et n'ont donc pas été prises en compte dans cette étude.

La plupart des espèces de la macrofaune benthique ont des durées de vie courtes, et de ce fait leurs abondances et leurs distributions dépendent fortement de la qualité du recrutement et de la dispersion larvaire. Ces deux paramètres étant notamment influencés par les conditions environnementales (température, courants, météorologie, abondance phytoplanctonique, etc.), les populations étudiées sont susceptibles de montrer de fortes variabilités naturelles qui pourraient également expliquer les variations d'abondances, parfois très marquées, observées durant l'étude. Il est alors nécessaire de prendre en compte ces processus afin de préciser l'origine des variations d'abondance observées au sein des populations étudiées. Selon la même logique, il serait intéressant de mieux connaître les relations interspécifiques, particulièrement en terme de prédation et de compétition, qui pourraient elles aussi expliquer

certain changements. Cependant ces relations sont difficiles à appréhender du fait de leur complexité et de l'absence des espèces de petites tailles parmi les captures accessoires des dragues, dont le rôle peut-être important.

4.1.2. Zoom sur la crépidule : une espèce invasive

La crépidule est un gastéropode marin originaire de la côte Est de l'Amérique du Nord. Il s'agit d'une espèce invasive qui, après avoir été introduite dans les eaux anglaises à la fin du 19^{ème} siècle, a progressivement envahi les côtes européennes (elle a également été signalée au Japon en 1970). Sa prolifération sur le littoral français a été favorisée par le trafic maritime des alliés lors du débarquement en 1944 puis par l'introduction de l'huître creuse (*Crassostrea gigas*) en provenance du Japon ou du Canada dans les années 1970 (Blanchard M., 1995). La prolifération est toujours actuelle dans le sud du golf normand-breton selon Blanchard M. (2005) qui indique également que l'exploitation des coquilles St-Jacques est un facteur favorable à leur prolifération.

Blanchard M. *et al* indiquent en 2001 que la baie de Saint-Brieuc est l'un des secteurs les plus colonisés du littoral et que le niveau de colonisation atteint génère des effets sur le compartiment benthique (envasement, compétition spatiale et trophique, évolution de la diversité) et sur les activités halieutiques qui s'y rapportent. Les fonds les plus colonisés limitent, voire interdisent localement, l'usage des engins traînants (dragues et chaluts benthiques). L'activité de pêche à la coquille Saint-Jacques, voit ainsi son aire d'exploitation diminuer, en même temps que s'accroissent des contraintes (tri, "détrouage"), qui génèrent un impact économique.

L'étude des captures accessoires benthiques issues des campagnes COMOR montre que les crépidules sont relativement peu abondantes en baie de Seine, en comparaison de l'abondance qu'elle a pu atteindre dans le golf normand-breton, cela même si son abondance a augmenté dans la strate 3 et l'ouest de la strate 2 entre 1998 et 2011 (Fig. 8-b et annexe 7). De même, les fortes concentrations sont peu nombreuses et circonscrites à la strate 3 où elles ont été observées à partir de l'année 2005. Ces données confirment la colonisation progressive de la baie de Seine par les crépidules, à partir d'une zone centrale, vers les parties périphériques du gisement coquillier mise en évidence par Blanchard M. *et al.* (2010) grâce à l'analyse du nombre moyen de crépidules fixées sur les coquilles capturées lors des campagne COMOR depuis 1976. Malgré tout, la crépidule n'a pas atteint des densités susceptibles de perturber l'activité de pêche en baie de Seine et nous pouvons supposer que les modifications des habitats et des communautés benthiques qu'elle peut induire restent très faibles. L'apparition récente de très fortes abondances de balanes dans le Sud-Ouest de la baie de Seine s'est avérée beaucoup plus contraignante pour l'exploitation de la coquilles St-Jacques, en particulier lors de la campagne de pêche 2010-2011, et paraît susceptible de modifier de manière beaucoup plus importante les communautés benthiques.

Nos données révèlent également une nette régression de la concentration de crépidule observée dans la partie Sud-Sud-Ouest de la Strate Proche Extérieur et l'extrémité Nord-Nord-Est de la Strate 1 au début de la série, en particulier en 1998. Toutefois, il n'est pas possible pour le moment de déterminer les origines de cette régression. La durée de vie maximale de la crépidule est d'environ 10 ans et Blanchard M. *et al.* (2001) indiquent que, en

dehors de la mortalité naturelle, la mortalité par prédation est connue pour être importante lors des premiers stades larvaires, post-larvaires et lors de la métamorphose mais, concernant les adultes, elle est peu connue et surtout non quantifiée.

4.2. ÉVOLUTION DE L'EFFORT DE PÊCHE A LA COQUILLE ST-JACQUES DANS LE GISEMENT « BAIE DE SEINE »

L'effort de pêche déployé pour l'exploitation de la coquille St-Jacques a été défini ici comme le produit de la capacité de pêche de la flottille et de son activité. La capacité a été caractérisée par la puissance motrice de la flottille. Cependant, l'activité n'a pas pu être évaluée en tant que durée pendant laquelle il est fait usage des dragues mais seulement en tant que durée de pêche réglementaire. Par conséquent il n'a pas été possible de définir l'évolution de l'effort de pêche effectif de manière exhaustive.

Néanmoins, les résultats indiquent une diminution de la capacité de pêche de la flottille de 56382 à 37368 KW entre les campagnes de pêche 1995-1996 et 2010-2011, soit 34% en 15 ans ainsi qu'une diminution de la durée de pêche réglementaire de 1680 à 524 heures entre les campagnes 1992-1993 et 2010-2011, soit 69 % en 18 ans. Au regard de l'ampleur de la diminution de la capacité de pêche de la flottille et surtout de la durée de pêche réglementaire, la diminution de l'effort de pêche est certaine et, même si il n'a pas été possible de la quantifier précisément, elle peut-être considérée comme conséquente. Ce constat est confirmé par des enquêtes auprès des pêcheurs qui précisent, qu'auparavant, ils continuaient l'exploitation des coquilles St-Jacques en baie de Seine malgré des densités très faibles en fin de saison en compensant la diminution des rendements par de longues marées, de l'ordre de 20 heures par jour. Cette stratégie n'est plus possible actuellement puisque la durée de pêche réglementaire n'excède pas 12 heures par jour en fin de campagne. L'augmentation de la biomasse des coquilles âgées de 3 ans et plus constituant le reliquat de pêche peut être considéré comme un indicateur de la diminution de l'effort de pêche (annexe 20).

L'évolution de l'organisation des campagnes de pêche de la coquille St-Jacques en baie de Seine a pour origine la volonté des professionnels de contenir l'engorgement des marchés, de maintenir de bons rendements plus longtemps dans la saison de pêche et d'augmenter le reliquat. La production de coquilles St-Jacques repose essentiellement sur l'exploitation d'un seul groupe d'âge (le groupe 2 âgé de 2 ans et demi) qui constitue le recrutement, très largement dépendant des conditions environnementales lors de la période de reproduction ou des phases larvaires et juvéniles de la coquille St-Jacques. Un bon niveau de reliquat réduit la dépendance au recrutement de la biomasse exploitable et permet ainsi d'atténuer les conséquences d'un mauvais recrutement et plus globalement de consolider la santé du stock. Parmi les principales mesures établies dans cet démarche, l'interdiction de la pêche de nuit et l'instauration d'horaires de pêche journaliers ont permis de diminuer le nombre d'heures de pêche total sur l'ensemble de la saison tout en maintenant des durées de campagne de pêche équivalentes. D'ailleurs l'augmentation du reliquat traduit les efforts réalisés par la profession pour réduire la pression de pêche sur les coquilles St-Jacques. Un autre paramètre à prendre en compte est l'augmentation du maillage réglementaire des anneaux des dragues de 85 à 92 mm au cours de la saison 2004-2005. Il est fort probable que cette mesure ait également contribué à l'amélioration du reliquat.

La diminution de l'effort de pêche caractérise notamment la période comprise entre 1998 et 2011 pendant laquelle les espèces accessoires benthiques capturées lors des campagnes COMOR ont été analysées. La capacité de pêche de la flottille est restée relativement stable jusqu'à la campagne de pêche 2006-2007 puis a baissé de 18 % jusqu'à la campagne 2010-2011. La durée des campagnes en nombre de jours de pêche est restée relativement stable durant toute la période de l'étude (environ 55 jours) tandis que le nombre d'heures de pêche réglementaire par campagne a diminué de manière régulière pour finalement accuser une importante baisse de près de 50%. C'est ainsi dans un contexte de diminution de l'effort de pêche que la macrofaune benthique a été collectée.

4.3. RELATIONS ENTRE LA MACROFAUNE BENTHIQUE ET L'EFFORT DE PÊCHE

L'exploitation des coquilles St-Jacques en baie de Seine a commencé dans le milieu des années 1960, bien avant le début de cette étude, et il n'existe pas de données permettant de reconstituer l'état initial des communautés benthiques avant les premiers coups de drague, ni même de zones témoins qui auraient été peu ou pas exploitées. L'étude directe de l'impact du dragage par comparaison de l'état des communautés originelles benthiques avec les communautés actuelles n'est donc pas envisageable.

Les précédentes études concluent que l'impact de la pêche est plus marqué durant les premières phases de la pêcherie (Kaiser *et al.*, 1996 ; Jennings and Kaiser, 1998 ; Hall-Spencer and Moore, 2000 ; Guijarro Garcia *et al.*, 2006). On peut alors considérer qu'en 1998, au moment des premiers échantillonnages des captures accessoires benthiques collectées à l'occasion des campagnes COMOR, les communautés benthiques avaient déjà été impactées. C'est d'ailleurs ce que suggèrent Garcia *et al.* en 2006 d'après l'analyse des captures accessoires benthiques issues de campagnes d'évaluation des stocks de *Chlamys islandica* en Islande, également réalisée bien après le début de la pêcherie.

Ces captures accessoires benthiques issues des campagnes COMOR constituent une série de données qui a permis de suivre l'évolution d'une partie des communautés benthiques durant 14 années consécutives, entre 1998 et 2011. L'analyse de ces données indique que l'évolution de l'abondance de la majorité de la macrofaune benthique étudiée présente une tendance à l'augmentation ou bien une relative stabilité, tandis que dans le même temps, l'effort de pêche de la coquille St-Jacques en baie de Seine a nettement diminué.

Cependant, il n'est pas possible pour le moment de faire le lien entre l'augmentation de l'abondance d'une partie de la macrofaune benthique et la diminution de l'effort de pêche. En effet, comme cela a été précisé précédemment, les changements au sein des communautés benthiques peuvent également avoir pour origine la variabilité naturelle des populations, causée par l'irrégularité des recrutements et par des relations interspécifiques de prédateurs ou de compétitions. Elles peuvent aussi avoir pour origine d'autres activités anthropiques, qu'elles soient directes comme l'utilisation d'autres engins de pêche ou bien indirectes comme les pollutions chroniques (rejets urbains, industriels ou agricoles) ou accidentelles (pollutions ponctuelles ou introduction d'espèces exogènes). A une échelle plus large, les changements climatiques peuvent également modifier ces communautés.

BIBLIOGRAPHIE

- Bertrand J. (Edit.) (2004).** L'état des communautés exploitées au large des côtes de France. Application d'indicateurs à l'évolution de l'impact de la pêche. Démarche Ecosystémique pour l'Halieutique. *Système d'Information Halieutique – Campagnes à la mer. Groupe de Travail « Indicateurs de population et de peuplements »*. 37 p + Annexes.
- Blanchard M. (1995).** Origine et état de la population de *Crepidula fornicata* (Gastropoda Prosobranchia) sur le littoral français. *Haliotis*, 24 : 75-86.
- Blanchard M., Blanchet A., Gaffet J. D., Hamon D. (2001).** Dynamique de population de la crépidule (*Crepidula fornicata*) en baie de Saint-Brieuc (Manche-Ouest). *RST.DEL / 00.08 / BREST*
- Blanchard M. (2005).** Dynamique de la population de crépidule (*Crepidula fornicata*) en Baie du Mont Saint-Michel. *DYNECO/EB/05-01*
- Blanchard Michel, Loarer Ronan, Jarriault Romain (2010).** *Crepidula fornicata* : cartographie d'une invasion. *Conférence francophone ESRI, 29-30 septembre 2010, Versailles*. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00028/13949/>
- Bradshaw C., Veale L.O. and Brand A.R. (2002).** The role of scallop-dredge disturbance in long-term changes in Irish Sea benthic communities a re-analysis of an historical dataset. *Journal of Sea Research* 47, 161-184.
- Foucher E., 2011.** Evaluation annuelle du stock de coquilles Saint-Jacques de la baie de Seine : résultats de la campagne COMOR 41 (1^{er} au 18 juillet 2011). Rapport Ifremer Laboratoire HMMN-RH de Port-en-Bessin.
- Guijarro Garcia E., Ragnarsson S. A. and Eiriksson H. (2006).** Effects of scallop dredging on macrobenthic communities in west Iceland. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 434-443.
- Hall-Spencer J.M., and Moore P.G. (2000).** Scallop dredging has profound, long-term impacts on maerl habitats. *ICES Journal of Marine Science*;57:1407-1415.
- Jennings S. and Kaiser M (1998).** The effects of fishing on marine ecosystems. *Advances in Marine Biology*, 34:201-252.
- Morin J., Bertrand J., Cochard M.L., Coppin F., Léauté J.P., Lobry J., Mahé J.C., Poulard J.C., Rochet M.J., Schlaich I., Souplet A., Trenkel V., Vaz S. et Vérin Y (2009).** L'état des communautés exploitées au large des côtes de France. Application d'indicateurs à l'évaluation de l'impact de la pêche. *Bilan 2004 – Edition 2009. Ifremer*, 43p + Annexes 796 p.

Muséum National d'Histoire Naturelle (publication sous presse). Méthodologie d'évaluation des risques de dégradation des habitats naturels et des habitats d'espèces d'intérêt communautaire par les activités de pêches maritimes.

Rochet M. J., V. M. Trenkel, J. A. Bertrand and J.-C. Poulard (2004). R routines for survey based fisheries population and community indicators (R-SUFI). *Ifremer, Nantes. Limited distribution.*

Rochet M.J., Trenkel V., Bellail R., Coppin F., Le Pape O., Mahé J.C., Morin J., Poulard J.C., Schlaich I., Souplet A., Vérin Y. and Bertrand J. (2005). Combining indicator trends to assess ongoing changes in exploited fish communities: diagnostic of communities off the coasts of France. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 1647-1664.

SIH-C (2007). Poissons et invertébrés au large des côtes de France. Indicateurs issus des pêches scientifiques. *Bilan 2004. Ifremer, Nantes, EMH : 07-001.*

SIH-C (2009). Grands invertébrés et poissons observés lors des campagnes scientifiques. Bilan 2007. *Ifremer, Nantes, EMH : 09-002. 103p*

Vigneau J. et Morin J. (1990). Rapport « Evaluation du stock de coquilles Saint-Jacques en Manche-Est et application d'une nouvelle méthodologie », *Rapport Ifremer : Laboratoire Ressources Halieutiques – Station de Port-en-Bessin, 34 p.*

Vigneau J., Fifas S. et Foucher E. (2001). Les campagnes d'évaluation du stock de coquilles Saint-Jacques en Manche orientale : méthodologie et estimation des indices d'abondance. *Rapport Ifremer. DRV/RH/RST/2001-01, 35 p.*

Kaiser M.J., Hill A.S., Ramsay K., Spencer B.E., Brand A.R., Veale L.O., Prudden K., Rees E.I.S., Munday B.W., Ball B. and Hawkins S.J. (1996). Benthic disturbance by fishing gear in the Irish Sea: a comparison of beam trawling and scallop dredging. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 6:269-285.

ABBREVIATIONS

ANR : Agence Nationale de la Recherche

CIEM : Conseil International pour l'Exploration de la Mer

COMOR : Coquille Manche Orientale

CRPBN : Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins de Basse Normandie

CRPMEM : Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins

DIRM : Direction InterRégionale de la Mer

EMH : Ecologie et Modélisation pour l'Halieutique

IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER

MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle

MSC : Marine Stewardship Council

NFM : Normandie Fraîcheur Mer

OPBN : Organisation de Producteurs de Basse-Normandie

SIH : Système d'Information Halieutique

VMS : Vessel Monitoring System

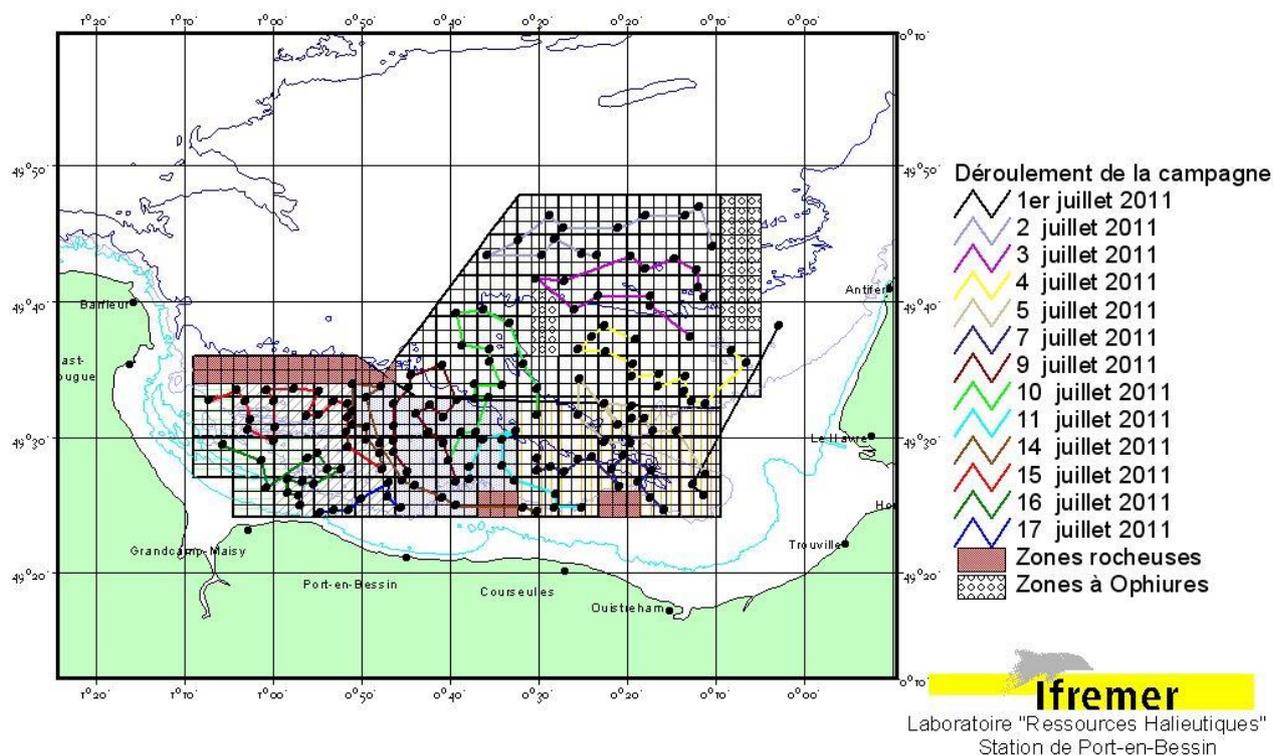
ANNEXES

- Annexe 1 :** Position des traits réalisés lors de la campagne COMOR de 2011. 42
- Annexe 2 :** Répartition spatiale et indices d'abondance du pétoncle vanneau (*Aequipecten opercularis*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c). 44
- Annexe 3 :** Répartition spatiale et indices d'abondance de la télline épaisse (*Arcopagia crassa*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c). 46
- Annexe 4 :** Répartition spatiale et indices d'abondance de l'étoile de mer (*Asterias rubens*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c). 48
- Annexe 5 :** Répartition spatiale et indices d'abondance du crabe circulaire (*Atelecyclus rotundatus*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c). 50
- Annexe 6 :** Répartition spatiale et indices d'abondance du buccin (*Buccinum undatum*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c). 52
- Annexe 7 :** Répartition spatiale et indices d'abondance de la crépidule (*Crepidula fornicata*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c). 54
- Annexe 8 :** Répartition spatiale et indices d'abondance de l'étoile crossasters (*Crossaster papposus*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c). 56
- Annexe 9 :** Répartition spatiale et indices d'abondance de l'amande (*Glycymeris glycymeris*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c). 58
- Annexe 10 :** Répartition spatiale et indices d'abondance de la buccarde lisse (*Laevicardium crassum*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c). 60
- Annexe 11 :** Répartition spatiale et indices d'abondance des crabes nageurs (*Liocarcinus spp.*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c). 62
- Annexe 12 :** Répartition spatiale et indices d'abondance de l'araignée (*Maja brachydactyla*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c). 64

