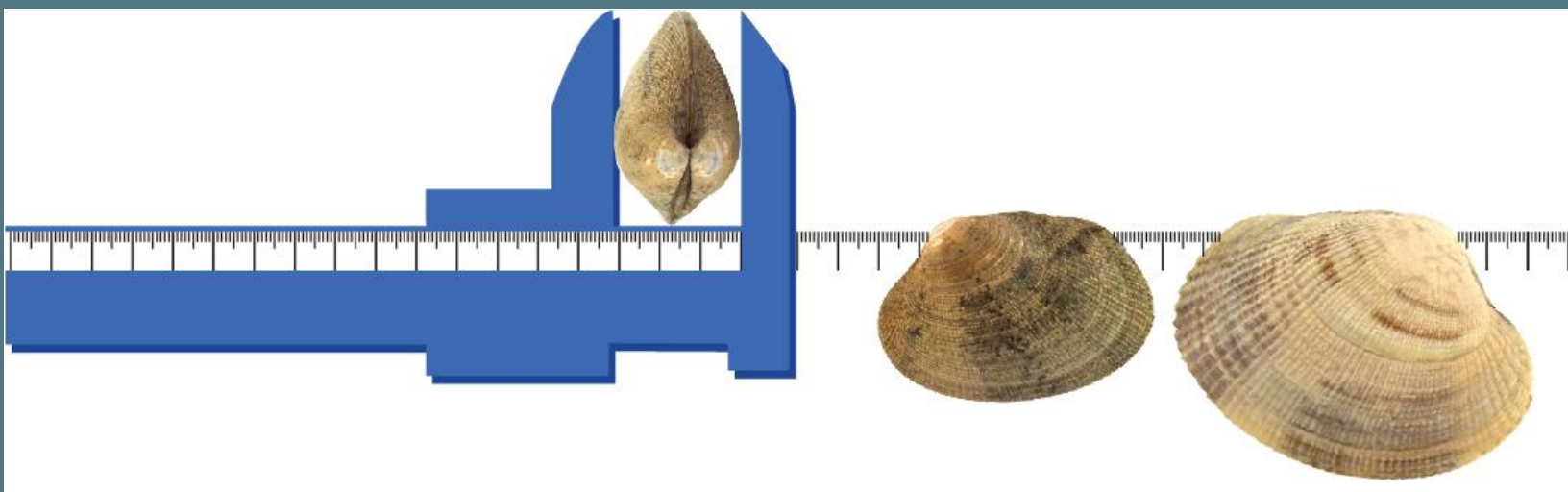


Protocole du suivi participatif de la ressource en palourde exploitée par la pêche à pied de loisir

– version 02.15 –



Fédération Nationale des Pêcheurs Plaisanciers et Sportifs de France

Life + pêche à pied de loisir





**FÉDÉRATION NATIONALE DES
PÊCHEURS PLAISANCIERS
ET SPORTIFS DE FRANCE**

Par François Dérian

Chargé de mission au sein de la FNPPSF

Pour le Programme Life pêche à pied de loisir

Et Philippe Garnier

Membre de la commission Life au sein de la FNPPSF

– Février 2015 –

Contexte et objectifs de l'étude

La Fédération Nationale des Pêcheurs Plaisanciers et Sportifs de France (FNPPSF) rassemble environ 300 associations et 30 000 adhérents. Elle représente les pêcheurs dans les structures institutionnelles et mène diverses actions dans le but de développer une pêche libre et durable.

Le projet LIFE+ pêche à pied de loisir est un programme cofinancé par la Commission Européenne qui concerne le littoral Manche et Atlantique français. Coordonné par l'Agence des Aires Marines Protégées, il rassemble de nombreux acteurs concernés par la pêche à pied. La FNPPSF en est bénéficiaire associé, aux côtés des CPIE Baie de Morlaix, Littoral Basque et Marennes Oléron, de l'association VivArmor Nature, du COREPEM, de l'Institut des Milieux Aquatiques, de la Communauté d'Agglomération de la Rochelle, de Brest Métropole Océane et du SIAGM.

L'objectif principal de ce projet est de pérenniser l'activité pêche à pied de loisir. Des actions de sensibilisation et de communication sont menées auprès des pêcheurs pour améliorer leurs pratiques. C'est aussi l'occasion de compléter les connaissances sur la pêche à pied, un loisir très populaire en France : qui sont ses pratiquants? Quelles sont les techniques utilisées? La réglementation est-elle connue et respectée? Quels sont les impacts de la pêche à pied sur l'environnement?

