

Étude et suivi de la population de palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* dans le bassin d'Arcachon – Année 2024

ODE/COAST/LERAR

F. Sanchez, N. Caill-Milly, M. Lissardy, C. Connes, C. Meteigner, G. Bernard

Université de Pau et des Pays de l'Adour

C. Kermorvant



ODE/COAST/LERAR/24.016

19/11/2024



Fiche documentaire

Référence interne :

ODE/COAST/LERAR 24.016

Diffusion

- libre (internet)
- restreinte (intranet)
levée d'embargo : 01/03/2025
- interdite (confidentielle)
levée de confidentialité : AAAA/MM/JJ

Date de publication :

19/11/2024

Version : 1.1.0**Référence de l'illustration de couverture**

Crédit photo © Ifremer

Langue(s) : Française

Résumé : Le gisement de palourdes du bassin d'Arcachon bénéficie de campagnes de suivi régulières depuis le début des années 2000. Porté par le CRPMEM Nouvelle-Aquitaine, un nouveau suivi a été réalisé au printemps 2024, mobilisant scientifiques, professionnels et autres acteurs impliqués dans la gestion. Les prélèvements ont été effectués à l'aide d'une benne Hamon (0,25 m²), suivant un protocole d'échantillonnage aléatoire stratifié et spatialement équilibré (GRTS - generalized random tessellation stratified). L'échantillonnage a porté sur 522 stations réparties sur une zone de 54 km², divisée en 16 strates de référence habituellement prospectées depuis 2003, auxquelles s'ajoutent 7 strates supplémentaires. En 2024, la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* reste l'espèce dominante avec 99 % des effectifs. Les individus mesurent entre 4 et 40 mm avec, cette année, l'observation d'une seule classe modale à 22-24 mm. Les densités moyennes relevées sont de 27 palourdes par m² pour une masse de 111 g par m². Sur les 16 strates de référence, la population totale de palourdes toutes espèces confondues est estimée à 1 156 millions d'individus (± 88 millions) pour une biomasse totale de 4 748 tonnes (± 368 tonnes). Pour la palourde japonaise, la population est estimée à 1 151 millions d'individus (± 88 millions) pour une biomasse de 4 730 tonnes (± 368 tonnes). Avec 151 tonnes (soit 3 % de la biomasse), la biomasse exploitable (palourdes d'une longueur L ≥ 35 mm) en 2024 représente la valeur la plus basse enregistrée de la série de données. Le niveau d'abondance des juvéniles (L < 17 mm) s'élève à 71 millions d'individus pour une biomasse de 46 tonnes ; celui des reproducteurs (L ≥ 25 mm) atteint une valeur de 3 036 tonnes pour 472 millions d'individus, soit 64 % de la biomasse et 41 % des effectifs. Tous les indicateurs sont en baisse par rapport à la situation de 2021 : -46 % pour la biomasse totale, -70 % pour la biomasse exploitable, -62 % pour la biomasse des reproducteurs et -56 % pour la biomasse des juvéniles. La convergence de ces tendances indique que l'état de la population de palourde japonaise dans le bassin d'Arcachon s'est dégradé depuis le dernier suivi de 2021. Cette étude a également permis de récolter des échantillons biologiques pour des travaux de génétique sur les palourdes et pour étudier la propagation d'une espèce non indigène la moule asiatique *Arcuatula senhousia*.

Abstract: The Manila clam population in Arcachon Bay has been monitored since the early 2000s. A new survey, supported by the CRPMEM Nouvelle-Aquitaine, was carried out in Spring 2024, involving scientists, professional fishers and others structures. Samples were collected using a Hamon grab (0.25 m²), following a spatially balanced stratified random sampling protocol (GRTS - generalized random tessellation stratified). Sampling was carried out at 522 stations spread over an area of 54 km², divided into 16 reference strata usually surveyed with 7 additional strata. In 2024, the Manila clam *Ruditapes philippinarum* remains the dominant species with 99% of the abundance. Individuals measured between 4 and 40 mm with a single modal class at 22-24 mm this year. In 2024, the average densities recorded are 27 clams per m² for 111 g per m². In the 16 reference strata, the total clam population included all species, is estimated at 1,156 million individuals (± 88 million) for a total biomass of 4,748 tons (± 368 tons).

For *Ruditapes philippinarum*, the population is estimated at 1,151 million individuals (\pm 88 million) for a biomass of 4,730 tons (\pm 368 tons). With 151 tons (*i.e.* 3 % of the biomass), the biomass of commercial size clams ($L \geq 35$ mm) in 2024 is the lowest value recorded in the data series. The level of juvenile abundance ($L < 17$ mm) amounts to 71 million individuals for a biomass of 46 tons; the spawning stock ($L \geq 25$ mm) reached a value of 3,036 tons for 472 million individuals, *i.e.* 64 % of the biomass and 41 % of the numbers. All the indicators are declining compared with the situation in 2021: -46 % for total biomass, -70 % for exploitable biomass, - 62 % for spawning biomass and -56 % for juvenile biomass. The convergence of these trends indicates that the status of the Manila clam population within the Arcachon Bay is getting worse since 2021. This study also provided an opportunity to collect biological samples for genetic research on clams and to study the spread of a non-native species, the Asian mussel *Arcuatula senhousia*.

Mots-clés / Key words : état des populations ; *Ruditapes philippinarum* ; bassin d’Arcachon / population status ; *Ruditapes philippinarum* ; Arcachon Bay

Comment citer ce document :

F. Sanchez, N. Caill-Milly, M. Lissardy, C. Connes, C. Meteigner, G. Bernard, C. Kermorvant, 2024. Étude et suivi de la population de palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* dans le bassin d’Arcachon – Année 2024. Rapport Ifremer ODE/COAST/LERAR/24.016, 57 p.

Disponibilité des données de la recherche : SIH Harmonie

DOI :

Commanditaire du rapport :

Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins de Nouvelle-Aquitaine (CRPMEM NA) et Comité Local des Pêches Maritimes et des Élevages Marins de Gironde (CDPMEM 33)

Nom / référence du contrat :

Rapport intermédiaire

Rapport définitif

Réf. Interne du rapport intermédiaire :

Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit (programme européen, campagne, etc.) :

Projet POPFIL – P305-0057

Auteur(s) / adresse mail	Affiliation / Direction / Service, laboratoire
---------------------------------	---

Florence Sanchez / florence.sanchez@ifremer.fr	ODE / COAST / LERAR
--	---------------------

Nathalie Caill-Milly / nathalie.caill.milly@ifremer.fr	ODE / COAST / LERAR
--	---------------------

Muriel Lissardy / muriel.lissardy@ifremer.fr	ODE / COAST / LERAR
--	---------------------

Coralie Connes / coralie.connes@ifremer.fr	ODE / COAST / LERAR
--	---------------------

Claire Meteigner / claire.meteigner@ifremer.fr	ODE / COAST / LERAR
--	---------------------

Guillaume Bernard / guillaume.bernard@ifremer.fr	ODE / COAST / LERAR
--	---------------------

Claire Kermorvant / claire.kermorvant@univ-pau.fr	CNRS/E2S UPPA/LMAP
---	--------------------

Encadrement(s) :

Destinataires :

CRPMEM NA, CDPMEM 33

Validé par : Elvire Antajan (ODE/COAST/LERAR)

Sommaire

1. Introduction.....	1
2. Matériels et méthodes	2
2.1. Stratification de l'aire de répartition.....	3
2.2. Échantillonnage aléatoire	5
2.3. Nombre de prélèvements	7
2.4. Méthode de prélèvement.....	7
2.4.1. Engin utilisé.....	7
2.4.2. Mise en œuvre	7
2.5. Traitement des échantillons.....	8
2.6. Analyse des données	8
3. Résultats	10
3.1. Effort d'échantillonnage et précision sur les estimations d'effectifs	10
3.2. Proportion des différentes espèces de palourde	12
3.3. Structure en taille de la population de palourde japonaise	12
3.4. Estimation des densités.....	13
3.5. Estimation des abondances et des biomasses	13
3.6. Fraction et biomasse exploitables du stock de palourde japonaise.....	15
3.7. Fraction et abondance des reproducteurs de palourde japonaise	16
3.8. Fraction et abondance des juvéniles de palourde japonaise	16
3.9. Distribution spatiale des densités de palourde japonaise.....	17
4. Bilan comparatif des années de suivi	22
4.1. À l'échelle globale	22
4.1.1. Biomasse totale et effectif total.....	22
4.1.2. Histogrammes de fréquence de taille	22
4.1.3. Abondance des juvéniles, des reproducteurs et de la biomasse exploitable de la palourde japonaise	24
4.2. À l'échelle des strates	26
4.2.1. Évolution des indicateurs suivis entre 2021 et 2024	26
4.2.2. Cas des zones fermées à la pêche	30
4.2.3. Cas des zones supplémentaires échantillonnées	32
5. Conclusion.....	34
6. Bibliographie.....	36
7. Annexes	38
7.1. Photos de la campagne 2024 (© Ifremer)	38

7.2. Échantillonnage stratifié à deux niveaux pour l'évaluation directe des mollusques bivalves (in Berthou et al., 1997) et échantillonnage stratifié à un niveau.....	39
7.3. Coefficient de variation des estimations d'effectifs pour les strates supplémentaires	43
7.4. Histogrammes de fréquence de taille des palourdes japonaises échantillonnées dans les différentes strates (en abscisse classe de taille en mm, en ordonnée % des effectifs) en 2024.....	44
7.5. Tableaux des résultats sur les abondances et les biomasses par strate et par espèce	47
7.6. Répartition des densités de palourde japonaise (en effectif et en biomasse) pour les années 2010, 2012, 2014, 2018, 2021 et 2024 (cartes élaborées sous QGIS 3.16.4-HANNOVER à partir des calculs effectués avec le package RGeostats)	51
7.7. Effectifs totaux et biomasses totales toutes espèces confondues en 2024	57

Remerciements

Nous adressons nos remerciements au Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins de Nouvelle-Aquitaine (CRPMEM NA) pour la confiance accordée pour la réalisation de cette étude et tout particulièrement à Carole Thomas pour son investissement dans la gestion du projet (administrative, financière, organisation) et à sa participation active aux prélèvements.

Nous remercions vivement le patron pêcheur Nicolas Bonnat pour la mise en œuvre de la mission à bord du Madryn, pour son professionnalisme et sa disponibilité. Nous remercions également Olivier Pruney pour son efficacité à la manipulation de la benne. Leur engagement a contribué au bon déroulement de la campagne et a permis de travailler dans d'excellentes conditions.

Nous remercions également Faustine Masson, Marie Boj et Anthony Guéguen du CRPMEM NA pour leur contribution active aux prélèvements.

Nos remerciements s'adressent aussi au Comité Départemental des Pêches Maritimes et des Élevages Marins de Gironde (CDPMEM 33) pour leur confiance de longue date sur les suivis et à tous les pêcheurs professionnels pour leurs concours aux prélèvements, en particulier : Joël Bernardi, Bruce Bezai, Stan Bernardi, Kévin Bodereau, Alex Tavares Monteiro, Brice Bernardi, Paul de Cuniac, David Lamourous, Anthony Lambilliotte, Roman Naibo, Olivier Tardits, Julien Duprat, Olivier Argelas, Rémi Bazeille, Sébastien Bonneau, Maud Vial, Yannick Vial, Alain Mazoua, Fernando Balsera, Lucie Saubesty, Louis Saubesty, Anthony Thomas, Antoine Duvignac, David Joyer, Fabrice Folio, Anthony Pautonnier, Yann Duvignac et Kévin Bermudez.

Un grand merci aux collègues de l'UMR 5805 EPOC de l'Université de Bordeaux, Salomé Coignard, Adeline Tauran et Hugues Blanchet pour leurs aides précieuses à ces échantillonnages.

Nous remercions également du Parc Naturel Marin du Bassin d'Arcachon Raphaël Trempon, Tanguy Grolhier, Jory Fuser et Jeanne Duval ainsi que Fany Bénétière du Centre pour l'Aquaculture, la Pêche et l'Environnement de Nouvelle-Aquitaine (CAPENA) qui nous ont bien aidés et permis d'assurer la réalisation de quelques marées.

Nous remercions le Laboratoire de Biologie Halieutique (LBH) de l'Ifremer pour le prêt de la benne Hamon.

Enfin, nos remerciements s'adressent aux services administratifs et juridiques de l'Ifremer pour le suivi du dossier, en particulier, Marine Falhun, Anne-Cécile Belzon, Marine Le Joncour, Thomas Le Roi et Cécile Salaun.

Cette étude a bénéficié du soutien financier :

- du FEAMPA Nouvelle-Aquitaine, Action OS1.1.1 ;
- de la Région Nouvelle-Aquitaine ;
- du CRPMEM de Nouvelle-Aquitaine ;
- du CDPMEM de Gironde ;
- et de l'Ifremer.

1. Introduction

Introduite dans les années 1970 en France à des fins de vénériculture, la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* (A. Adams & Reeve, 1850), a rapidement colonisé différents milieux naturels. Au sein de certains gisements de la côte atlantique, ses effectifs dépassent largement ceux de la palourde européenne *Ruditapes decussatus* (Linnaeus, 1758) (de Montaudouin et al., 2016). C'est le cas dans le bassin d'Arcachon où la palourde japonaise représente 99 % des effectifs, la palourde européenne et la palourde jaune *Polititapes aureus* (Gmelin, 1791) étant présentes en très faibles proportions (Sanchez et al., 2021).

Le gisement du bassin d'Arcachon est exploité en 2023 par 39 entreprises de pêche, avec un nombre de salariés qui s'élève à 24 (Figure 1). La pêche y est pratiquée à pied et à marée basse. Après un pic de 1 028 tonnes en 2007, les captures diminuent progressivement pour atteindre une valeur de 153 tonnes en 2023 (CRPMEM NA, comm. pers.). Le nombre de licences de pêche à pied « chefs d'entreprises » (timbre coques et palourdes) décroît depuis 2009 suite à la mise en place de la règle du « -2+1 » (pour délivrer une nouvelle licence, deux licences doivent être supprimées de la liste des titulaires), (CRPMEM NA et al., 2022). Fixé à 70 entre 2003 et 2009, cette règle a permis de réduire le contingent à 57 en 2011 puis à 39 en 2023.

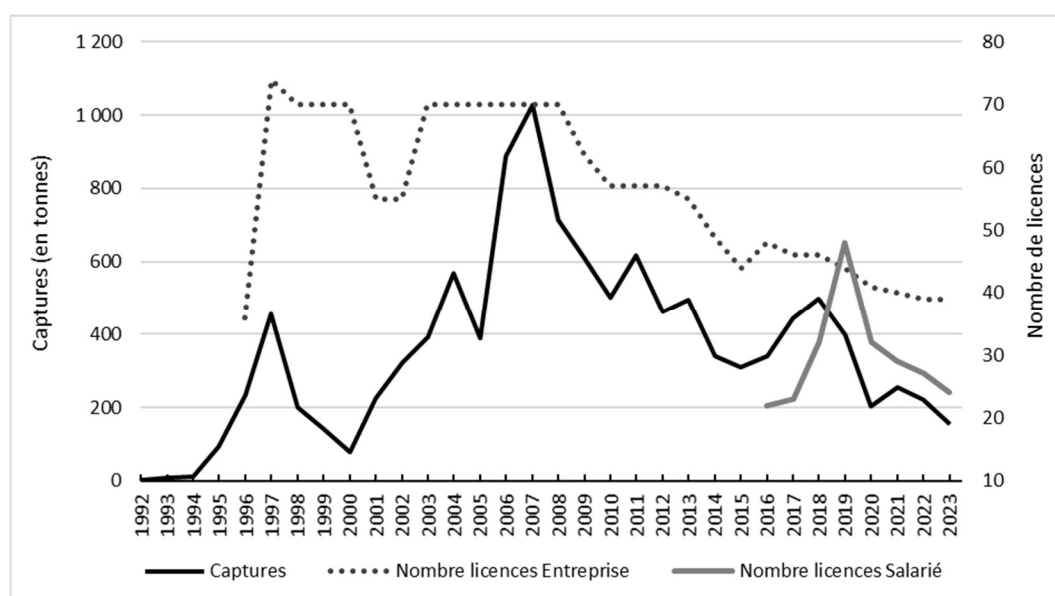


Figure 1. Captures de palourdes déclarées sur le bassin d'Arcachon par la pêche à pied ayant les statuts de Pêcheurs Professionnels (PP) et de Conchyliculteurs Petite Pêche (CPP) (sources : CRTS La Rochelle, SIH Ifremer et Base Pêche Aquitaine (BPA) du CRPMEM Nouvelle-Aquitaine).

D'un point de vue réglementaire, la pêche de la palourde japonaise sur les côtes atlantiques est encadrée à trois niveaux (Caill-Milly, 2012) :

- **au niveau européen**, le règlement CE n°40/2008 fixe une taille minimale de capture qui correspond à la longueur antéropostérieure de la coquille. Pour les zones 1 à 5, excepté Skagerrak/Kattergat qui comprennent les eaux de l'Atlantique Nord, de la Manche et de la mer du Nord, cette taille minimale est établie à 35 mm depuis 2008. Le règlement CE 40/2008 n'encadre cependant qu'un régime dérogatoire du règlement CE n°850/1998 ;

- **au niveau national**, l'exercice de la pêche à pied professionnelle est soumis depuis 2010 à la détention d'un permis de pêche national (Décret du 28/12/2010 n° 2010-1653). Il est délivré pour une durée de douze mois par le préfet du département dans lequel le demandeur envisage de pratiquer principalement son activité ou, le cas échéant, par l'autorité compétente définie par le décret n°90-95 du 25 janvier 1990 ;

- **au niveau local**, des réglementations spécifiques au niveau des gisements peuvent être établies par les Comités Départementaux, Interdépartementaux et Régionaux des Pêches Maritimes et des Élevages Marins (CDPMEM, CIDPMEM et CRPMEM) dont les statuts prévoient qu'ils participent à l'organisation de la gestion responsable des ressources halieutiques. Ces réglementations font l'objet d'arrêtés préfectoraux établis par les services de l'État en région ; en Nouvelle-Aquitaine, c'est la Direction Inter-Régionale de la Mer (DIRM) Sud-Atlantique qui est en charge de la mise en œuvre de ces réglementations. Pour la ressource palourde du bassin d'Arcachon, différentes mesures de gestion ont été appliquées depuis que le gisement est suivi ; elles concernent le contingent de licences, les périodes de fermeture de la pêche et la mise en place de zones de réserve de pêche. À l'heure actuelle, la pêche de la palourde, qu'elle soit professionnelle ou de loisir, est interdite sur deux zones : la réserve de l'île aux Oiseaux et la réserve de la Humeyre (Figure 2). Cette réglementation est en application depuis le 1^{er} novembre 2016.

Le gisement bénéficie de suivis réguliers depuis le début des années 2000 (8 années de suivi) et un cadre de gestion de la pêcherie a été mis en place en parallèle, avec l'instauration d'un groupe de travail associant des scientifiques, des professionnels et leurs représentants, et l'Administration (Caill-Milly et al., 2021). Depuis 2006, ce sont les structures professionnelles qui sont en charge de l'organisation et de la logistique des campagnes de suivi. Les scientifiques du LERAR définissent le protocole, participent aux prélèvements avec les professionnels et traitent les données afin de fournir les principaux indicateurs de l'état de santé de la population de palourde japonaise.

Un nouveau suivi a été réalisé en 2024 du 24 au 31 mai et du 07 au 12 juin ; il a mobilisé de nombreuses structures : le CRPMEM Nouvelle-Aquitaine porteur de l'étude, l'Ifremer LERAR, le CDPMEM 33, des pêcheurs professionnels, le Laboratoire UMR 5805 EPOC de l'Université de Bordeaux, le Parc Naturel Marin du Bassin d'Arcachon (PNMBA) et le Centre pour l'Aquaculture, la Pêche et l'Environnement de Nouvelle-Aquitaine (CAPENA).

L'objectif de l'étude en 2024 est de fournir un diagnostic sur l'état des populations de palourdes (incluant les trois espèces *Ruditapes philippinarum*, *Ruditapes decussatus* et *Polititapes aureus*) dans le bassin et de suivre leurs évolutions.

Ce diagnostic sera complété par des analyses génétiques sur quelques échantillons biologiques par l'Unité Ifremer ASIM (Adaptation et Santé des Invertébrés Marins) et l'Unité Mixte de Recherche MARBEC (MARine Biodiversity, Exploitation and Conservation) pour caractériser la diversité génétique des trois espèces de palourdes.

Cette étude a également permis de récolter des données biologiques sur une autre espèce de bivalve non-indigène, la moule asiatique *Arcautula senhousia* (W. H. Benson, 1842), dont la propagation sur le bassin a été démontrée grâce aux campagnes 2018 et 2021 (Coignard et al., submitted ; Fouet et al., 2024). Ces données seront traitées par l'UMR 5805 EPOC de l'Université de Bordeaux qui porte un projet sur la dynamique d'invasion d'*Arcautula senhousia* dans le bassin dont l'objectif est d'étudier son impact sur la biodiversité et le fonctionnement de l'écosystème des habitats envahis (projet ARCUATULA, contact Hugues Blanchet).

Ces travaux viennent compléter les connaissances acquises en matière de recherche sur la croissance individuelle, la forme et la taille de première maturité sexuelle de la palourde japonaise (Caill-Milly et al., 2012 ; Caill-Milly et al., 2014 ; Sanchez et al., 2022 ; Caill-Milly et al., 2023). La mise en œuvre des mesures de gestion à l'intérieur du bassin d'Arcachon s'appuie sur ce socle de connaissances.

2. Matériels et méthodes

Le protocole appliqué reprend celui élaboré lors des campagnes précédentes par Bertignac et al. (2001), Caill-Milly et al. (2003, 2006 et 2008) et Sanchez et al. (2010, 2013, 2014, 2018, 2021). La méthode décrite ci-dessous est généralement appliquée pour l'estimation quantitative de stocks de petits bivalves.

2.1. Stratification de l'aire de répartition

Sur le bassin, l'aire de répartition de la palourde japonaise se situe essentiellement à l'est de l'axe La Hume/Claouey et couvre environ 93 km². À l'intérieur de cette aire, des zones ne peuvent être échantillonnées pour des raisons d'accès ou en raison de l'engin de prélèvement retenu : les zones d'herbus (prés salés), les parcs ostréicoles et les chenaux. Une fois ces espaces soustraits, l'étendue obtenue est découpée (à dire d'experts) en zones homogènes aux niveaux réglementaire, sédimentologique et bathymétrique ; elles définissent des strates.

Afin de comparer les résultats avec ceux des années antérieures, les strates communes aux campagnes précédentes ont été conservées. Elles sont au nombre de 16 (Tableau 1). Par commodité, elles seront dénommées dans la suite du document « strates de référence ». Les zones de réserve ont été de nouveau prospectées : la zone de réserve La Humeyre (notée LHN prospectée en 2018 et 2021 et LHS prospectée uniquement en 2018) et l'île aux Oiseaux dénommée RIO prospectée depuis 2012 (Figure 2). L'échantillonnage d'autres strates supplémentaires a été reconduit en 2024 : au nord du bassin, la strate nommée K2 de 2,4 km² (aussi échantillonnée en 2012, 2018 et 2021), au centre, la strate M2 de 1,4 km² (aussi échantillonnée en 2012, 2018 et 2021) et à l'est la strate N de 1,2 km² (dénommée Branne, également échantillonnée depuis 2014). À la demande des professionnels, une autre zone a été considérée, la strate M1 de 1,5 km² (Figure 2). Une partie de cette zone a fait l'objet de travaux de réhabilitation entre 2019 et 2021 avec l'enlèvement des déchets ostréicoles et le broyage des massifs coquilliers (SIBA, 2022). Pour rappel, les surfaces prospectées de la strate A et de la strate D avaient été diminuées en 2018 (de 6,71 km² à 5,55 km² pour la strate A et de 6,90 km² à 4,1 km² pour la strate D). Les zones supprimées correspondaient aux zones où les densités étaient les plus faibles. On émet l'hypothèse que ce changement n'avait pas d'impact significatif sur les résultats. Le tableau 1 précise les principales caractéristiques des strates échantillonnées.

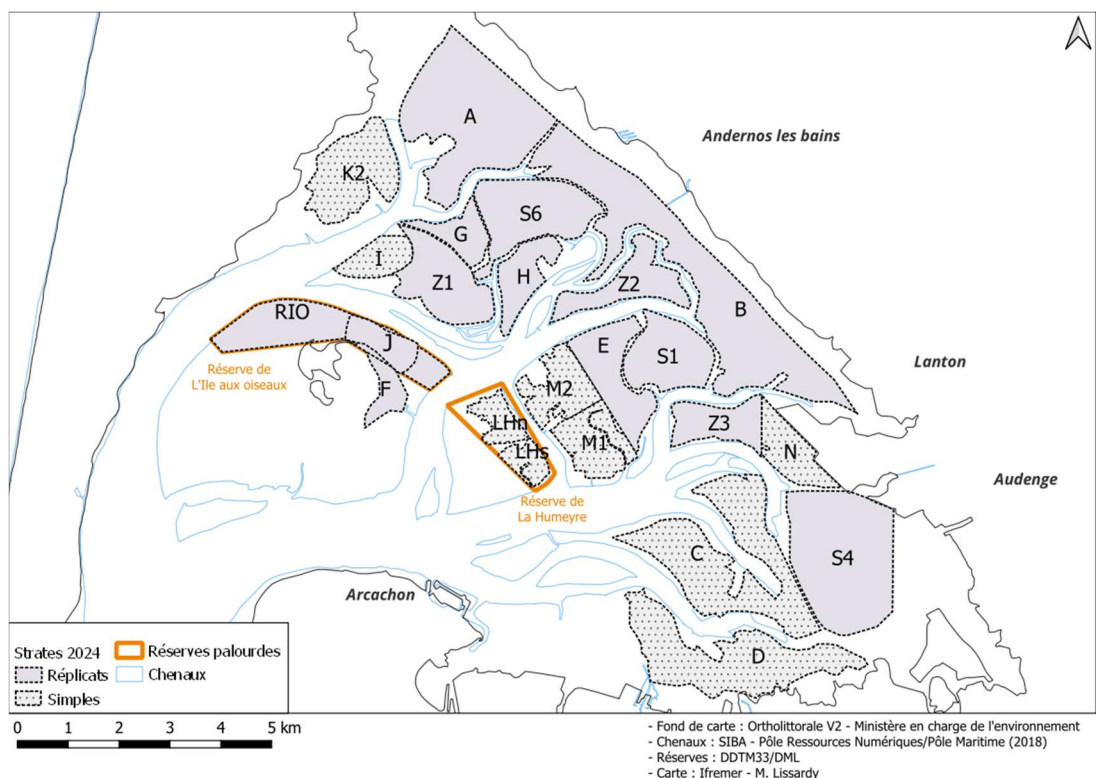


Figure 2. Carte des 16 strates de référence et des strates supplémentaires retenues pour la campagne 2024. Les zones de réserve de l'île aux Oiseaux (strate RIO) et de la Humeyre (strates LHN et LHS) sont indiquées en orange.