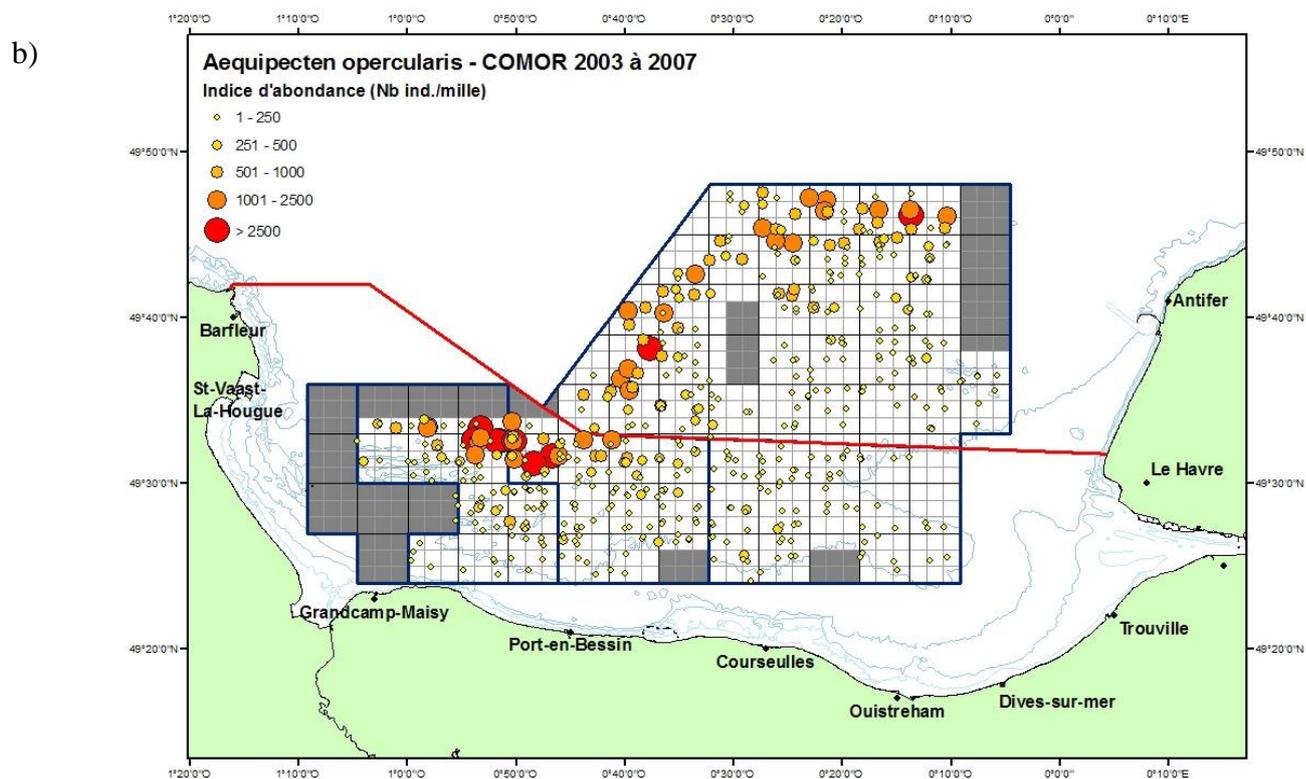
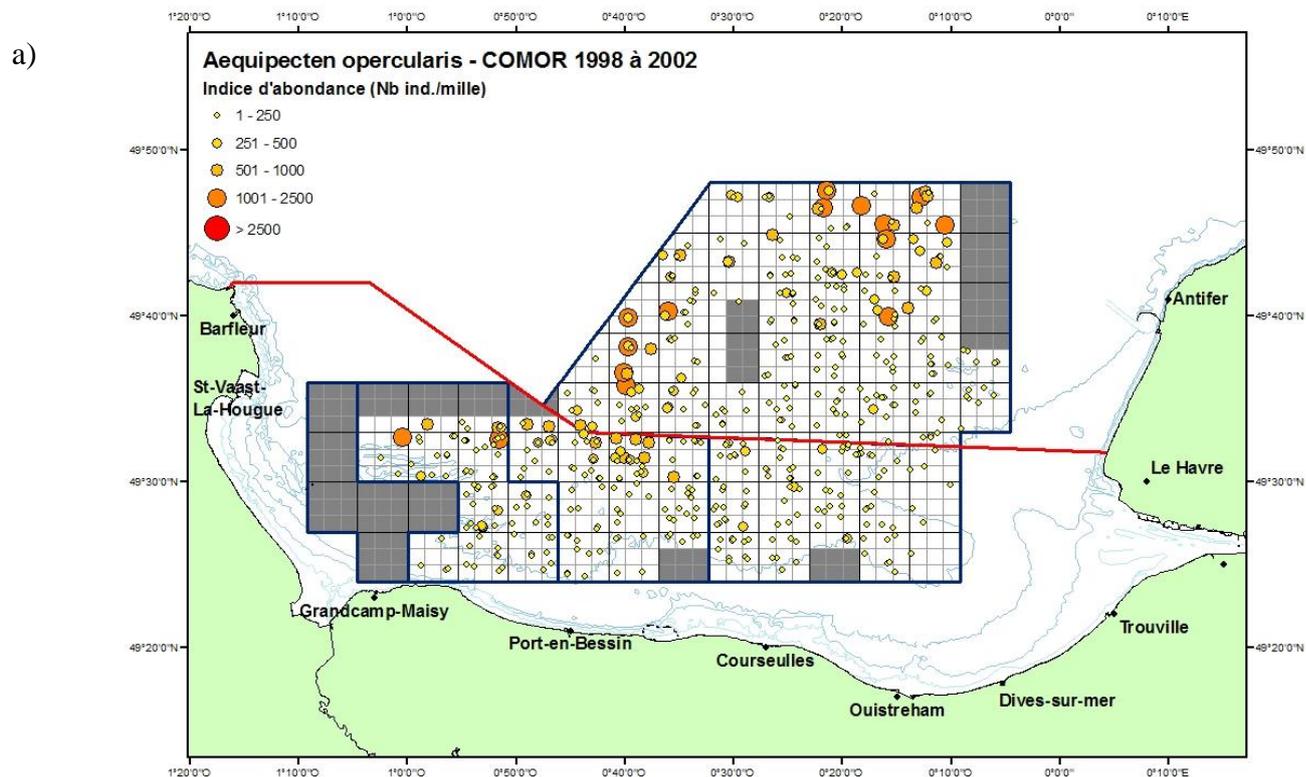
Annexe 13 : Répartition spatiale et indices d'abondance de l'étrille (<i>Necora puber</i>) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).	66
Annexe 15 : Répartition spatiale et indices d'abondance des pagures (<i>Pagurus spp.</i>) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).	68
Annexe 14 : Répartition spatiale et indices d'abondance de la coquille St-Jacques (<i>Pecten maximus</i>) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).....	70
Annexe 16 : Répartition spatiale et indices d'abondance de l'oursin vert (<i>Psammechinus miliaris</i>) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).....	72
Annexe 17 : Répartition spatiale et indices d'abondance de l'oursin pourpre (<i>Spatangus purpureus</i>) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).....	74
Annexe 18 : Répartition spatiale et indices d'abondance des spisules (<i>Spisula spp.</i>) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).	76
Annexe 19 : Répartition spatiale et indices d'abondance de la palourde rose (<i>Tapes rhomboides</i>) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).....	78
Annexe 20 : Évolution du reliquat estimé lors des campagnes COMOR de 2000 à 2011 en baie Seine (a) et dans le Proche Extérieur (b).	80

Annexe 1 : Position des traits réalisés lors de la campagne COMOR en 2011 (Foucher E., 2011).

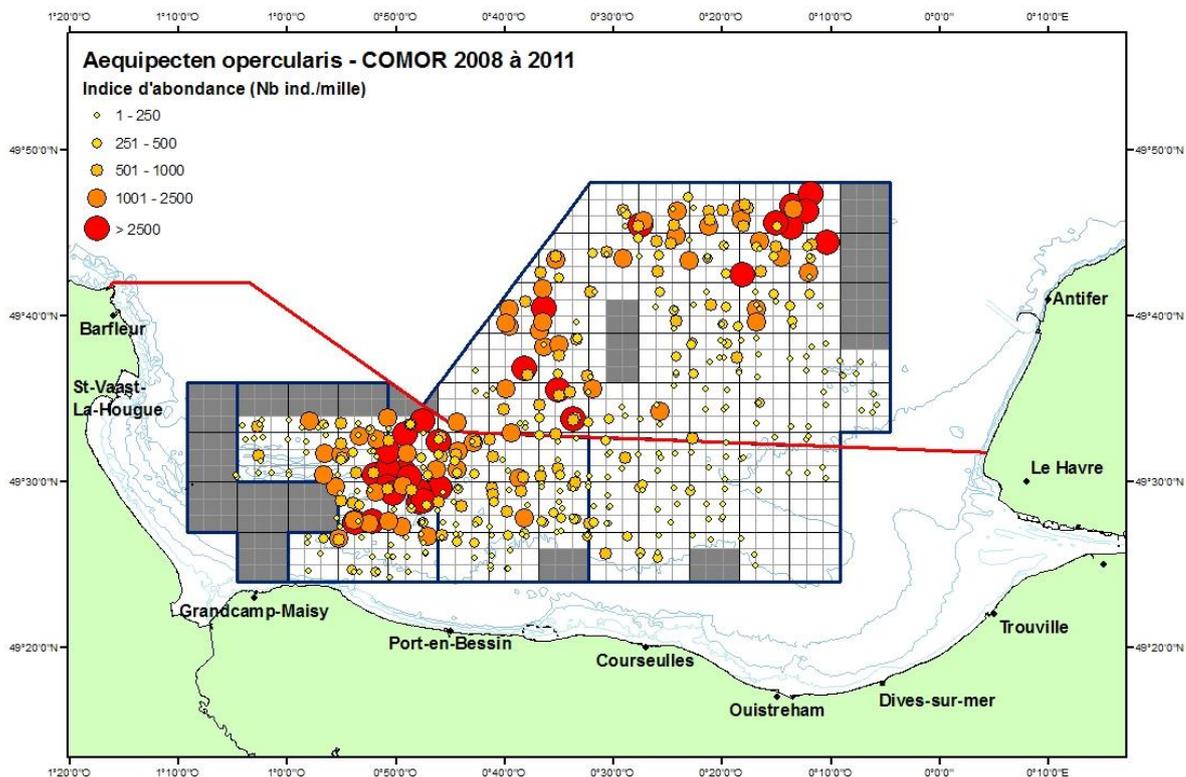
COMOR41 (1er au 18 juillet 2011)



Annexe 2 : Répartition spatiale et indices d'abondance du pétoncle vanneau (*Aequipecten opercularis*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).



c)



Aequipecten opercularis

Photo : Javier Santiago

<http://www.mer-littoral.org>

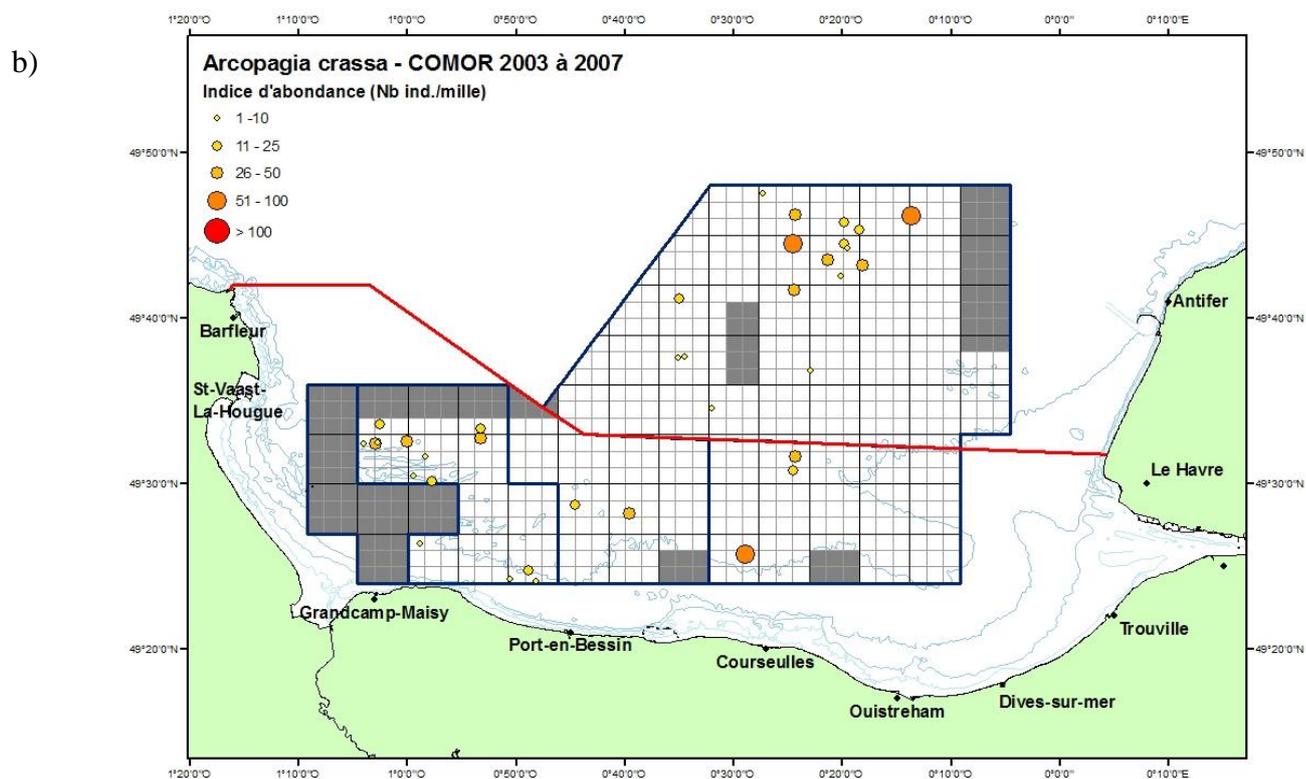
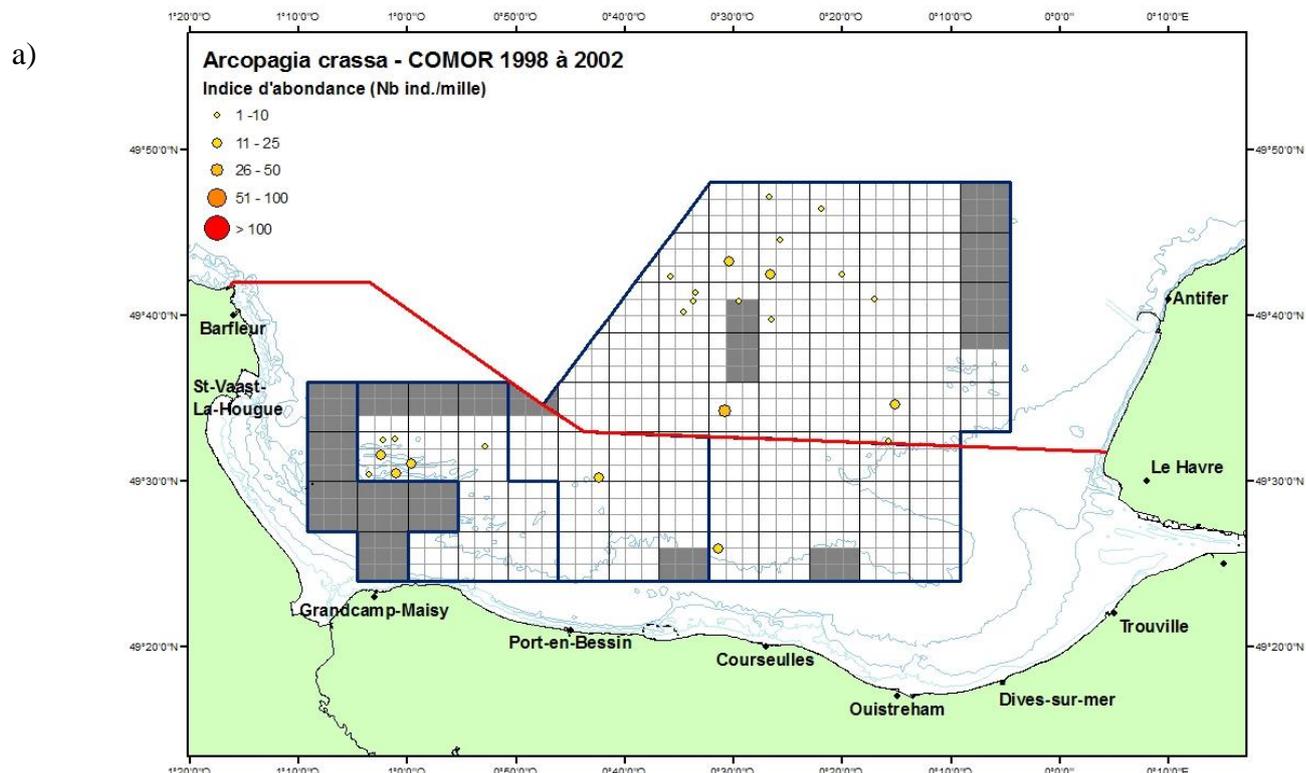


Aequipecten opercularis

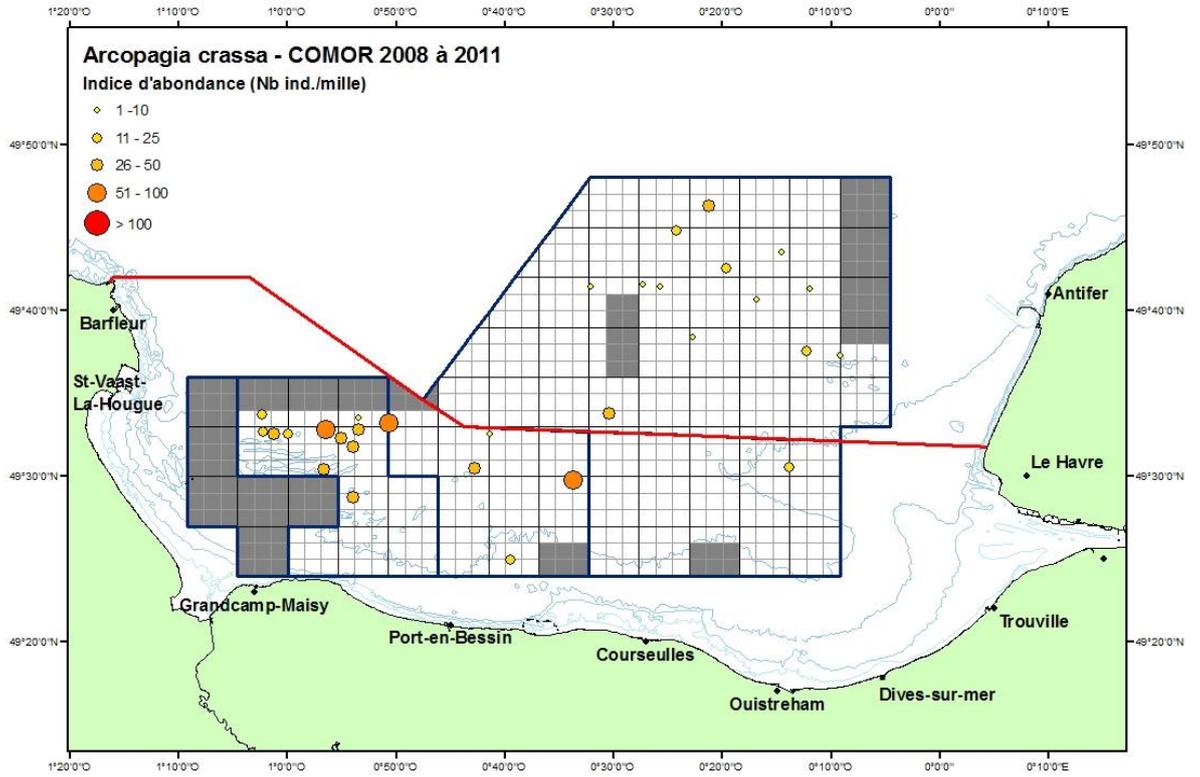
Photo : Sandra SOHIER

<http://doris.ffesm.fr>

Annexe 3 : Répartition spatiale et indices d'abondance de la télline épaisse (*Arcopagia crassa*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).



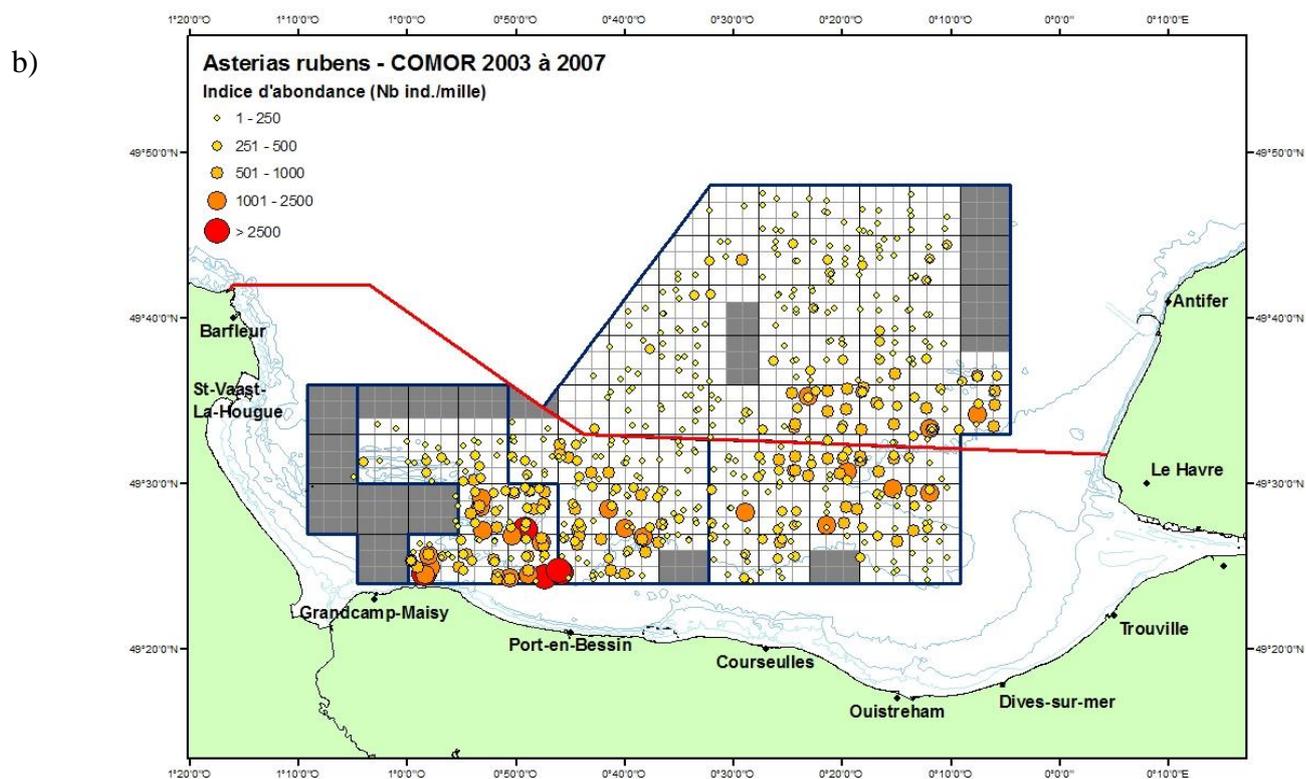
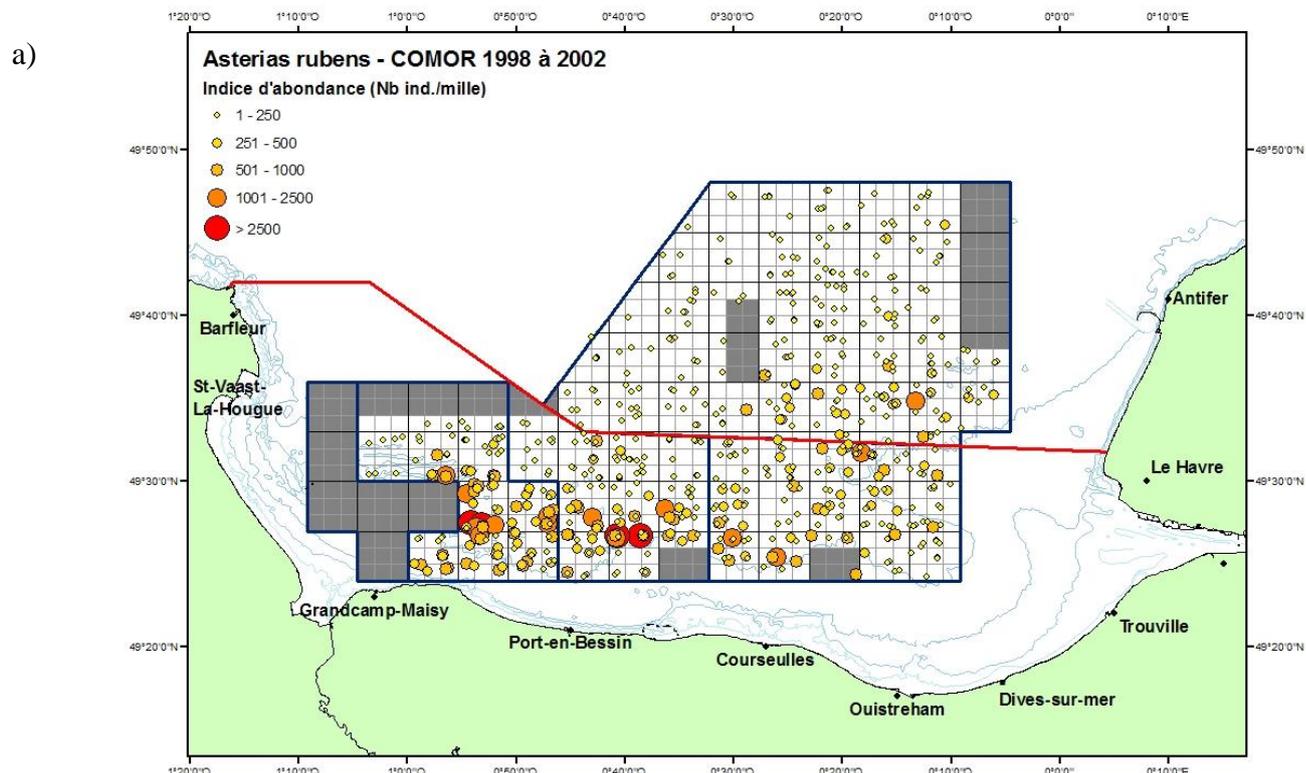
c)