Ce dernier point fait l'objet de plusieurs suivis scientifiques de milieux pêchés (herbiers de zostères, champs de blocs), et de l'étude de gisements de palourdes exploités par les pêcheurs à pied de loisir: c'est l'action B6, dont la FNPPSF a la responsabilité.

La palourde, coquillage emblématique, est particulièrement convoitée par les pêcheurs à pied de loisir sur l'ensemble des côtes françaises. Ce bivalve a déjà été étudié de manière détaillée, puisque pêché par des professionnels et élevé par des conchyliculteurs, il représente un véritable enjeu socio-économique. Malgré tout, les effets qu'ont les pêcheurs à pied de loisir sur sa dynamique de population sont méconnus car très peu étudiés.

La FNPPSF a programmé un suivi de cette dynamique en 2014, 2015 et 2016. En réalisant 3 prélèvements par an, il sera possible de connaître l'évolution des tailles et des densités des palourdes, etc. Ces données biologiques seront ensuite confrontées via des tests statistiques aux données environnementales ainsi qu'à la pression de pêche. L'influence de la pêche de loisir sur l'évolution des gisements de palourdes européennes et japonaises pourra peut-être alors être appréhendée.

Pour mener à bien cette étude, la FNPPSF s'appuie sur ses adhérents qui réaliseront l'échantillonnage et participeront à l'interprétation des résultats. Un laboratoire scientifique partenaire validera l'échantillonnage et les analyses, apportera un soutien technique et disposera des données récoltées : il s'agit d'un programme de sciences citoyennes.

Table des Matières

1. Echantillonnage	1
1.1. Sites d'étude	1
1.2. Périodicité	1
1.3. Prélèvements	2
2. Mesures	2
2.1. Mesures biologiques	2
2.2. Mesures des paramètres environnementaux	3
3. Caractérisation de la pression de pêche	5
3.1. Pêche à pied de loisir	5
3.2. Pêche à pied professionnelle	5
3.3. Réserve	6
4. Formation des bénévoles	6
5. Analyses des données	6
5.1. Suivi de la ressource de palourdes (par espèce et par zone)	6
5.2. Analyse logistique de la croissance	8
5.3. Effet de la pression de pêche sur la dynamique des populations de palourdes	9
5.4. Distribution des deux espèces de palourdes	10
Citer ce document :	13

Matériel et méthodes

1. Echantillonnage

Rappelons que, dans le cadre de cette étude, l'échantillonnage et les mesures sont réalisés par des pêcheurs récréatifs bénévoles. La stratégie et l'effort d'échantillonnage doivent donc s'adapter à des moyens techniques et humains limités, mais permettre l'obtention de données analysables. Il a donc été choisi de n'étudier que de petites zones de 0,5 hectares, sans chercher à extrapoler les résultats à de plus grandes surfaces. Cette étude s'intéresse aux palourdes européennes et japonaises en substrat meuble, mais le protocole pourrait être appliqué après quelques adaptations à d'autres bivalves fouisseurs prisés par les pêcheurs à pied tels que coques ou praires.

1.1. Sites d'étude

Six sites pilotes du projet LIFE Pêche à pied de loisir sont étudiés : Manche Ouest, Rivière de Pont-l'Abbé (Finistère Sud), Ile de Ré, Bassin de Marennes-Oléron. Deux autres sites sont également suivis : la Petite Mer de Gâvres et la Baie de Bourgneuf.

Dans chaque site, au moins deux zones de 100m X 50m sont étudiées. Elles sont situées sur des gisements de palourdes soumis à des pressions de pêche contrastées. Ces zones sont identifiées avec les pêcheurs à pieds récréatifs locaux. Leur connaissance empirique du terrain permet de localiser directement le secteur du gisement où se concentre la pression de pêche. Dans les zones non pêchées, les stations sont situées où la densité en palourdes est maximale.

Chaque zone est décrite par 6 stations positionnées selon un maillage de 50m (figure 1). Ces stations correspondent à des cercles de 5m de diamètre dont le centre est géoréférencé par GPS.

Elles sont situées au même niveau tidal, juste sous l'étage médio-littoral, afin d'homogénéiser les temps de submersion (accès à la nourriture) et les pressions de prédation et de pêche.