Tableau 1. Principales caractéristiques des 16 strates de référence et des strates supplémentaires.

	Strate	Surface (km ²)	Description des strates
Strates de référence	A	5,56	Secteur de pêche avec ancienne zone de réserve « Hautebelle » (zone 1 - arrêté préfectoral du 10/12/2003, du 22/03/2006 ; zone 3 - arrêté préfectoral du 28/03/2013 et du 26/06/2014)
	B	7,33	Secteur de pêche
	C	4,89	Secteur de pêche
	D	4,06	Secteur de pêche avec ancienne zone de réserve (zone 2 - arrêté préfectoral du 22/03/2006 ; zone 3 – arrêté préfectoral du 26/03/2007)
	E	1,96	Secteur de pêche avec une partie en réserve pour 2008-2009 (zone 2 – arrêté préfectoral du 09/04/2008)
	F	0,63	Secteur de pêche
	G	0,87	Secteur de pêche, incluant une petite partie en zone de réserve par arrêté préfectoral du 06/02/2015 (zone 2 - Loc Blanc)
	H	1,17	Secteur de pêche
	I	0,86	Secteur de pêche, ancienne zone de réserve par arrêté préfectoral du 06/02/2015 (zone 1 - Germananot)
	J	0,79	Secteur de pêche avec ancienne zone de réserve (en partie – zone 1 – arrêté préfectoral du 09/04/2008) ; strate incluse dans la réserve de pêche de l'île aux Oiseaux (cf. strate RIO ci-dessous) définie par arrêté préfectoral du 12/03/2009 à compter du 1 ^{er} avril 2009
	Z1	2,20	Ancienne réserve de pêche par arrêtés préfectoraux du 13/12/2002 et du 06/02/2015 (zone 2 - Loc Blanc)
	Z2	1,60	Ancienne réserve de pêche (arrêté préfectoral du 13/12/2002)
	Z3	1,33	Ancienne réserve de pêche (arrêté préfectoral du 13/12/2002) ; réserve de pêche PIREOU à compter du 1 ^{er} avril 2009 (arrêtés préfectoraux du 12/03/2009, du 27/03/2012, du 28/09/2012, du 24/10/2012) ; réouverture à la pêche à partir du 01/04/2013
	S1	2,00	Ancienne réserve de pêche par arrêtés préfectoraux 198/99 du 27/08/1999, du 30/06/2000 et du 28/06/2002 et réserve de pêche pour 2008 – 2009 (zone 2 – arrêté préfectoral du 09/04/2008)
S4	4,98	Ancienne réserve de pêche par arrêtés préfectoraux 198/99 du 27/08/1999, du 30/06/2000 et du 28/06/2002, échantillonnée en 2000	
S6	2,69	Ancienne réserve de pêche par arrêtés préfectoraux 198/99 du 27/08/1999, du 30/06/2000 et du 28/06/2002	
	Sous total	42,91	
Strates supplémentaires	RIO	3,15	Strate supplémentaire correspondant à la réserve de pêche de l'île aux Oiseaux (incluant J) mise en place par arrêtés préfectoraux du 12/03/2009, du 27/03/2012, du 28/09/2012, du 24/10/2012 et du 28/03/2013 : fermée du 01/04/2009 au 01/07/2014 ; Ouverte à la pêche du 02/07/2014 au 31/10/2016 par arrêtés préfectoraux du 26/06/2014 ; réserve de pêche par arrêté préfectoral du 28/10/2016 bénéficiant d'ouvertures exceptionnelles ; échantillonnée depuis 2012
	K2	2,38	Strate supplémentaire échantillonnée en 2012, 2018 et 2021
	M2	1,38	Strate supplémentaire échantillonnée en 2012, 2018 et 2021
	M1	1,47	Strate supplémentaire échantillonnée en 2024
	LHn	0,63	Strate supplémentaire incluse dans la nouvelle zone de réserve établie par arrêté préfectoral du 28/10/2016 (zone 2 - La Humeyre) ; fermée depuis le 01/11/2016, bénéficiant d'ouvertures exceptionnelles ; échantillonnée en 2018 et 2021
	LHs	0,51	Strate supplémentaire incluse dans la nouvelle zone de réserve établie par arrêté préfectoral du 28/10/2016 (zone 2 - La Humeyre) ; fermée depuis le 01/11/2016, bénéficiant d'ouvertures exceptionnelles ; échantillonnée en 2018
	N	1,20	Strate supplémentaire correspondant à l' ancienne zone de réserve dite « Branne » (1,78 km²) mise en place par arrêté préfectoral du 28/03/2013, échantillonnée en 2014 (notée RB), 2018 et 2021
	Sous total	10,72	
	Total prospecté	53,63	

2.2. Échantillonnage aléatoire

Pour chacune de ces strates, des points appelés « stations » ont été tirés aléatoirement. Une liste complémentaire de points est ajoutée en cas d'inaccessibilité à la zone (bordure de strate, mouillage, chenal ...). Chaque station est identifiée par ses coordonnées géographiques (en degrés décimaux) dans le système géodésique WGS84.

Jusqu'en 2014, l'évaluation reposait sur un protocole d'échantillonnage classique pour l'étude de bivalves, l'échantillonnage aléatoire stratifié (StRS - Stratified Random Sampling) (Berthou et al., 1997). Les travaux menés dans le cadre d'une thèse sur l'optimisation de protocoles d'échantillonnage appliqués aux suivis des ressources (Kermorvant, 2019) ont permis de tester l'utilisation d'autres protocoles dits « spatialement équilibrés » (tels que le GRTS - Generalized Random Tessellation Stratified ou le BAS – Balanced Acceptance Sampling) et de les comparer avec le protocole classique utilisé jusqu'à présent. Introduite par Stevens and Olsen (2003) et approfondie par Stevens and Olsen (2004), ces protocoles permettent de répartir uniformément les stations d'échantillonnage sur le territoire étudié et ont généralement pour résultat d'augmenter la précision des estimations. Lors des campagnes 2018 et 2021, le protocole GRTS a été tout d'abord mis en œuvre tout en gardant le même nombre de stations au km² fixé à 10. En 2024, ce protocole a été de nouveau appliqué (Figure 3) mais cette fois en modulant le nombre de stations par strate (jusqu'à présent fixé à 10 stations par km²) en fonction de la précision souhaitée et de celles obtenues les années précédentes.

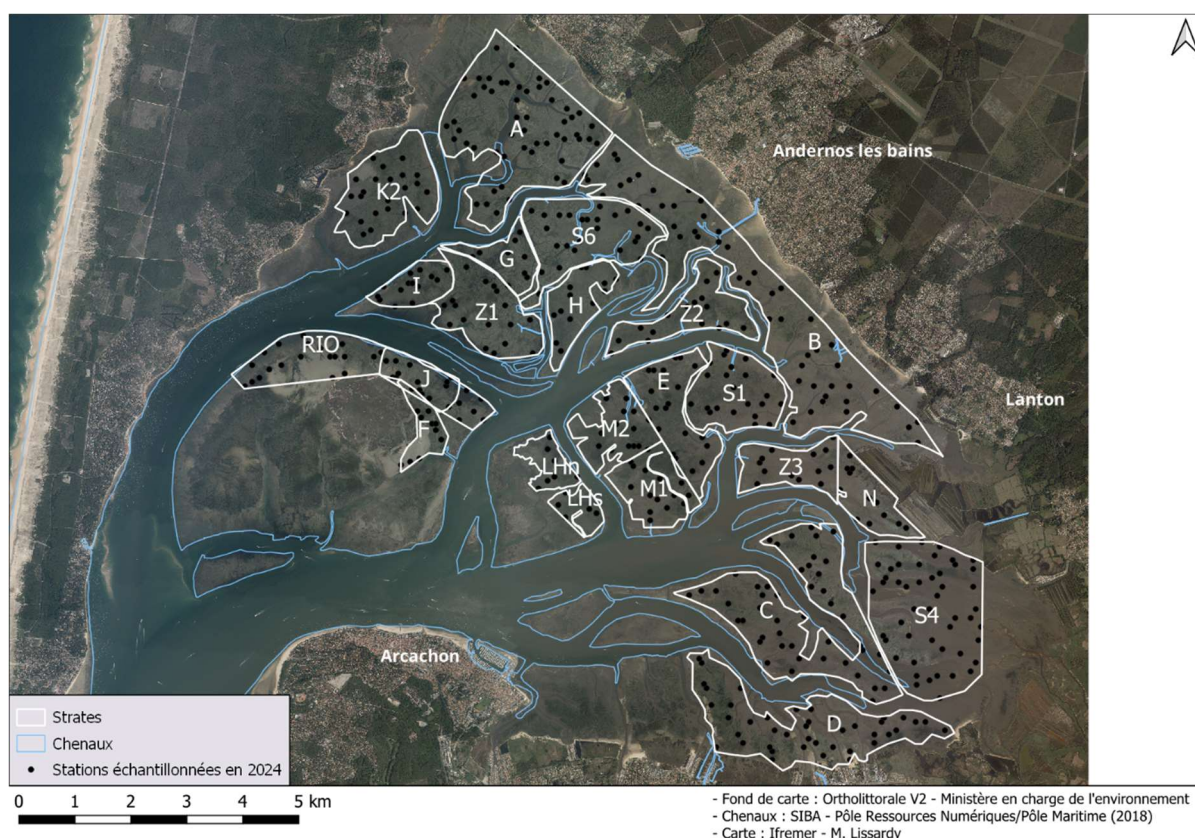


Figure 3. Application du protocole d'échantillonnage GRTS en 2024 pour une répartition spatialement équilibrée des stations par strate.

Pour ce faire, nous nous sommes appuyés sur des travaux de recherche récents réalisés avec l'UPPA et l'IRD sur les protocoles spatialement équilibrés et leur comparaison avec l'échantillonnage aléatoire stratifié (Kermorvant, 2019 ; Bez, 2021). En utilisant les données de toutes les campagnes pour s'assurer de la stabilité des résultats dans le temps et l'espace, ces travaux ont mis en évidence qu'il était possible de diminuer l'effort d'échantillonnage.

Pour ce suivi 2024, nous avons représenté le coefficient de variation (CV) des estimations d'effectifs en fonction des années et des strates (Figure 4). Pour les strates pour lesquelles les CV obtenus avec le GRTS (années 2018 et 2021) étaient inférieurs à 0,25, il a été décidé de diminuer le nombre de stations. Cela a concerné les strates : A, B, S4, S6, Z1 et Z3. Au contraire, pour les strates présentant des CV élevés telles que F et I, il a été décidé d'augmenter l'effort d'échantillonnage. Les modifications apportées sont synthétisées dans le tableau 2.

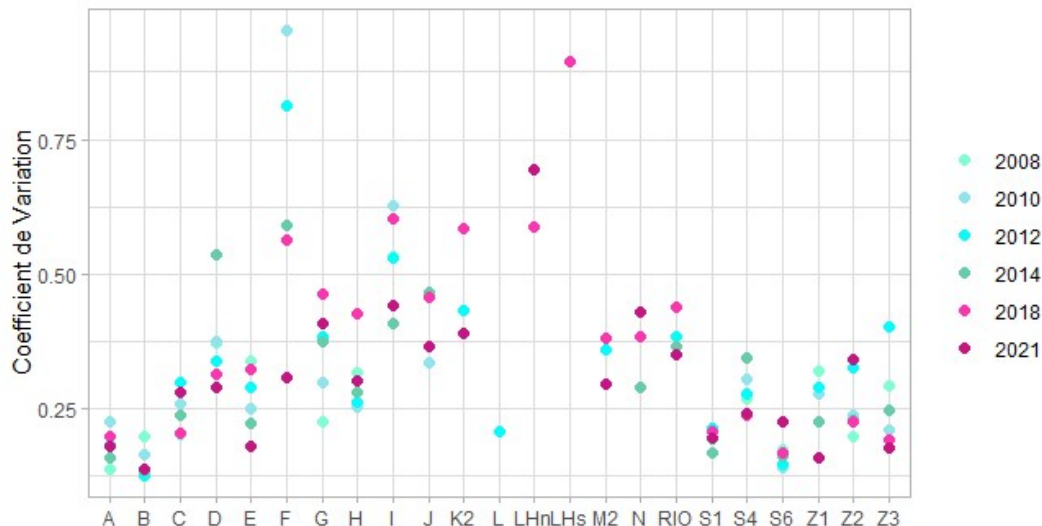


Figure 4. Précision atteinte sur les estimations d'effectifs par le coefficient de variation à partir des données des campagnes 2008 à 2021. En dégradé bleu, protocole StRS appliqué, en dégradé vermillon, protocole GRTS appliqué.

Tableau 2. Nombre de stations prévues en 2024. En bleu, les strates pour lesquelles il y a eu une diminution de l'effort d'échantillonnage et en gris une augmentation.

Strate	Superficie (km ²)	Nombre habituel de stations	Nombre de stations prévues en 2024	Réplicats (Oui/Non)
A	5,56	56	53	Oui
B	7,33	74	50	Oui
C	4,89	49	49	Non
D	4,06	41	41	Non
E	1,96	20	20	Oui
F	0,63	7	11	Oui
G	0,87	9	9	Oui
H	1,17	13	13	Oui
I	0,86	9	14	Non
J	0,79	8	8	Non
S1	2,00	21	21	Oui
S4	4,98	49	45	Oui
S6	2,69	27	25	Oui
Z1	2,20	24	17	Oui
Z2	1,60	16	16	Oui
Z3	1,33	14	13	Oui
Sous-Total	42,91	437	405	
RIO	3,15	32	32	Oui
LHn	0,63	7	7	Non
LHs	0,51	5	5	Non
K2	2,38	24	24	Non
M2	1,38	13	13	Non
*M1	1,47	-	15	Non
N	1,20	12	12	Non
Total	53,63	530	513	

* Nouvelle strate échantillonnée en 2024

2.3. Nombre de prélèvements

Pour chaque station, deux prélèvements (réplicats) sont effectués à l'exception des stations situées dans les strates C, D, I et J et dans les strates supplémentaires, où un seul prélèvement est réalisé. Pour les strates de référence, ce nombre de prélèvements par station a été discuté et arrêté lors de la campagne de 2006 (Caill-Milly et al., 2006). Pour les nouvelles strates, cette décision de faire un seul prélèvement par station a été prise pour ne pas trop augmenter le nombre de jours en mer. Le Tableau 2 résume le nombre de stations prévu et l'application ou non de répliqués par strate.

2.4. Méthode de prélèvement

2.4.1. Engin utilisé

Les prélèvements ont été réalisés avec une benne Hamon (Figure 5). La benne est préférée à d'autres engins car elle conduit à une donnée quantitative précise contrairement à la drague par exemple qui fournit des données semi-quantitatives ou qualitatives. De par son poids (~ 400 kg) et sa bonne pénétration dans le sédiment (> 10 cm), cet engin permet de récolter des espèces profondément enfouies, comme la palourde qui se répartit à des profondeurs comprises entre 7 et 12 cm (Caill-Milly, 2012). Le godet piège 0,25 m² de sédiment, soit un volume de 0,05 m³ (L : 0,5 m, l : 0,5 m, h : environ 0,2 m).

2.4.2. Mise en œuvre

La benne est actionnée par une grue hydraulique équipée d'un treuil et descend jusqu'au sédiment au bout d'un câble. La tension du câble permet de maintenir la benne en position ouverte. Une fois son godet sur le fond, la tension du câble s'annule permettant la fermeture de la benne.

L'échantillonnage a été réalisé depuis le navire de pêche le « MADRYN » (9 m, tirant d'eau 40 cm) affrété et équipé pour la campagne. Le positionnement sur chaque station se fait à l'aide du GPS de bord (Humminbird®898c). Pour accéder à toutes les stations, les prélèvements ont été effectués à pleine mer lors de coefficients supérieurs à 50.

Au total, 22 marées ont été réalisées sur 14 jours de campagne répartis en 2 périodes : du 24 au 31 mai et du 07 au 12 juin 2024.

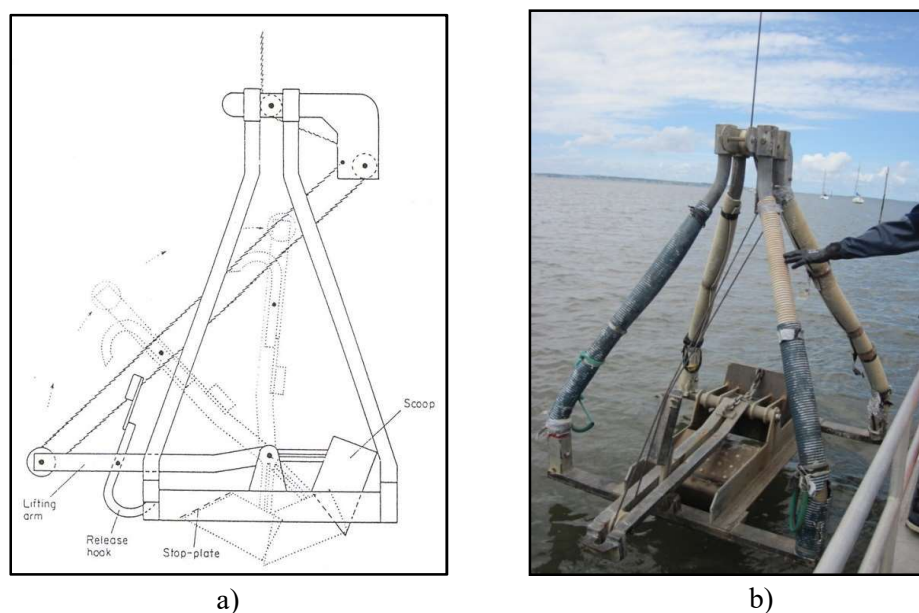


Figure 5. a) Plan de la Benne Hamon ; b) Mise en œuvre de la Benne Hamon.

2.5. Traitement des échantillons

Une fois ramené à bord, chaque prélèvement est rincé et tamisé sur deux tables de tri composées de trois tamis de maille carrée de 20, 10 et 5 mm. L'utilisation d'un couvercle ouvert à son sommet, pourvu de petites gouttières permet de limiter les projections d'eau et la perte des petites palourdes (Annexe 7.1).

Les palourdes sont ensuite récupérées, identifiées (distinction des trois espèces présentes) et mesurées individuellement à l'aide d'un pied à coulisse électronique (Digital IP67 Mitutoyo, précision 0,01 mm). Les mensurations réalisées à bord sont directement enregistrées sur un ordinateur portable à l'aide d'une interface Mitutoyo Input Tool reliée au pied à coulisse (Annexe 7.1). À la fin de chaque marée, le fichier de données généré est enregistré en vue de son traitement ultérieur.

Les mesures à bord permettent de relâcher les individus capturés dès les mensurations effectuées. En 2024, des échantillons des 3 espèces de palourdes ont été conservés pour étudier la diversité et la structure génétique des populations de palourdes par l'Unité Ifremer ASIM¹. Ces analyses affineront celles déjà initiées et réalisées par le laboratoire Évolution et Génétique des Populations de l'Unité MARBEC lors du projet DS PALDIAG où un échantillonnage sur 4 sites avait été réalisé en 2022 avec 100 palourdes japonaises et 40 palourdes européennes analysées avec le marqueur mitochondrial (Boulaire, 2023 ; Fortunato, 2024).

Durant la campagne 2024, les moules asiatiques *Arcuatula senhousia* ont également été prélevées afin d'établir une cartographie de leur distribution dans le bassin. D'autres échantillons vivants ont été conservés en vivier pour procéder à des mesures isotopiques ultérieures. Ces mesures permettront d'étudier la compétition trophique d'*A. senhousia* avec d'autres espèces de bivalves exploitées (huîtres, palourdes, coques), en particulier par ses activités de filtration. Les données relatives à la moule *A. senhousia* seront traitées par l'UMR 5805 EPOC de l'Université de Bordeaux et ne sont pas analysées dans le cadre de ce rapport.

2.6. Analyse des données

L'analyse des données comprend pour l'ensemble de la zone d'étude et par strate :

- l'évaluation des proportions des différentes espèces de palourdes présentes ;
- le calcul des densités moyennes exprimées en nombre et en gramme par m² ;
- l'évaluation des effectifs totaux exprimés en millions d'individus et des biomasses totales exprimées en tonnes ;
- les histogrammes de fréquence de taille ;
- l'évaluation de la fraction des juvéniles et de celle des reproducteurs en %, ainsi que leurs effectifs exprimés en millions d'individus et leurs biomasses en tonnes ;
- l'évaluation de la fraction exploitable du stock en % et de son effectif total exprimé en millions d'individus et de sa biomasse exprimée en tonnes ;
- la distribution spatiale des densités exprimées en nombre et en gramme par m², représentée sous forme de cartes.

Les 4 derniers éléments de cette liste ne sont considérés que pour la palourde japonaise.

Pour estimer la biomasse, il est nécessaire d'attribuer une masse à chaque palourde prélevée. En 2021, de nouvelles mesures biométriques sur la palourde japonaise avaient été réalisées et ont permis d'actualiser la relation taille-poids jusque-là utilisée pour cette espèce (Caill-Milly et al., 2003 ; Caill-Milly et Sanchez, 2021). Elle est de type exponentiel : $P = aL^b$, où P représente la masse fraîche (en mg), L la longueur (en mm), a et b les coefficients de

¹ Unité Adaptation et Santé des Invertébrés Marins

la relation spécifiques à chaque espèce. Ces relations sont les suivantes (avec R^2 le coefficient de détermination) :

Pour <i>R. philippinarum</i> ,	$P = 0,1628 L^{3,1694}$	avec $R^2 = 0,9811$ (n = 2023)	Année 2021
Pour <i>R. decussatus</i>	$P = 0,2723 L^{2,9355}$	avec $R^2 = 0,968$ (n = 46)	Année 2003
Pour <i>P. aureus</i> ,	$P = 0,1074 L^{3,2477}$	avec $R^2 = 0,943$ (n = 67)	Année 2003

Le détail des calculs des moyennes et des totaux en effectif et en biomasse par strate, ainsi que leurs variances associées, sont donnés dans l'annexe 7.2 (pour les strates avec un ou deux prélèvements). La méthodologie repose sur les travaux de Cochran (1977) et a été décrite par Berthou et al. (1997).

La distribution spatiale des densités exprimées en nombre et en gramme par m^2 est effectuée à l'aide d'une étude géostatistique qui comprend les étapes suivantes : analyse exploratoire des données ; analyse variographique avec ajustement d'un modèle au variogramme expérimental (effet de pépite + modèle exponentiel isotrope) ; estimation globale et variance associée. La méthode d'interpolation utilisée est le krigeage par bloc en voisinage glissant avec un voisinage de 200 m. L'intégralité de ces étapes a été effectuée sous le package RGeostats développé par l'École des Mines de Paris². Les données de densités issues du krigeage ont été extraites pour représenter les distributions des densités en nombre d'individus. m^{-2} et en $g.m^{-2}$ sous forme de cartes, à l'aide du logiciel QGIS 3.28.8-FIRENZE.

² MINES ParisTech / ARMINES (2024). RGeostats: The Geostatistical R Package. Version: [14.0.10]. <http://cg.ensmp.fr/rgeostats>

3. Résultats

3.1. Effort d'échantillonnage et précision sur les estimations d'effectifs

Le nombre total des stations échantillonnées en 2024 s'élève à 522 (Tableau 3). Ce nombre est légèrement supérieur au nombre prévisionnel. Cela s'explique essentiellement par la prospection de stations supplémentaires pour s'ajuster au protocole spécifique défini pour la moule asiatique par l'Université de Bordeaux et par une marge de sécurité opérée sur le terrain. Pour les strates de référence, une baisse de 7 % du nombre de stations était ciblée mais elle s'est établie à 5 %.

Tableau 3. Modification de l'effort d'échantillonnage pour certaines strates : En bleu, les strates pour lesquelles il y a eu une diminution et en gris une augmentation de l'effort d'échantillonnage.

Strate	Superficie (km ²)	Nombre habituel de stations	Nombre de stations prévues en 2024	Nombre de stations réalisées en 2024
A	5,56	56	53	54
B	7,33	74	50	54
C	4,89	49	49	48
D	4,06	41	41	42
E	1,96	20	20	20
F	0,63	7	11	11
G	0,87	9	9	9
H	1,17	13	13	13
I	0,86	9	14	14
J	0,79	8	8	8
S1	2,00	21	21	22
S4	4,98	49	45	49
S6	2,69	27	25	25
Z1	2,20	24	17	17
Z2	1,60	16	16	16
Z3	1,33	14	13	13
Sous-Total	42,91	437	405	415
RIO	3,15	32	32	32
LHn	0,63	7	7	7
LHs	0,51	5	5	5
K2	2,38	24	24	23
M2	1,38	13	13	13
M1	1,47	-	15	15
N	1,20	12	12	12
Total	53,63	530	513	522

Le nombre de stations a été diminué pour cette campagne (Tableau 3). En 2024, les coefficients de variation (CV) de l'estimation des effectifs pour l'ensemble du bassin sont légèrement supérieurs à ceux obtenus en 2018 et en 2021 : 27 % si l'on prend en compte toutes les strates et 26 % pour les strates de référence (Figure 6).

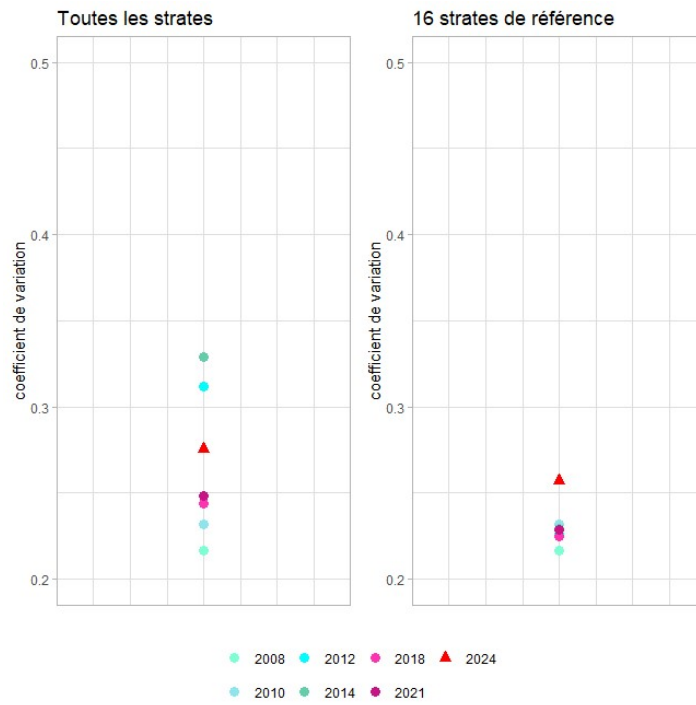


Figure 6. Coefficient de variation de l'estimation des effectifs par année (à gauche, toutes les strates ; à droite, les strates de référence).