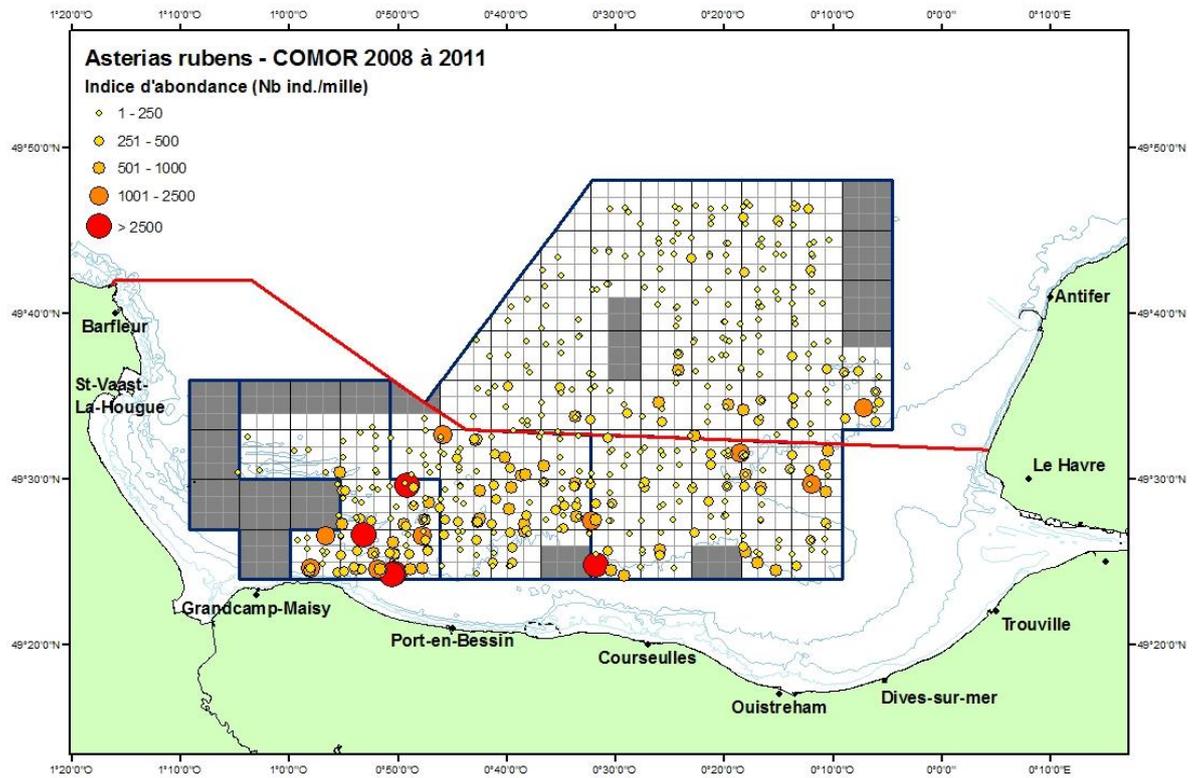
Arcopagia crassa

Photo : <http://www.nature22.com>

Annexe 4 : Répartition spatiale et indices d'abondance de l'étoile de mer (*Asterias rubens*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).



c)

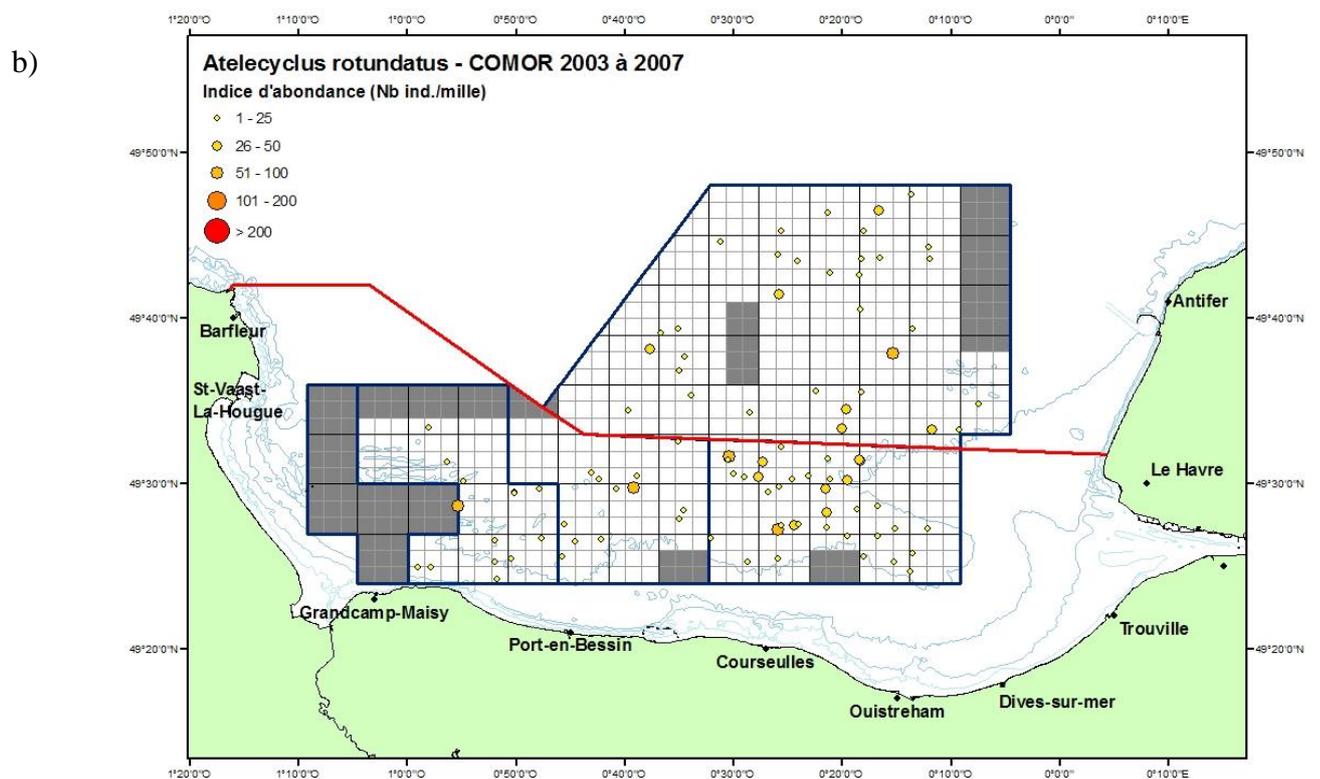
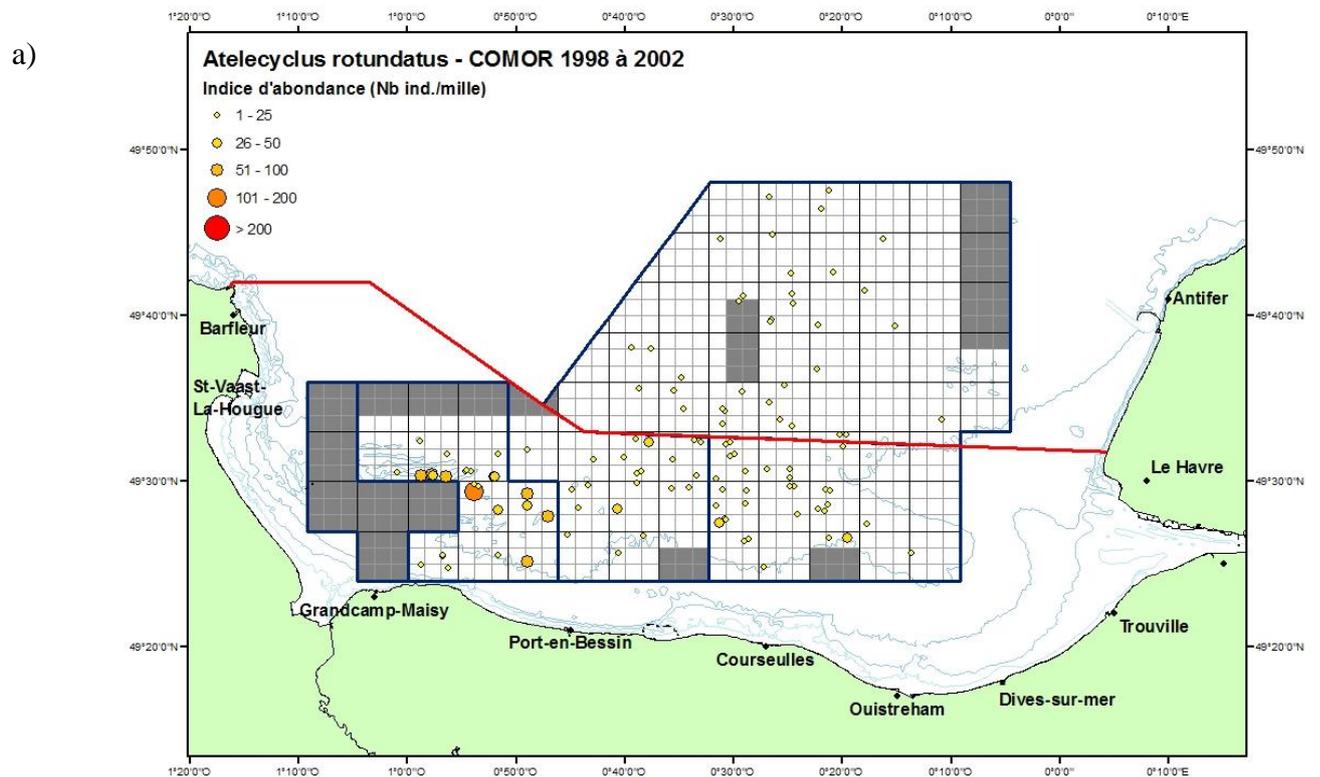


Asterias rubens

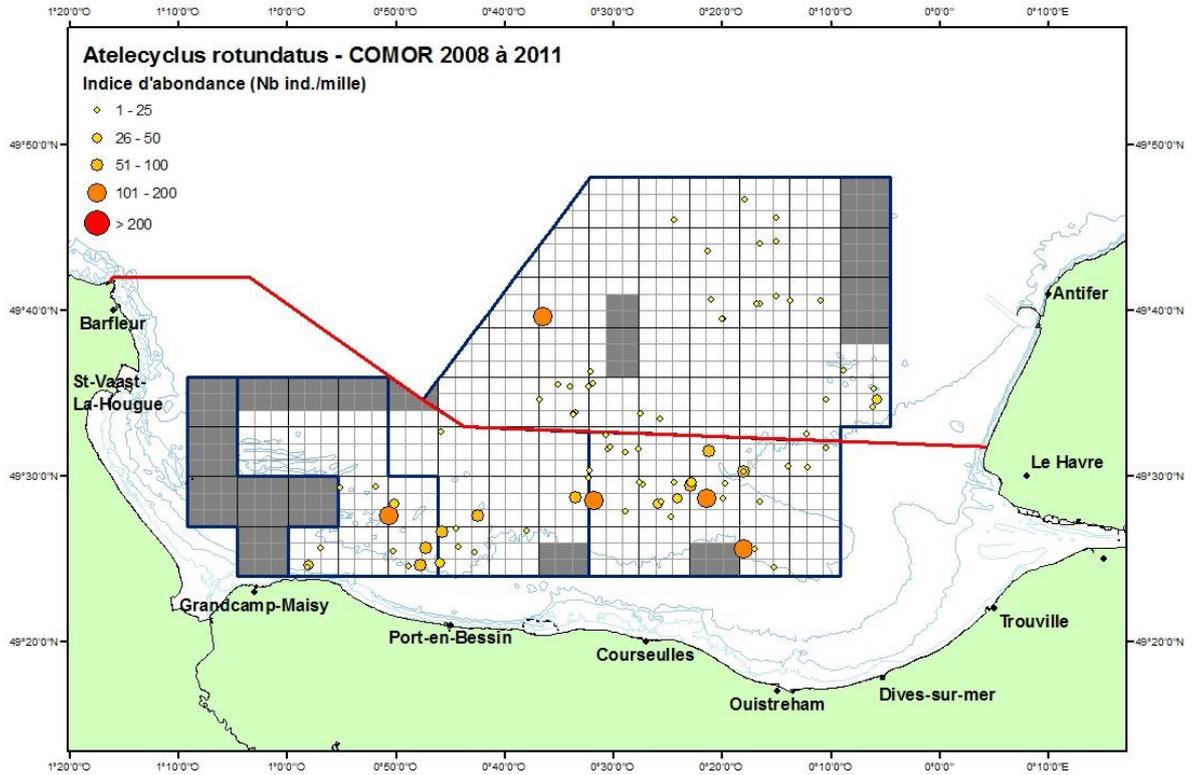
Photo : Laurent SPYCHALA

<http://doris.ffessm.fr>

Annexe 5 : Répartition spatiale et indices d'abondance du crabe circulaire (*Atelecyclus rotundatus*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).

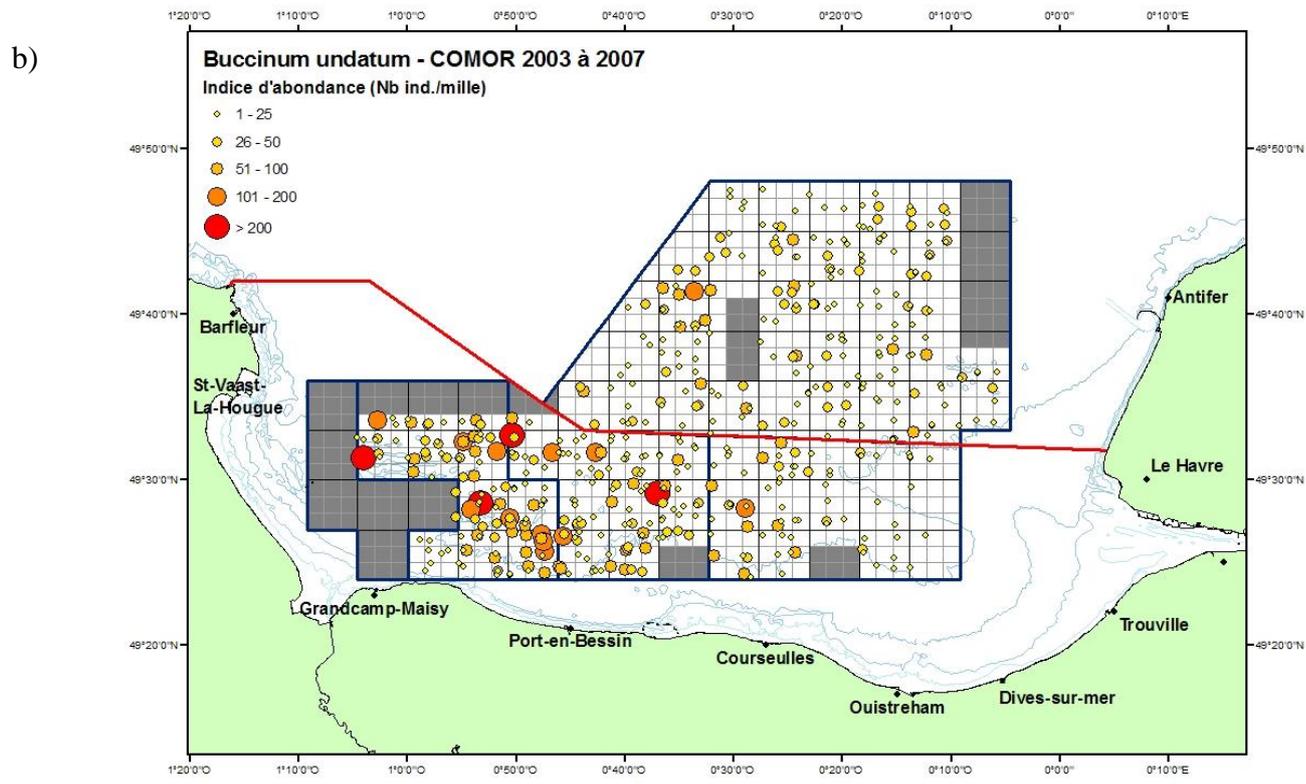
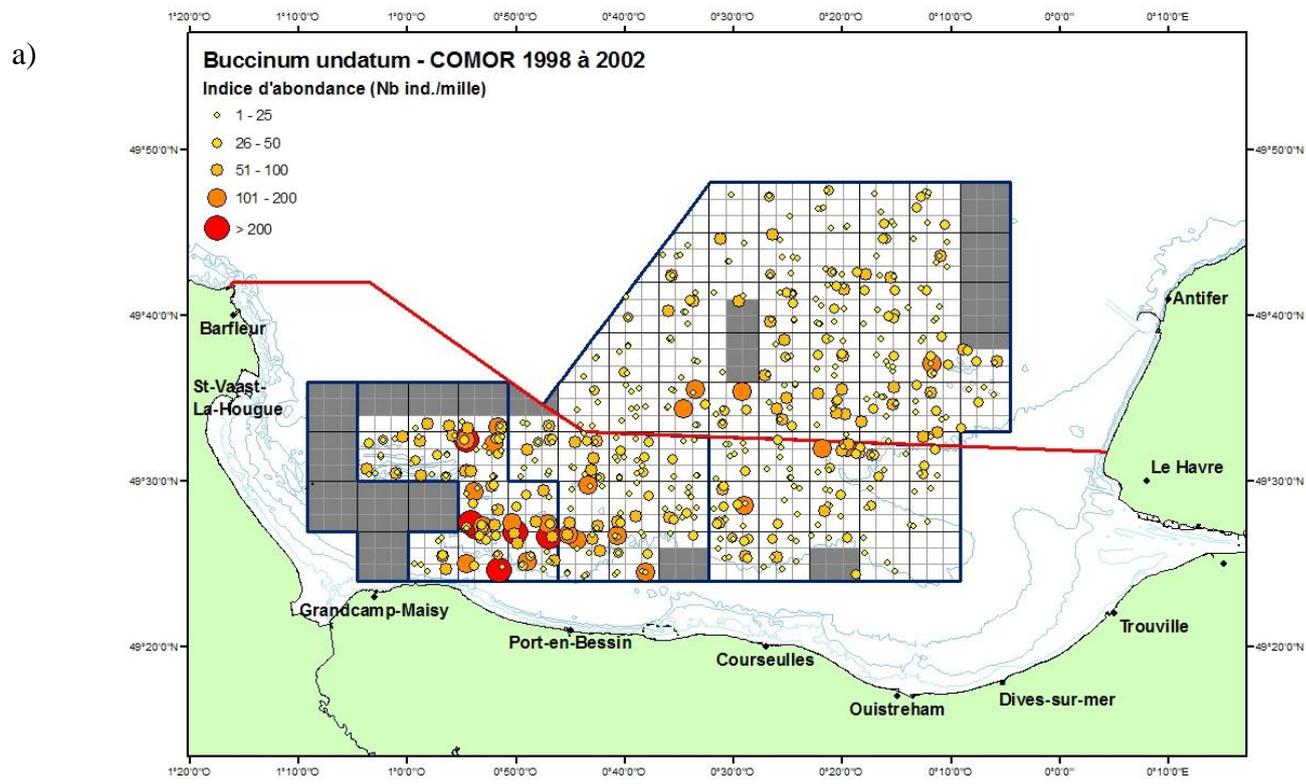


c)

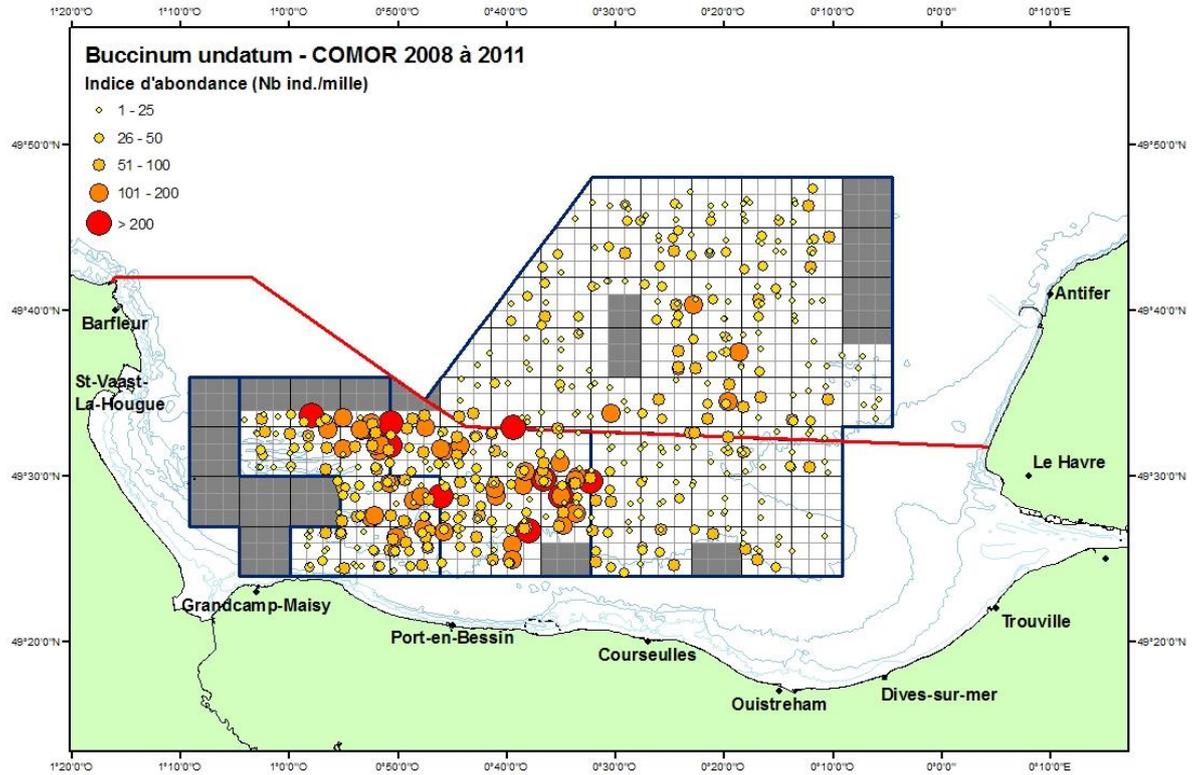


Atelecyclus rotundatus
 Photo : Bay-Nouailhat
<http://www.mer-littoral.org>

Annexe 6 : Répartition spatiale et indices d'abondance du buccin (*Buccinum undatum*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).



c)