1.2. Périodicité

L'échantillonnage est réalisé 3 fois par an, de 2015 à 2017 :

- **après l'hiver** : mars
- **avant la saison estivale** : juin
- **après la saison estivale** : septembre



Fig.1 : stratégie d'échantillonnage : une zone de 100m X 50m est décrite par 6 stations positionnées selon un maillage de 50m. Trois répliquats sont réalisés au hasard dans chaque station.

1.3. Prélèvements

Dans chaque station, connaissant le biais que représente la forte hétérogénéité de la distribution spatiale des palourdes (Boscolo et al., 2013), 3 prélèvements sont effectués au hasard à l'aide d'un quadrat, sur une profondeur de 15 cm. Suivant la densité et/ou la nature du sédiment, ce quadrat mesure soit 20cm (forte densité et/ou sédiment vaseux), soit 30cm (faible densité et/ou sédiment grossier) . Ainsi, la surface échantillonnée par zone de 0,5ha est de 0,72m² ou 1,62m² (respectivement).

Dans un premier temps, les palourdes visibles en surface dans le quadrat sont comptées et mises à part. Cette position indique généralement une mauvaise condition physiologique voire une pathologie (Dang et al., 2008). L'échantillon est ensuite prélevé puis tamisé à l'aide d'un tamis à maille carrée de 9mm de côté, qui retient les palourdes d'une longueur supérieure à 15mm. Les palourdes vivantes sont alors triées du refus de tamis. Les résultats obtenus par les 3 quadrats d'une station donnée sont poolés afin de représenter cette station.

2. Mesures

2.1. Mesures biométriques

Chaque palourde est identifiée et mesurée in situ. Afin de limiter le biais lié à l'opérateur, une seule et même personne par site est chargée de faire les mesures. Tous les organismes sont replacés vivants dans leur milieu une fois les mesures terminées.

a) Identification

Les critères morphologiques retenus pour distinguer palourdes japonaises *Ruditapes philippinarum* et européennes *Ruditapes decussatus* sont visibles sur la coquille (tableau 1), afin de ne pas sacrifier les individus. En cas de doute, les palourdes sont placées dans de l'eau pour observer leurs siphons, qui sont bien séparés chez la palourde européenne et presque jointifs chez la palourde japonaise.

Tableau 1 : critères morphologiques retenus pour différencier *R. decussatus* et *R. philippinarum*.

Critère morphologique	Palourde européenne <i>Ruditapes decussatus</i>	Palourde japonaise <i>Ruditapes philippinarum</i>
lunule	peu marquée	bien visible, grise foncée
stries	stries radiales autant prononcées que les stries longitudinales	stries radiales plus marquées que les stries longitudinales

b) Mesures

Les trois dimensions suivantes sont mesurées au mm près à l'aide d'un pied à coulisse (figure 2) :

- **Longueur L** : plus grande longueur des coquilles (observée latéralement)

- **Hauteur H** : distance de l'umbo au bord ventral (observée latéralement)
- **Épaisseur E** : épaisseur des coquilles (observées ventralement)

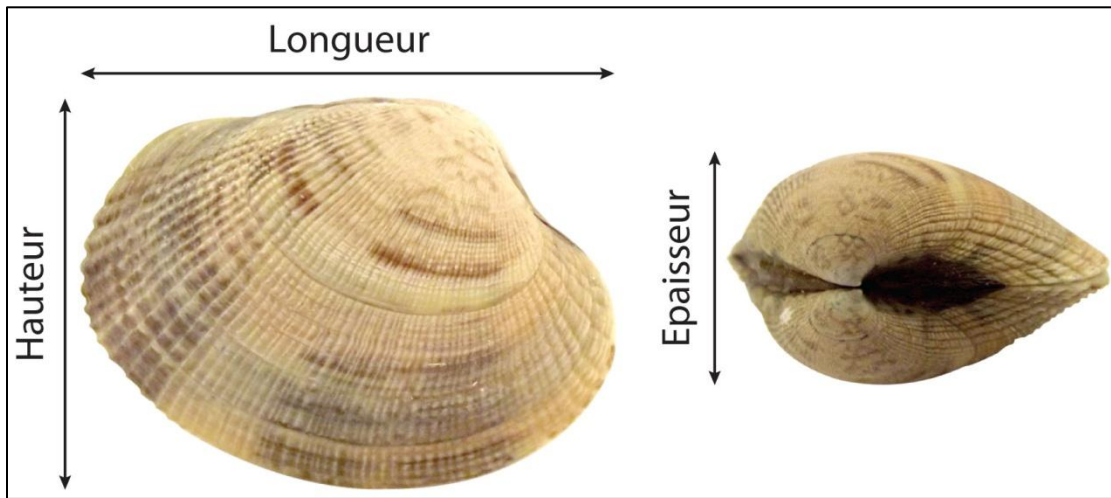


Figure 2 : mesures à réaliser sur chaque palourde.