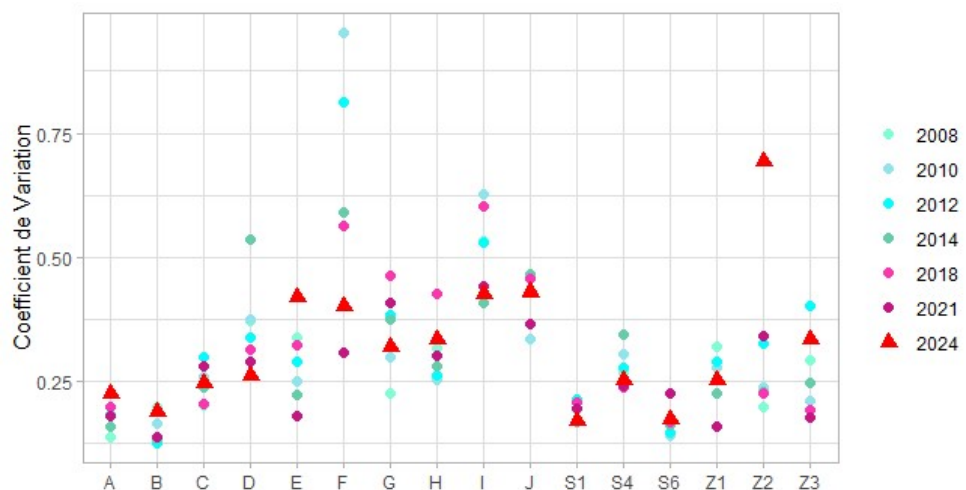


Figure 7. Détail du coefficient de variation de l'estimation des effectifs par année pour les 16 strates de référence.

Pour la plupart des strates dans lesquelles il n'y a pas eu de modification du nombre de stations (C, D, G, H, J, S1), les CV sont dans le même ordre de grandeur que ceux des années précédentes. En revanche, pour les strates E et Z2, les CV sont plus élevés (Figure 7). Pour les strates F et I dont l'effort d'échantillonnage a été augmenté cette année, les CV sont bien inférieurs au seuil de 50% qui avait été ciblé. Pour les strates A, B, S4, S6, Z1 et Z3 dont le nombre de stations a été diminué, les CV sont dans le même ordre de grandeur que ceux des années précédentes avec pour certains des valeurs autour de 25 %. La figure des CV pour les strates supplémentaires est disponible en Annexe 7.3.

3.2. Proportion des différentes espèces de palourde

Les trois espèces ont été observées en 2024 avec un nombre total de palourdes récoltées sur l'ensemble des strates échantillonnées de 5 165 individus. La palourde japonaise (*Ruditapes philippinarum*) reste largement dominante, avec 99,4 % des effectifs et 99,5 % de la biomasse totale.

La palourde européenne (*Ruditapes decussatus*) atteint en proportion environ 0,5 % des effectifs et de la biomasse. Elle a été échantillonnée principalement sur les strates RIO, F et I. La palourde jaune (*Polititapes aureus*) est très peu présente (0,1 % en effectif et moins de 0,1 % en biomasse). La Figure 8 illustre les résultats par strate.

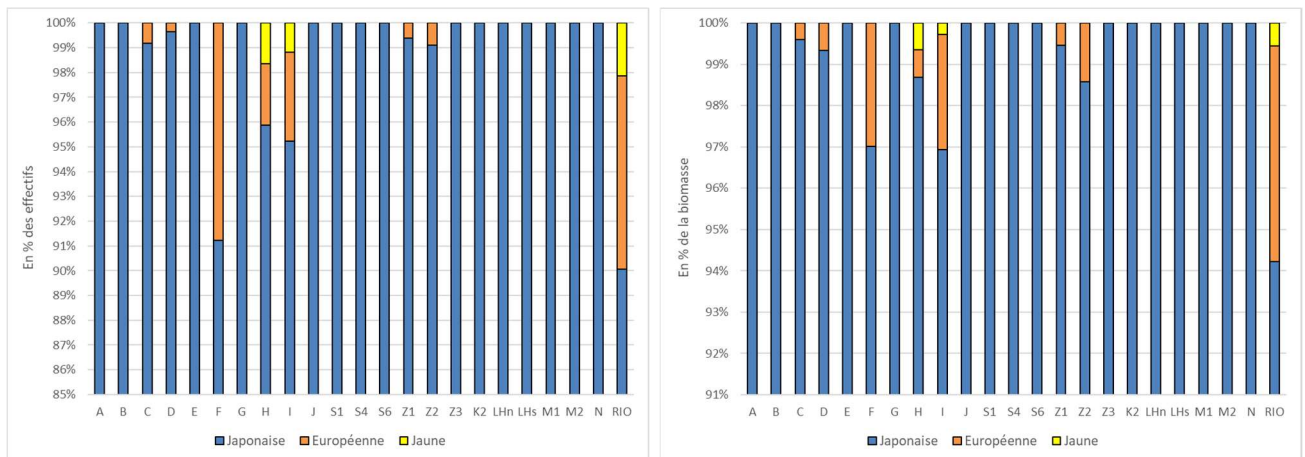


Figure 8. Proportion des 3 espèces de palourdes par strate en % des effectifs et de la biomasse en 2024.

3.3. Structure en taille de la population de palourde japonaise

L'histogramme de fréquence de taille est uniquement établi pour la palourde japonaise car elle seule dispose d'effectifs suffisants par strate. En 2024, les individus mesurent entre 4 et 40 mm avec l'observation d'une seule classe modale à 22-24 mm (Figure 9).

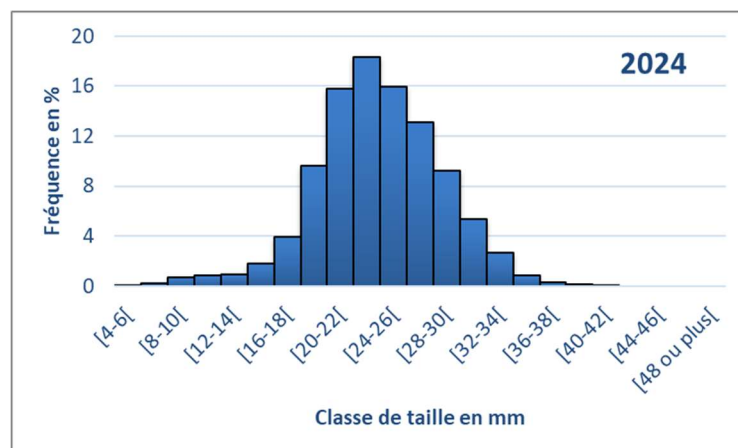


Figure 9. Histogramme de fréquence de taille (en % des effectifs) de la palourde japonaise à partir des mesures réalisées sur les strates de référence en 2024 (N = 4 779).

Les résultats par strate sont fournis en annexe 7.4. En 2024, les histogrammes de fréquence de taille mettent en évidence une seule classe modale dans la majorité des strates. Les valeurs des classes modales varient selon les strates, pour l'essentiel, les classes modales sont soit 20-22 mm ou 22-24 mm ou 24-26 mm.

3.4. Estimation des densités

En moyenne en 2024 et pour les strates de référence, les densités estimées (toutes espèces confondues) sont de 27 palourdes par m² pour une masse de 111 g.m⁻² (Tableau 4).

Avec une densité de 105 individus.m⁻² et de 382 g.m⁻², la strate S1 présente les plus fortes valeurs. Les autres strates possèdent des densités comprises entre 8 et 83 individus.m⁻². En masse, les densités sont comprises entre 35 et 280 g.m⁻². Les densités les plus élevées en nombre d'individus.m⁻² (supérieures 27 palourdes.m⁻²) sont observées sur 5 strates : B, C, S1, Z1 et Z3. En masse, il s'agit des strates C, D, I, S1, Z1 et Z3.

Parmi les strates supplémentaires, la strate N (ancienne réserve de Branne) est caractérisée par une abondance moyenne de 44 individus.m⁻² et de 132 g.m⁻². Toutes les autres strates supplémentaires présentent des densités bien inférieures à la moyenne y compris les strates RIO et LHn/LHs, en réserve actuellement.

Tableau 4. Densités moyennes exprimées en nombre.m⁻² et en g.m⁻² toutes espèces confondues par strate et pour l'ensemble de la zone prospectée.

	Nombre.m ⁻²	Masse en g.m ⁻²
A	8,2	37,2
B	28,2	69,8
C	30,9	152,1
D	26,6	133,2
E	14,0	84,3
F	10,4	46,0
G	10,7	34,6
H	18,6	109,4
I	24,0	160,8
J	23,0	111,3
S1	105,3	381,9
S4	8,7	29,9
S6	25,8	103,1
Z1	37,9	235,6
Z2	13,9	52,6
Z3	83,5	280,3
Moyenne	26,9	110,6
K2	8,2	43,6
LHn	6,9	63,7
LHs	0,8	0,3
M1	3,7	8,4
M2	5,2	41,9
N	44,3	131,6
RIO	8,8	55,5
Moyenne	23,7	98,7

3.5. Estimation des abondances et des biomasses

Pour permettre la comparaison avec les données antérieures, les estimations sont uniquement effectuées pour les 16 strates de référence ; elles ne prennent pas en compte les strates supplémentaires, celles-ci sont présentées à part.

En 2024, la population totale de palourdes toutes espèces confondues est estimée à **1 156 millions d'individus** (± 88 millions³) pour une biomasse totale de **4 748 tonnes** (± 368 tonnes).

Pour la palourde japonaise, la population est estimée à **1 151 millions d'individus** (± 88 millions) pour une biomasse de **4 730 tonnes** (± 368 tonnes). La palourde européenne et la palourde jaune représentent quant à elles respectivement 16 tonnes (pour 4 millions d'individus) et 1 tonne (pour 0,6 millions d'individus).

La répartition des effectifs et des biomasses par strate en 2024 est présentée sur les figures 10 et 11. Les résultats sont détaillés en annexe 7.5.

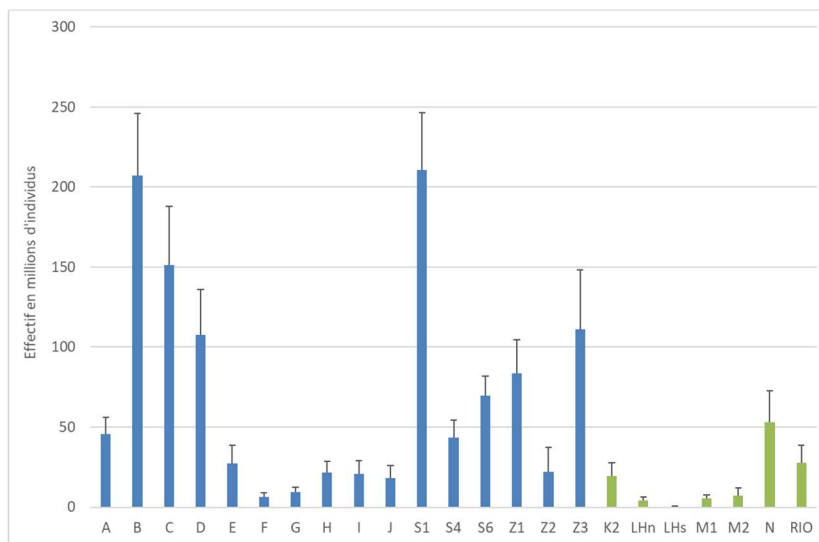


Figure 10. Effectif estimé par strate (exprimé en million d'individus) pour les 3 espèces de palourde en 2024 (chaque barre noire verticale représente l'écart type associé à l'abondance de la strate). En bleu, les strates de référence, en vert les strates supplémentaires (dont les zones de réserve actuelles).

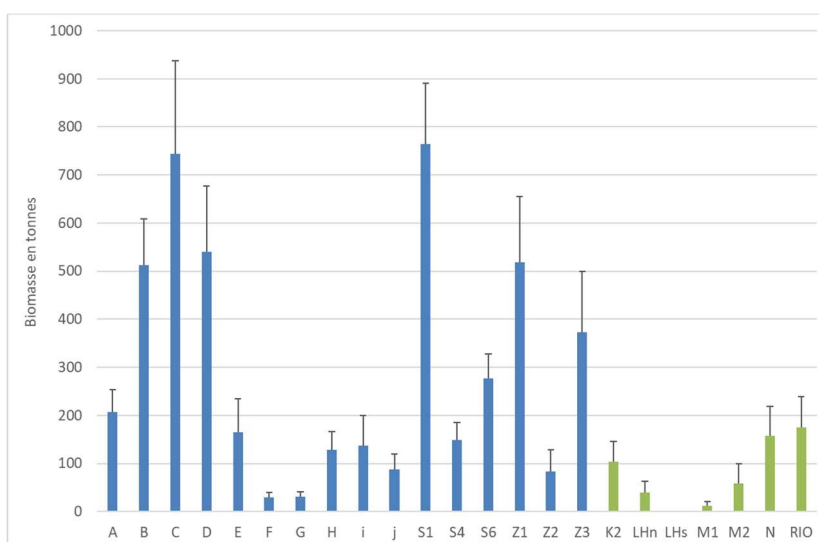


Figure 11. Biomasse estimée par strate (exprimée en tonnes) pour les 3 espèces de palourde en 2024 (chaque barre noire verticale représente l'écart type associé à la biomasse de la strate). En bleu, les strates de référence, en vert les strates supplémentaires (dont les zones de réserve actuelles).

³ Les chiffres entre parenthèses représentent l'écart type.

3.6. Fraction et biomasse exploitables du stock de palourde japonaise

Depuis 2008, la taille réglementaire de commercialisation est de 35 mm pour la palourde japonaise [Règlement (CE) n°40/2008]. Le terme « fraction exploitable » utilisé dans ce document se réfère à cette taille ; il s'agit de la part des individus de taille supérieure ou égale à 35 mm sur la population totale exprimée en effectif ou en biomasse.

Sur l'ensemble des 16 strates, la fraction exploitable pour la palourde japonaise représente **0,9 % des effectifs** et **3 % de la biomasse totale** (Tableau 5).

En 2024, la biomasse exploitable pour la palourde japonaise est estimée à **151 tonnes** (± 36 tonnes) pour **11 millions d'individus** (± 3 millions).

Tableau 5. Longueurs moyennes (toutes tailles confondues), effectif et biomasse exploitables exprimés en millions d'individus, en tonnes et en % de la population totale de chaque strate pour la palourde japonaise en 2024. En gris, les strates à un prélèvement par station.

	Longueur moyenne ⁴	Effectif ($L \geq 35$ mm)		Biomasse ($L \geq 35$ mm)	
		mm	millions	%	tonnes
A	23,8	1,4	3,2	20,1	9,7
B	20,3	0,0	0,0	0,0	0,0
C	25,3	0,8	0,5	10,9	1,5
D	25,1	1,9	1,8	27,0	5,0
E	27,0	0,2	0,7	2,5	1,5
F	24,8	0,0	0,0	0,0	0,0
G	21,2	0,0	0,0	0,0	0,0
H	26,9	0,7	3,4	10,6	8,4
I	27,7	1,5	7,5	22,1	16,6
J	24,7	0,0	0,0	0,0	0,0
S1	22,9	0,0	0,0	0,0	0,0
S4	22,1	0,0	0,0	0,0	0,0
S6	23,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Z1	26,8	3,9	4,7	55,1	10,7
Z2	23,0	0,2	0,9	2,8	3,4
Z3	22,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Total		10,7	0,9	151	3,2
K2	25,5	1,2	6,4	16,8	16,2
LHn	30,0	1,1	25,0	18,5	45,9
LHs	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M1	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0
M2	29,8	0,4	5,9	5,4	9,4
N	21,5	0,0	0,0	0,0	0,0
RIO	27,5	1,8	7,1	26,4	16,0

Sur les 16 strates de référence, la moitié ne présente pas de palourdes de taille supérieure ou égale à 35 mm. Les proportions en effectif sont assez faibles avec des maxima de 7 % et de 5 % pour les strates I et Z1 respectivement, ce qui représente 1,5 millions et 4 millions d'individus. Les strates Z1, D et I totalisent 70 % de la biomasse avec 55 tonnes, 27 tonnes et 22 tonnes respectivement.

Parmi les strates supplémentaires, LHn présente la plus forte proportion de palourdes de taille commerciale (25 % en effectif et 46 % en biomasse). Sur les strates N, LHs et M1, aucune palourde exploitable n'a été observée. Concernant la réserve de l'île aux Oiseaux (strate RIO), les palourdes exploitables représentent une proportion de 7 % en effectif et de 16 % en biomasse, soit 2 millions d'individus pour une biomasse de 26 tonnes (Tableau 5).

Pour les strates de référence, les longueurs moyennes des palourdes japonaises sont comprises entre une valeur minimale de 20,3 mm pour la strate B et une valeur maximale de

⁴ Longueur moyenne des palourdes japonaises et non de la fraction exploitable

27,7 mm pour la strate I. Pour les strates supplémentaires, la longueur moyenne minimale est de 12 mm pour les palourdes de la strate LHs et de 30 mm pour celles de LHn.

3.7. Fraction et abondance des reproducteurs de palourde japonaise

La fraction des reproducteurs (individus de taille supérieure ou égale à 25 mm) représente 41 % des effectifs et 64 % de la biomasse.

En 2024, le niveau d'abondance des reproducteurs de palourde japonaise est estimé à **472 millions d'individus** (± 44 millions) pour une biomasse estimée de **3 036 tonnes** (± 289 tonnes).

Les plus forts effectifs de reproducteurs sont observés sur les strates C, D, S1 et Z1 avec des valeurs comprises entre 62 et 91 millions d'individus, représentant des proportions comprises entre 33 % et 74 % des effectifs. En biomasse, ces mêmes strates comptabilisent des valeurs comprises entre 397 et 565 tonnes. Selon les strates, la fraction des reproducteurs en biomasse est comprise entre 48 et 89 %, la proportion la plus basse étant observée pour la strate B avec 18%. Les biomasses les plus faibles sont enregistrées sur les strates F et G avec 18 et 19 tonnes (Tableau 6).

Tableau 6. Abondance et biomasse des reproducteurs, exprimées en millions d'individus, en tonnes et en % de la population totale de chaque strate pour la palourde japonaise en 2024. En gris, les strates à un prélèvement par station.

	Effectif ($L \geq 25$ mm)		Biomasse ($L \geq 25$ mm)	
	millions	%	tonnes	%
A	22,2	48,6	153,7	74,2
B	16,8	8,1	94,4	18,4
C	90,9	60,6	565,4	76,3
D	65,3	60,8	425,0	79,2
E	21,1	77,1	147,5	89,5
F	2,6	44,2	18,3	65,3
G	3,5	37,5	18,9	62,5
H	15,9	75,9	112,6	89,0
I	13,9	71,3	118,3	88,7
J	8,6	47,8	63,2	72,3
S1	69,0	32,7	397,0	51,9
S4	12,0	27,7	71,9	48,3
S6	28,6	41,2	160,6	57,9
Z1	61,6	74,4	465,7	90,3
Z2	6,6	30,0	45,0	54,3
Z3	32,7	29,5	178,8	48,0
Total	471,5	41,0	3036,4	64,2
K2	12,0	61,7	85,3	82,1
LHn	3,6	83,3	38,7	96,2
LHs	0,0	0,0	0,0	0,0
M1	0,8	14,3	6,4	51,5
M2	6,4	88,2	55,1	95,0
N	10,0	18,8	48,3	30,7
RIO	18,7	74,8	148,7	90,3

3.8. Fraction et abondance des juvéniles de palourde japonaise

La fraction des juvéniles constitue 6 % des effectifs et 1 % de la biomasse.

En 2024, le niveau d'abondance des juvéniles de palourde japonaise est estimé à **71 millions d'individus** (± 9 millions) pour une biomasse estimée de **46 tonnes** (± 6 tonnes).

La plus forte proportion de juvéniles est observée sur la strate G avec une valeur de 21 % en effectif représentant 2 millions d'individus. Avec 11 % des effectifs, la strate B présente la plus forte abondance avec 23 millions d'individus alors que les strates A et S4 totalisent chacune 5 millions d'individus. Les effectifs sont compris entre 6 et 8 millions d'individus pour les strates D, S1 et Z3. Les plus faibles valeurs (< 1 million) sont enregistrées sur les strates E, F, H, I, J et Z2. Pour les strates supplémentaires, c'est la strate N (ancienne réserve de Branne) qui comptabilise la plus forte valeur avec 4 millions d'individus. La réserve de l'île aux Oiseaux (strate RIO) présente très peu de palourdes juvéniles avec 0,2 millions d'individus (Tableau 7).

Tableau 7. Abondance et biomasse des juvéniles exprimées en millions d'individus, en tonnes et en % de la population totale de chaque strate pour la palourde japonaise en 2024. En gris, les strates à un prélèvement par station.

	Effectif ($L < 17$ mm)		Biomasse ($L < 17$ mm)	
	millions	%	tonnes	%
A	4,9	10,8	2,5	1,2
B	22,8	11,0	17,8	3,5
C	4,1	2,7	1,6	0,2
D	7,7	7,2	3,6	0,7
E	0,6	2,1	0,2	0,1
F	0,1	1,9	0,1	0,4
G	1,9	20,8	0,9	3,0
H	0,4	1,7	0,1	0,0
I	0,7	3,8	0,5	0,4
J	0,8	4,3	0,5	0,6
S1	6,9	3,3	5,8	0,8
S4	4,9	11,3	2,2	1,5
S6	3,0	4,3	2,0	0,7
Z1	5,2	6,3	2,5	0,5
Z2	0,6	2,7	0,6	0,7
Z3	6,5	5,9	4,6	1,2
Total	71,2	6,2	45,5	1,0
K2	0,8	4,3	0,3	0,3
LHn	0,4	8,3	0,2	0,4
LHs	0,4	100,0	0,2	100,0
M1	3,1	57,1	1,8	14,3
M2	0,0	0,0	0,0	0,0
N	4,0	7,5	2,0	1,2
RIO	0,2	0,8	0,2	0,1

3.9. Distribution spatiale des densités de palourde japonaise

Les cartes de distribution spatiale des densités (Figures 12 et 13) montrent que la population de palourde japonaise se répartit sur les zones les plus internes du bassin avec des densités maximales localisées sur seulement quelques strates Z1, S1, Z3 et une partie de la strate C. Les plus faibles densités sont observées sur la pointe nord du bassin sur les strates A et K2 et au sud sur la strate S4 située à proximité de la Leyre. La partie centrale du bassin comprise entre le chenal de Girouasse et le chenal de Teychan (strates LHn, LHs, M1, M2, E) présentent aussi peu de palourdes. La zone de réserve de l'île aux Oiseaux (strate RIO) est également concernée par de faibles densités.

En quantité faible, les palourdes exploitables se situent sur des petites portions de strates (Z1, LHn et D) (Figures 14 et 15). Les reproducteurs, se répartissent sur la partie centrale du bassin, celle des chenaux (Figures 16 et 17). Quant aux juvéniles, ils sont présents sur des secteurs très localisés sur les strates B, S1 et Z3 (Figures 18 et 19). Les cartes de distribution spatiale des densités des campagnes antérieures (de 2010 à 2021) sont fournies en annexe 7.6.

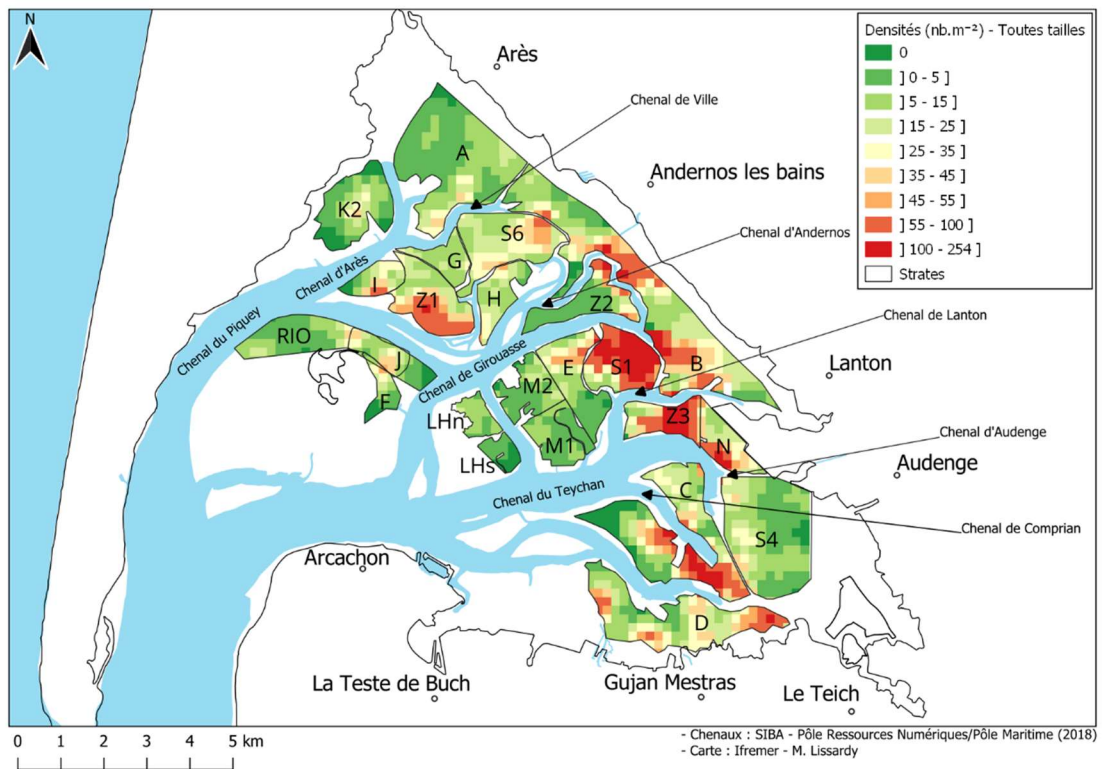


Figure 12. Distribution des densités interpolées de la palourde japonaise (en nombre.m⁻²) en 2024.