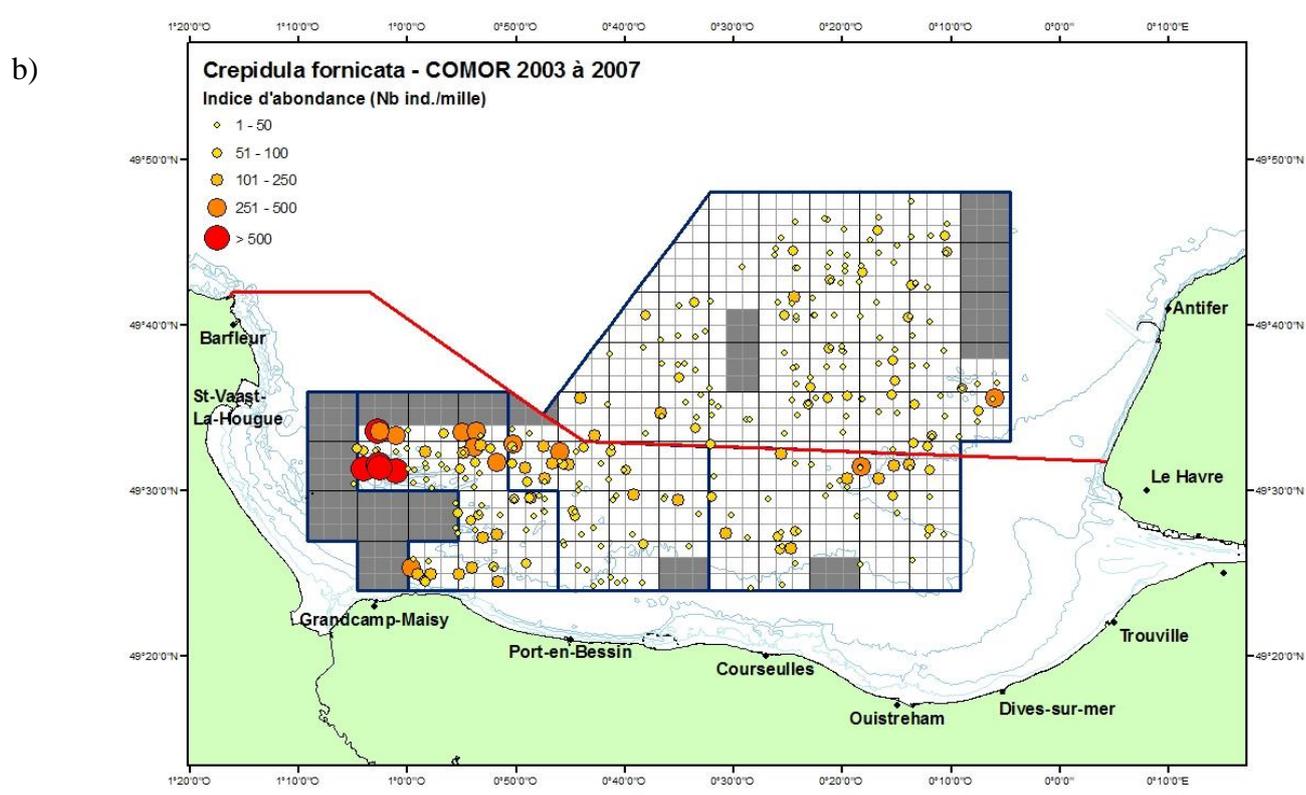
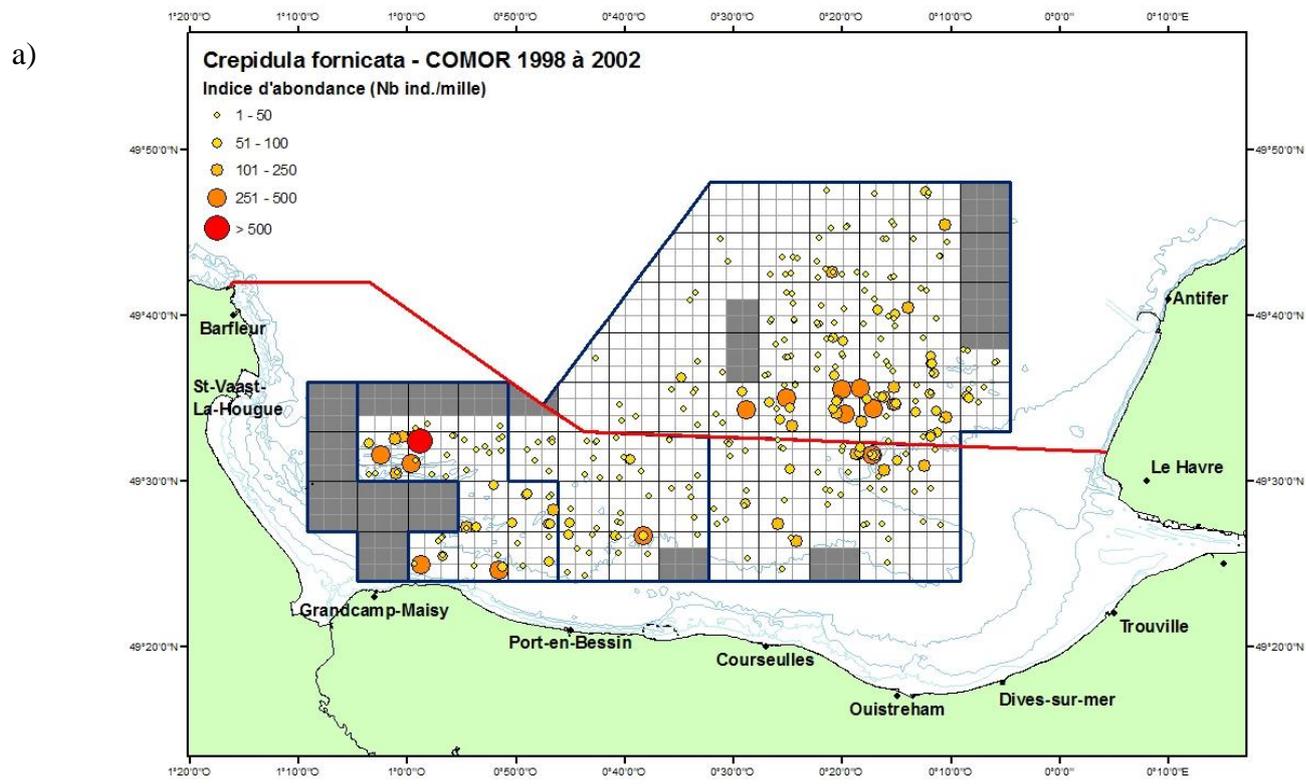


Buccinum undatum

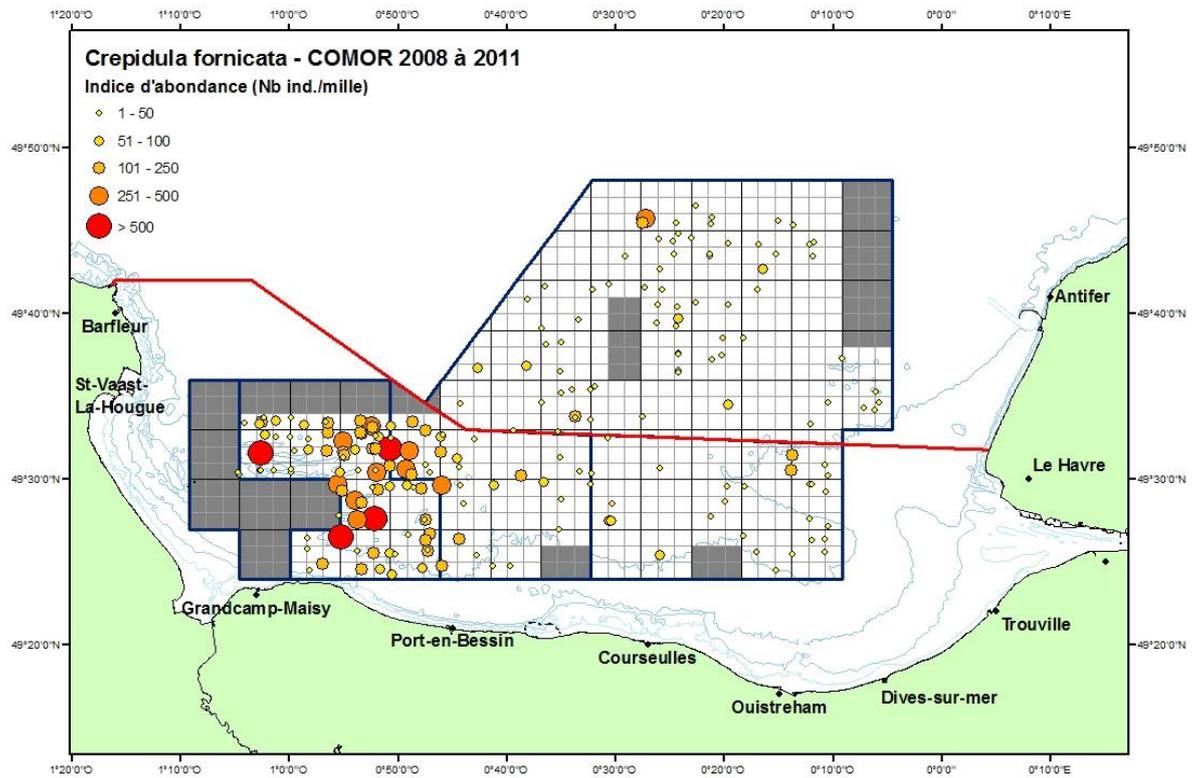
Photo : JONKER Corina

<http://doris.ffessm.fr>

Annexe 7 : Répartition spatiale et indices d'abondance de la crépidule (*Crepidula fornicata*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).



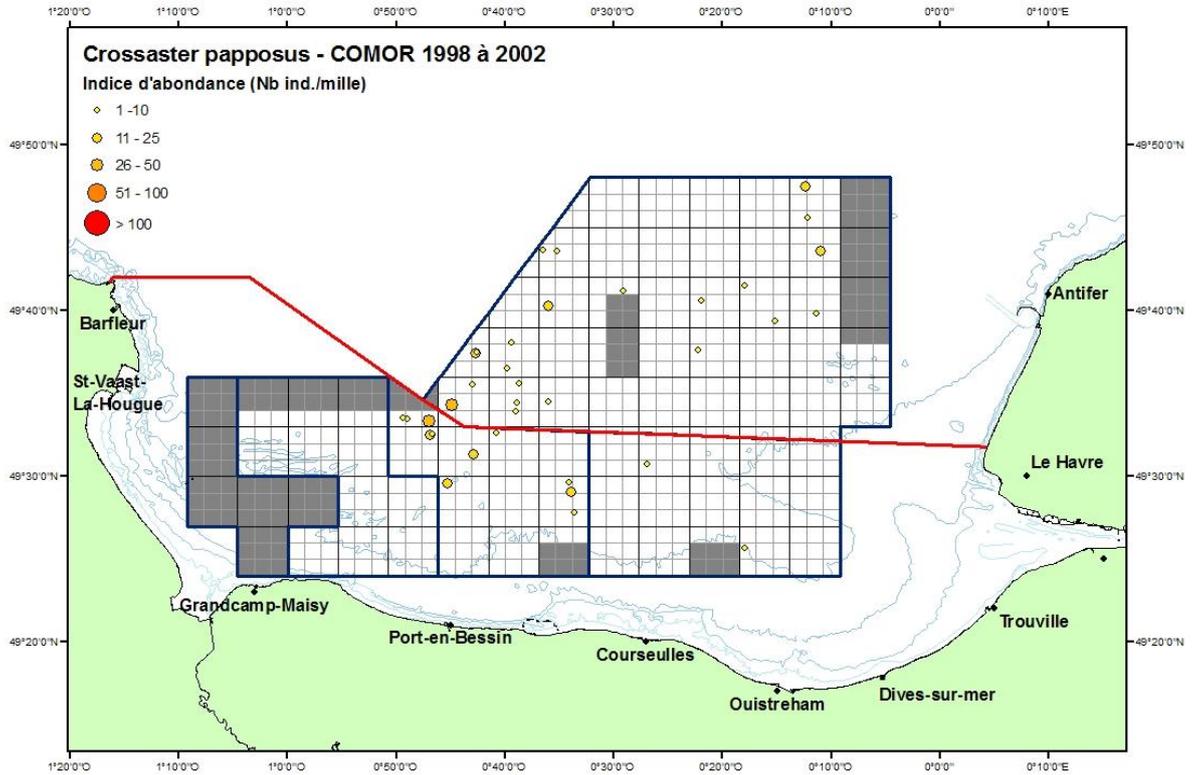
c)



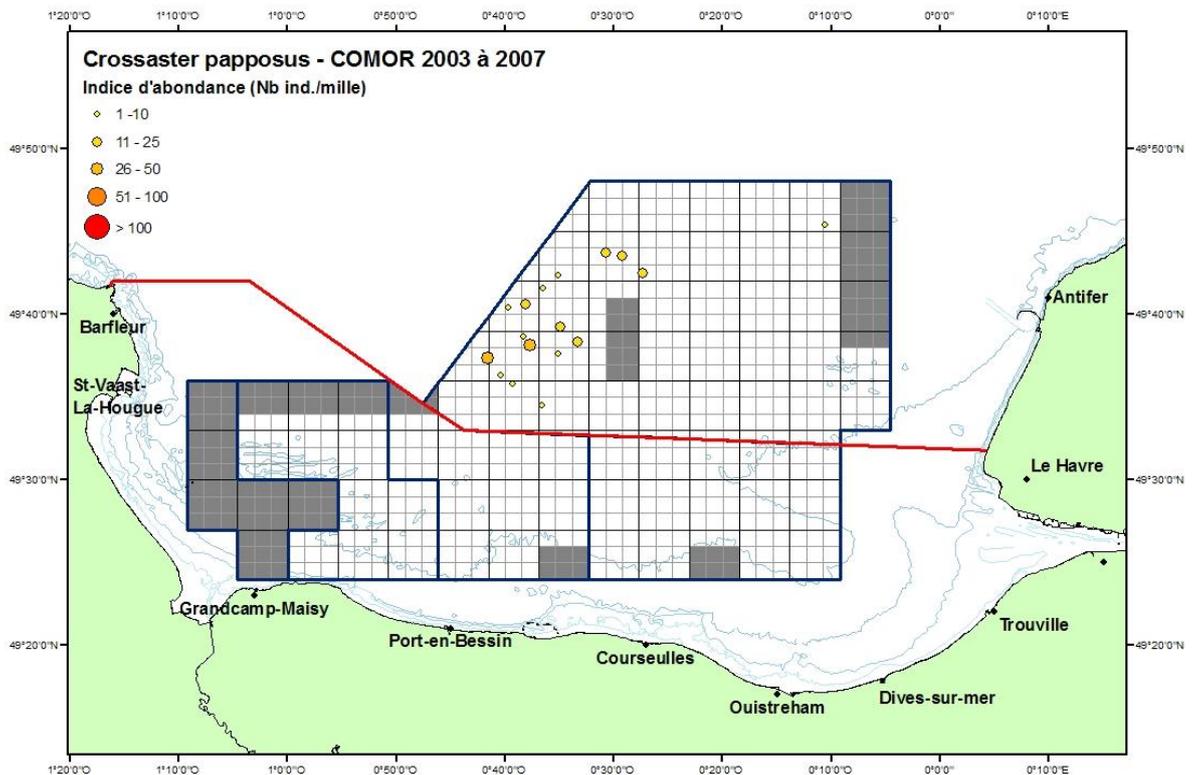
Crepidula fornicata
 Photo : Bay-Nouailhat
<http://www.mer-littoral.org>

Annexe 8 : Répartition spatiale et indices d'abondance de l'étoile crossasters (*Crossaster papposus*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).

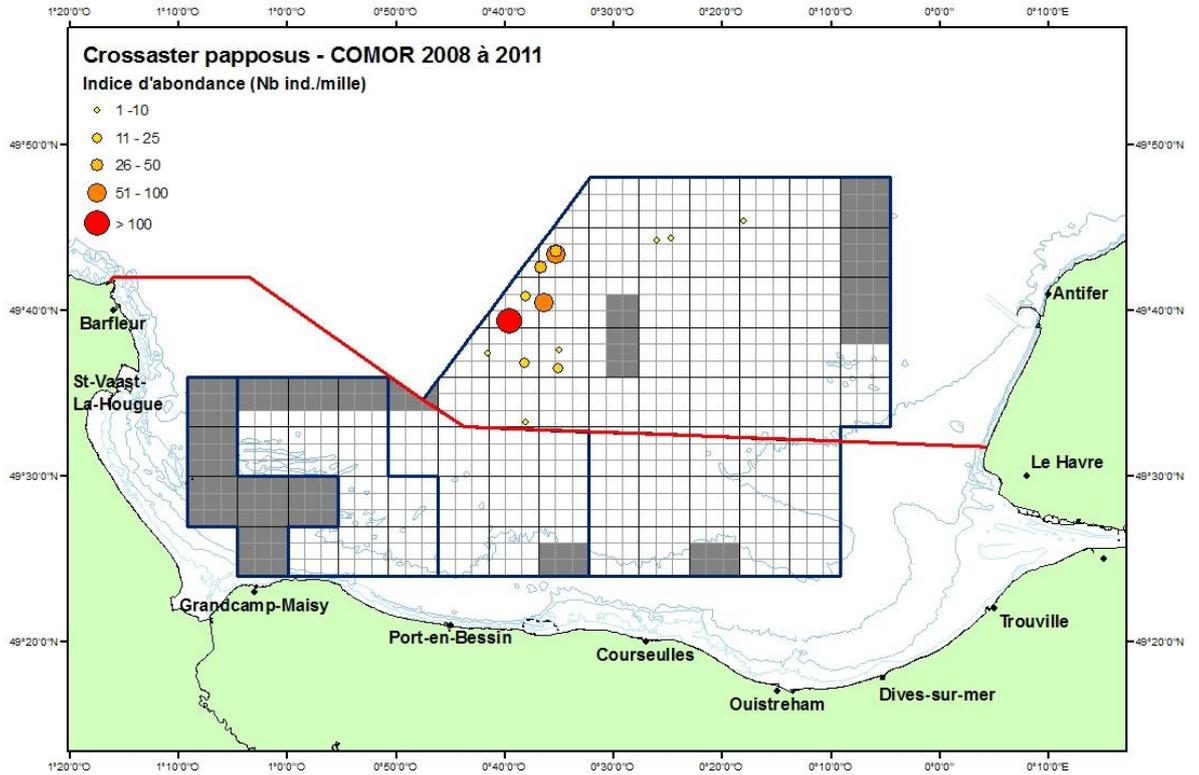
a)



b)



c)

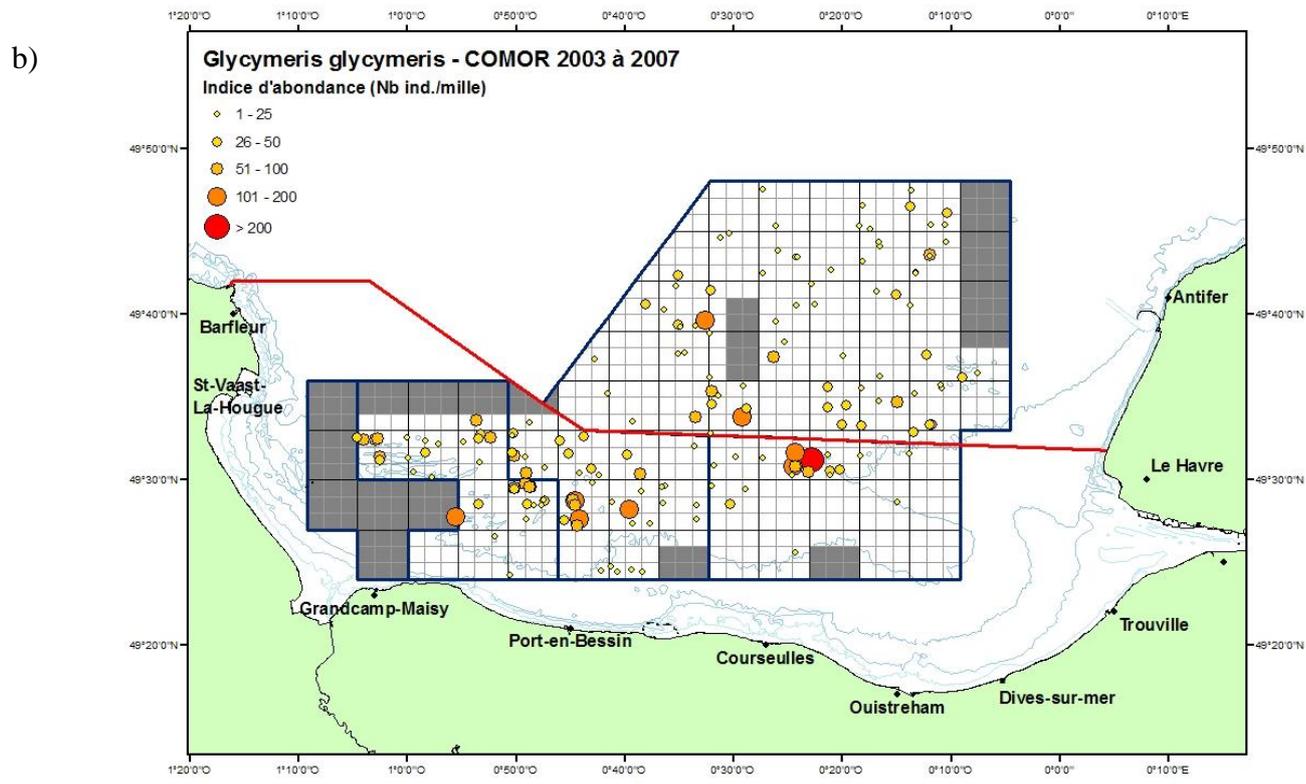
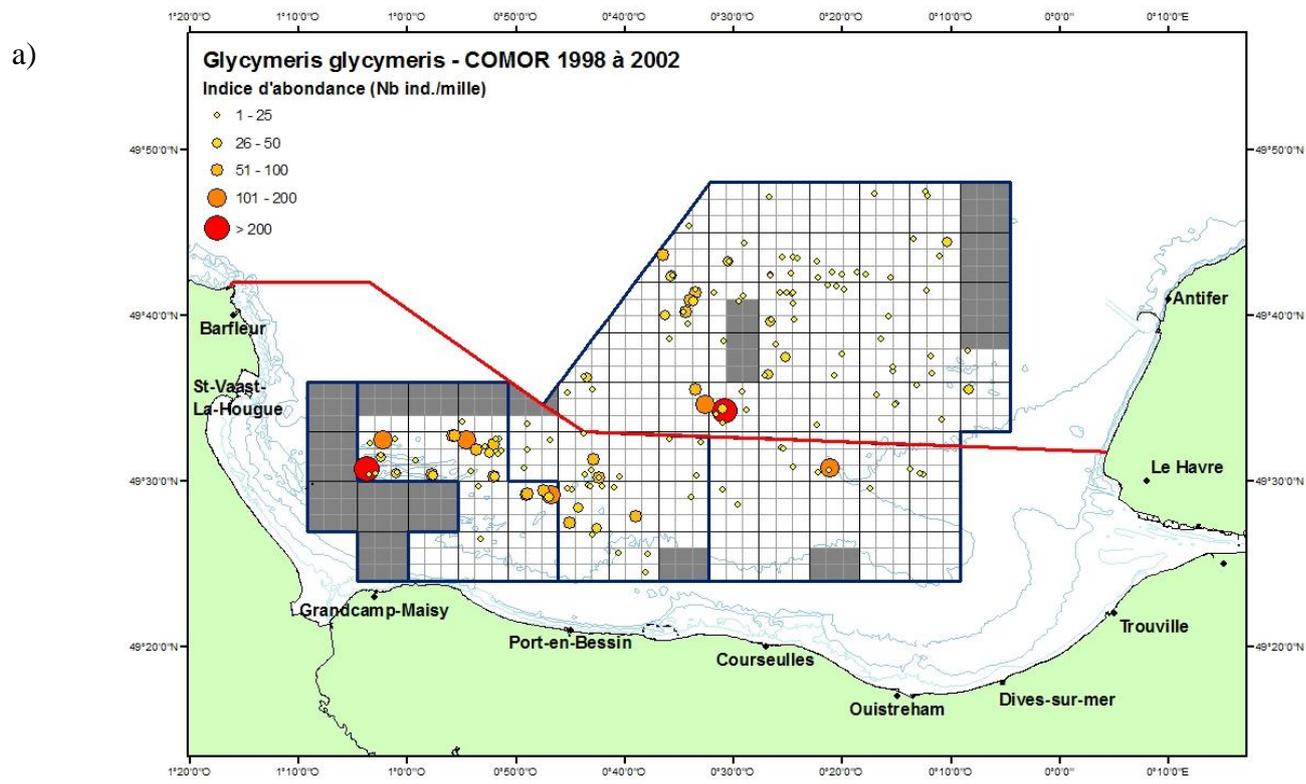


Crossaster papposus

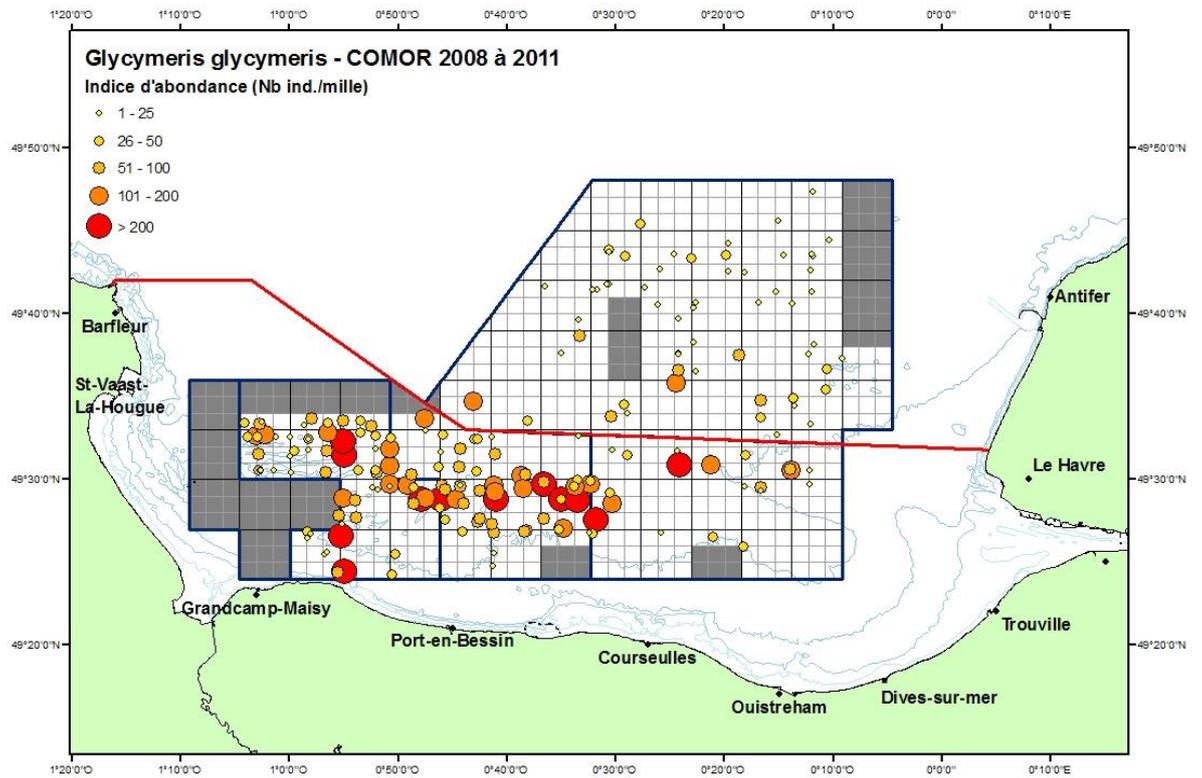
Photo : Maurice Loir

<http://www.mer-littoral.org>

Annexe 9 : Répartition spatiale et indices d'abondance de l'amande (*Glycymeris glycymeris*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).



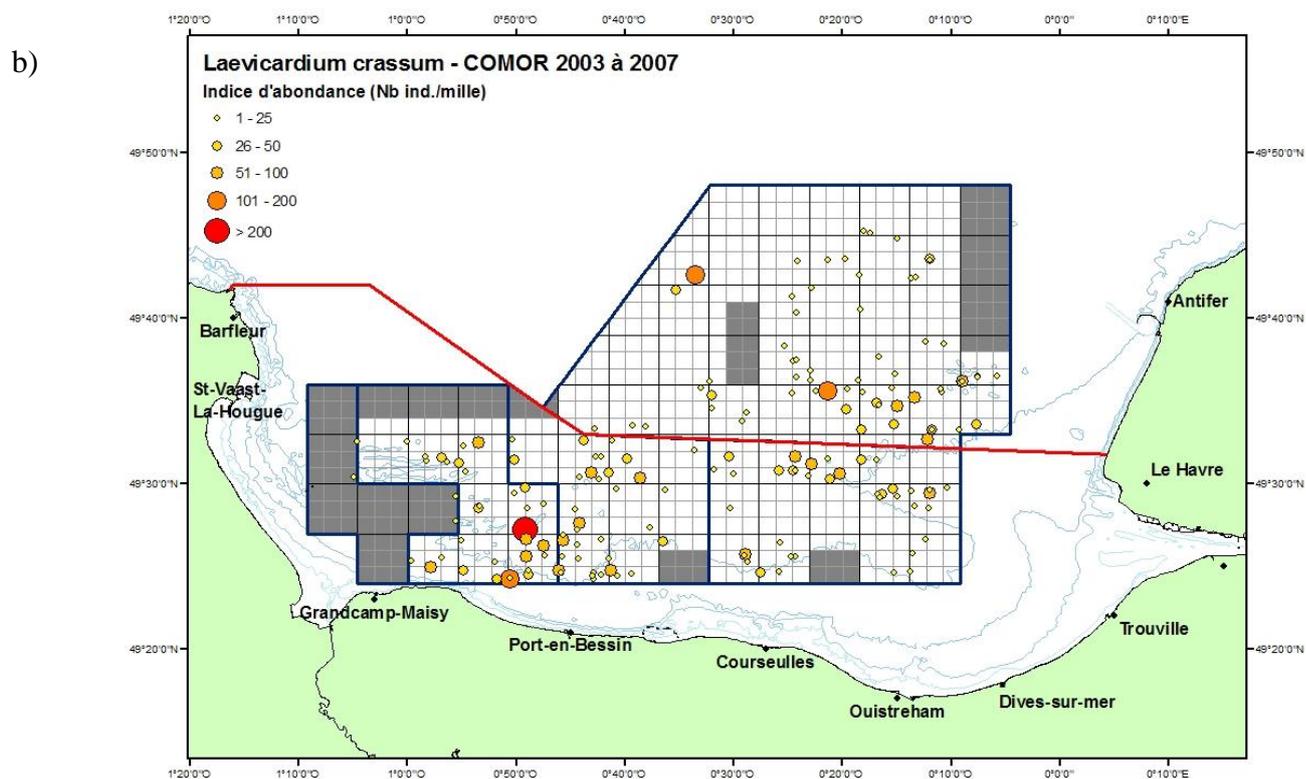
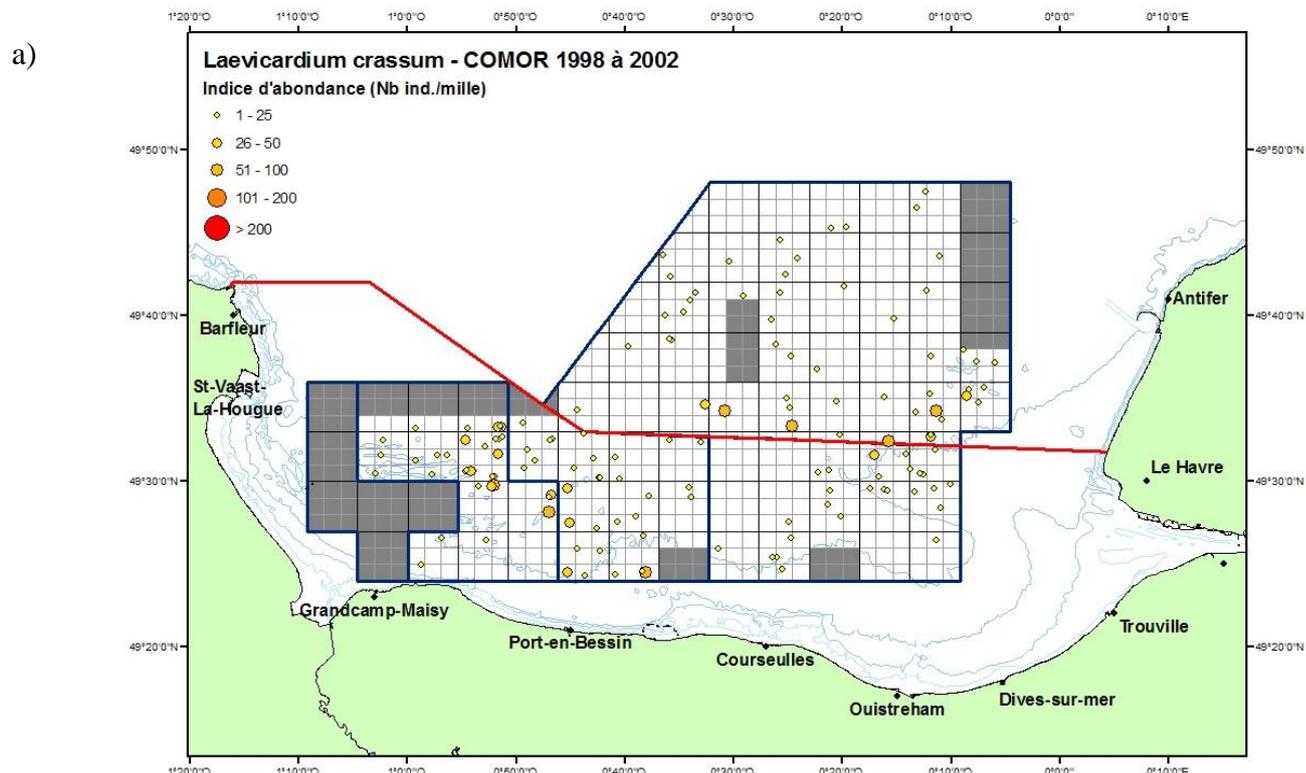
c)



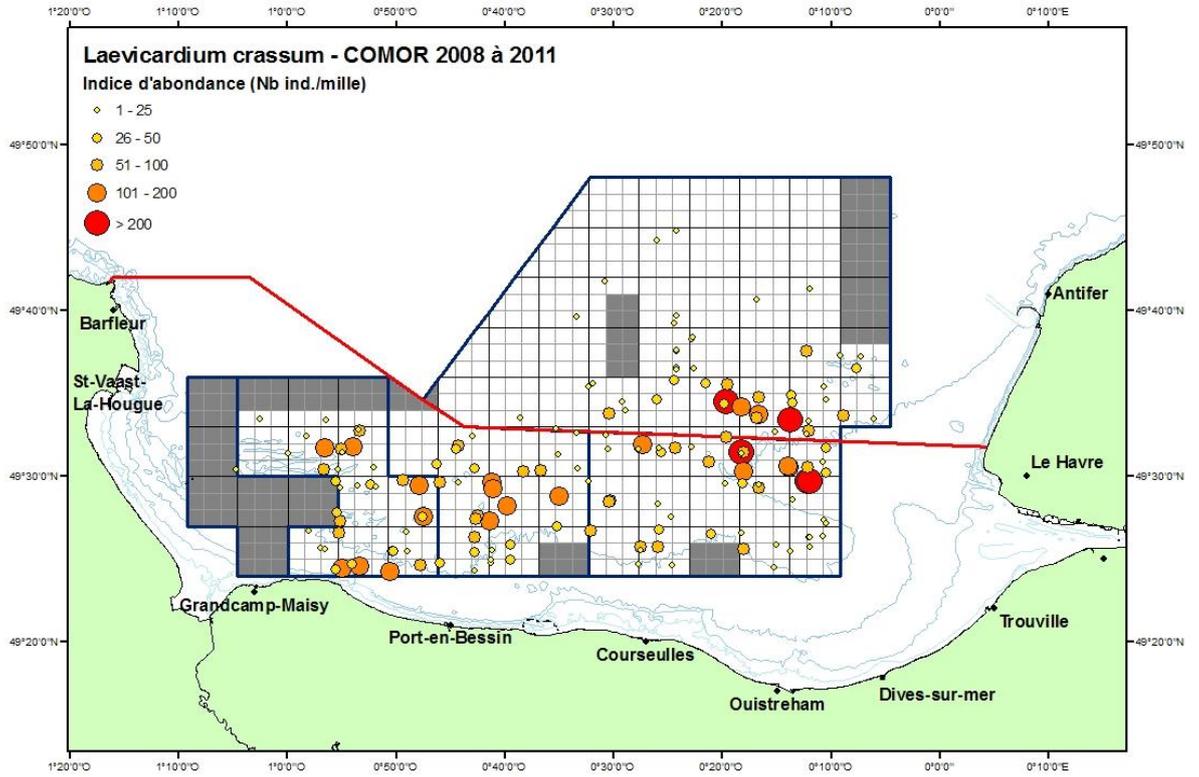
doris.ffessm.fr © Philippe LE GRANCHÉ

Glycymeris glycymeris
 Photo : Philippe LE GRANCHÉ
<http://doris.ffessm.fr>

Annexe 10 : Répartition spatiale et indices d'abondance de la buccarde lisse (*Laevicardium crassum*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).

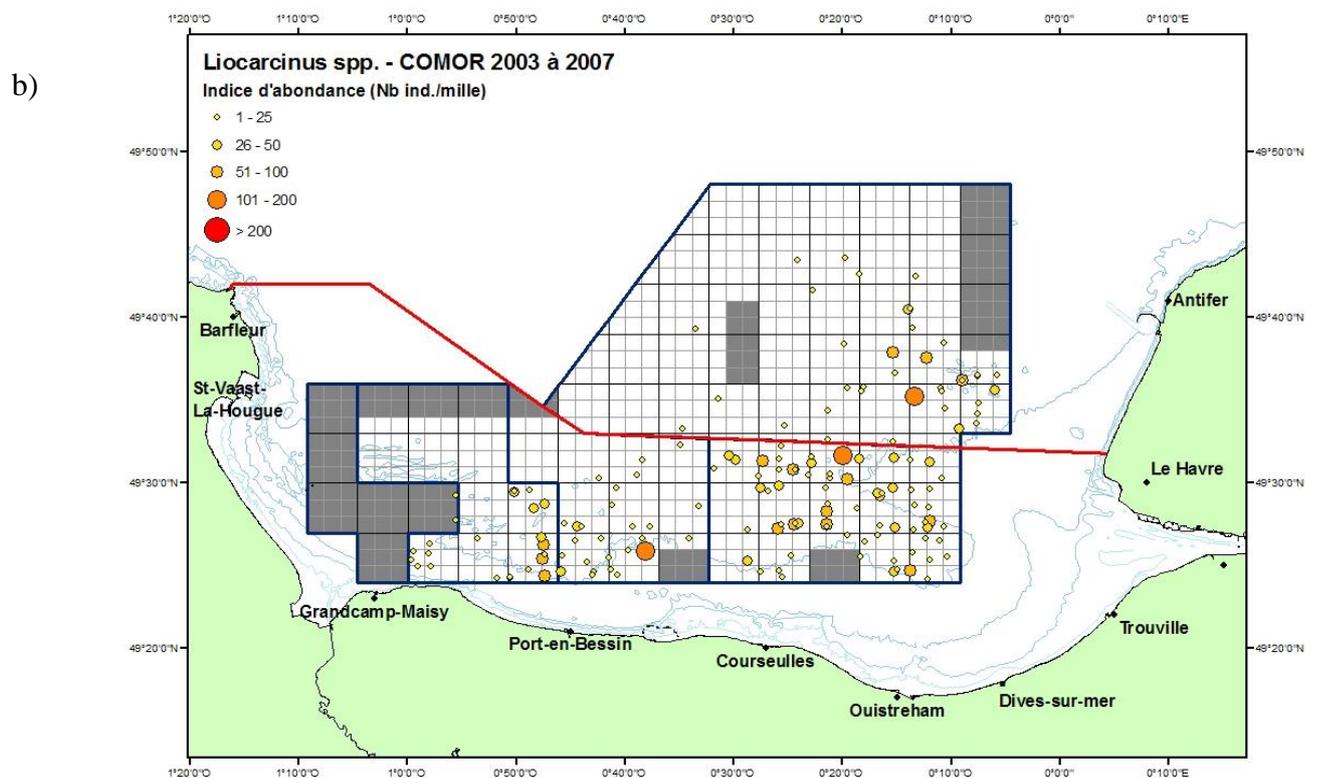
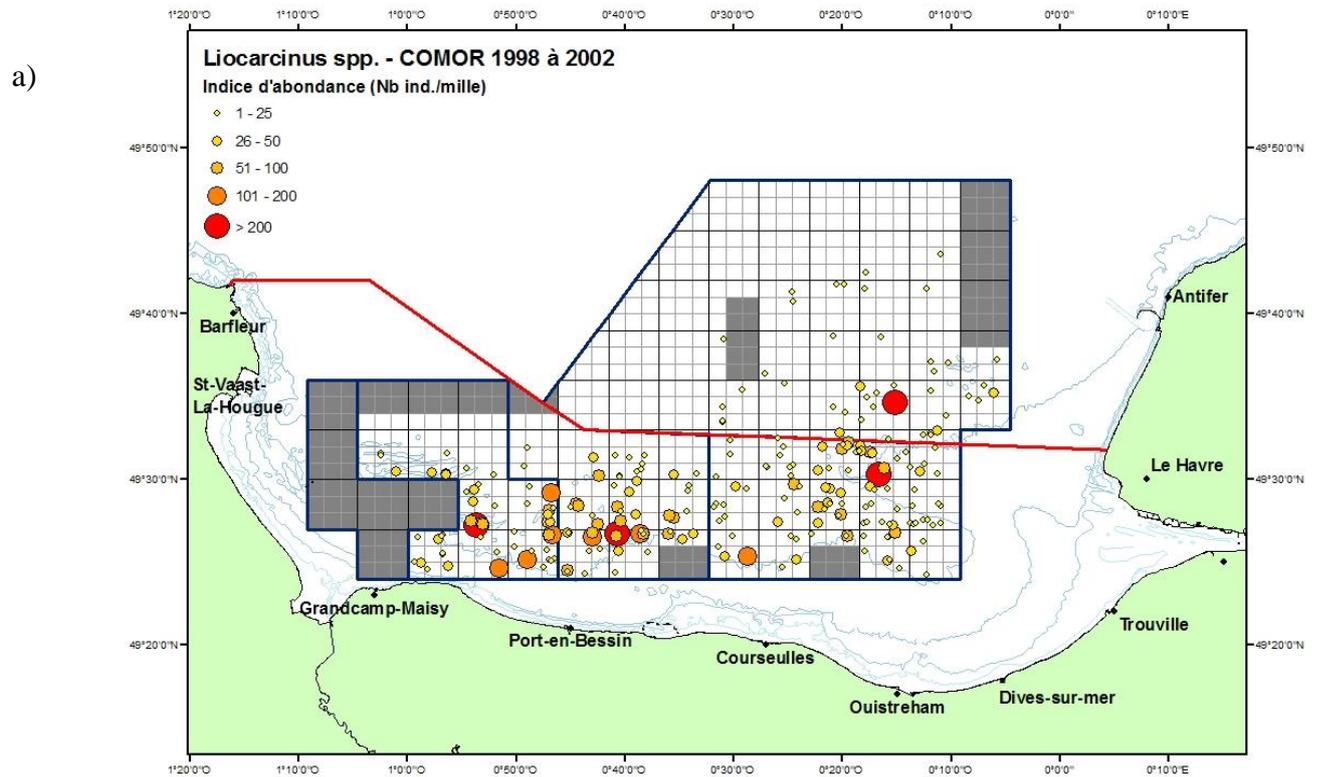


c)

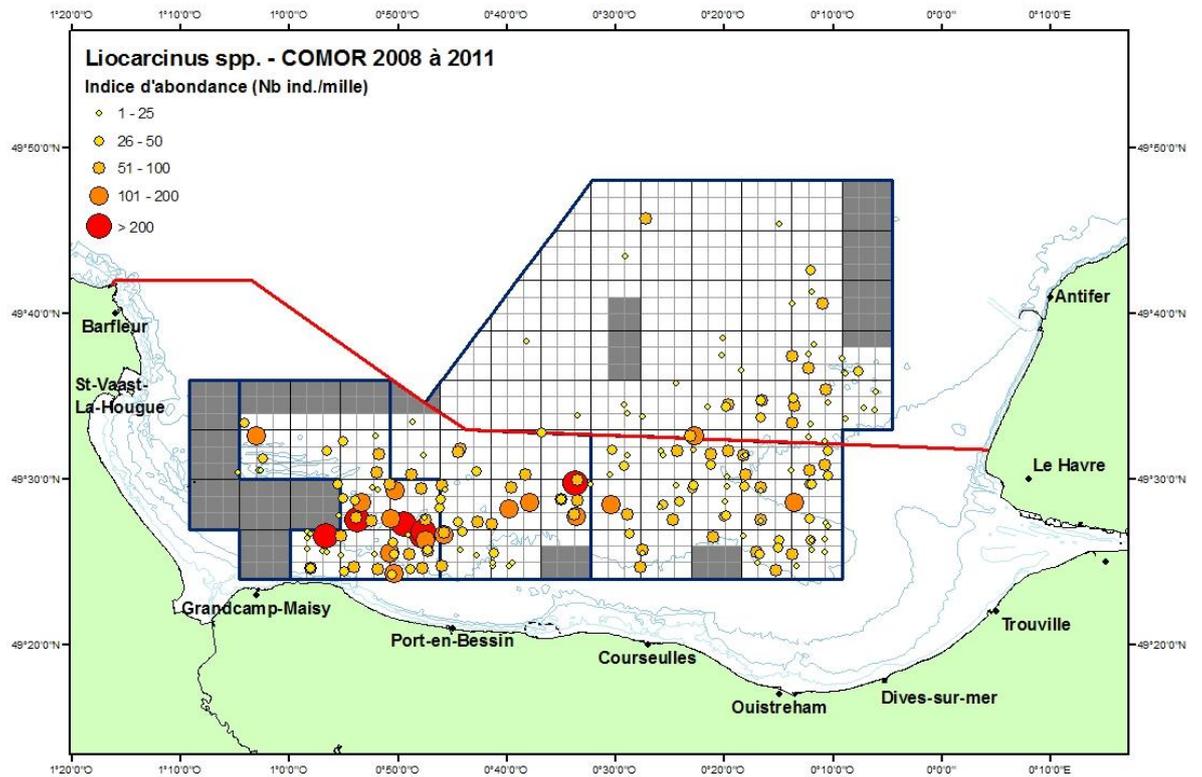


Laevicardium crassum
 Photo : <http://www.nature22.com>

Annexe 11 : Répartition spatiale et indices d'abondance des crabes nageurs (*Liocarcinus spp.*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).



c)



Liocarcinus depurator



Liocarcinus holsatus



Liocarcinus pusillus

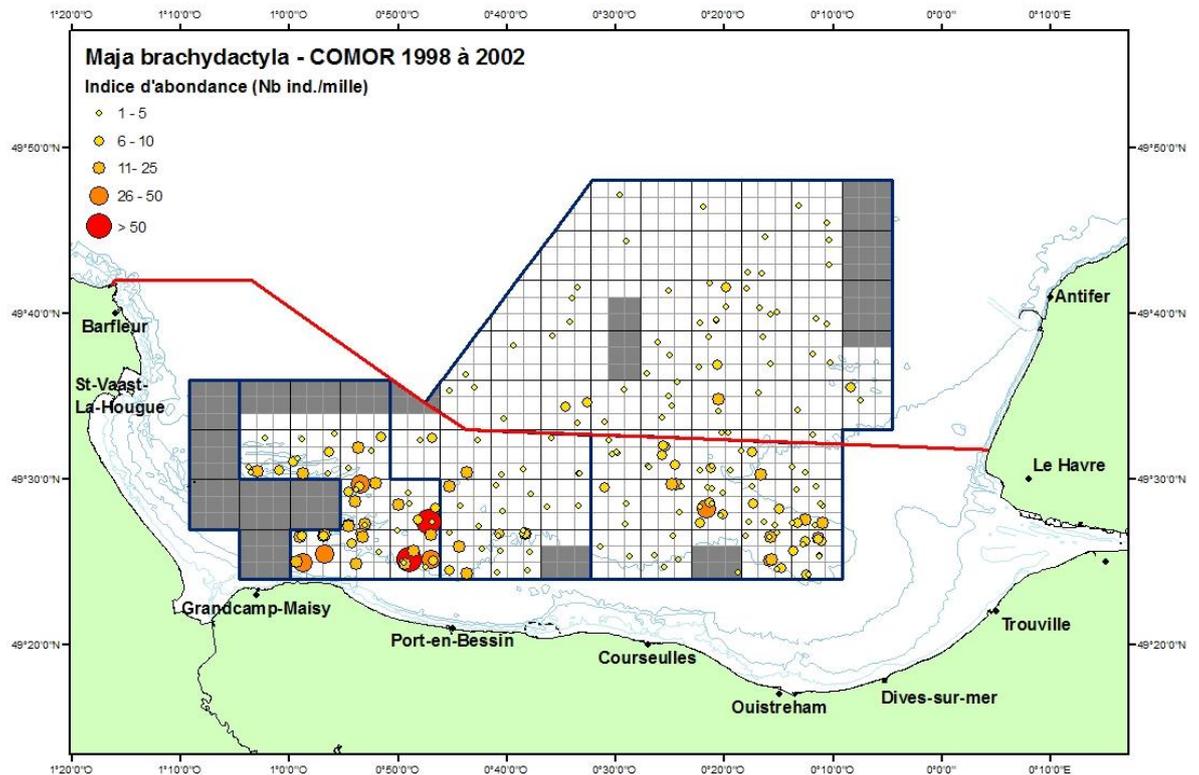


Liocarcinus marmoreus

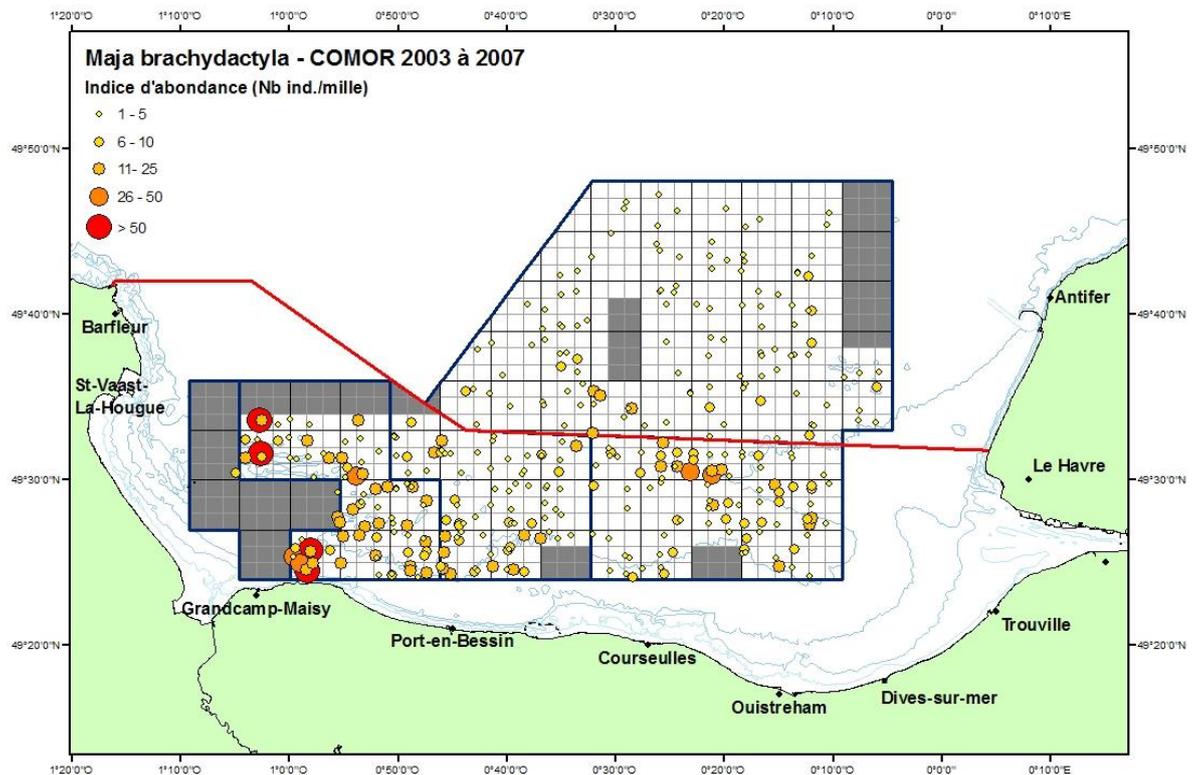
Photos : <http://fr.wikipedia.org>

Annexe 12 : Répartition spatiale et indices d'abondance de l'araignée (*Maja brachydactyla*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).