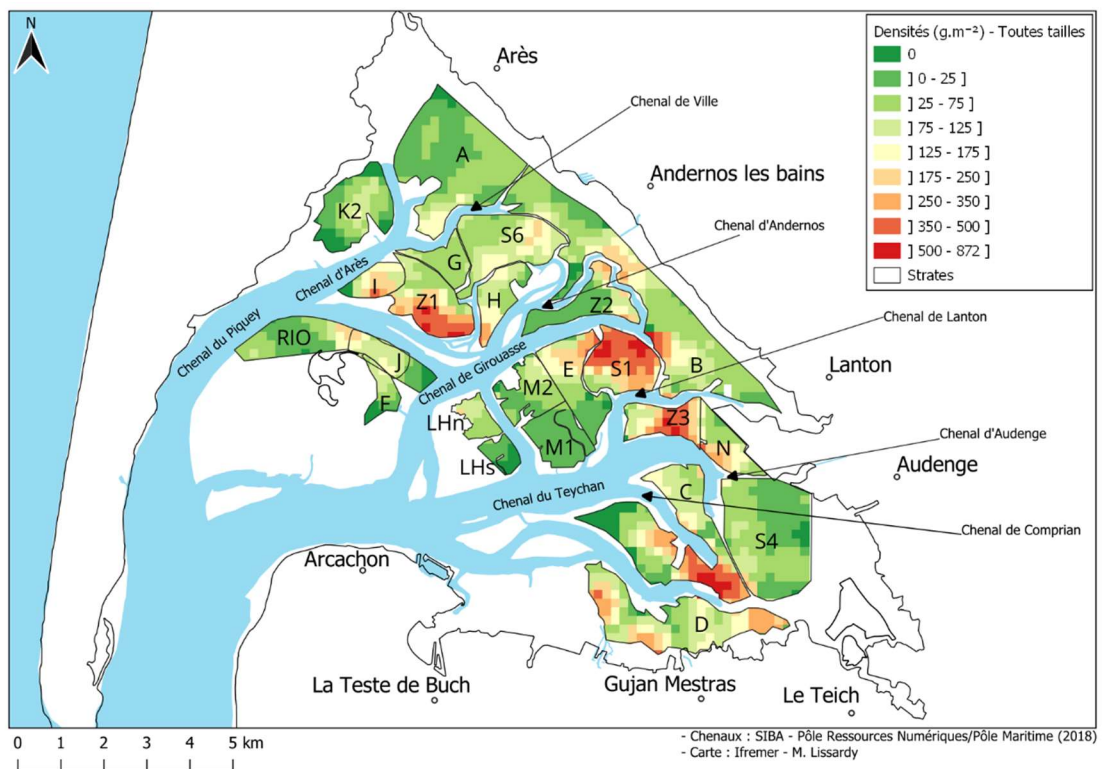


Figure 13. Distribution des densités interpolées de la palourde japonaise (en gramme.m⁻²) en 2024.

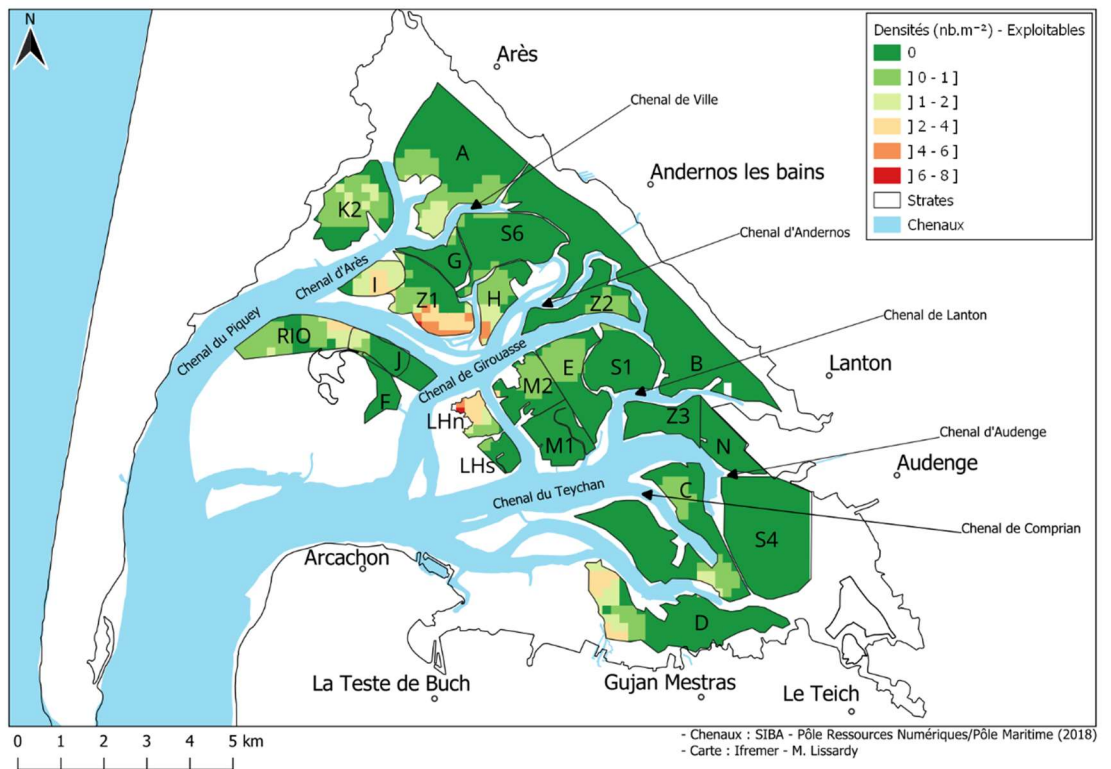


Figure 14. Distribution des densités exploitables ($L \geq 35$ mm) interpolées de la palourde japonaise (en nombre.m⁻²) en 2024.

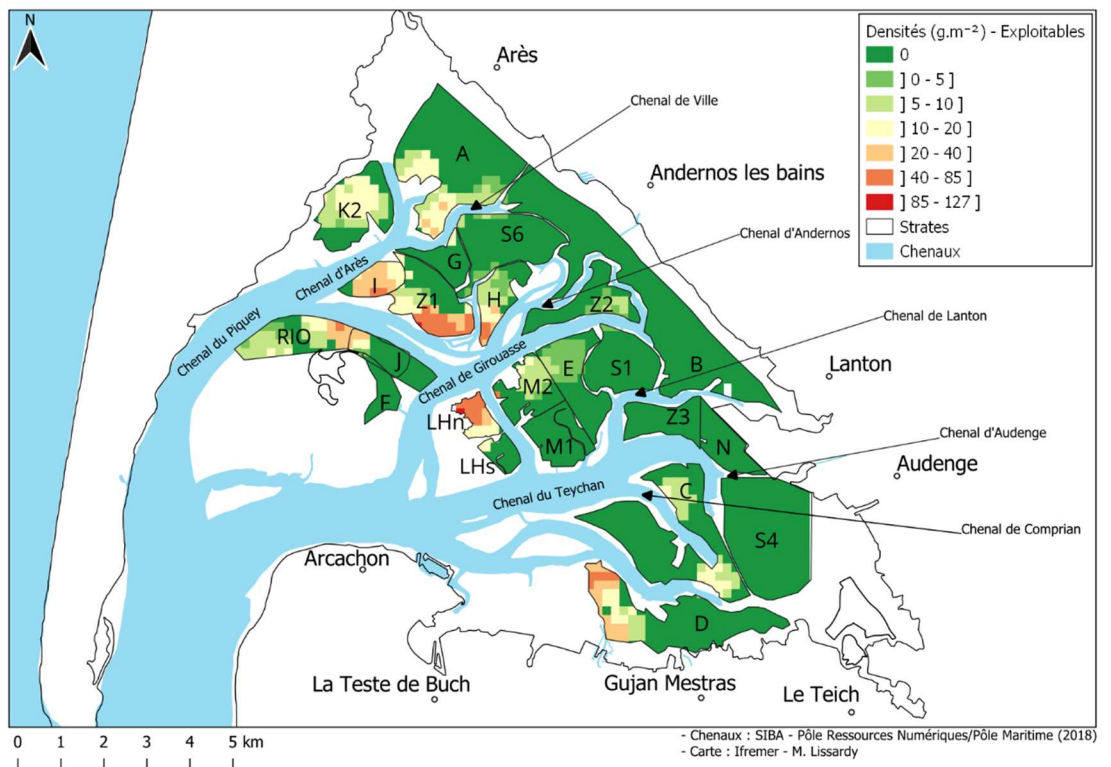


Figure 15. Distribution des densités exploitables ($L \geq 35$ mm) interpolées de la palourde japonaise (en gramme.m⁻²) en 2024.

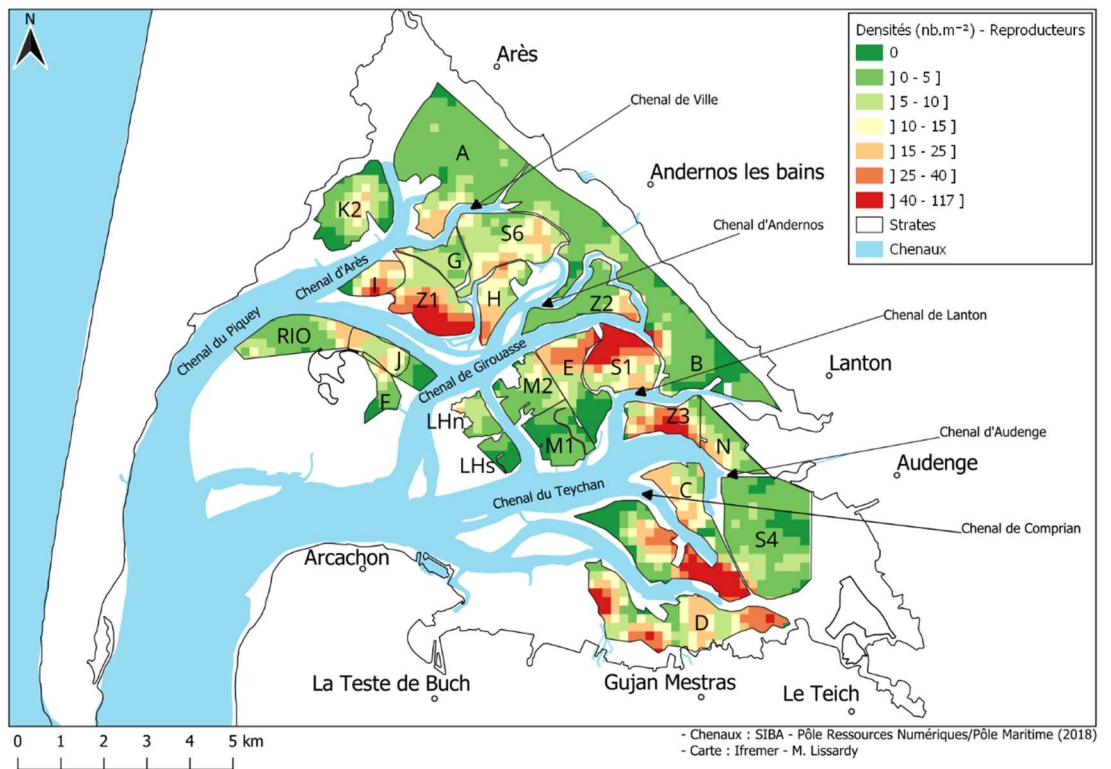


Figure 16. Distribution des densités de reproducteurs ($L \geq 25$ mm) interpolées de la palourde japonaise (en nombre.m⁻²) en 2024.

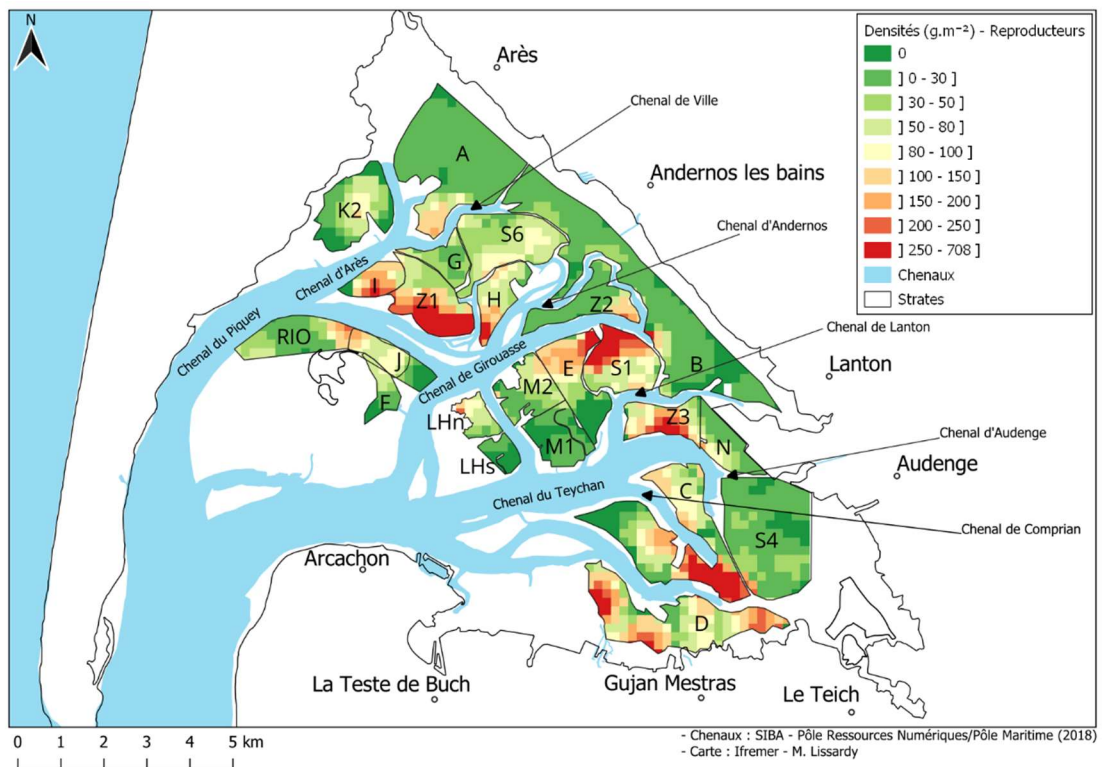


Figure 17. Distribution des densités de reproducteurs ($L \geq 25$ mm) interpolées de la palourde japonaise (en gramme.m⁻²) en 2024

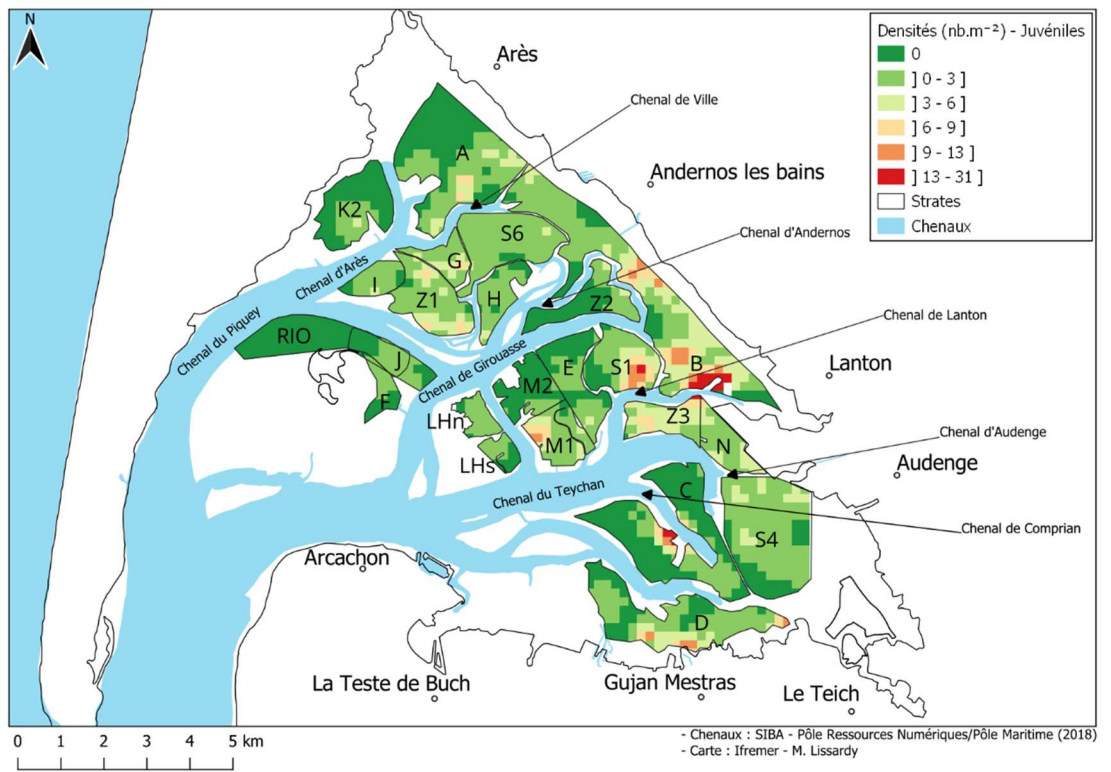


Figure 18. Distribution des densités de juvéniles ($L < 17$ mm) interpolées de la palourde japonaise (en nombre.m⁻²) en 2024.

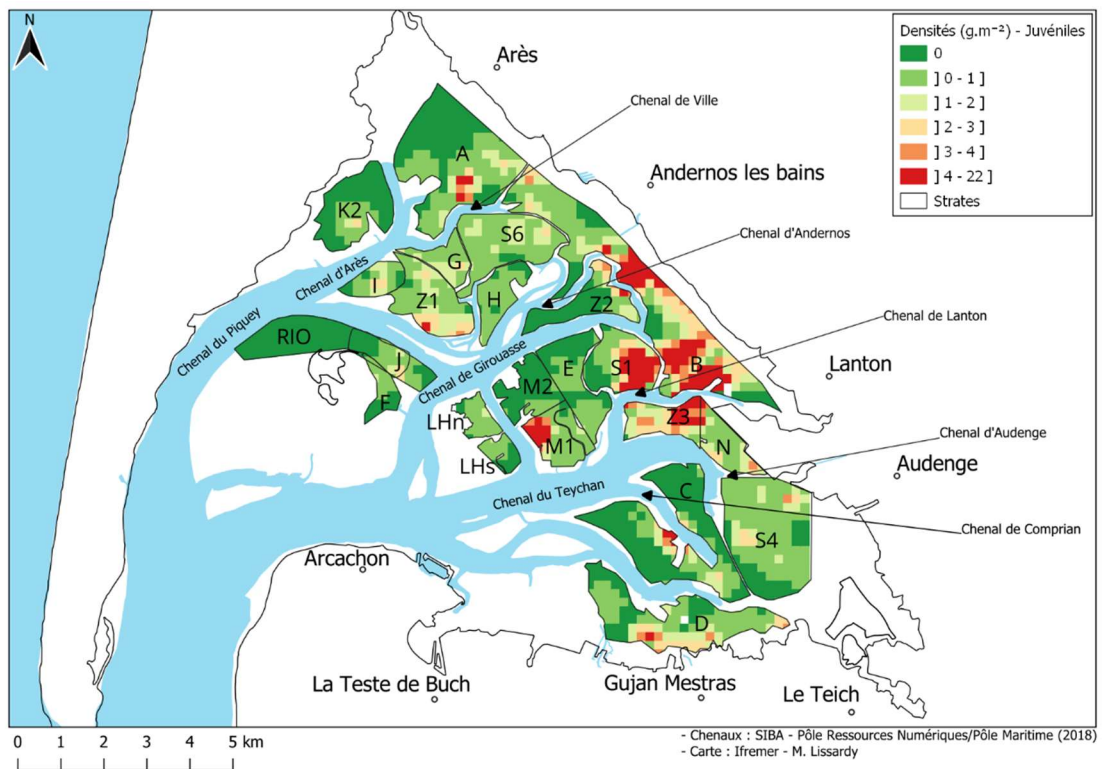


Figure 19. Distribution des densités de juvéniles ($L < 17$ mm) interpolées de la palourde japonaise (en gramme.m⁻²) en 2024.

4. Bilan comparatif des années de suivi

4.1. À l'échelle globale

4.1.1. Biomasse totale et effectif total

La biomasse totale de palourde japonaise est en forte baisse par rapport à 2021 (- 46 %) atteignant à peu près le même niveau que celui de 2018 (4 457 tonnes) (Figure 20). En effectif, la baisse enregistrée est de 31 %. Pour information, la figure pour la biomasse totale et l'effectif total toutes espèces confondues est fournie en annexe 7.7.

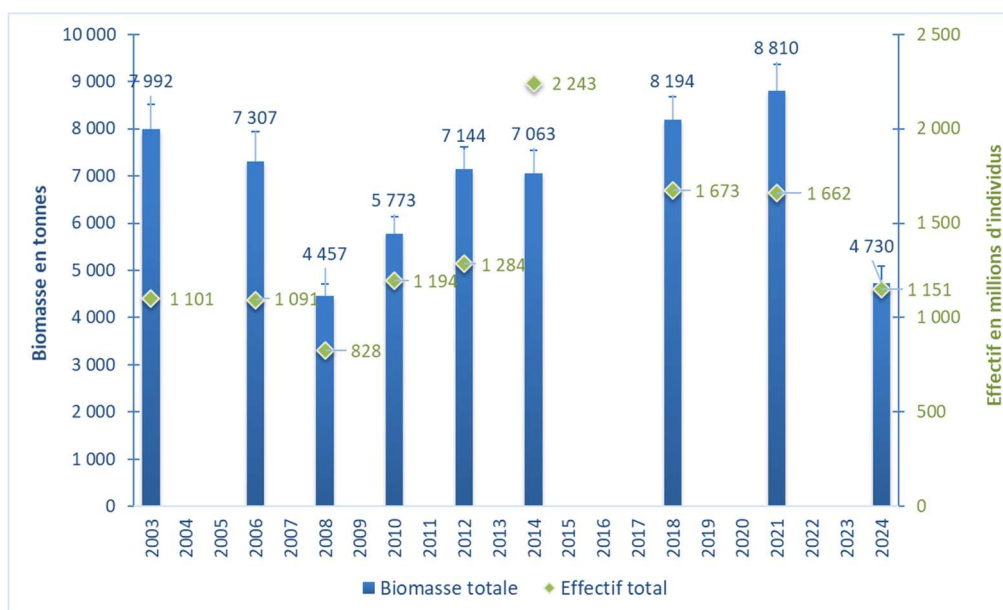


Figure 20. Évolution depuis 2003 de la biomasse totale (avec son écart-type) et de l'effectif total de la palourde japonaise sur l'ensemble des strates de référence.

4.1.2. Histogrammes de fréquence de taille

En 2024, la structure en taille de la population de palourde japonaise est unimodale avec un mode à 22-24 mm alors qu'en 2021, elle était bimodale avec un premier mode à 8-10 mm et un second mode à 28-30 mm (Figure 21). La taille moyenne des palourdes japonaises a diminué passant de 24,7 mm à 23,4 mm. La taille moyenne des palourdes de taille commerciale a augmenté passant de 35,8 mm à 36,2 mm (Tableau 8).

Tableau 8. Évolution de la taille moyenne (toutes tailles confondues de palourde japonaise) et de la taille moyenne des palourdes japonaises de taille commerciale depuis 2003.

	2003	2006	2008	2010	2012	2014	2018	2021	2024
Taille moyenne (mm)	29,8	28,7	25,1	25,0	27,2	19,2	25,8	24,7	23,4
Taille commerciale (mm)	37,0	36,7	36,7	36,8	36,3	36,3	36,0	35,8	36,2

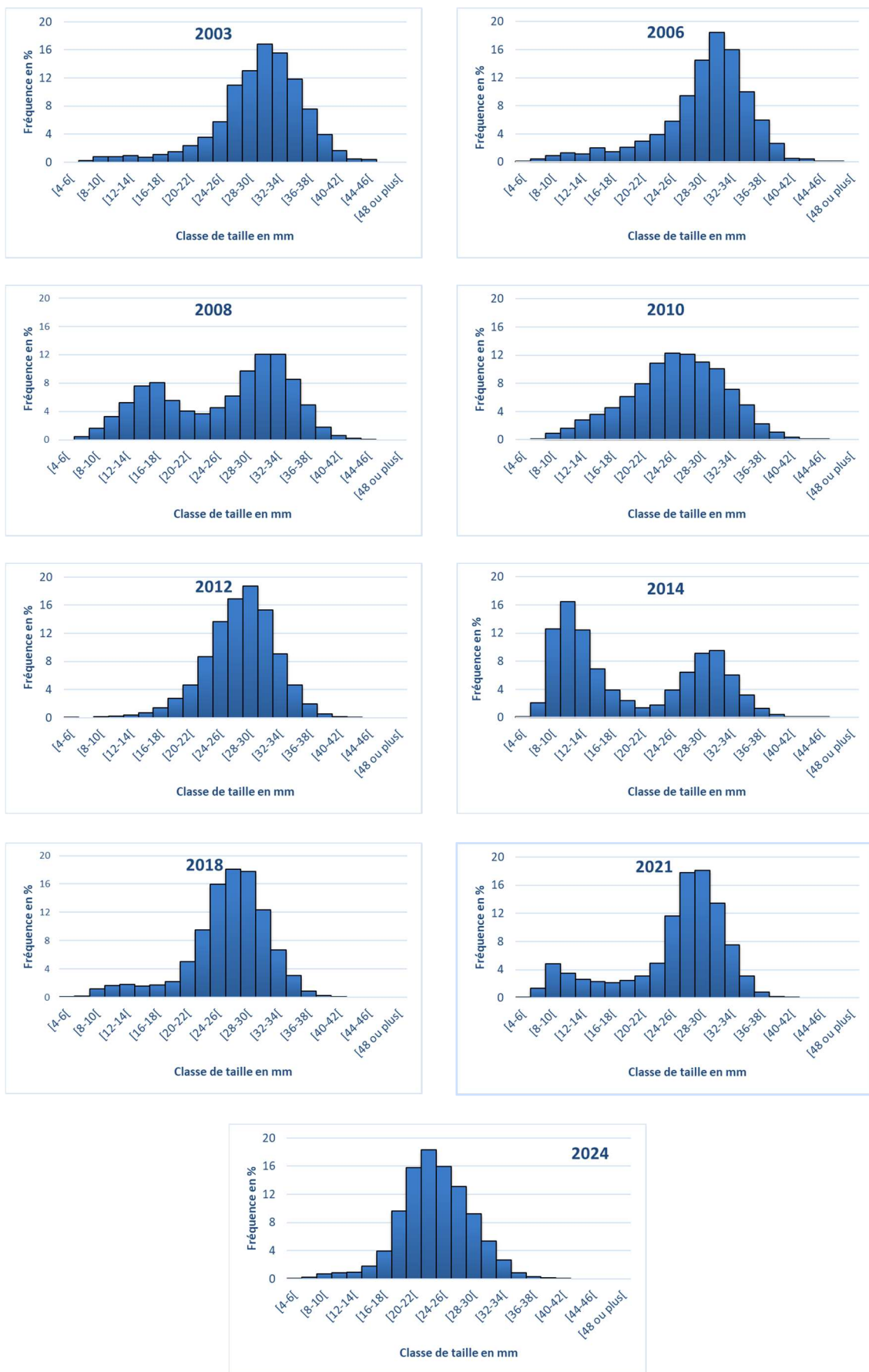


Figure 21. Comparaison des histogrammes de fréquence de taille de la palourde japonaise obtenus sur les 16 strates de référence échantillonnées (en % des effectifs) en 2003 (N = 4 599), 2006 (N = 4 255), 2008 (N = 4 011), 2010 (N = 5 719), 2012 (N = 5 972), 2014 (N = 10 483), 2018 (N = 7 875), 2021 (N = 7 638), 2024 (N = 4 779).