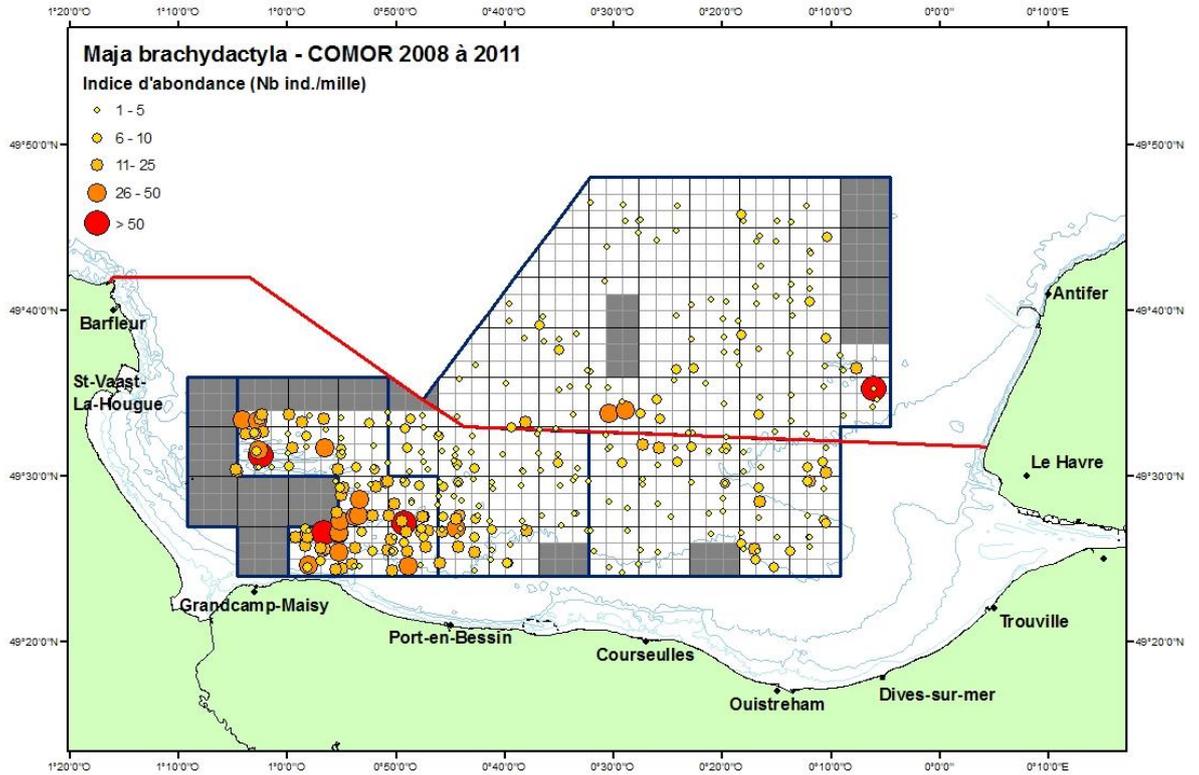
a)



b)

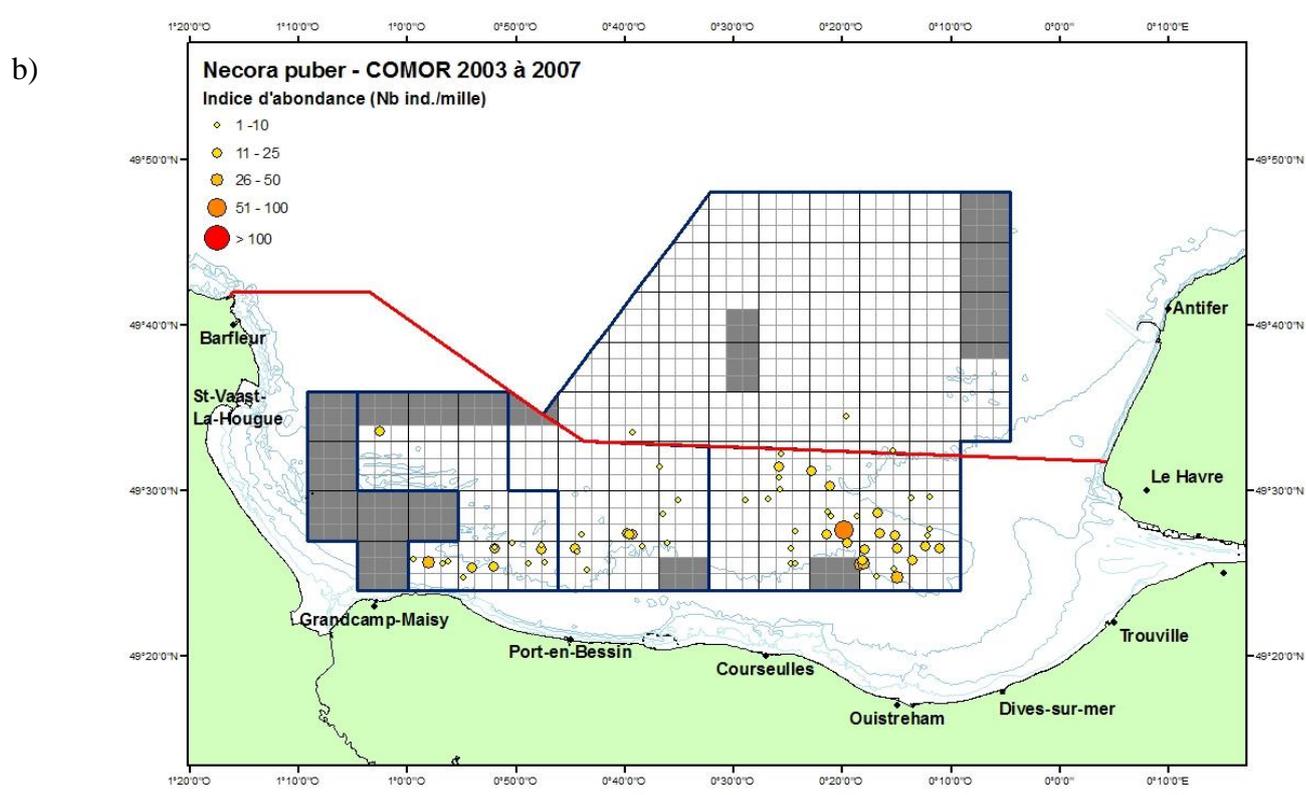
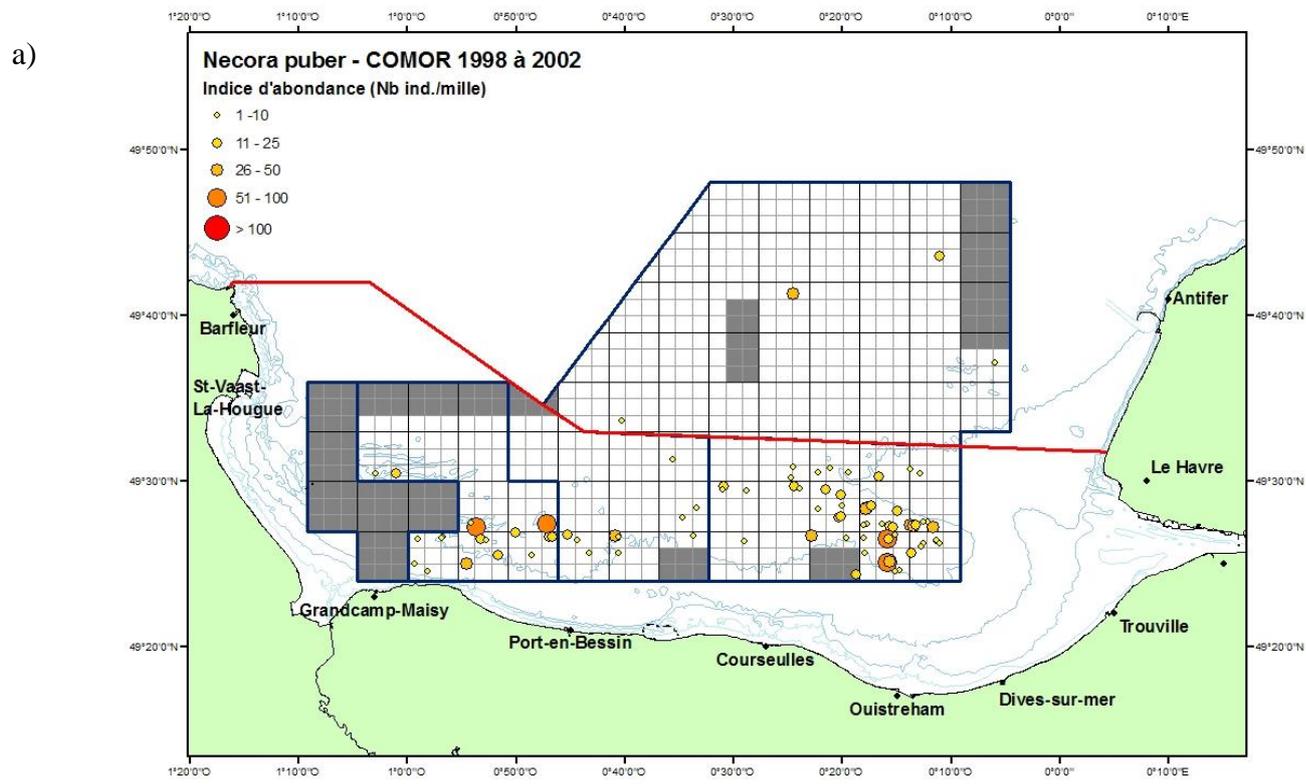


c)

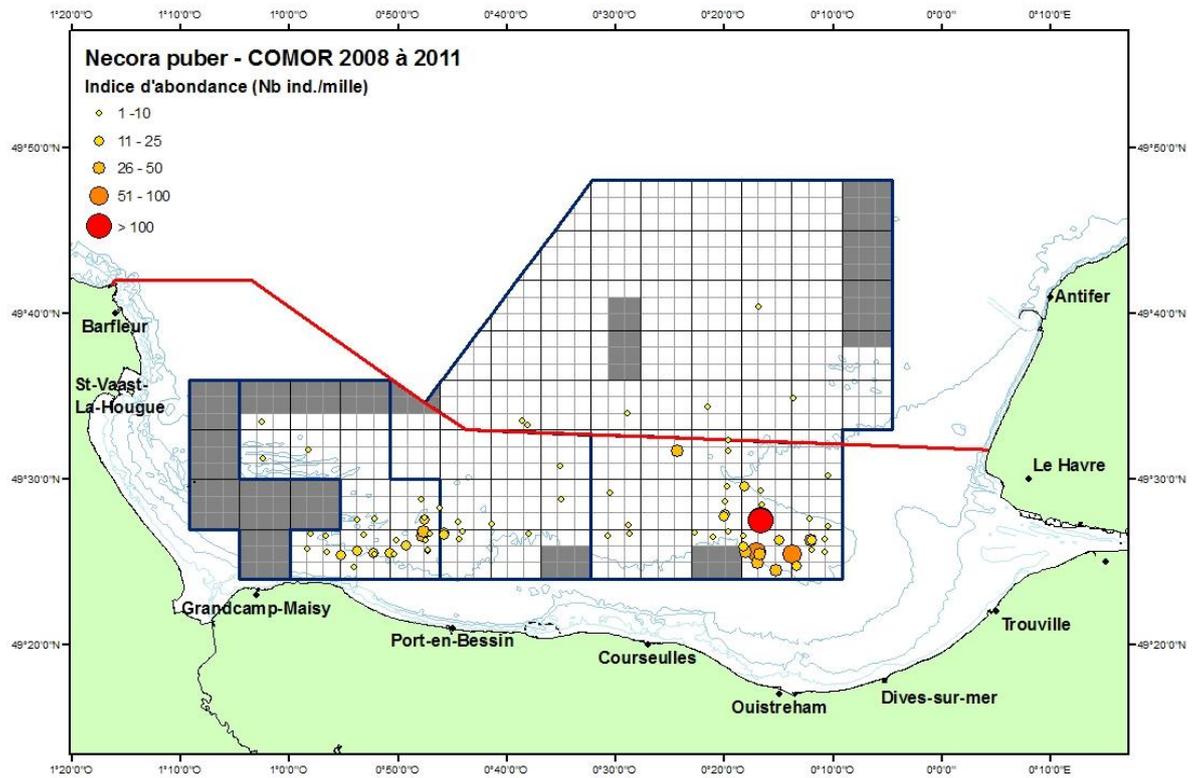


Maja brachydactyla
 Photo : <http://fr.wikipedia.org>

Annexe 13 : Répartition spatiale et indices d'abondance de l'étrille (*Necora puber*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).



c)

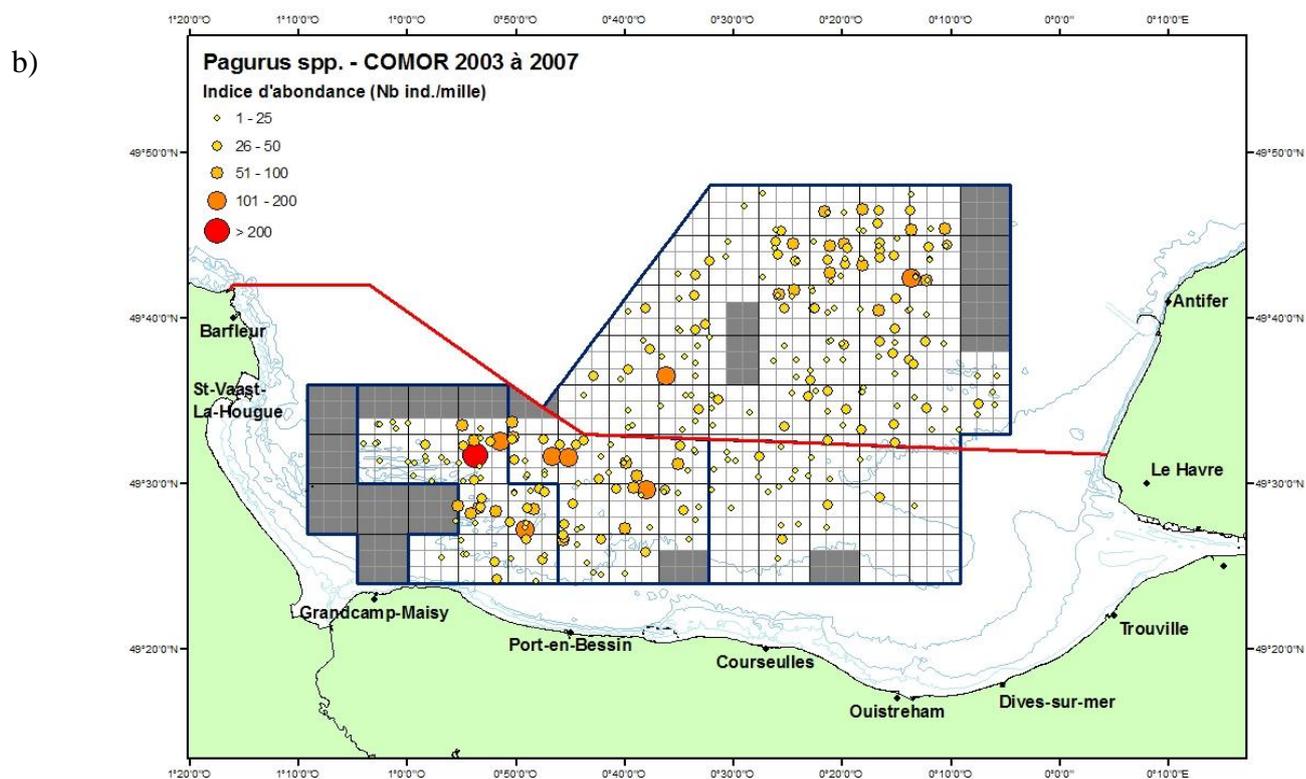
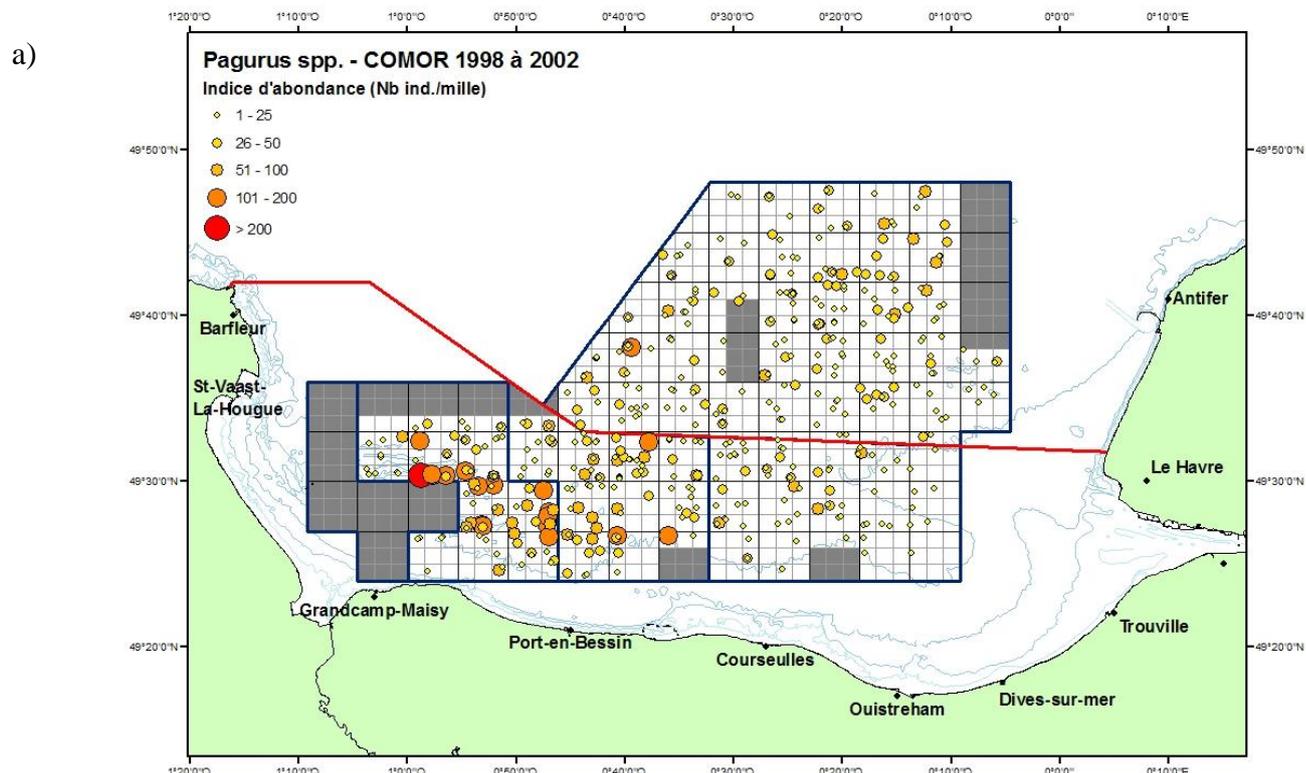


Necora puber

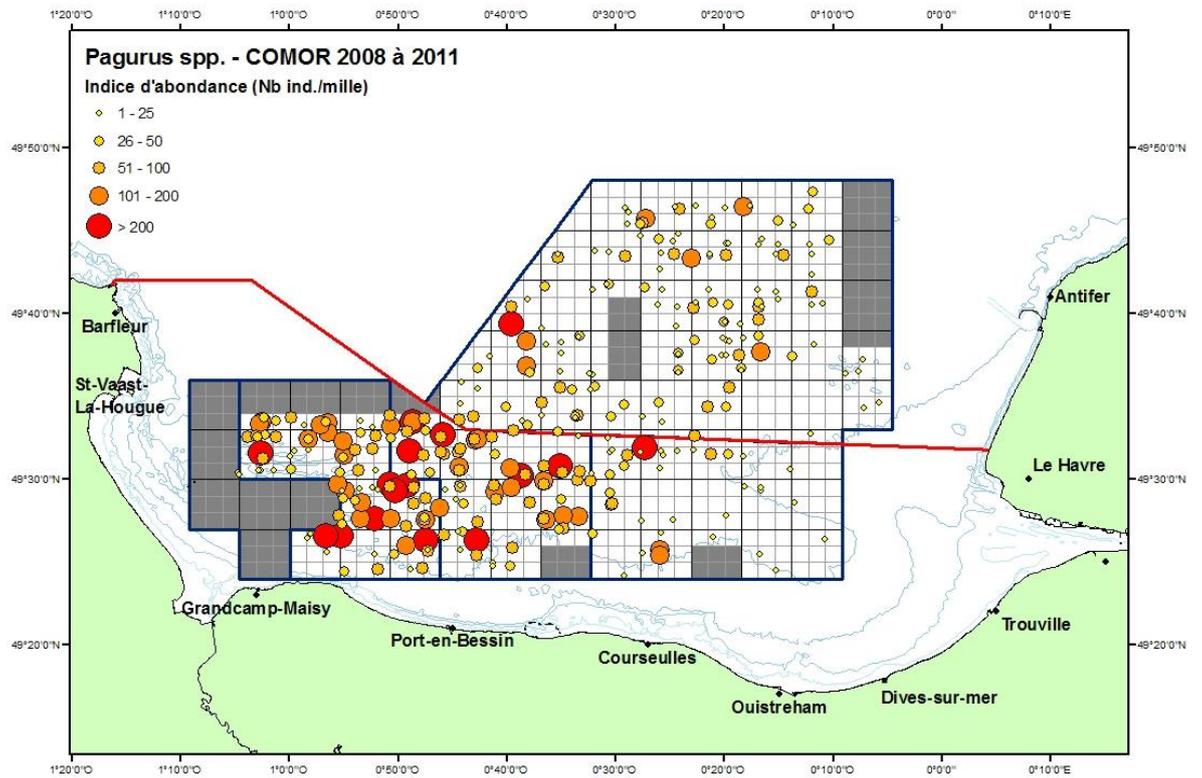
Photo : Nicolas PERRIN

<http://doris.ffessm.fr>

Annexe 14 : Répartition spatiale et indices d'abondance des pagures (*Pagurus spp.*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).



c)



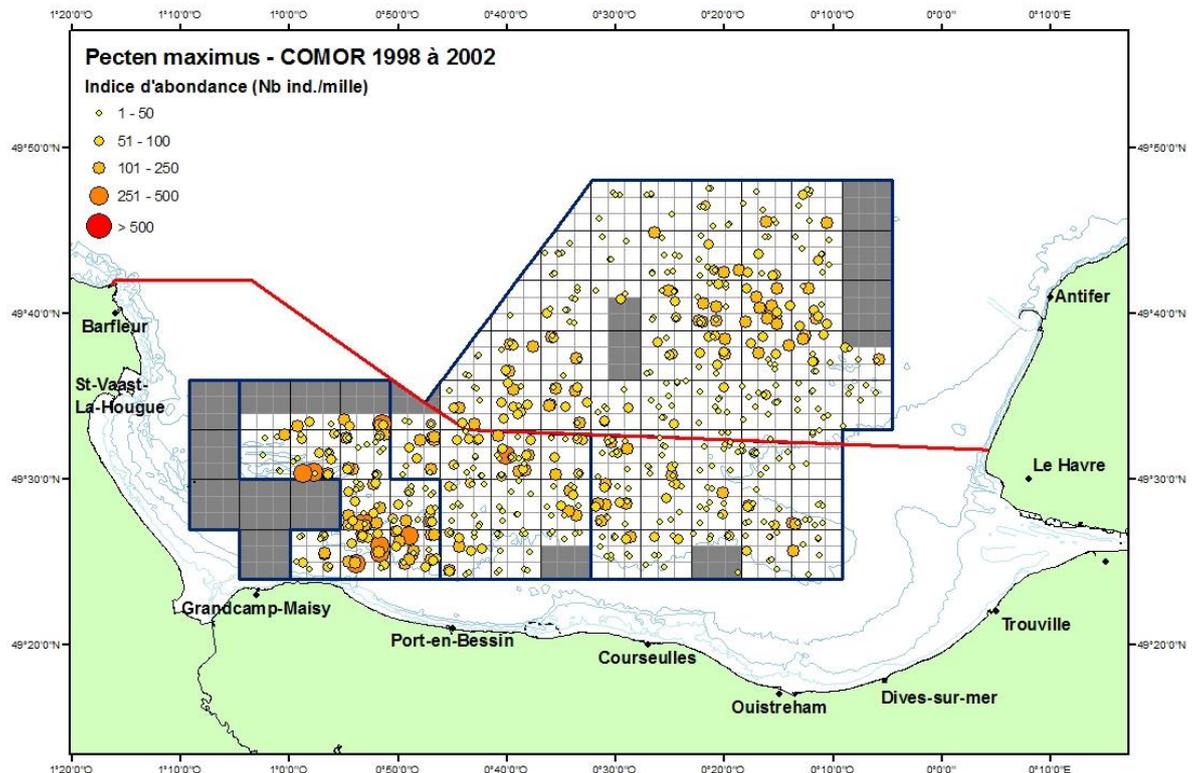
Pagurus bernhardus

Photo : Jean-Michel Crouzet

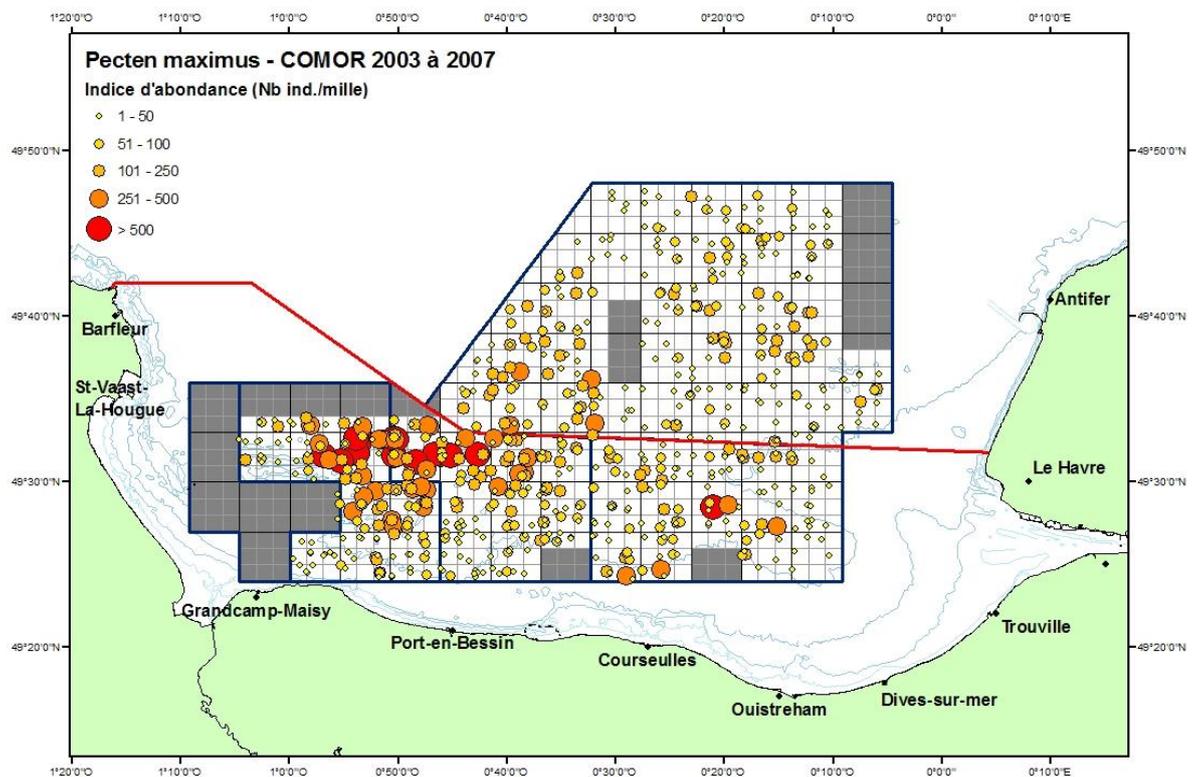
<http://www.mer-littoral.org>

Annexe 15 : Répartition spatiale et indices d'abondance de la coquille St-Jacques (*Pecten maximus*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).

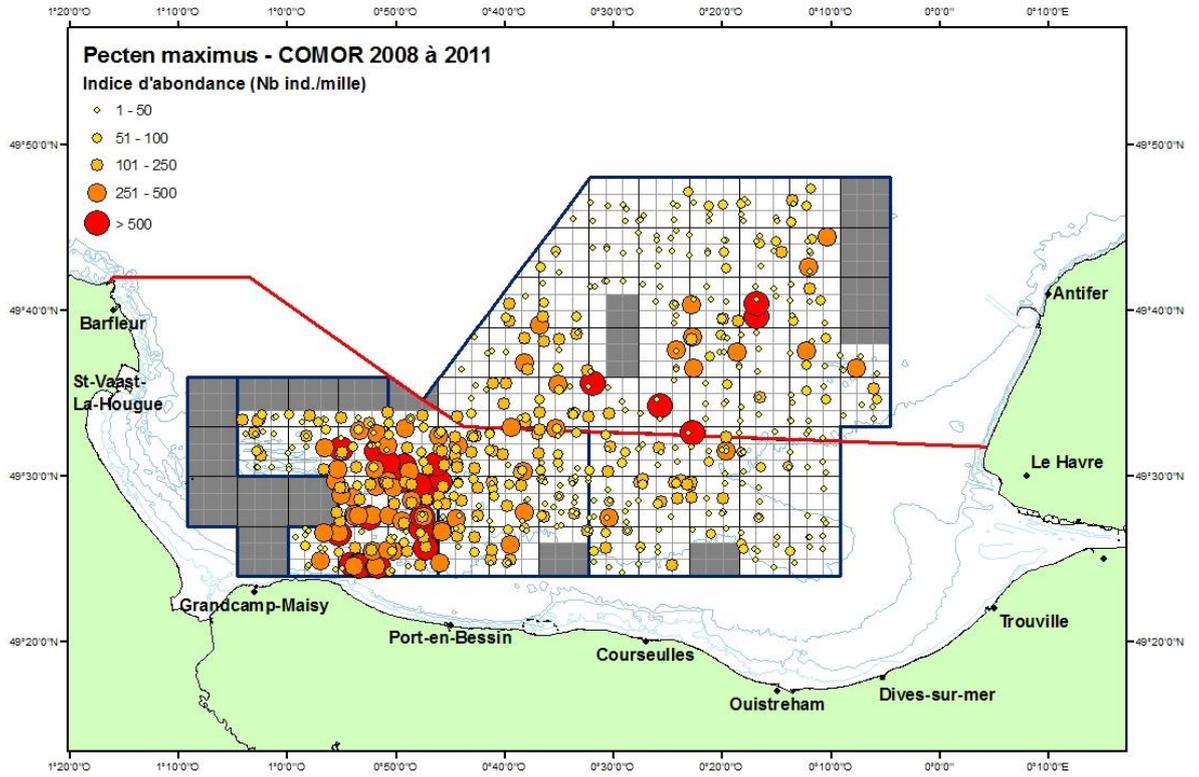
a)



b)

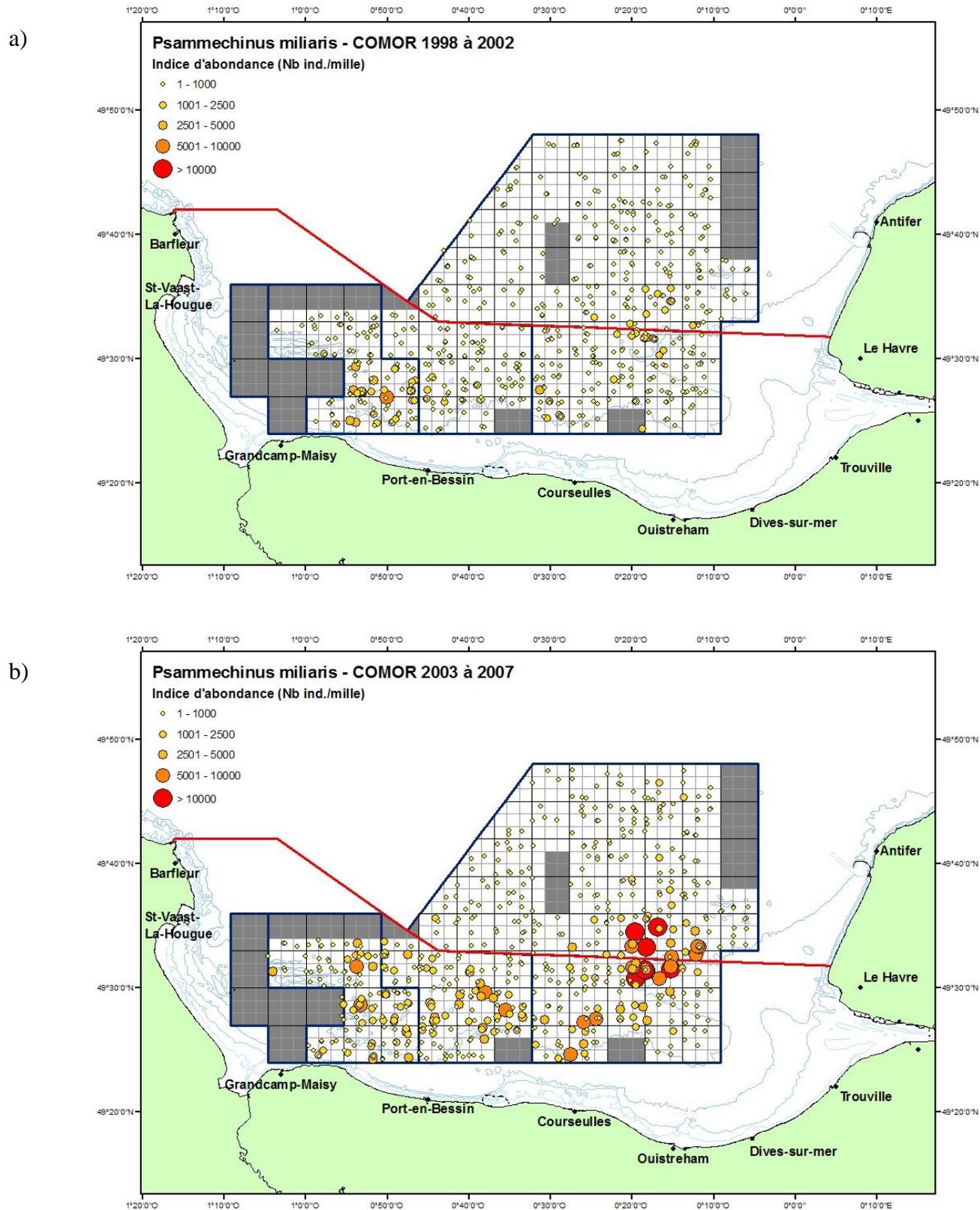


c)

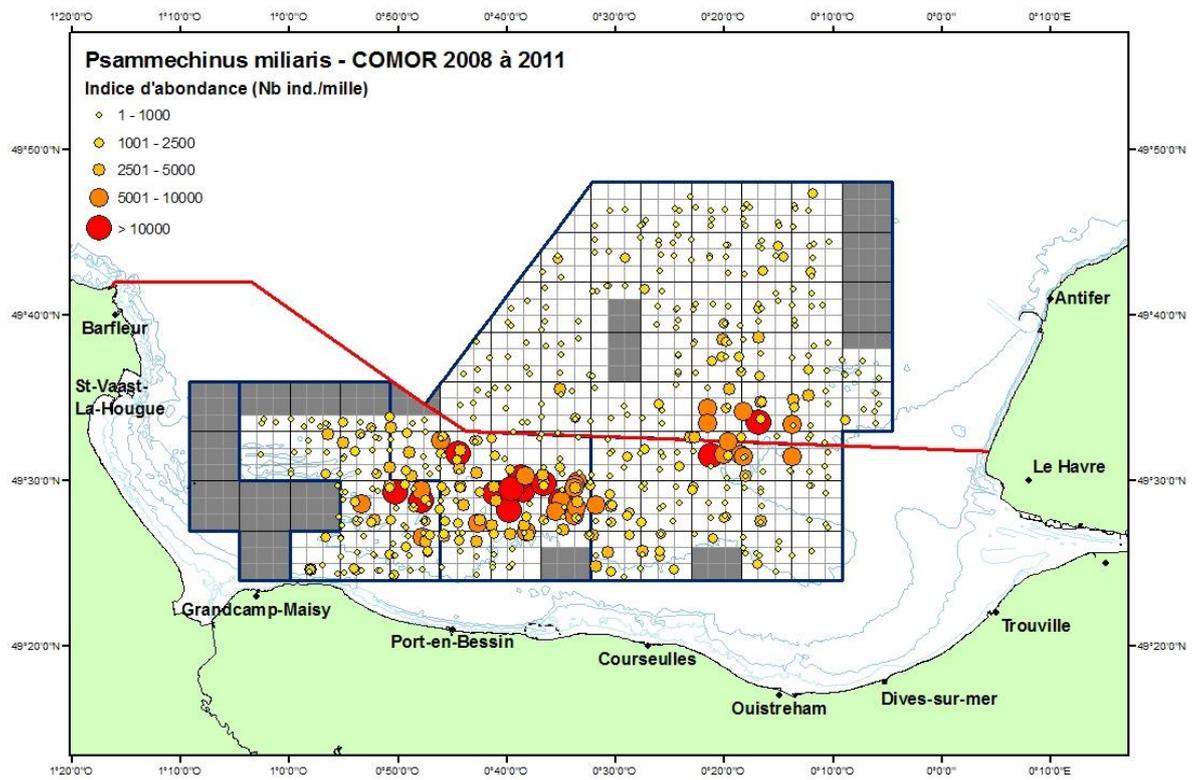


Photo

Annexe 16 : Répartition spatiale et indices d'abondance de l'oursin vert (*Psammechinus miliaris*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).



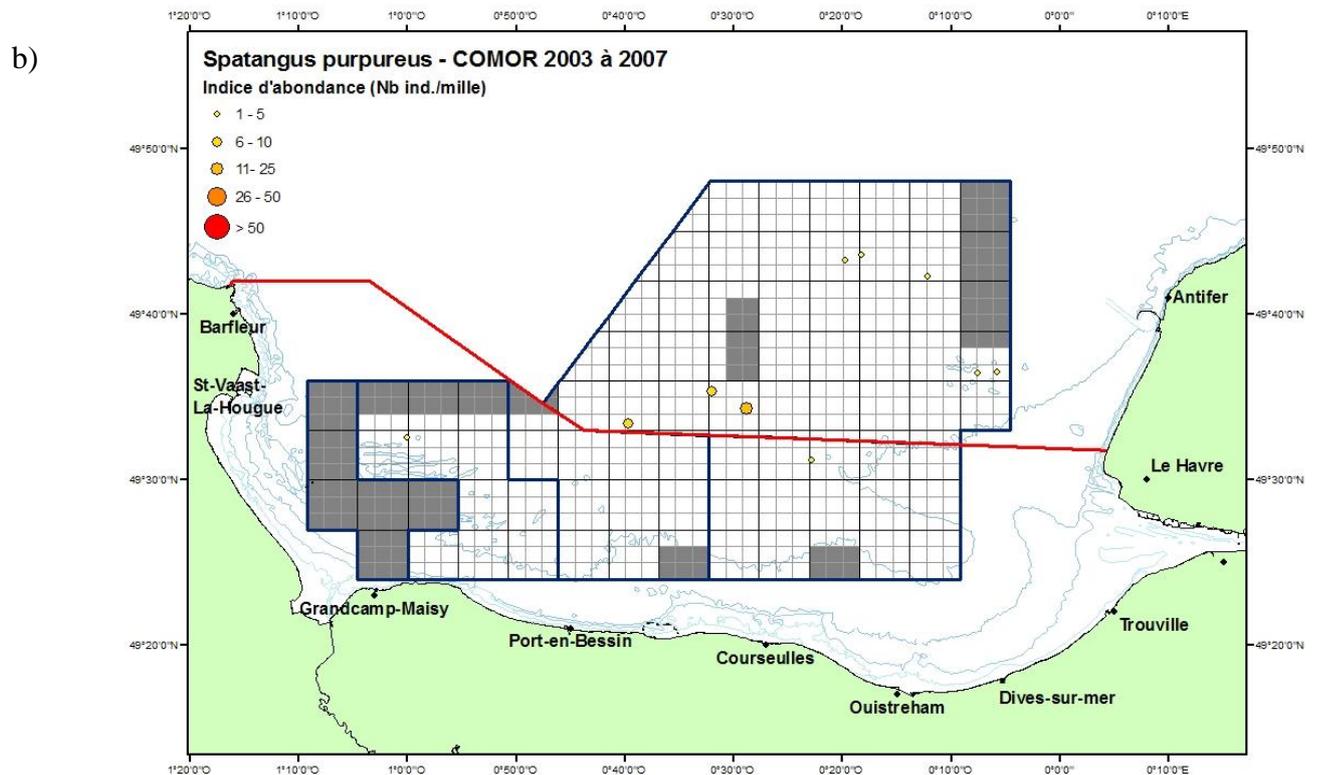
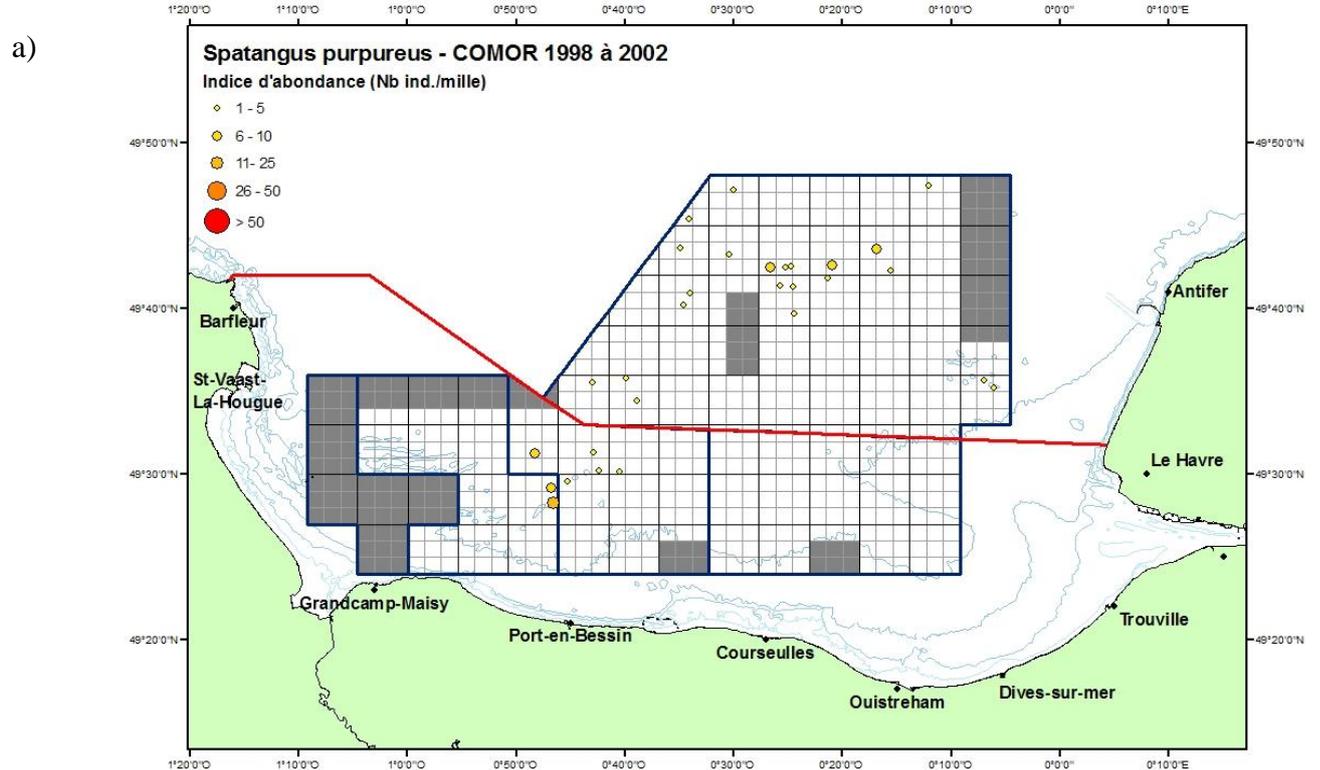
c)



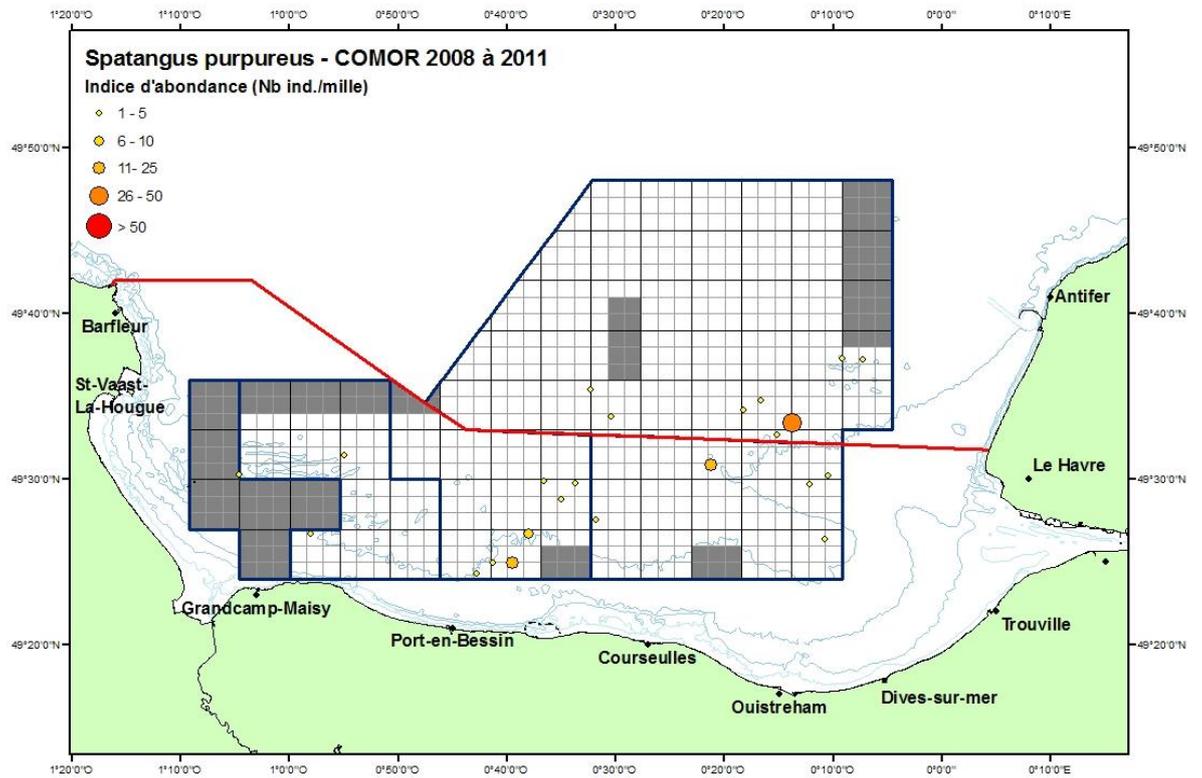
Psammechinus miliaris

Photo : <http://www.suite101.com>

Annexe 17 : Répartition spatiale et indices d'abondance de l'oursin pourpre (*Spatangus purpureus*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).