4.1.3. Abondance des juvéniles, des reproducteurs et de la biomasse exploitable de la palourde japonaise

L'information sur les niveaux d'abondance des juvéniles et des reproducteurs exprimés en effectif et en biomasse n'est disponible qu'à partir de l'année 2006.

Abondance des juvéniles

Le niveau d'abondance des juvéniles a fortement chuté entre 2014 et 2018 (Figures 22 et 23), l'année 2014 ayant été une année de très fort recrutement. L'année 2021 est marquée par une hausse importante des juvéniles avec une valeur de 277 millions d'individus pour 103 tonnes. En 2024, le niveau d'abondance se situe à nouveau à un niveau bas avec 71 millions d'individus pour 46 tonnes, soit une baisse de 74 % en effectif et de 56 % en biomasse par rapport à 2021.

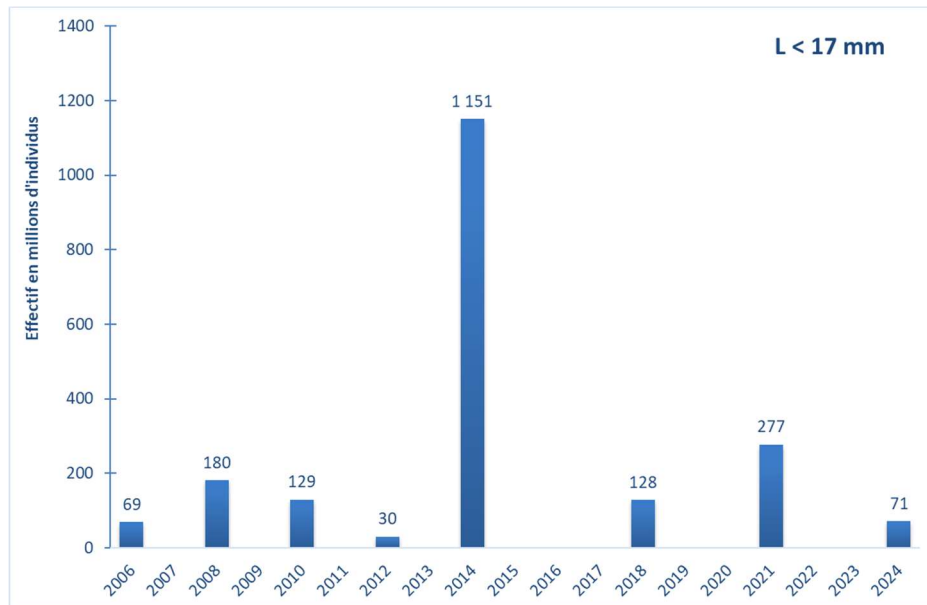


Figure 22. Évolution du niveau d'abondance des juvéniles (L < 17 mm) exprimé en millions d'individus entre 2006 et 2024 sur les strates de référence (N.B. : les strates I et J n'étaient pas échantillonnées en 2006).

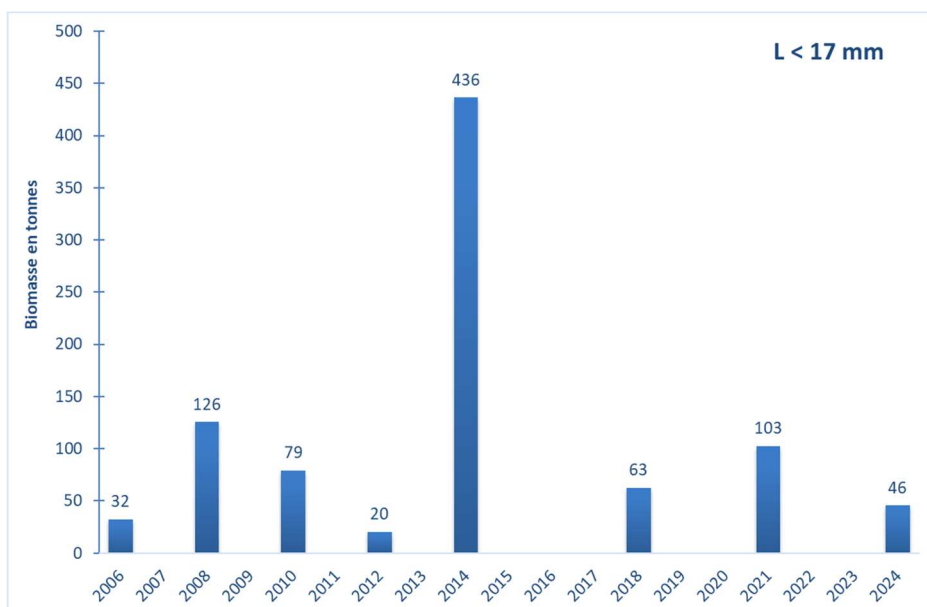


Figure 23. Évolution du niveau d'abondance des juvéniles (L < 17 mm) exprimé en tonnes entre 2006 et 2024 sur les strates de référence (N.B. : les strates I et J n'étaient pas échantillonnées en 2006).

Abondance des reproducteurs

Avec 3 036 tonnes et 472 millions d'individus (soit 64 % de la biomasse et 41 % des effectifs), le niveau d'abondance des reproducteurs est le plus bas de la série de données (Figures 24 et 25), avec une baisse de 58 % en effectif et de 62 % en biomasse par rapport à 2021.

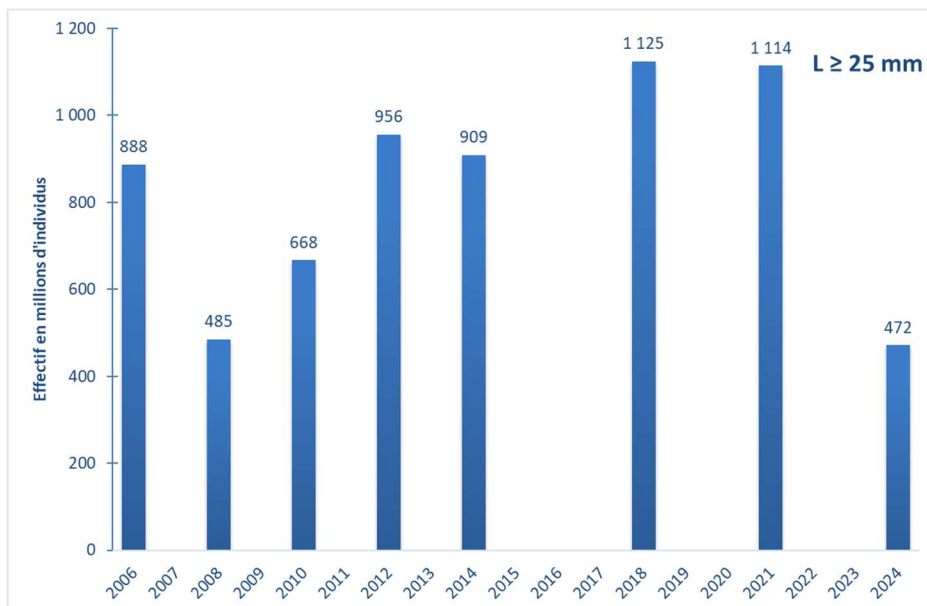


Figure 24. Évolution du niveau d'abondance des reproducteurs exprimé en millions d'individus depuis 2006 sur les strates de référence (les strates I et J n'étaient pas échantillonnées en 2006).

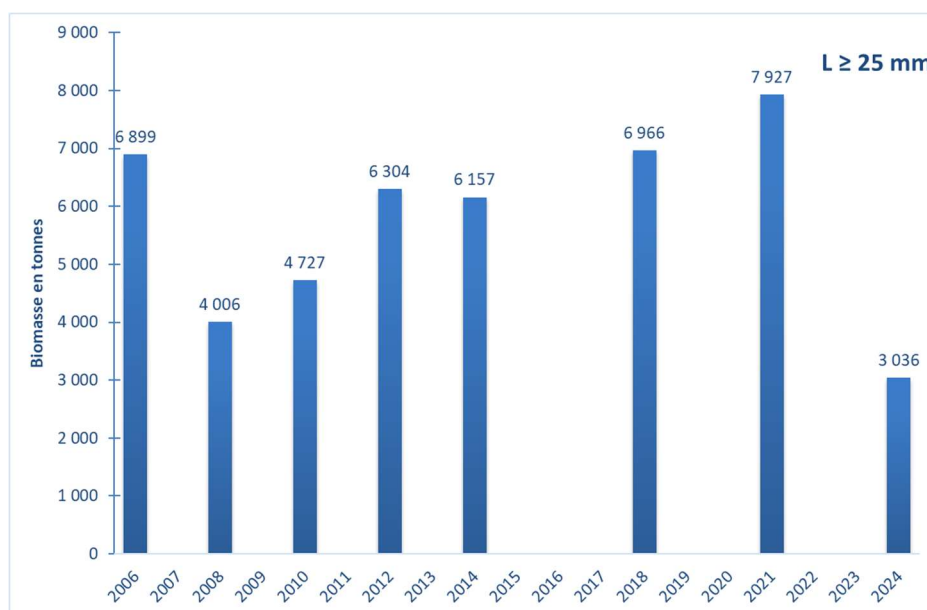


Figure 25. Évolution du niveau d'abondance des reproducteurs exprimé en tonnes depuis 2006 sur les strates de référence (les strates I et J n'étaient pas échantillonnées en 2006).

Biomasse exploitable

Avec une biomasse exploitable de 151 tonnes (pour 11 millions d'individus), l'année 2024 présente le niveau le plus bas de la série de données (Figures 26 et 27). On enregistre une baisse de 70 % par rapport à l'année 2021.

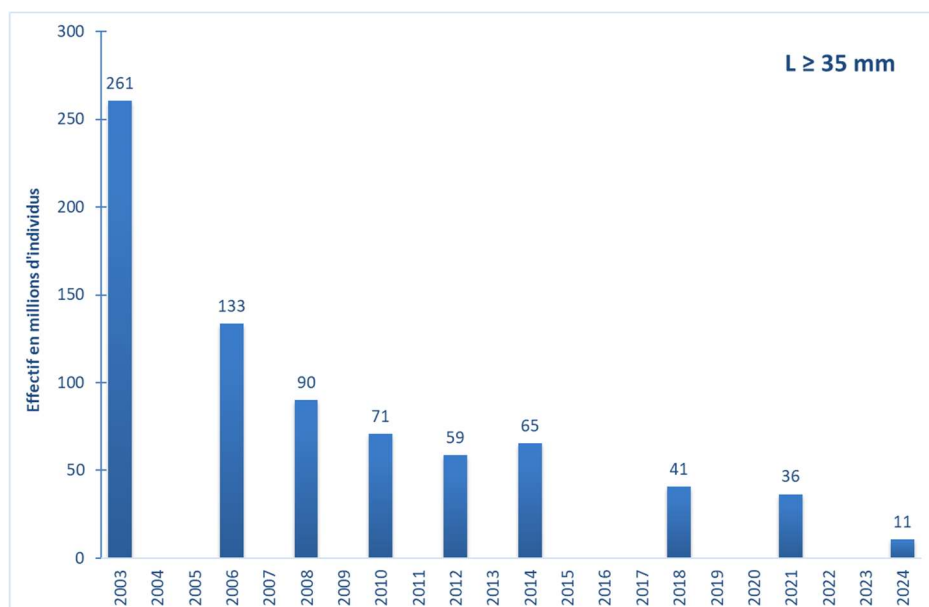


Figure 26. Évolution de l'abondance exploitable exprimée en millions d'individus depuis 2003 sur les strates de référence (les strates I et J n'étaient pas échantillonnées en 2003 et 2006).

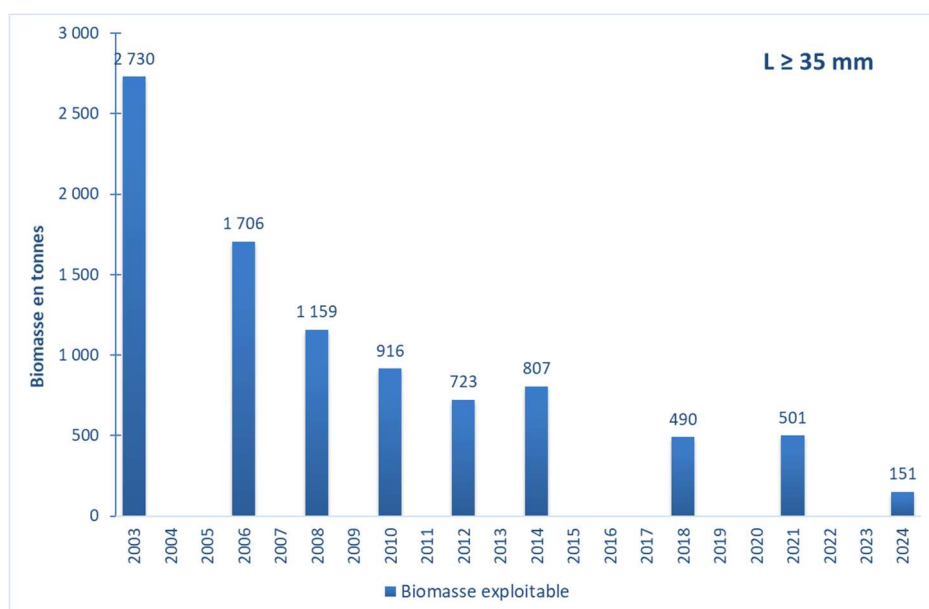


Figure 27. Évolution de la biomasse exploitable exprimée en tonnes depuis 2003 sur les strates de référence (les strates I et J n'étaient pas échantillonnées en 2003 et 2006).

4.2. À l'échelle des strates

4.2.1. Évolution des indicateurs suivis entre 2021 et 2024

Les résultats présentés pour les densités prennent en compte les 3 espèces de palourdes. Ceux relatifs à l'abondance totale, à l'abondance des juvéniles, à l'abondance des reproducteurs et à la biomasse exploitable ne concernent que la palourde japonaise.

Densité moyenne toutes espèces confondues

Parmi les strates de référence, seules trois d'entre elles présentent une évolution positive des densités en nombre.m⁻² : D avec 17 %, S1 avec 28 % et Z3 avec 53 % (Tableau 9). En g.m⁻², l'évolution est respectivement de 22 %, -6 % et 2 %. Toutes les autres strates ont des densités en baisse, G ayant la plus forte diminution (-86 % en nombre et -92 % en masse).

Pour les zones supplémentaires, seule la strate K2 enregistre une augmentation des densités (+113 % en nombre et + 8 % en masse).

Tableau 9. Évolution de la densité entre 2021 et 2024 pour les 3 espèces de palourdes (en bleu, évolution positive).

	2024 Nombre.m ⁻²	2021 Nombre.m ⁻²	Évolution en %	2024 Masse en g.m ⁻²	2021 Masse en g.m ⁻²	Évolution en %
A	8,2	22,3	-63 %	37,2	138,6	-73 %
B	28,2	42,3	-33 %	69,8	194,3	-64 %
C	30,9	38,4	-19 %	152,1	187,4	-19 %
D	26,6	22,6	17 %	133,2	109,2	22 %
E	14,0	47,0	-70 %	84,3	300,2	-72 %
F	10,4	16,9	-39 %	46,0	76,8	-40 %
G	10,7	76,4	-86 %	34,6	423,2	-92 %
H	18,6	31,4	-41 %	109,4	184,7	-41 %
I	24,0	56,9	-58 %	160,8	377,5	-57 %
J	23,0	36,0	-36 %	111,3	224,3	-50 %
S1	105,3	82,3	28 %	381,9	406,9	-6 %
S4	8,7	14,0	-38 %	29,9	60,3	-50 %
S6	25,8	56,4	-54 %	103,1	279,4	-63 %
Z1	37,9	70,8	-46 %	235,6	441,1	-47 %
Z2	13,9	40,4	-66 %	52,6	248,1	-79 %
Z3	83,5	54,4	53 %	280,3	275,9	2 %
Moyenne	26,9	39,0	-31 %	110,6	206,9	-46 %
K2	8,2	3,8	113 %	43,6	40,3	8 %
LHn	6,9	12,0	-43 %	63,7	84,2	-24 %
LHs	0,8			0,3		
M1	3,7			8,4		
M2	5,2	22,2	-76 %	41,9	167,9	-75 %
N	44,3	66,0	-33 %	131,6	286,5	-54 %
RIO	8,8	14,3	-38 %	55,5	91,9	-40 %

Abondance totale

En 2024, deux strates présentent une biomasse en augmentation, la strate D (+22 %) et la strate supplémentaire K2 (+8 %). Toutes les autres strates enregistrent des baisses importantes, comprises entre -6 % et -92 % (Tableaux 10 et 11). Exprimée en nombre d'individus, l'abondance est en augmentation pour les strates D, S1, Z3 et K2 (Figure 28).

Abondance des juvéniles

Toutes les strates enregistrent une forte diminution de la biomasse en juvéniles (entre -42 % et -100 %) à l'exception des strates B, S1, Z3 et K2 qui connaissent une progression de 22 %, 13 %, 60 % et 11 % respectivement (Tableaux 10 et 11).

Abondance des reproducteurs

La biomasse des reproducteurs est en baisse sur toutes les strates avec des valeurs comprises entre -9 % et -94 % à l'exception de la strate D qui enregistre une hausse de 9 % (Tableaux 10 et 11).

Biomasse exploitable

À l'exception de la strate D, la biomasse exploitable est en forte régression sur toutes les strates avec des taux d'évolution compris entre -4 % et -100 %. Les strates ayant enregistré une baisse de 100 % sont au nombre de 8 (B, F, G, J, S1, S4, S6 et Z3). Sur les strates supplémentaires LHs, M1 et N, aucune palourde de taille commerciale n'a été échantillonnée.

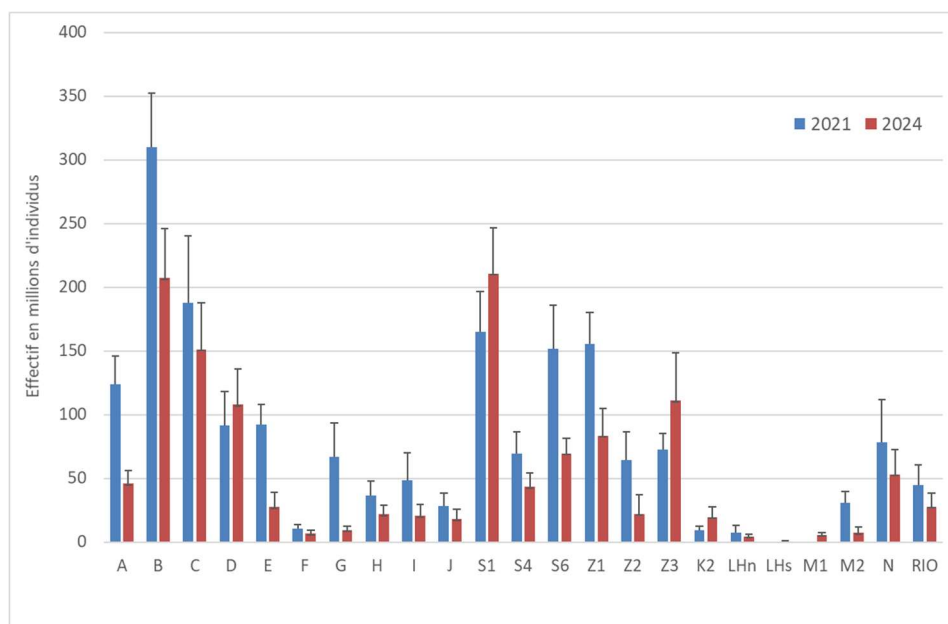


Figure 28. Effectif estimé par strate exprimé en millions d'individus pour la palourde japonaise en 2021 et 2024 (chaque barre noire verticale représente l'écart type associé à l'abondance de la strate).

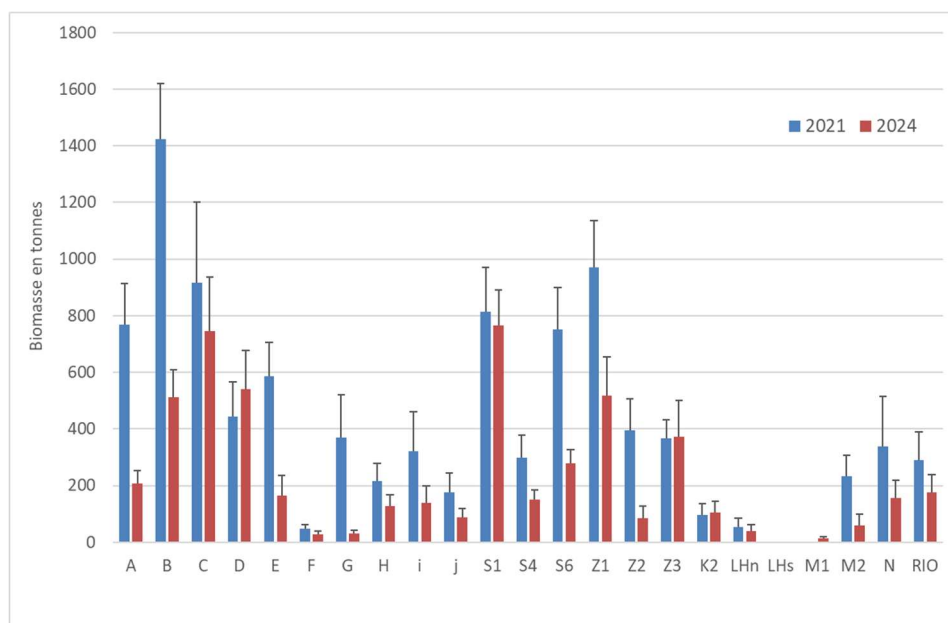


Figure 29. Biomasse estimée exprimée en tonnes par strate pour la palourde japonaise en 2021 et 2024 (chaque barre noire verticale représente l'écart type associé à l'abondance de la strate).

Tableau 10. Comparaison de quelques indicateurs suivis de la palourde japonaise entre 2021 et 2024 pour les strates de référence, les zones de réserve (RIO et LHn, LHs) et les strates supplémentaires (K2, M1, M2 et N).

Strate	Abondance totale (en tonnes)		Abondance des juvéniles $L < 17$ mm (en tonnes)		Abondance des reproducteurs $L \geq 25$ mm (en tonnes)		Biomasse exploitable $L \geq 35$ mm (en tonnes)	
	2021	2024	2021	2024	2021	2024	2021	2024
A	768,1	207,0	9,9	2,5	728,4	153,7	56,4	20,1
B	1417,9	512,3	14,6	17,8	1171,6	94,4	18,6	0,0
C	909,6	741,3	11,8	1,6	818,2	565,4	15,3	10,9
D	432,1	537,0	9,1	3,6	388,2	425,0	23,1	27,0
E	580,3	164,8	5,2	0,2	553,6	147,5	52,4	2,5
F	48,3	28,1	1,3	0,1	41,4	18,3	10,3	0,0
G	366,0	30,2	7,7	0,9	338,4	18,9	24,2	0,0
H	214,3	126,6	2,0	0,1	203,6	112,6	17,5	10,6
I	318,6	133,4	3,7	0,5	300,9	118,3	78,4	22,1
J	170,1	87,4	1,9	0,5	162,0	63,2	20,5	0,0
S1	811,3	764,6	5,1	5,8	723,2	397,0	7,5	0,0
S4	299,8	149,0	3,8	2,2	218,9	71,9	11,8	0,0
S6*	750,6	277,5	10,6	2,0	674,9	160,6	21,5	0,0
Z1	962,4	515,9	10,9	2,5	906,2	465,7	102,1	55,1
Z2	394,5	82,7	2,0	0,6	375,4	45,0	33,9	2,8
Z3	365,9	372,5	2,9	4,6	322,2	178,8	7,3	0,0
Total	8 810	4 730	103	46	7 927	3 036	501	151
K2	95,8	103,8	0,3	0,3	93,5	85,3	53,3	16,8
LHn	53,1	40,2	1,4	0,2	48,1	38,7	22,5	18,5
LHs		0,2		0,2		0,0		0,0
M1		12,3		1,8		6,4		0,0
M2	229,8	58,0	1,1	0,0	221,7	55,1	40,1	5,4
N	339,4	157,4	4,3	2,0	241,1	48,3	0,0	0,0
RIO	286,1	164,8	2,1	0,2	274,6	148,7	27,5	26,4

* Valeur corrigée et mise à jour sur la strate S6 pour 2021

Tableau 11. Évolution (en %) des indicateurs suivis de la palourde japonaise entre 2021 et 2024 pour les strates de référence, les zones de réserve (RIO, LHn, LHs) et les strates supplémentaires (K2, M1, M2 et N). En bleu, évolution positive entre 2021 et 2024.

Strate	Abondance totale (en tonnes)	Abondance des juvéniles $L < 17$ mm (en tonnes)		Abondance des reproducteurs $L \geq 25$ mm (en tonnes)		Biomasse exploitable $L \geq 35$ mm (en tonnes)	
		2021	2024	2021	2024	2021	2024
A	-73 %		-74 %		-79 %		-64%
B	-64 %		22 %		-92 %		-100%
C	-19 %		-86 %		-31 %		-29%
D	22 %		-60 %		9 %		17%
E	-72 %		-97 %		-73 %		-95%
F	-42 %		-91 %		-56 %		-100%
G	-92 %		-88 %		-94 %		-100%
H	-41 %		-97 %		-45 %		-39%
I	-58 %		-86 %		-61 %		-72%
J	-49 %		-74 %		-61 %		-100%
S1	-6 %		13 %		-45 %		-100%
S4	-50 %		-42 %		-67 %		-100%
S6*	-63 %		-81 %		-76 %		-100%
Z1	-46 %		-78 %		-49 %		-46%
Z2	-79 %		-70 %		-88 %		-92%
Z3	-73 %		60 %		-45 %		-100%
Total	-46 %		-56 %		-62 %		-70%
K2	8 %		11 %		-9 %		-68%
LHn	-24 %		-89 %		-20 %		-18%
LHs							
M1							
M2	-75 %		-100 %		-75 %		-86%
N	-54 %		-55 %		-80 %		
RIO	-42 %		-92 %		-46 %		-4%

4.2.2. Cas des zones fermées à la pêche

Pour les zones fermées à la pêche, tous les indicateurs sont en baisse en comparaison avec les valeurs obtenues en 2021 (Tableau 12). Au niveau réglementaire, la strate RIO correspondant à la réserve de l'île aux Oiseaux est restée fermée à la pêche durant 5 ans (du 01/04/2009 au 01/07/2014, pour être réouverte ensuite durant 2 ans du 02/07/2014 au 31/10/2016 ; arrêté préfectoral du 26/04/2014). Elle est de nouveau fermée à la pêche depuis le 01/11/2016.

La strate LHn correspond à une partie de la zone de réserve établie par l'arrêté préfectoral du 28/10/2016 (zone 2 - La Humeyre). Elle est fermée depuis le 01/11/2016. Les indicateurs calculés sont tous en diminution par rapport à la situation de 2021 pour LHn et à celle de 2018 pour LHs.

Tableau 12. Caractéristiques des zones fermées à la pêche en 2024 pour une sélection d'indicateurs.

Strate RIO - 3,15 km² (32 stations)	2024	2021	2018	2014	2012	Proportion 2024 (en effectifs)	Caractéristiques en 2024
Abondance totale (en millions d'individus) toutes espèces	28	45	26	77	-	90 % japonaise 8 % européenne 2 % jaune	Longueur moyenne 27,5 mm Fraction exploitable (en masse) 16 % Fraction juvénile (en nombre) 0,8 %
Biomasse totale (en tonnes) toutes espèces	175	289	153	397	-		
Biomasse exploitable (en tonnes) palourde japonaise	26	27	36	126	-		
Abondance juvéniles (en millions d'individus) palourde japonaise	0,2	6	2	25	-		
Biomasse des reproducteurs (en tonnes)	149	275	124	349	-		
Strate LHn - 0,63 km² (7 stations)	2024	2021	2018	2014	2012	Proportion 2024 (en effectifs)	Caractéristiques en 2024
Abondance totale (en millions d'individus) toutes espèces	4	8	2	-	-	100 % japonaise	Longueur moyenne 30 mm Fraction exploitable (en masse) 46 % Fraction juvénile (en nombre) 8 %
Biomasse totale (en tonnes) toutes espèces	40	53	9	-	-		
Biomasse exploitable (en tonnes) palourde japonaise	18	22	0	-	-		
Abondance juvéniles (en millions d'individus) palourde japonaise	0,4	2	1	-	-		
Biomasse des reproducteurs (en tonnes)	39	48	8	-	--		
Strate LHs - 0,51 km² (5 stations)	2024*	2021	2018	2014	2012	Proportion 2024 (en effectifs)	Caractéristiques en 2024
Abondance totale (en millions d'individus) toutes espèces	0,4	-	5	-	-	100 % japonaise	Longueur moyenne 12 mm Fraction exploitable (en masse) 0 % Fraction juvénile (en nombre) 100 %
Biomasse totale (en tonnes) toutes espèces	0,2	-	31	-	-		
Biomasse exploitable (en tonnes) palourde japonaise	0	-	8	-	-		
Abondance juvéniles (en millions d'individus) palourde japonaise	0,4	-	0,7	-	-		
Biomasse des reproducteurs (en tonnes)	0	-	29	-	-		

* 1 seul individu échantillonné de longueur 12 mm

4.2.3. Cas des zones supplémentaires échantillonnées

Toutes les strates supplémentaires présentent des indicateurs à la baisse par rapport à ceux de 2021. Seule la strate K2 enregistre une légère hausse pour l'abondance totale et la biomasse totale (+53 % et +8 % respectivement). Pour la nouvelle strate M1 prospectée uniquement en 2024 et la strate N, aucune palourde de taille ≥ 35 mm n'a été trouvée (Tableau 13).

Tableau 13. Caractéristiques des zones supplémentaires en 2024 pour une sélection d'indicateurs.

Strate K2 – 2,4 km² (23 ou 24 stations)	2024	2021	2018	2014	2012	Proportion 2024 (en effectifs)	Caractéristiques en 2024
Abondance totale (en millions d'individus) toutes espèces	19	9	22	-	9,5	100 % japonaise	Longueur moyenne 25,5 mm Fraction exploitable (en masse) 16 % Fraction juvénile (en nombre) 4 %
Biomasse totale (en tonnes) toutes espèces	104	96	218	-	80		
Biomasse exploitable (en tonnes) palourde japonaise	17	53	113	-	27		
Abondance juvéniles (en millions d'individus) palourde japonaise	1	1	1	-	0,6		
Biomasse des reproducteurs (en tonnes)	85	93	210	-	67		

Strate M1 – 1,5 km² (15 stations)	2024	2021	2018	2014	2012	Proportion 2024 (en effectifs)	Caractéristiques en 2024
Abondance totale (en millions d'individus) toutes espèces	6	-	-	-	-	100 % japonaise	Longueur moyenne 17,5 mm Fraction exploitable (en masse) 0 % Fraction juvénile (en nombre) 57 %
Biomasse totale (en tonnes) toutes espèces	12	-	-	-	-		
Biomasse exploitable (en tonnes) palourde japonaise	0	-	-	-	-		
Abondance juvéniles (en millions d'individus) palourde japonaise	3	-	-	-	-		
Biomasse des reproducteurs (en tonnes)	6	-	-	-	-		

Strate M2 – 1,4 km² (13 stations)	2024	2021	2018	2014	2012	Proportion 2024 (en effectifs)	Caractéristiques en 2024
Abondance totale (en millions d'individus) toutes espèces	7	31	8	-	20	100 % japonaise	Longueur moyenne 29,8 mm Fraction exploitable (en masse) 9 % Fraction juvénile (en nombre) 0 %
Biomasse totale (en tonnes) toutes espèces	58	232	49	-	134		
Biomasse exploitable (en tonnes) palourde japonaise	5	40	4	-	25		
Abondance juvéniles (en millions d'individus) palourde japonaise	0	3	1	-	0,5		
Biomasse des reproducteurs (en tonnes)	55	222	48	-	128		

Strate N – 1,2 km² (12 stations)	2024	2021	2018	2014	2012	Proportion 2024 (en effectifs)	Caractéristiques en 2024
Abondance totale (en millions d'individus) toutes espèces	53	78	52	82	-	100 % japonaise	Longueur moyenne 21,5 mm Fraction exploitable (en masse) 0 % Fraction juvénile (en nombre) 7,5 %
Biomasse totale (en tonnes) toutes espèces	157	339	163	119	-		
Biomasse exploitable (en tonnes) palourde japonaise	0	0	0	0	-		
Abondance juvéniles (en millions d'individus) palourde japonaise	4	7	11	57	-		
Biomasse des reproducteurs (en tonnes)	48	241	99	69	-		

5. Conclusion

Au sujet de l'optimisation du protocole d'échantillonnage, la réduction du nombre de stations testée en 2024 n'a pas eu d'impact sur la variance d'estimation qui reste acceptable (~CV de 26% sur les strates de référence pour l'estimation des effectifs). Ces résultats confirment qu'une diminution de l'effort d'échantillonnage sur l'ensemble du bassin est possible tout en gardant une bonne précision des estimateurs.

Concernant le diagnostic sur l'état de la population de palourde japonaise (espèce constituant 99 % des effectifs), les principales grandeurs obtenues sur les 10 années de suivi sont synthétisées dans le Tableau 14.

Entre 2021 et 2024, on observe les évolutions suivantes :

- une densité moyenne toutes espèces confondues en baisse en nombre (-31 %) et en masse (-47 %) ;
- un niveau de biomasse totale de palourde japonaise en baisse (-46 %) ;
- une biomasse de reproducteurs en net repli (-62 %) ;
- un niveau de juvéniles en forte baisse également (-74 % en effectif et -56 % en biomasse) ;
- une biomasse exploitable en forte baisse (-70 %) avec un niveau très bas (151 tonnes) par rapport à la série de données.

⇒ **Ces éléments traduisent une dégradation de l'état de la population de palourde japonaise du bassin d'Arcachon depuis le dernier suivi réalisé en 2021.**

Tableau 14. Principales grandeurs obtenues sur les dix années de suivis pour les 16 strates de référence (valeurs 2021 corrigées et mises à jour).

	2000 Aire prospectée 24 km ²	2003 Totalité	2006 Totalité	2008 Totalité	2010 Totalité	2012 Totalité	2014 Totalité	2018 Totalité	2021 Totalité	2024 Totalité	Évolution 2021/2024
Abondance moyenne toutes espèces (nombre d'individus.m ⁻²)	26	24	24	19	26	28	48	39	39	27	-31 %
Biomasse moyenne toutes espèces (g.m ⁻²)	129	174	159	98	125	154	152	192	207	111	-47 %
Abondance totale toutes espèces (millions d'individus)	604	1 129	1 150	870	1 217	1 306	2 263	1 684	1 674	1 159	-31 %
Biomasse totale toutes espèces (tonnes)	2 975	8 095	7 608	4 615	5 858	7 230	7 138	8 242	8 868	4 748	-46 %
Biomasse totale palourde japonaise (tonnes)	2 890	7 992	7 307	4 457	5 773	7 144	7 063	8 194	8 810	4 730	-46 %
Part de la palourde japonaise (% des effectifs)	94 %	98 %	95 %	95 %	98 %	98 %	99 %	99 %	99 %	99 %	
Biomasse exploitable palourde japonaise (tonnes)	690	2 730	1 710	1 159	916	723	807	490	501	151	-70 %
Abondance des reproducteurs palourde japonaise (millions d'individus) ⁵	-	-	888	485	668	956	909	1 125	1 114	472	-58 %
Biomasse des reproducteurs palourde japonaise (tonnes)	-	-	6 899	4 006	4 727	6 304	6 157	6 966	7 927	3 036	-62 %
Abondance de juvéniles palourde japonaise (millions d'individus)	-	51	69	180	129	30	1 151	128	277	72	-74 %
Biomasse de juvéniles palourde japonaise (tonnes)	-	-	32	126	79	20	436	63	103	46	-56 %
Longueur moyenne palourde japonaise (mm)	25,4	29,8	28,7	25,1	25,0	27,4	19,2	25,8	24,8	23,4	
Longueur moyenne taille commerciale palourde japonaise (mm)	37,1	37	36,7	36,7	36,8	36,2	36,3	36	35,8	36,2	

⁵ Valeurs incluant I et J à partir de 2008.

6. Bibliographie

Berthou P., Mahe J.C., Huet J. et P. Noel, 1997. Évaluation du Stock de Palourdes du golfe du Morbihan en 1997. Rapport interne Ifremer, 17 p.

Bertignac M., Auby I., Foucard J., Martin S., De Montaudouin X. Et P.-G. Sauriau, 2001. Évaluation du stock de palourdes du Bassin d'Arcachon. Rapport Interne Ifremer DRV/RH/RST/2001-05, 35 pages.

Bez N., 2021. Estimation et plan d'échantillonnage. Application au stock de palourdes du bassin d'Arcachon. Rapport interne IRD/Ifremer, 15 p.

Boulaire E., Bouvier C., Caill-Milly N., Sanchez F., Lissardy M., Cornette F., Violette H., Lagarde F., Lapègue S., 2023. Résultats préliminaires arcachonnais du projet PALDIAG. Note Ifremer 3 pages.

Caill-Milly N., De Casamajor M.N., Lissardy M., Morandeau G., F. Sanchez, 2003. Évaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon. Rapport interne Ifremer DCN/HGS/LRHA, 44 p.

Caill-Milly N., Duclercq B., Morandeau G., 2006. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du Bassin d'Arcachon – année 2006. Rapport interne Ifremer DCN/HGS/LRHA, 51 p.

Caill-Milly N., Bobinet J., Lissardy M., Morandeau G., Sanchez F., 2008. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du Bassin d'Arcachon – année 2008. Rapport interne Ifremer DCN/HGS/LRHA, 66 p.

Caill-Milly N., 2012. Relations entre l'état d'une ressource et son exploitation *via* la compréhension et la formalisation des interactions de socio-écosystèmes. Application à la palourde japonaise (*Venerupis philippinarum*) du bassin d'Arcachon. Thèse UPPA, 199 p.

Caill-Milly N., Sanchez F., Lissardy M., De Montaudouin X., Bru N., Kermorvant C., Ganthy F., 2021. Drawing lessons from a pluridisciplinary approach associating stakeholders for a better management of a bivalve population (french atlantic coast)? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 251, 107194, 12 p.

Caill-Milly N., Sanchez F., 2021. Relation taille-poids frais de la palourde japonaise du bassin d'Arcachon – Année 2021. Rapport interne Ifremer ODE/LITTORAL/LERAR 21.019, 9 p.

Cochran W.G., 1977. *Sampling techniques* (Third edition) John Wiley & Sons, 428 pages. de Montaudouin et al., 2016

Coignard S., Fouet M., Blanchet H., Massé C., Caill-Milly N., Sanchez F., Lissardy M., Ganthy F., Bernard G., 2024. The ongoing spread of the Asian date mussel (*Arcuatula senhousia*) within the French Atlantic coast: colonisation dynamics and associated drivers in a historically invaded ecosystem (Arcachon Bay). Submitted in *Biological invasions*.

CRPMEM NA, CDPMEM 33, CNPMEM, 2022. Rapport sur les mesures de gestion encadrant l'activité de pêche à pied des palourdes japonaises dans le Bassin d'Arcachon. Projet ACOPALBA, 20 pages.

Fouet M., Coignard S., Massé C., Bernos-Chavez F., Ganthy F., Caill-Milly N., Sanchez F., Lissardy M., Blanchet H., Maire O., de Montaudouin X., Bernard G., 2024. ARCUATULA Project. Modelling the colonisation of seagrass meadows by a non-indigenous mussel: the case of Arcachon Bay, France, Poster, Seagrass conference, Naples, June 15-21.

Fortunato H., 2024. Caractérisation de la diversité génétique des palourdes présentes dans plusieurs lagunes françaises. Université de Caen Normandie, UFR des Sciences/Département BST, Rapport Master 2 Sciences de la Mer parcours Écosystèmes côtiers et physiologie des espèces exploitées par la pêche et l'aquaculture, 40 p.

Kermorvant C., 2019. Optimisation de protocoles d'échantillonnage appliqués aux suivis de la biodiversité et des ressources. Thèse UPPA, 159 p.

MINES ParisTech / ARMINES (2024). RGeostats: The Geostatistical R Package. Version: [14.0.10.]

Sanchez F., Caill-Milly N., Lissardy M., De Casamajor M.N., Morandeu G., 2010. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon. Année 2010. Rapport Ifremer RBE/HGS/LRHA, 47 p.

Sanchez F., Caill-Milly N., De Casamajor M.N., Lissardy M., Binias C., Bru N., 2013. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon. Année 2012. Rapport Ifremer RBE/HGS/LRHA, 45 p.

Sanchez F., Caill-Milly N., Lissardy M., Bru N., 2014. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon. Année 2014. Rapport Ifremer RBE/HGS/LRHA, 48 p.

Sanchez F., Caill-Milly N., Lissardy M., 2018. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon. Année 2018. Rapport Ifremer ODE/UL/LERAR, 61 p.

Sanchez, F., Caill-Milly, N., Lissardy, M., Antajan, E., Meteigner, C., 2021. Suivi de la population de palourde japonaise dans le bassin d'Arcachon - Année 2021. Rapport ODE/LITTORAL/LER AR 21.018., 49 p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00747/85909/>

SIBA, 2022. La réhabilitation des friches ostréicoles du Bassin d'Arcachon & la restauration des vasières. Un objectif partagé par les acteurs du territoire. Note V2002-3 Pôle maritime du SIBA, 9 pages.

Stevens D.L., Olsen A.R., 2003. Variance estimation for spatially balanced samples of environmental resources. *Environmetrics*, 14, 593 – 610.

Stevens D.L., Olsen A.R., 2004. Spatially balanced sampling of natural resources. *Journal of the American Statistical Association*, 99, 262 – 278.

7. Annexes

7.1. Photos de la campagne 2024 (© Ifremer)



Mise en œuvre de la benne Hamon et tamisage des sédiments sur les tables de tri composées de 3 tamis



Enregistrement de la longueur des palourdes au pied à coulisse électronique



Exemples d'échantillons de palourdes et de juvéniles de moule asiatique *A. senhousia*

7.2. Échantillonnage stratifié à deux niveaux pour l'évaluation directe des mollusques bivalves (in Berthou et al., 1997) et échantillonnage stratifié à un niveau

Pour les strates avec deux prélèvements par station, l'échantillonnage est stratifié et comporte deux niveaux ; les strates sont spatiales, les unités secondaires sont de taille constante.

Taux d'échantillonnage

Unités primaires : les unités primaires correspondent aux stations ou points géographiques tirés au hasard dans la strate. Pour une strate h donnée, le taux d'échantillonnage à ce niveau, désigné par f_{1h} est :

$$f_{1h} = \frac{n_h \cdot \pi \cdot R^2}{S_h} \quad (1)$$

avec : n_h = nombre de points dans la strate

S_h = Surface totale de la strate

R = Rayon d'activité du bateau de prélèvement autour des coordonnées du point moyen demandé (« point théorique »). On suppose, en fait, que le navire travaille dans un cercle autour d'un point. Ce rayon est une fonction croissante de la longueur du bateau et de la fiabilité des moyens de navigation mis en œuvre (ici GPS) ; le rôle du patron (aptitude de navigation, adaptation aux appareils, etc.) doit également intervenir, mais il est difficile à quantifier. En l'absence d'éléments précis, la valeur de ce rayon était fixée arbitrairement à 25 mètres. En 2003, nous avons ramené ce rayon à 12 mètres car il correspond à la longueur du navire utilisé pour la campagne.

Unités secondaires : les unités secondaires correspondent aux coups de benne Hamon réalisés par point. Dans la strate h , le taux d'échantillonnage à ce niveau, désigné par f_2 est égal à :

$$f_2 = \frac{k}{4 \cdot \pi \cdot R^2} \quad (2)$$

avec : k = nombre de coups de benne par point (ou station), fixé ici à deux.

R = rayon d'activité

Nombre d'échantillons par niveau

Premier niveau : soit N_h le nombre total de points réalisables dans la strate. On doit avoir :

$$f_{1h} = \frac{n_h \cdot \pi \cdot R^2}{S_h} = \frac{n_h}{N_h} \quad \text{et donc} \quad N_h = \frac{S_h}{\pi \cdot R^2} \quad (3)$$

La probabilité d'intersection entre deux unités d'échantillonnage a été considérée comme nulle.

Deuxième niveau : le nombre potentiel d'unités d'échantillonnage est :

$$4 \cdot \pi \cdot R^2$$

Estimateurs

Pour une strate h donnée, l'estimateur de l'effectif moyen ou de la biomasse moyenne sur 0.25 m^2 représenté par \bar{x}_h est :

$$\bar{x}_h = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} \bar{x}_{ih}}{n_h} = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} \sum_{j=1}^k x_{ijh}}{k \cdot n_h} \quad (4)$$

x_{ijh} est l'effectif capturé par coup de benne j , réalisé sur le point i de la strate h .

Pour le calcul d'une estimation de la variance associée, on fera appel aux notions d'espérance et de variance conditionnelles. La formulation générale du problème (Cochran, 1977) donne (E désignant l'espérance mathématique, V la variance et $\hat{\theta}$ un estimateur) :

$$V(\hat{\theta}) = V_1(E_2(\hat{\theta})) + E_1(V_2(\hat{\theta})) \quad (5)$$

La variance est constituée de deux termes. Le premier se rapporte à la variance entre les unités primaires (variance inter-unité), le second se réfère aux unités secondaires au sein des unités primaires (variance intra-unité).

Dans notre cas, le premier terme à droite de l'équation (5) est :

$$V_1\left[E_2\left(\bar{x}_h\right)\right] = \left(1 - \frac{n_h \cdot \pi \cdot R^2}{S_h}\right) \cdot \frac{S_{1h}^2}{n_h} \quad (6)$$

En considérant que l'échantillonnage au deuxième niveau est aléatoire simple, on obtient :

$$V_2\left(\bar{x}_h\right) = \left(1 - \frac{k}{4 \cdot \pi \cdot R^2}\right) \cdot \frac{1}{n_h^2} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{n_h} S_{2ih}^2}{k} \quad (7)$$

E_1 de l'équation (5) se présente comme suit :

$$E_1\left[\frac{\sum_{i=1}^{n_h} S_{2ih}^2}{n_h}\right] = \frac{\sum_{i=1}^{N_h} S_{2ih}^2}{N_h} = S_{2h}^2 \quad (8)$$

donc :

$$E_1\left[V_2\left(\bar{x}_h\right)\right] = \left(1 - \frac{k}{4 \cdot \pi \cdot R^2}\right) \cdot \frac{S_{2h}^2}{k \cdot n_h} \quad (9)$$

Finalement, la variance de l'estimateur est égale à :

$$V\left(\bar{x}_h\right) = \left(1 - \frac{n_h \cdot \pi \cdot R^2}{S_h}\right) \cdot \frac{S_{1h}^2}{n_h} + \left(1 - \frac{k}{4 \cdot \pi \cdot R^2}\right) \cdot \frac{S_{2h}^2}{k \cdot n_h} \quad (10)$$

Pour estimer cette variance à partir de l'échantillon existant, il est nécessaire de disposer d'une estimation non biaisée de S_{1h}^2 et S_{2h}^2 . Cochran (1977) montre qu'un estimateur non biaisé de S_{1h}^2 est donné par :

$$s_{1h}^2 = \left(1 - \frac{k}{4 \cdot \pi \cdot R^2}\right) \cdot \frac{s_{2h}^2}{k} \quad (11)$$

avec :

$$S_{1h}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} (\bar{x}_{ih} - \bar{x}_h)^2}{n_h - 1} \quad (12)$$

$$S_{2h}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} \sum_{j=1}^k (x_{hj} - \bar{x}_{ih})^2}{n_h \cdot (k - 1)} \quad (13)$$

Finalement, l'expression de la variance de l'estimateur s'écrit :

$$V(\bar{x}_h) = \left(1 - \frac{n_h \cdot \pi \cdot R^2}{S_h}\right) \cdot \frac{S_{1h}^2}{n_h} + \frac{n_h \cdot \pi \cdot R^2}{S_h} \cdot \left(1 - \frac{k}{4 \cdot \pi \cdot R^2}\right) \cdot \frac{S_{2h}^2}{k \cdot n_h} \quad (14)$$

L'estimateur effectif (ou biomasse) total(e) sur la strate h , désigné par T_h est donné par :

$$T_h = 4 \cdot S_h \cdot \bar{x}_h \quad (15)$$

et la variance correspondante est égale à :

$$V(T_h) = 16 \cdot S_h^2 \cdot V(\bar{x}_h) \quad (16)$$

Pour les strates avec un prélèvement par station, le taux d'échantillonnage est simple (échantillonnage structuré à un seul niveau) et conduit à de nombreuses simplifications. Avec les notations présentées précédemment, l'estimateur de l'effectif moyen ou de la biomasse moyenne sur 0.25 m² est alors :

$$\bar{x}_h = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} x_i}{n_h} \quad (17)$$

x_i = effectif ou biomasse par coup de benne

n_h = nombre de points dans la strate h

Pour la variance, seule subsiste la variance entre les unités primaires (variance inter-unités) et le rayon d'action du navire n'intervient plus dans le calcul. Dans ces conditions, la variance est :

$$V(\bar{x}_h) = \frac{s_h^2}{n_h} \quad (18)$$

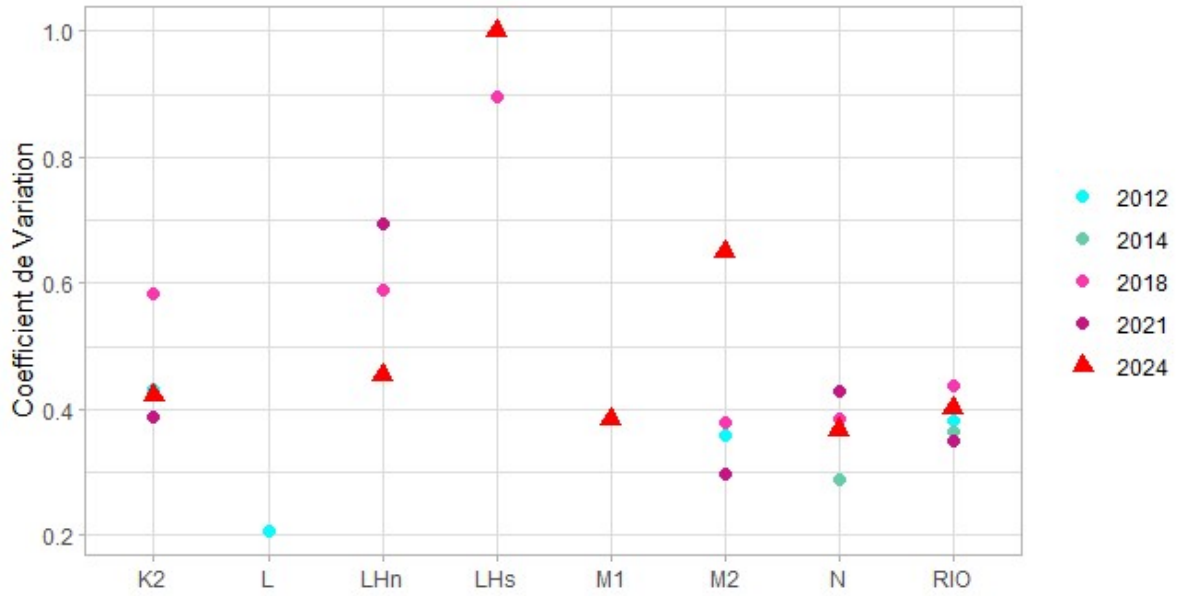
s_h = variance relative à la strate h

L'estimateur effectif (ou biomasse) total(e) sur la strate h et la variance correspondante, sont par conséquent :