c)

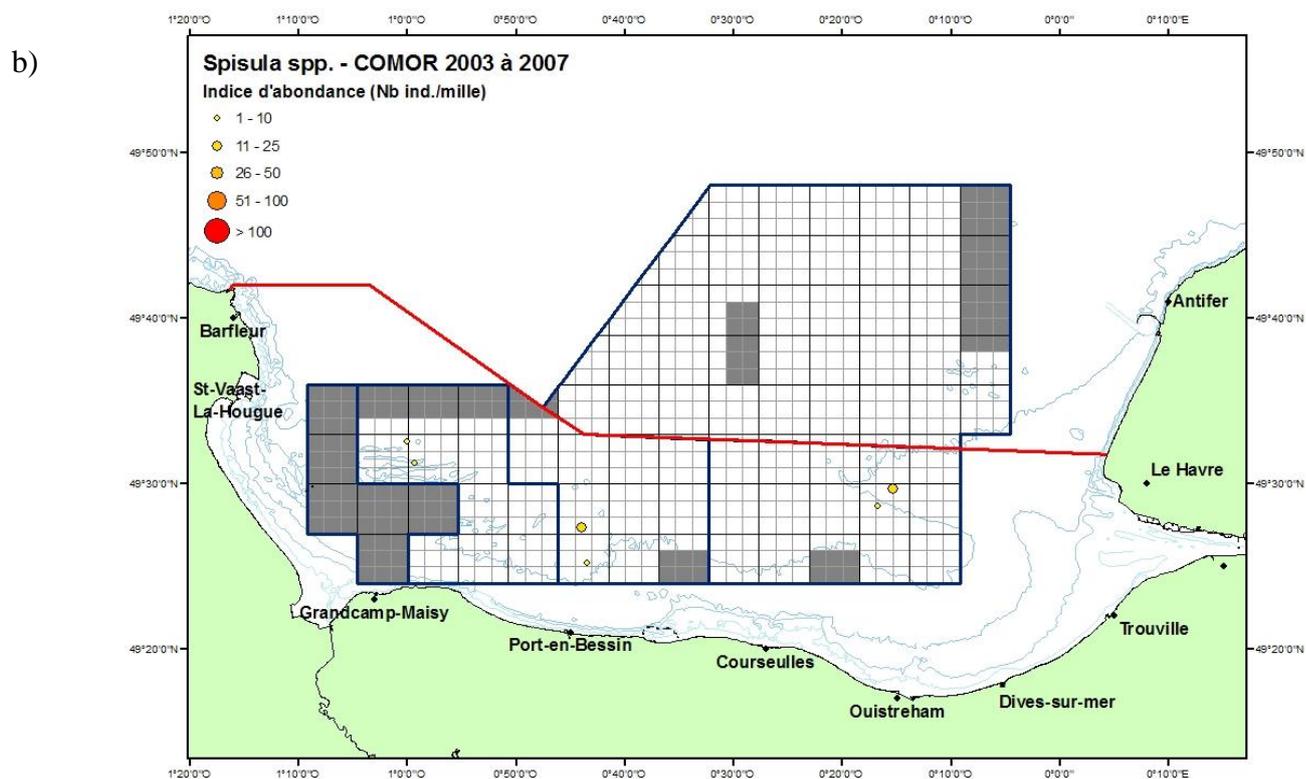
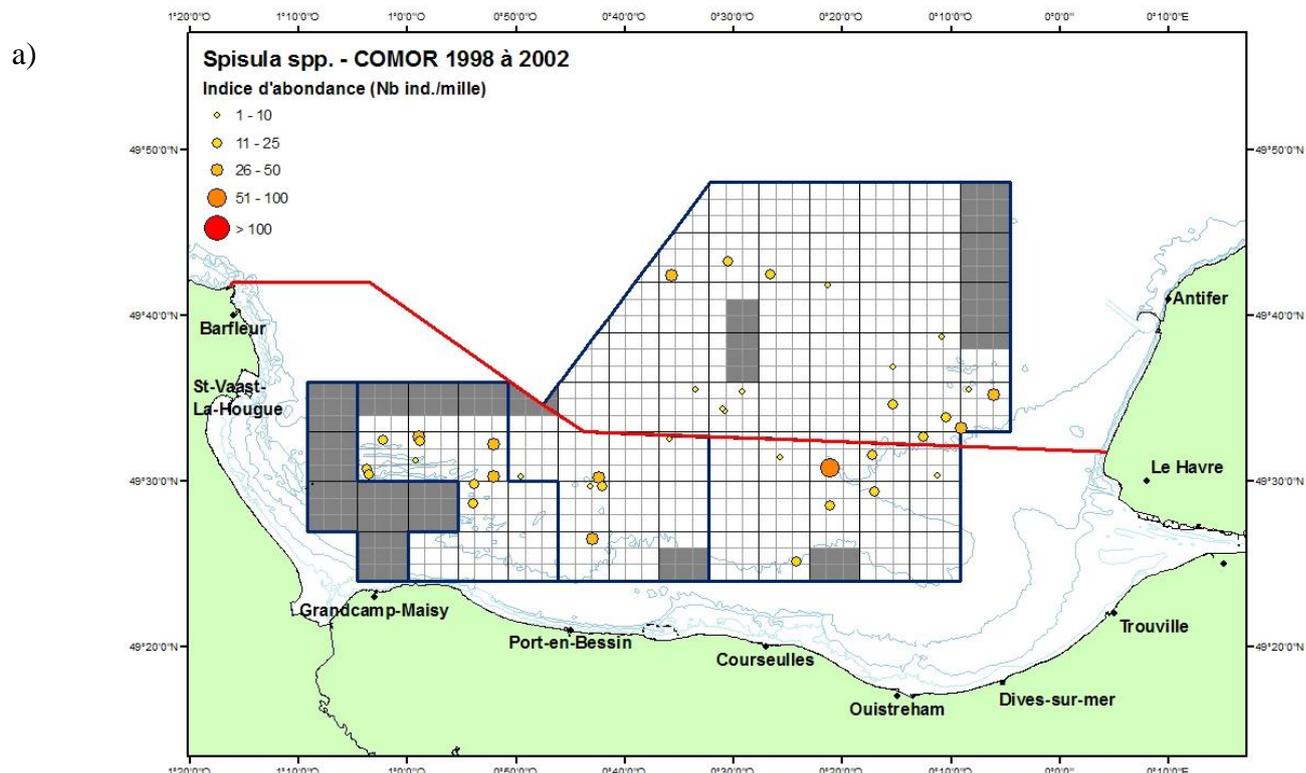


Spatangus purpureus

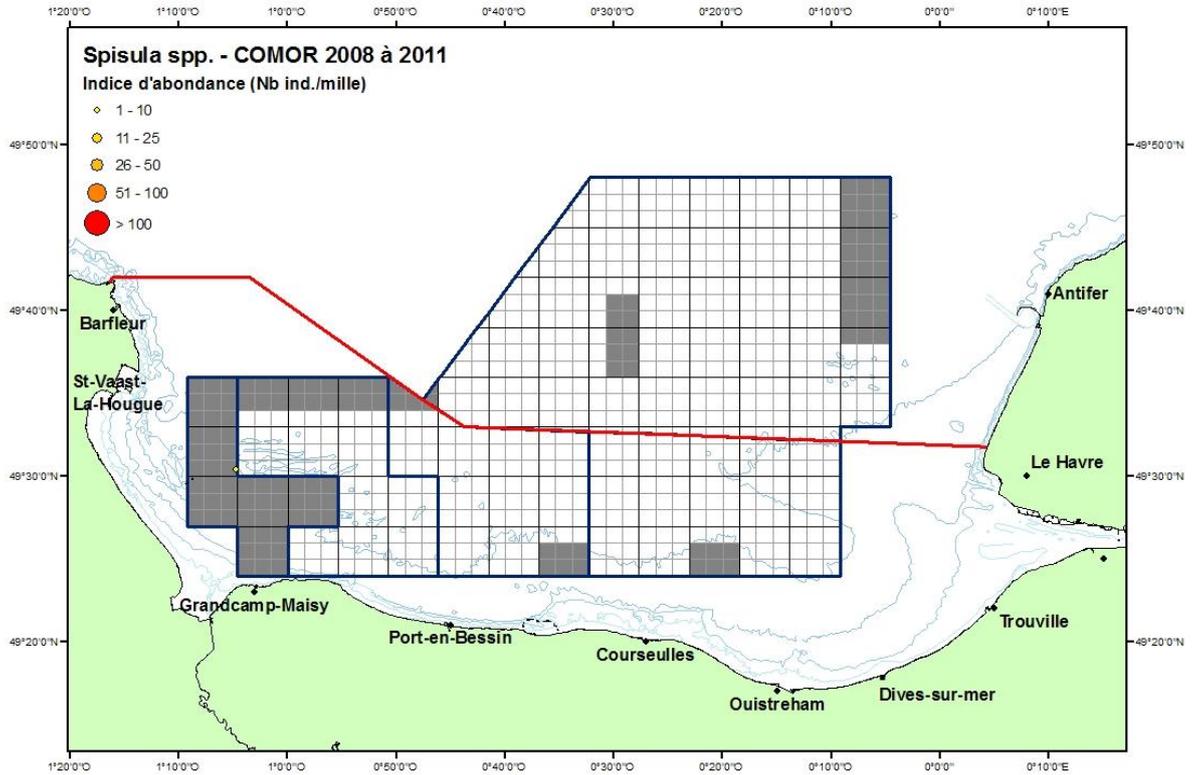
Photo : Frédéric ANDRÉ

<http://doris.ffessm.fr>

Annexe 18 : Répartition spatiale et indices d'abondance des spisules (*Spisula spp.*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).



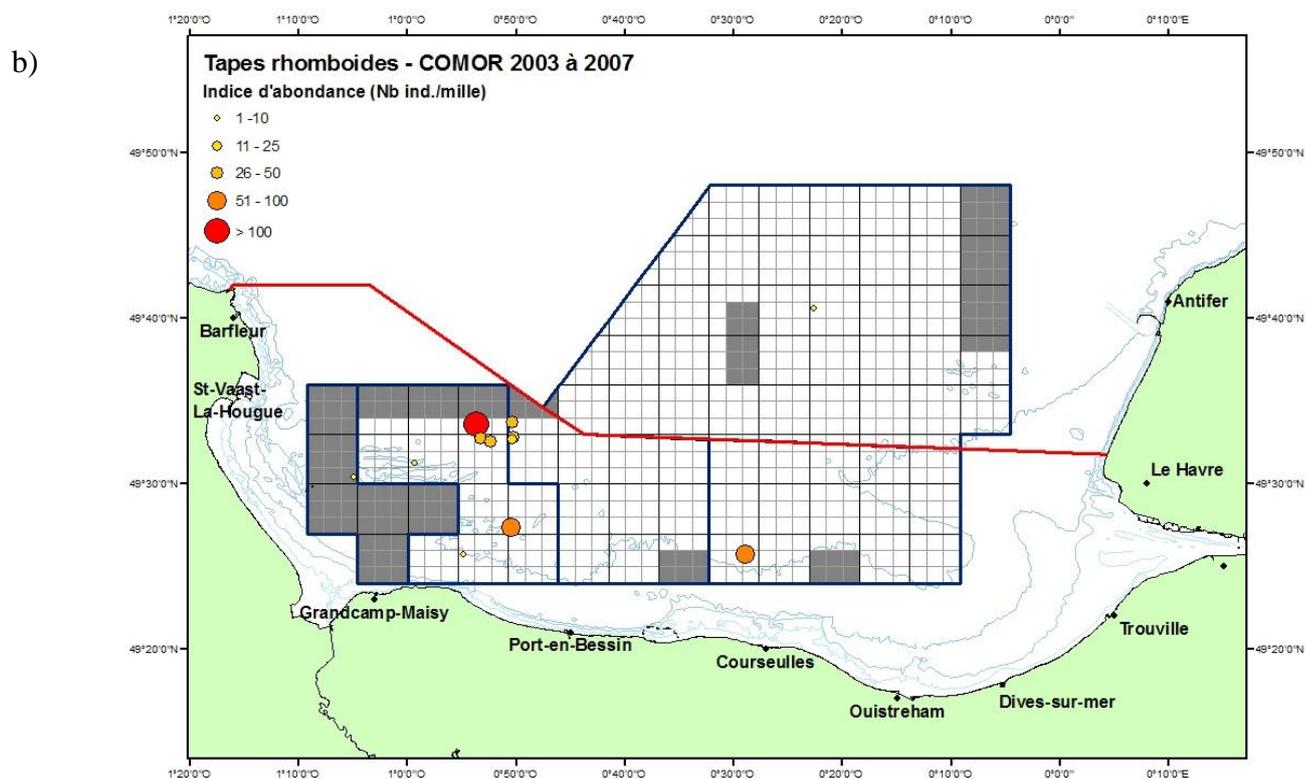
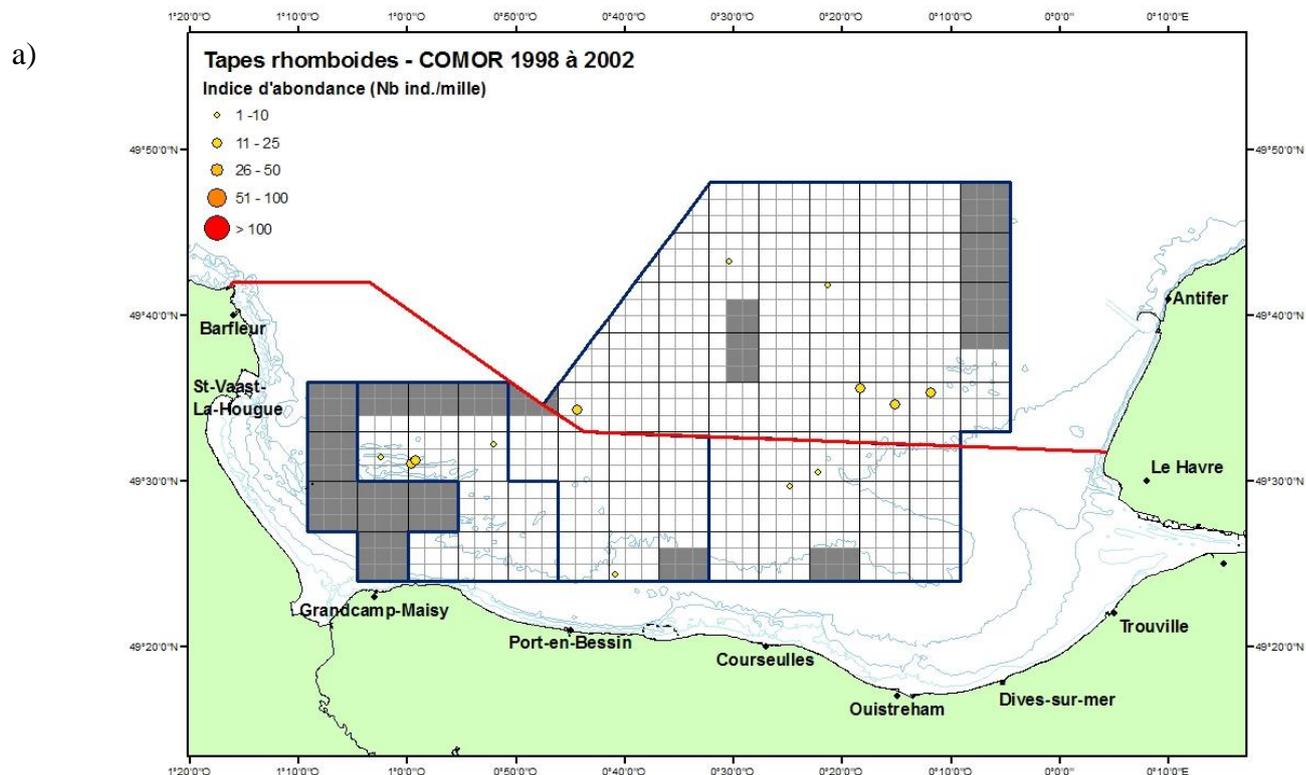
c)



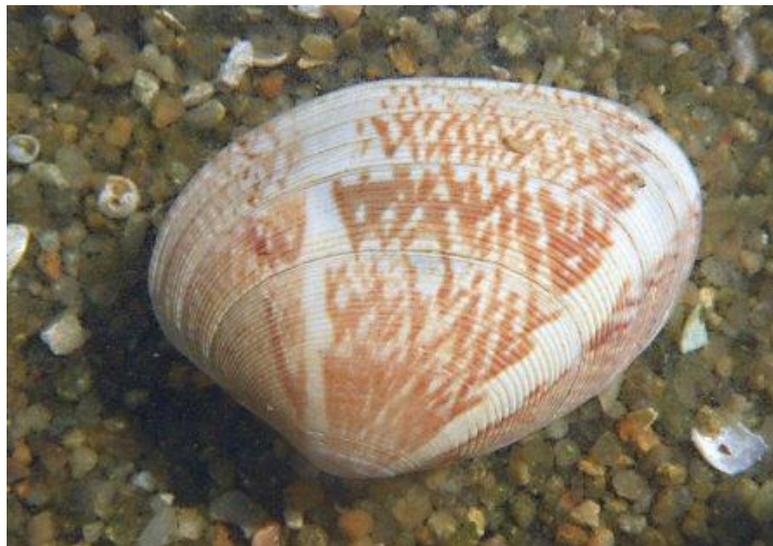
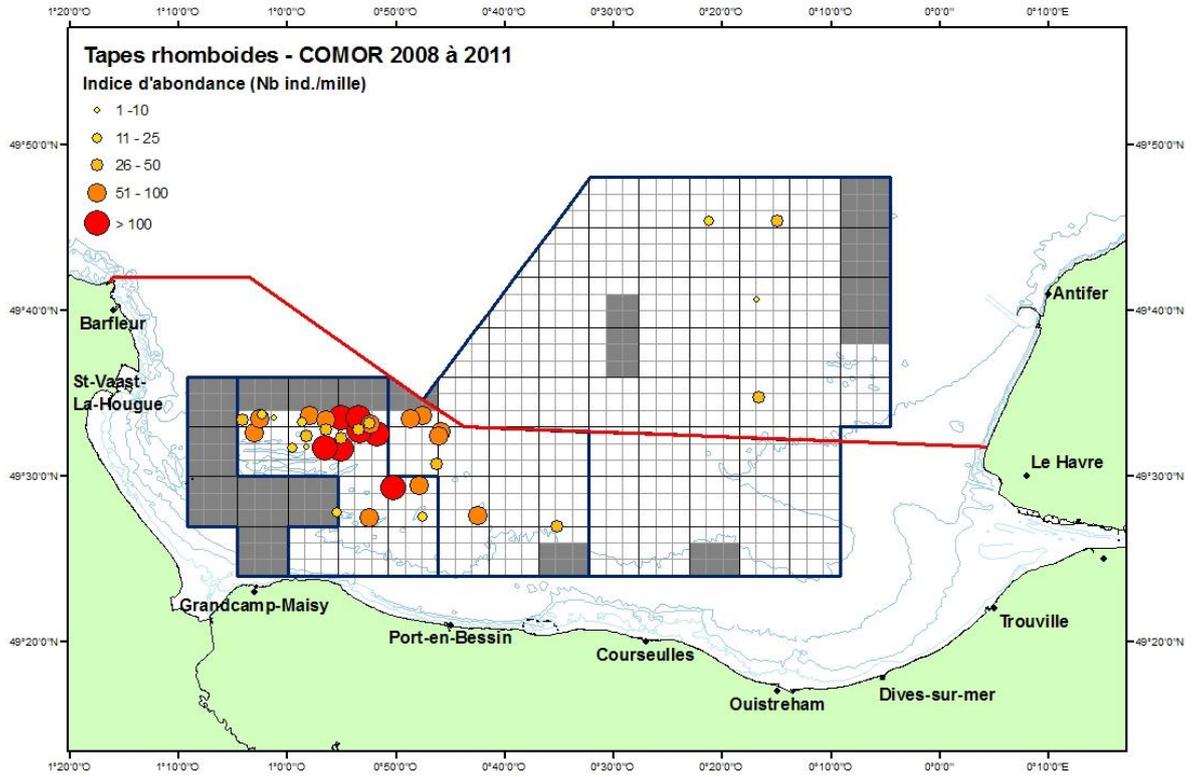
Spisula subtruncata et *Spisula solida*

Photo : <http://www.nature22.com>

Annexe 19 : Répartition spatiale et indices d'abondance de la palourde rose (*Tapes rhomboides*) lors des campagnes COMOR de 1998 à 2002 (a), de 2003 à 2007 (b) et de 2008 à 2011 (c).



c)

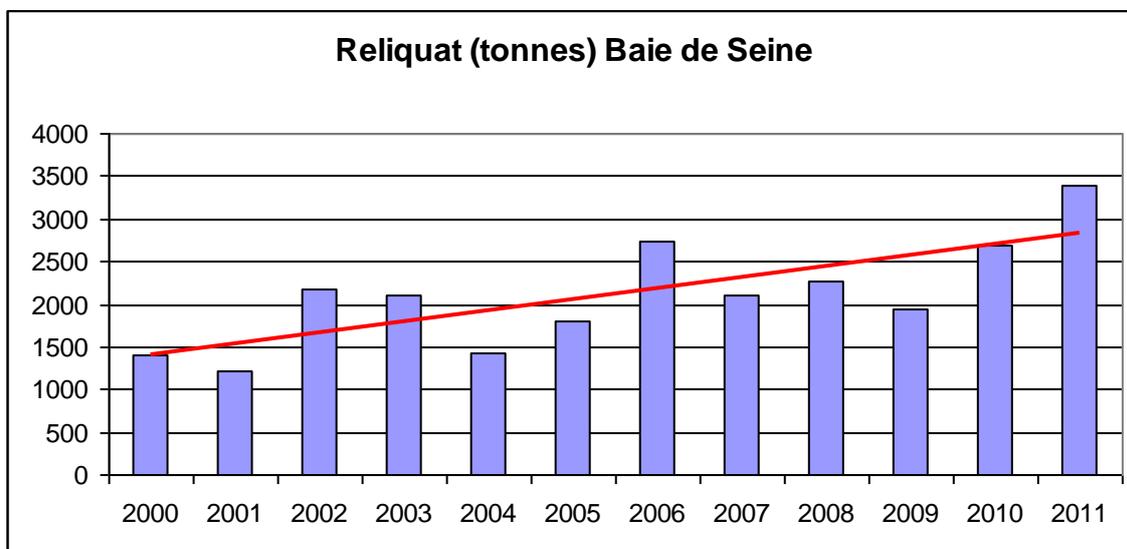


Tapes rhomboides

Photo : <http://www.nature22.com>

Annexe 20 : Évolution du reliquat estimé lors des campagnes COMOR de 2000 à 2011 en baie Seine (a) et dans le Proche Extérieur (b).

a)



b)