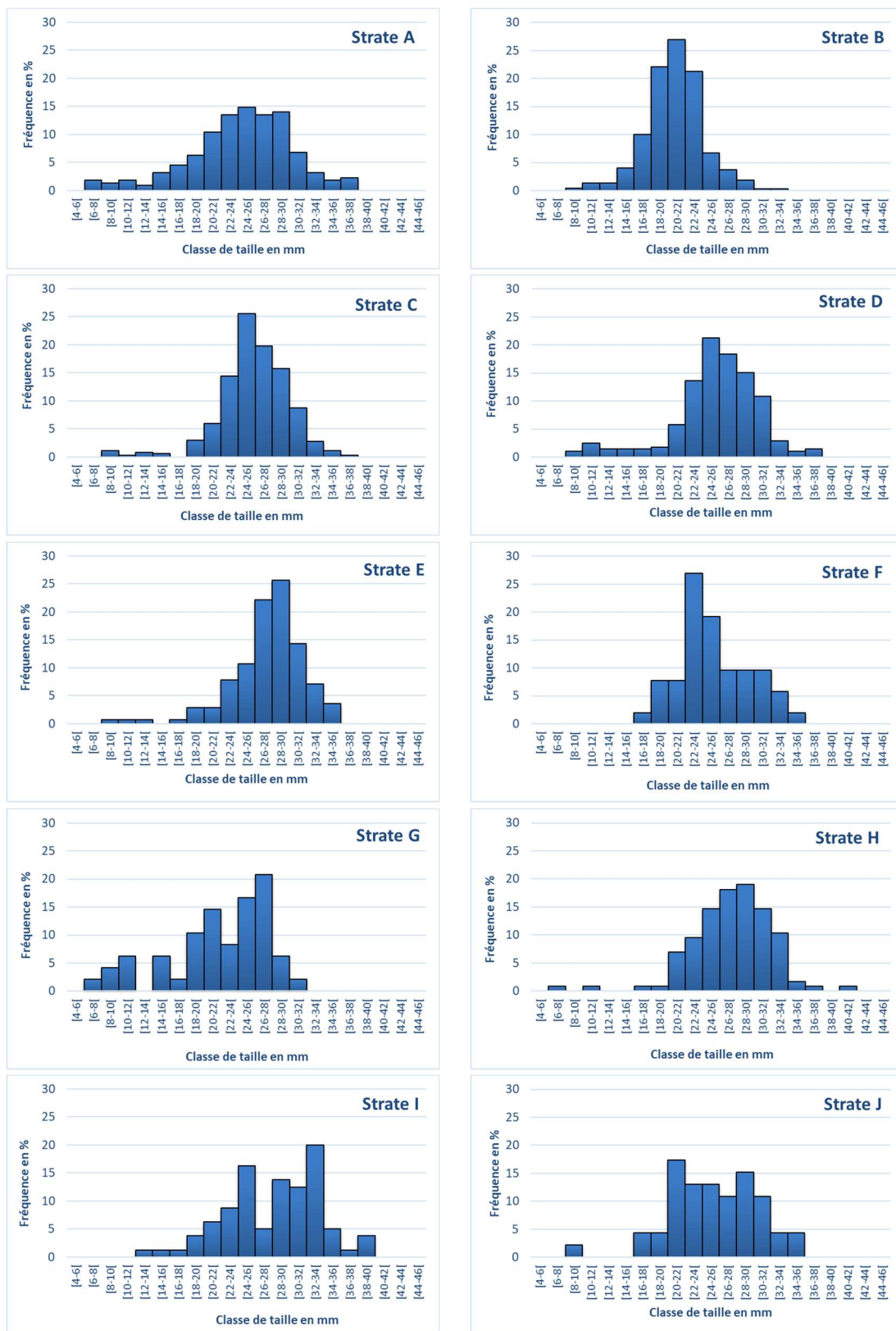
$$T_h = 4 \cdot S_h \cdot \bar{x}_h \quad (19)$$

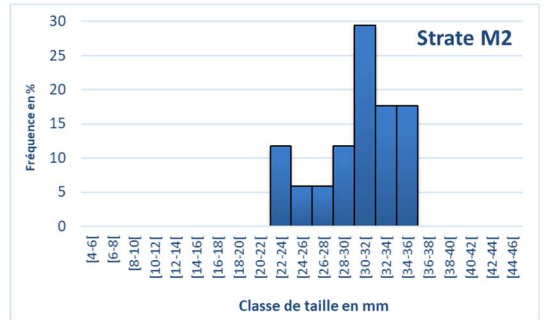
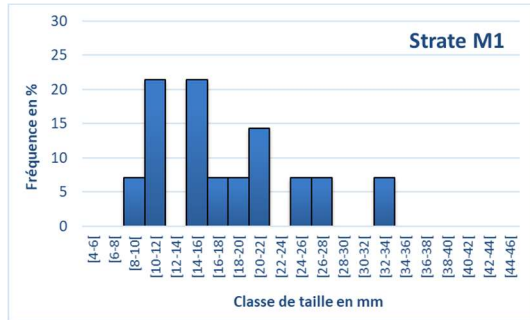
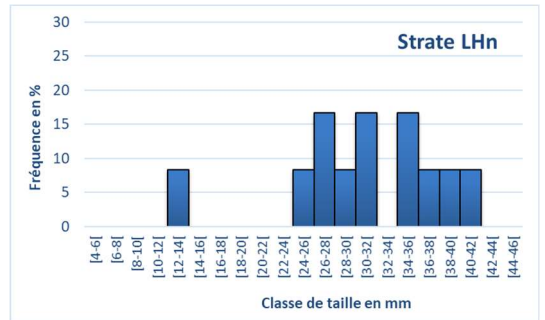
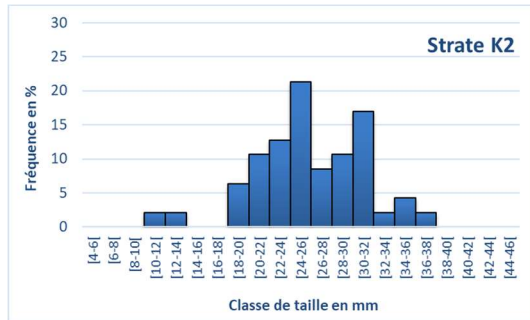
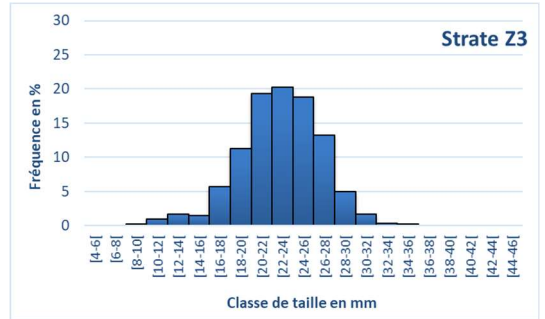
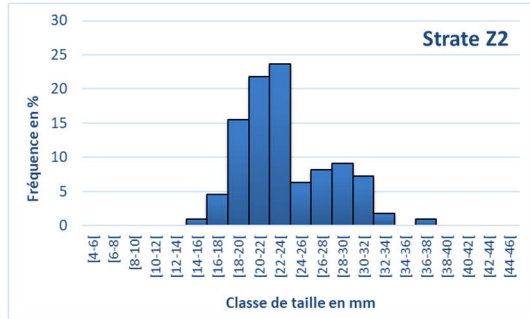
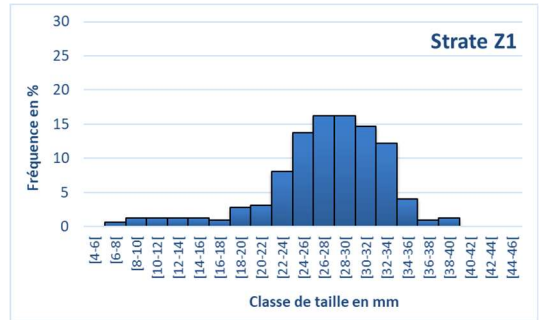
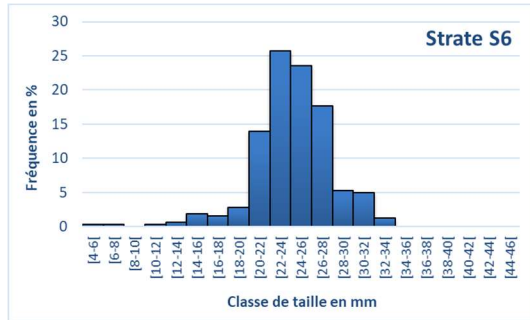
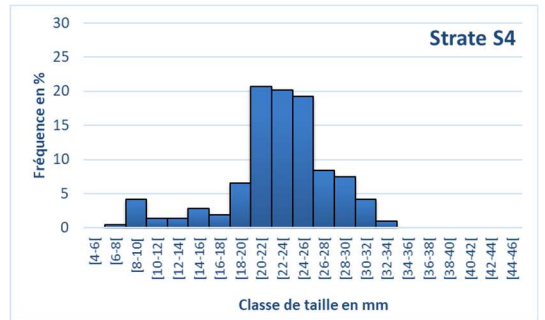
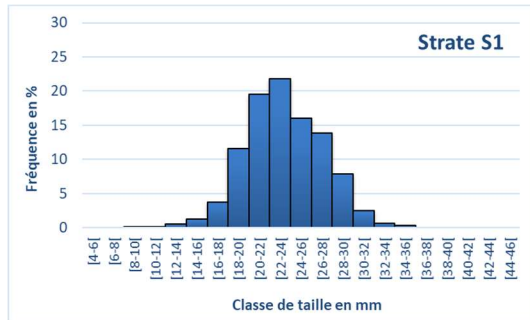
$$V(T_h) = 16 \cdot S_h^2 \cdot V\left(\bar{x}_h\right) \quad (20)$$

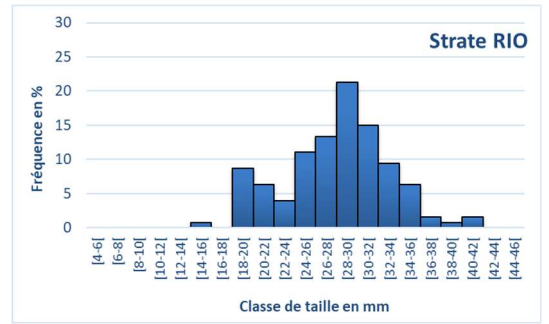
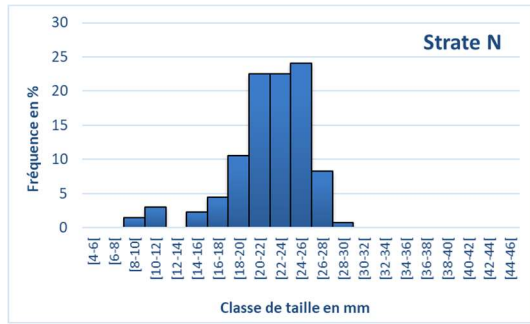
7.3. Coefficient de variation des estimations d'effectifs pour les strates supplémentaires



7.4. Histogrammes de fréquence de taille des palourdes japonaises échantillonnées dans les différentes strates (en abscisse classe de taille en mm, en ordonnée % des effectifs) en 2024







7.5. Tableaux des résultats sur les abondances et les biomasses par strate et par espèce

Palourde européenne (*Ruditapes decussatus*)

Strate	Surface (km ²)	Nombre de stations	Effectif /0,25m ²	Écart-type	Biomasse (g)/0,25m ²	Écart-type	Effectif total (en millions)	Écart-type	Biomasse totale (tonnes)	Écart-type
A	5,56	54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B	7,33	54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C	4,89	48	0,06	0,05	0,15	0,11	1,22	0,90	2,99	2,13
D	4,06	42	0,02	0,02	0,22	0,22	0,39	0,39	3,59	3,59
E	1,96	20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F	0,63	11	0,23	0,16	0,34	0,24	0,57	0,39	0,86	0,61
G	0,87	9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H	1,17	13	0,12	0,06	0,18	0,10	0,54	0,29	0,85	0,47
I	0,86	14	0,21	0,11	1,12	0,66	0,73	0,39	3,84	2,27
J	0,79	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S1	2,00	22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S4	4,98	49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S6	2,69	25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Z1	2,20	17	0,06	0,06	0,31	0,31	0,52	0,52	2,75	2,75
Z2	1,60	16	0,03	0,03	0,19	0,19	0,20	0,20	1,20	1,20
Z3	1,33	13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
total	42,91	415	0,02		0,09		4,17	1,29	16,08	5,67
K2	2,38	23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LHn	0,63	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LHs	0,51	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M1	1,47	15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M2	1,38	13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N	1,20	12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RIO	3,15	32	0,17	0,08	0,73	0,31	2,17	1,00	9,16	3,95

Palourde japonaise (*Ruditapes philippinarum*)

Strate	Surface (km ²)	Nombre de stations	Effectif /0,25m ²	Écart-type	Biomasse (g)/0,25m ²	Écart-type	Effectif total (en millions)	Écart-type	Biomasse totale (tonnes)	Écart-type
A	5,56	54	2,06	0,46	9,31	2,08	45,71	10,21	207,03	46,18
B	7,33	54	7,06	1,33	17,46	3,30	207,01	39,01	512,32	96,72
C	4,89	48	7,67	1,87	37,88	9,85	150,02	36,67	741,29	192,75
D	4,06	42	6,62	1,72	33,08	8,43	107,43	28,00	536,97	136,83
E	1,96	20	3,50	1,47	21,07	8,91	27,38	11,46	164,79	69,67
F	0,63	11	2,36	0,94	11,15	4,33	5,95	2,38	28,07	10,89
G	0,87	9	2,67	0,85	8,66	3,32	9,31	2,97	30,23	11,60
H	1,17	13	4,46	1,49	27,00	8,23	20,91	6,96	126,56	38,58
I	0,86	14	5,71	2,43	38,98	17,72	19,55	8,32	133,37	60,63
J	0,79	8	5,75	2,47	27,81	10,45	18,06	7,76	87,38	32,82
S1	2,00	22	26,32	4,46	95,47	15,82	210,78	35,76	764,63	126,70
S4	4,98	49	2,17	0,55	7,49	1,80	43,26	10,88	149,01	35,79
S6	2,69	25	6,46	1,12	25,77	4,65	69,57	12,08	277,54	50,13
Z1	2,20	17	9,41	2,37	58,58	15,33	82,89	20,88	515,89	135,02
Z2	1,60	16	3,44	2,38	12,97	6,98	21,93	15,19	82,75	44,53
Z3	1,33	13	20,88	6,98	70,07	23,85	111,03	37,12	372,50	126,78
total	42,91	415	6,70		27,56		1 151	87,55	4 730,33	367,21
K2	2,38	23	2,04	0,87	10,91	4,39	19,45	8,24	103,83	41,73
LHn	0,63	7	1,71	0,78	15,92	8,74	4,33	1,96	40,20	22,06
LHs	0,51	5	0,20	0,20	0,09	0,09	0,40	0,40	0,17	0,17
M1	1,47	15	0,93	0,36	2,09	1,34	5,50	2,11	12,35	7,92
M2	1,38	13	1,31	0,85	10,47	7,57	7,24	4,71	57,96	41,89
N	1,20	12	11,08	4,08	32,89	12,68	53,03	19,53	157,38	60,68
RIO	3,15	32	1,98	0,80	13,08	4,87	25,00	10,04	164,78	61,37

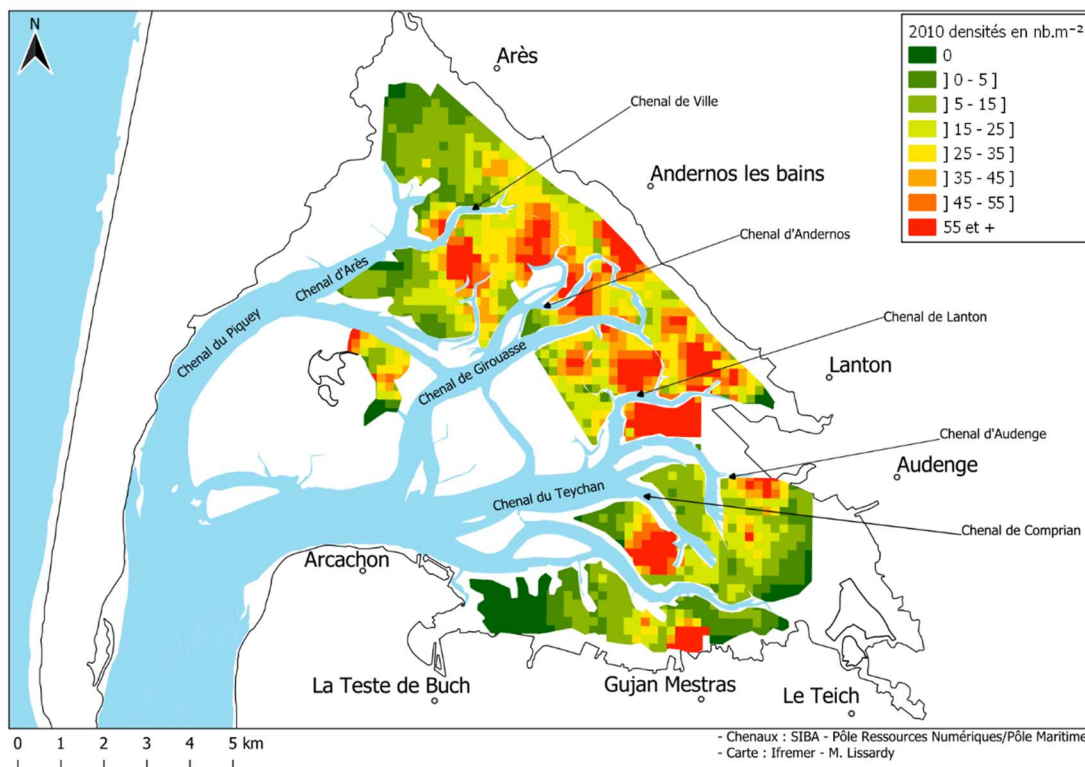
Palourde jaune (*Polittapes aureus*)

Strate	Surface (km ²)	Nombre de stations	Effectif /0,25m ²	Écart-type	Biomasse (g)/0,25m ²	Écart-type	Effectif total (en millions)	Écart-type	Biomasse totale (tonnes)	Écart-type
A	5,56	54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B	7,33	54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C	4,89	48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
D	4,06	42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E	1,96	20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F	0,63	11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G	0,87	9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H	1,17	13	0,08	0,08	0,18	0,18	0,36	0,36	0,83	0,83
I	0,86	14	0,07	0,07	0,11	0,11	0,24	0,24	0,37	0,37
J	0,79	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S1	2,00	22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S4	4,98	49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S6	2,69	25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Z1	2,20	17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Z2	1,60	16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Z3	1,33	13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
total	42,91	415	0,00		0,01		0,60	0,43	1,20	0,91
K2	2,38	23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LHn	0,63	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LHs	0,51	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M1	1,47	15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M2	1,38	13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N	1,20	12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RIO	3,15	32	0,05	0,03	0,08	0,04	0,59	0,33	0,96	0,56

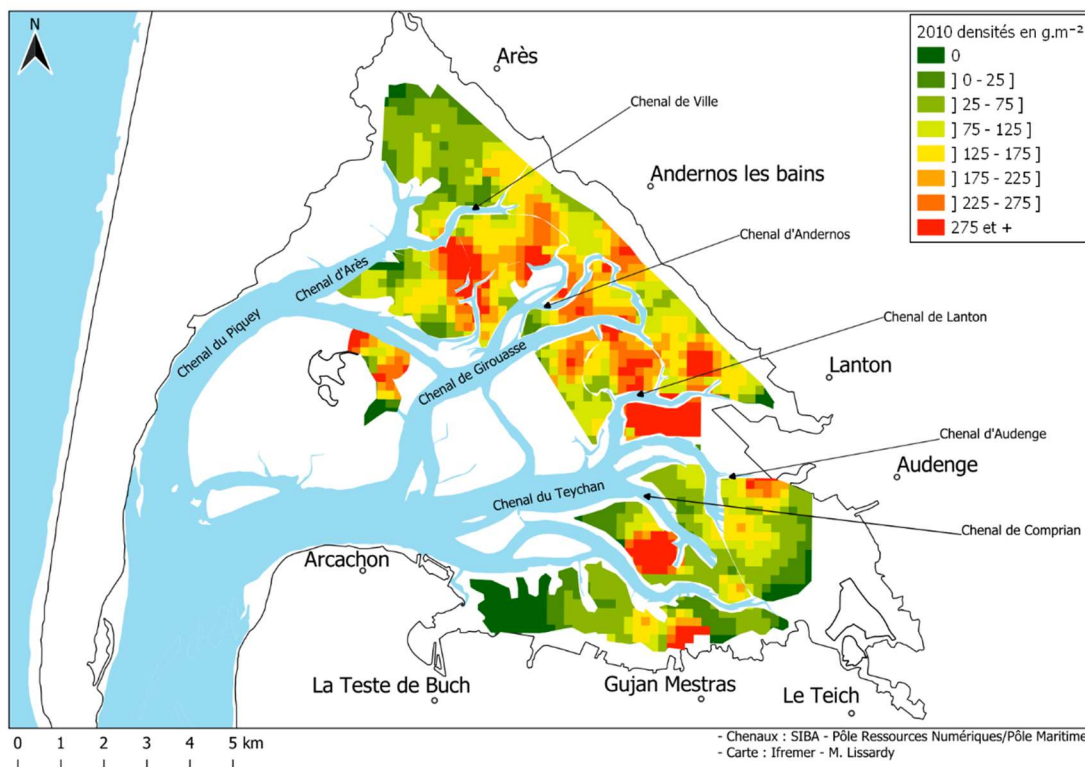
Palourdes toutes espèces confondues

Strate	Surface (km ²)	Nombre de stations	Effectif /0,25m ²	Écart-type	Biomasse (g)/0,25m ²	Écart-type	Effectif total (en millions)	Écart-type	Biomasse totale (tonnes)	Écart-type
A	5,56	54	2,06	0,46	9,31	2,08	45,71	10,21	207,03	46,18
B	7,33	54	7,06	1,33	17,46	3,30	207,01	39,01	512,32	96,72
C	4,89	48	7,73	1,88	38,04	9,86	151,24	36,70	744,28	192,90
D	4,06	42	6,64	1,72	33,31	8,44	107,82	27,99	540,56	136,93
E	1,96	20	3,50	1,47	21,07	8,91	27,38	11,46	164,79	69,67
F	0,63	11	2,59	1,05	11,50	4,52	6,52	2,65	28,93	11,36
G	0,87	9	2,67	0,85	8,66	3,32	9,31	2,97	30,23	11,60
H	1,17	13	4,65	1,49	27,36	8,24	21,81	7,00	128,24	38,62
I	0,86	14	6,00	2,54	40,21	18,02	20,53	8,69	137,58	61,64
J	0,79	8	5,75	2,47	27,81	10,45	18,06	7,76	87,38	32,82
S1	2,00	22	26,32	4,46	95,47	15,82	210,78	35,76	764,63	126,70
S4	4,98	49	2,17	0,55	7,49	1,80	43,26	10,88	149,01	35,79
S6	2,69	25	6,46	1,12	25,77	4,65	69,57	12,08	277,54	50,13
Z1	2,20	17	9,47	2,39	58,89	15,50	83,41	21,08	518,65	136,49
Z2	1,60	16	3,47	2,38	13,16	6,97	22,13	15,18	83,95	44,48
Z3	1,33	13	20,88	6,98	70,07	23,85	111,03	37,12	372,50	126,78
total	42,91	415	6,73		27,66		1 155,6	87,66	4 747,61	368,05
K2	2,38	23	2,04	0,87	10,91	4,39	19,45	8,24	103,83	41,73
LHn	0,63	7	1,71	0,78	15,92	8,74	4,33	1,96	40,20	22,06
LHs	0,51	5	0,20	0,20	0,09	0,09	0,40	0,40	0,17	0,17
M1	1,47	15	0,93	0,36	2,09	1,34	5,50	2,11	12,35	7,92
M2	1,38	13	1,31	0,85	10,47	7,57	7,24	4,71	57,96	41,89
N	1,20	12	11,08	4,08	32,89	12,68	53,03	19,53	157,38	60,68
RIO	3,15	32	2,20	0,85	13,88	5,08	27,76	10,76	174,89	63,98

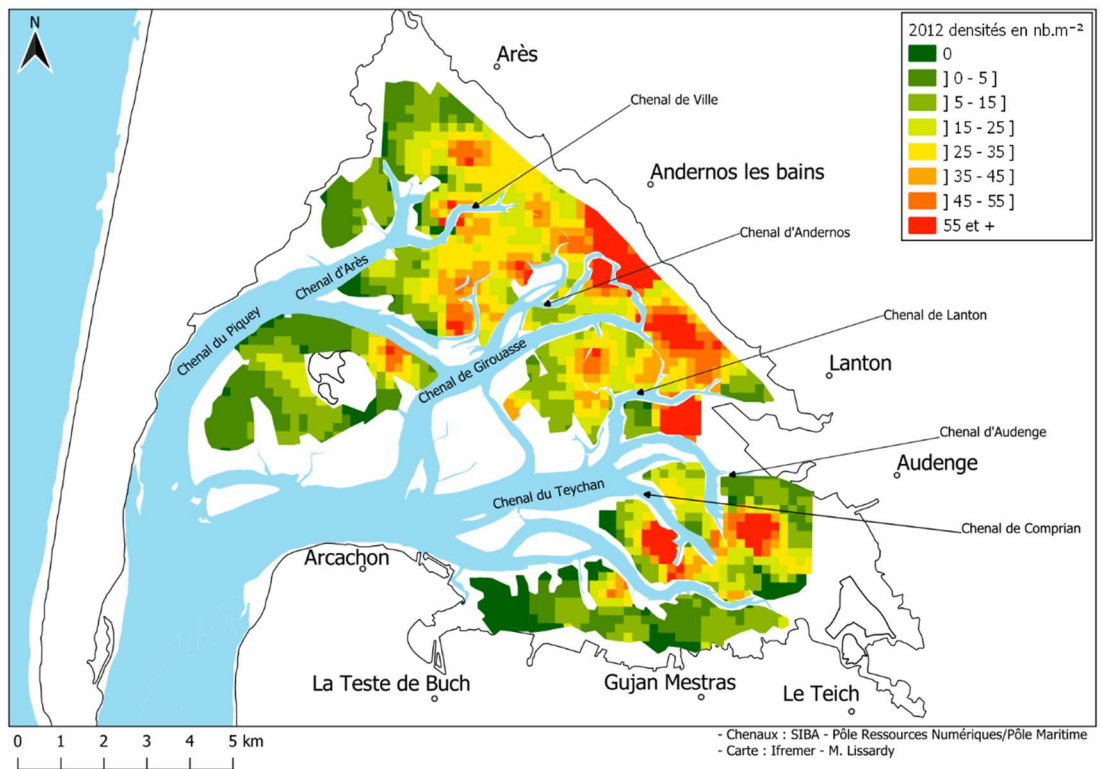
7.6. Répartition des densités de palourde japonaise (en effectif et en biomasse) pour les années 2010, 2012, 2014, 2018, 2021 et 2024 (cartes élaborées sous QGIS 3.16.4-HANNOVER à partir des calculs effectués avec le package RGeostats)



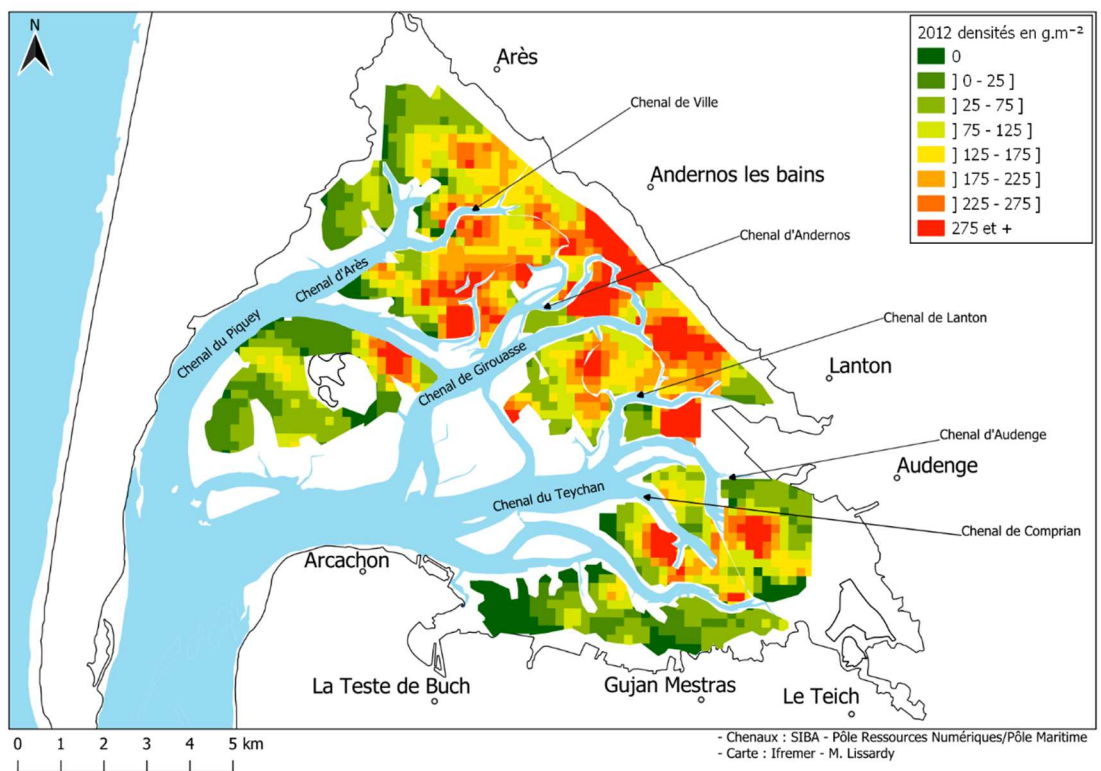
Carte des densités interpolées (en nb.m⁻²) pour la campagne 2010



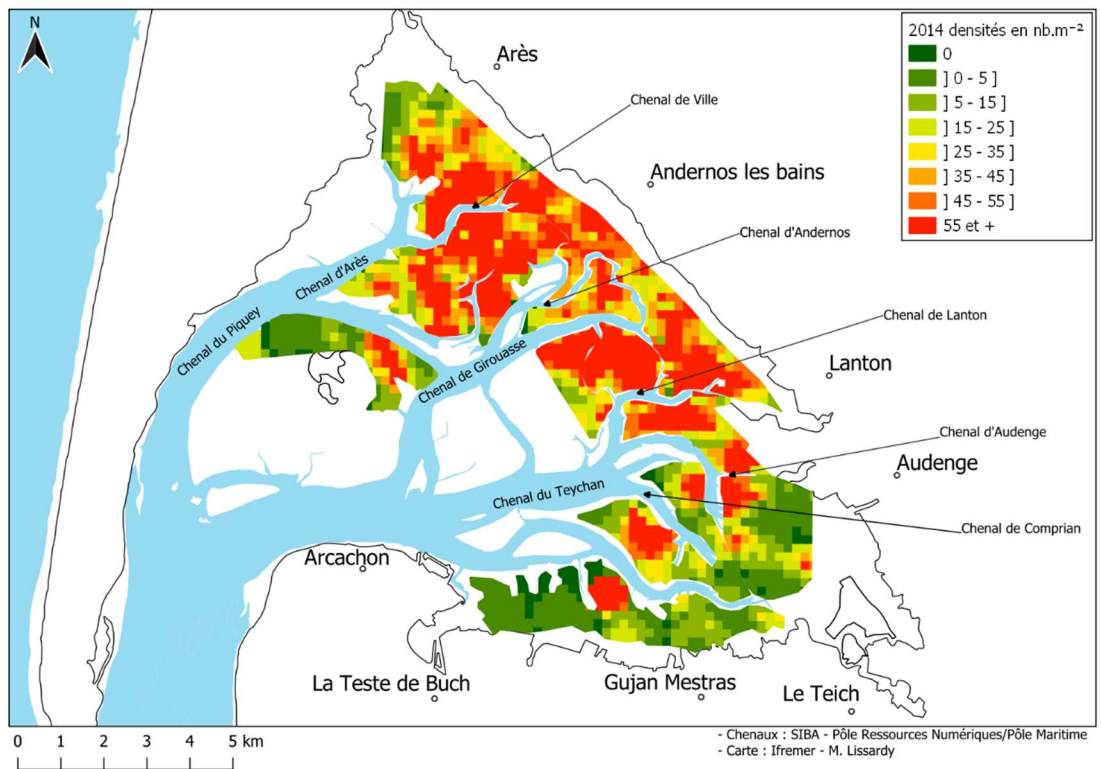
Carte des densités interpolées (en g.m⁻²) pour la campagne 2010



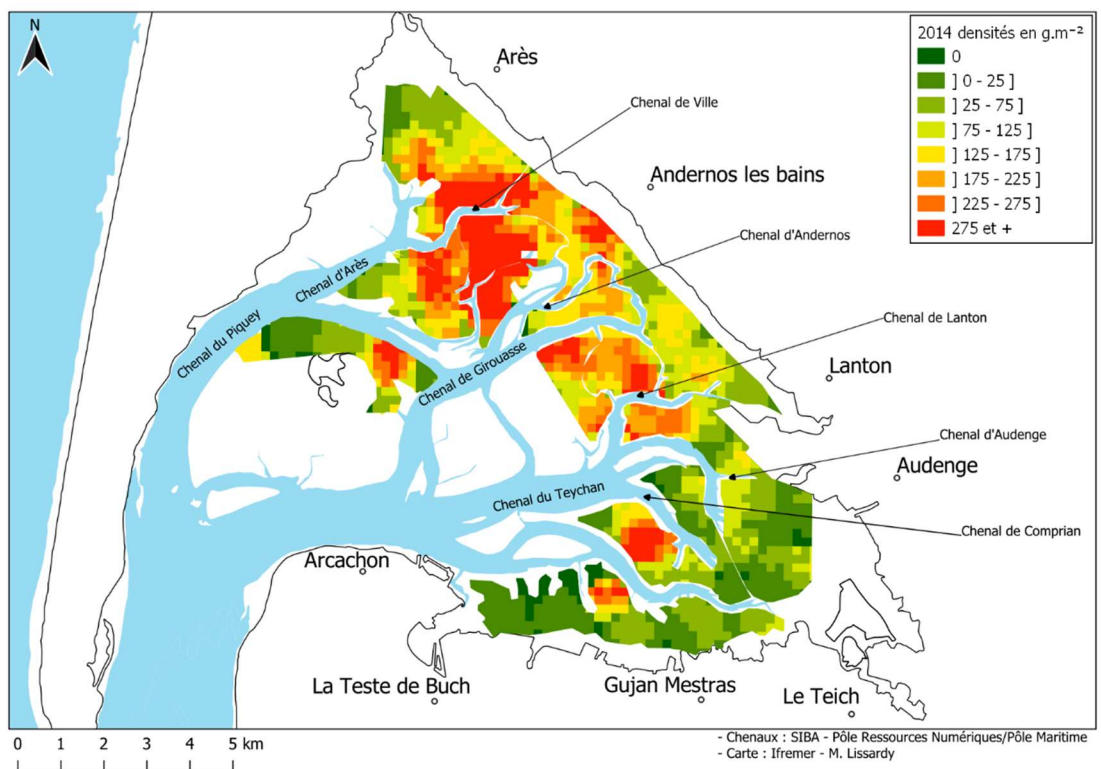
Carte des densités interpolées (en nb.m⁻²) pour la campagne 2012



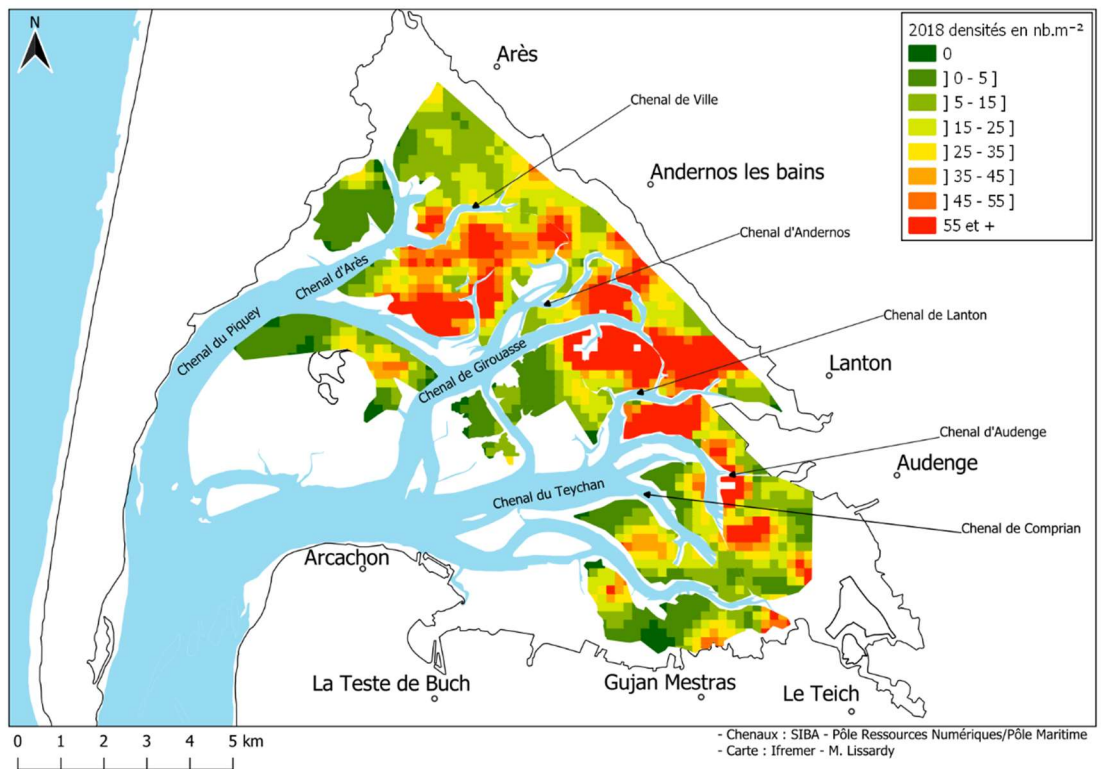
Carte des densités interpolées (en g.m⁻²) pour la campagne 2012



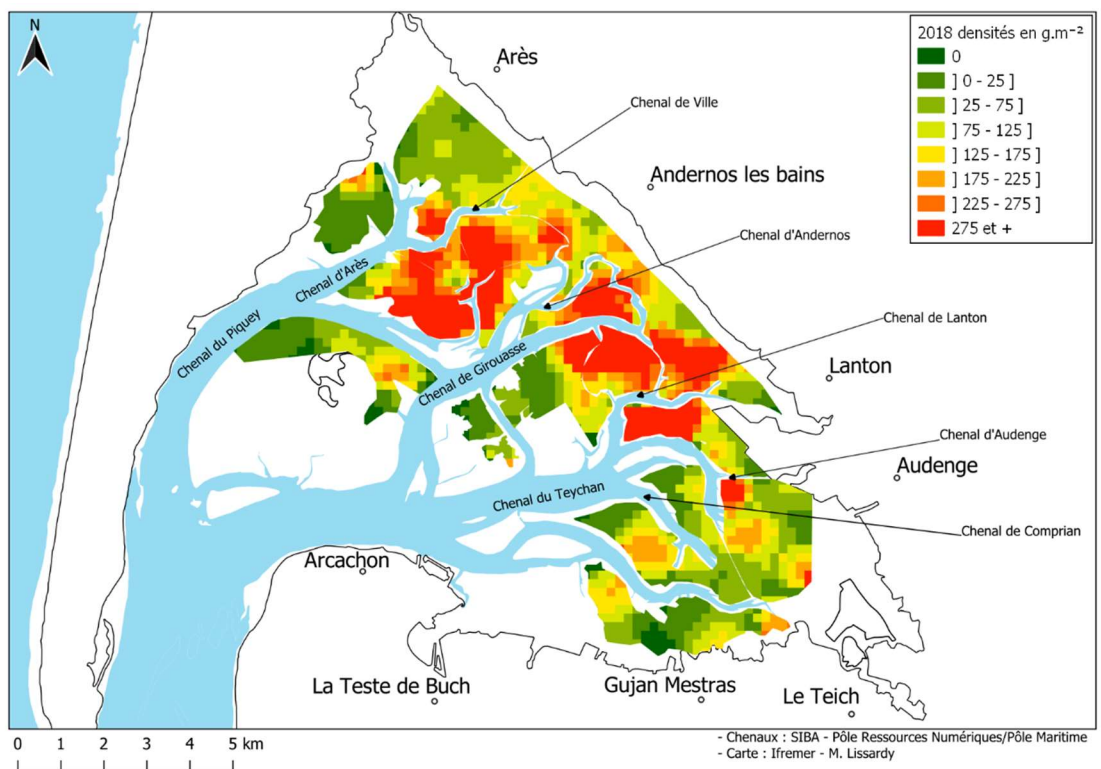
Carte des densités interpolées (en nb.m⁻²) pour la campagne 2014



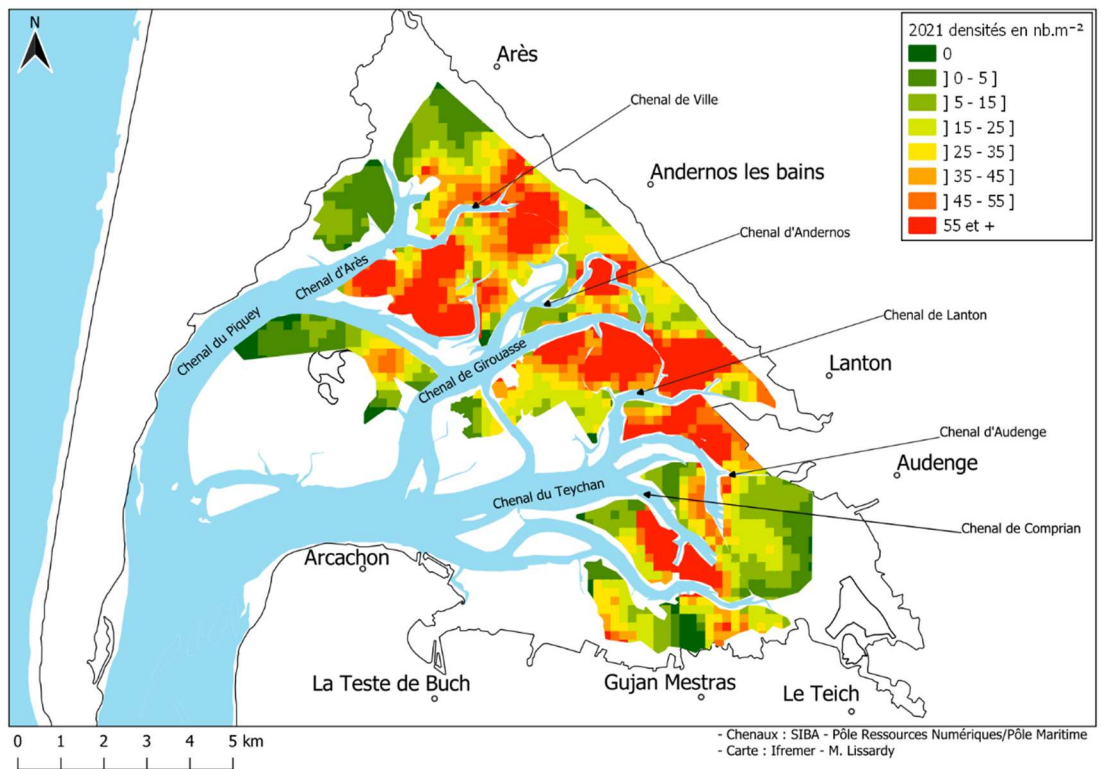
Carte des densités interpolées (en g.m⁻²) pour la campagne 2014



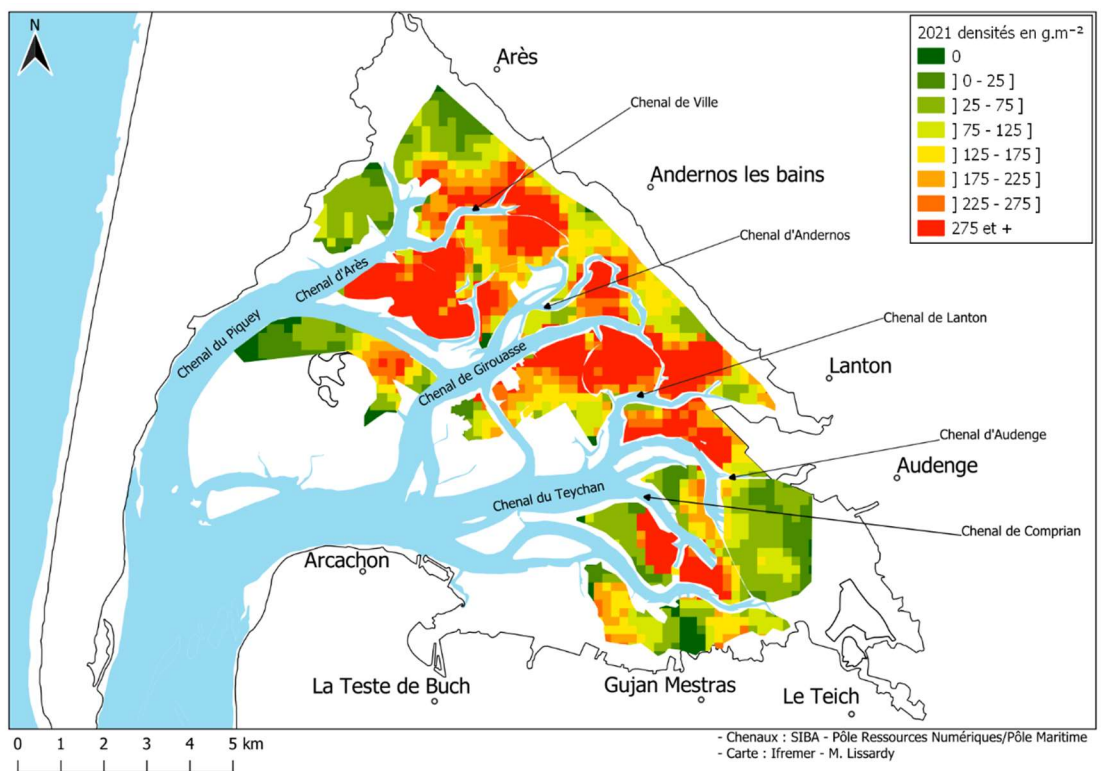
Carte des densités interpolées (en nb.m⁻²) pour la campagne 2018



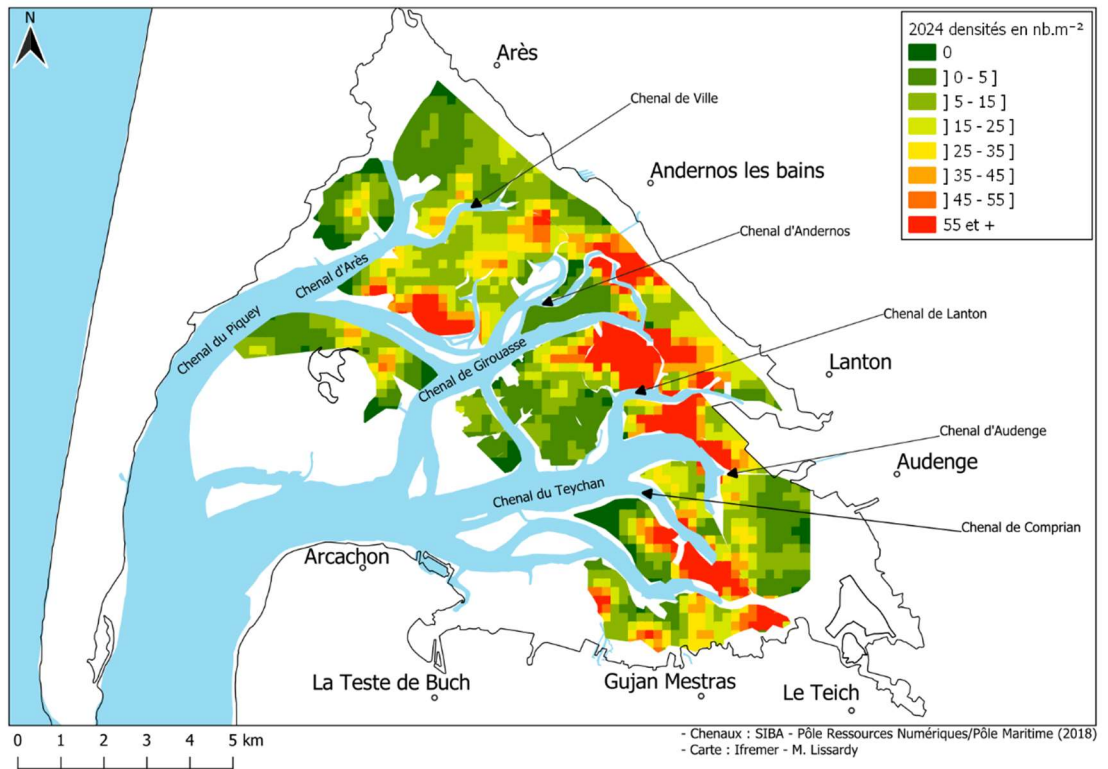
Carte des densités interpolées (en g.m⁻²) pour la campagne 2018



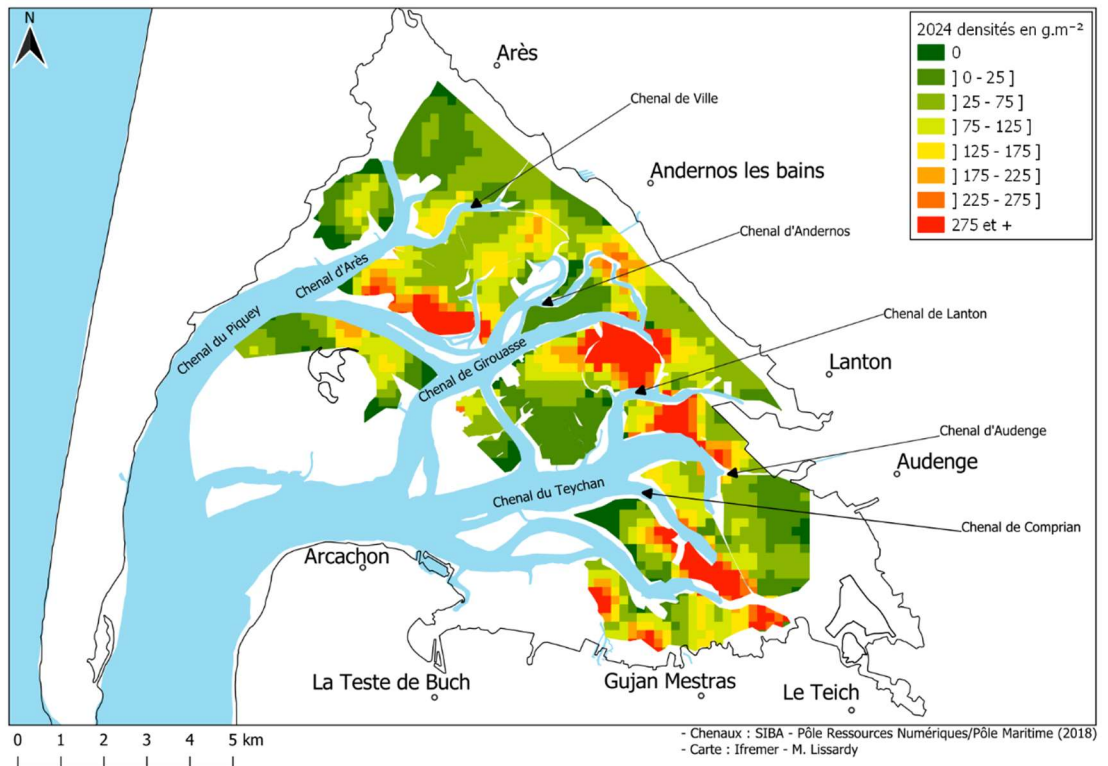
Carte des densités interpolées (en nb.m⁻²) pour la campagne 2021



Carte des densités interpolées (en g.m⁻²) pour la campagne 2021



Carte des densités interpolées (en nb.m⁻²) pour la campagne 2024



Carte des densités interpolées (en g.m⁻²) pour la campagne 2024

7.7. Effectifs totaux et biomasses totales toutes espèces confondues en 2024