2.2. Mesures des paramètres environnementaux

Les paramètres environnementaux connus pour influencer la dynamique de population des palourdes sont suivis.

a) Données fournies par PREVIMER et Météo France

- **Température** : la température influence la croissance des palourdes (Le Treut, 1986 ; Maître-Allain, 1982). La température de l'eau moyenne **T** et sa déviation standard (SD) sont donc prises en compte dans chaque zone entre deux échantillonnages successifs à partir des observations journalières fournies par PREVIMER.

- **Températures extrêmes** : les températures de l'air présentent des variations plus importantes que celles de l'eau, en amplitude et en fréquence. A basse mer, elles sont susceptibles d'affecter les palourdes proches de la surface, peu protégées par l'effet tampon du sédiment (Harrisson, 1987). Les températures de l'air inférieures à 6°C (**TB**) et celles supérieures à 27°C (**TE**) affectent la croissance des palourdes (Maître-Allain, 1982 ; Bower, 1992 ; Sobral & Widdows, 1997). Fournies par Météo France, elles sont intégrées entre deux échantillonnages successifs selon le calcul suivant :

$$TB = n_j B / n_j TOT$$

$$TE = n_j E / n_j TOT$$

Avec :

- **njB** = nombre de jours comprenant une température de l'air inférieure à 6°C
- **njE** = nombre de jours comprenant une température de l'air supérieure à 32°C
- **njTOT** = nombre de jours total entre deux échantillonnages successifs

- **Pluviosité** : la pluviosité **Pluie** est prise en compte dans chaque site entre deux échantillonnages successifs à partir des relevés fournis par Météo France. En effet, bien que les palourdes soient euryhalines, leur métabolisme est affecté par des dessalures importantes et prolongées (Kim et al., 2001 ; Nakamura et al., 2005 ; Jara-Jara, 1997).

- **Chlorophylle a** : la chlorophylle a dans la masse d'eau est utilisée comme proxy des ressources trophiques des palourdes, qui se nourrissent en grande partie de phytoplancton (Shibata et al., 1999 ; Dang et al., 2009). La concentration moyenne en chlorophylle a (**Chlo.a**) et sa SD sont prises en compte dans chaque zone entre deux échantillonnages successifs à partir des observations quotidiennes fournies par PREVIMER.

- **Turbidité** : la turbidité peut être utilisée comme approximation de la matière en suspension (MES). Les palourdes se nourrissent en filtrant l'eau de mer, et peuvent être gênées par une trop forte teneur en MES qui rend le tri de la matière consommable plus difficile (Dang, 2010 ; Daou & Gouletquer, 1988). La turbidité moyenne (**Turb**) avec sa SD et la turbidité maximale (**Turb_{max}**) sont donc prises en compte dans chaque zone entre deux échantillonnages successifs à partir des observations quotidiennes fournies par PREVIMER.

c) Données récoltées sur le terrain

- **Oxygénation du substrat** : la profondeur **P_{O2}** de la limite entre sédiments oxydés (couleur claire) et sédiments réduits (couleur sombre) est mesurée au cm près.

- **Nature du substrat** : caractérisée suivant le diamètre des particules majoritaires :

- $\varnothing > 16$ mm : cailloutis ou débris coquillers ; purs, ensablés ou envasés
- $2\text{mm} < \varnothing < 16\text{mm}$: graviers ; purs, ensablés ou envasés
- $\varnothing < 2\text{mm}$: sables purs ou envasés ; vases pures ou ensablées
- Mélange de plusieurs fractions : hétérogène ensablé ou envasé

- **Compaction du substrat** : trois niveaux de compaction sont précisés :

- 0 : compaction nulle, on ne s'enfonce pas
- 1 : substrat assez mou : on s'y enfonce jusqu'à 5cm
- 2 : substrat mou, on s'y enfonce entre 5 et 10cm
- 3 : substrat très mou : on s'y enfonce dans plus de 10cm

- **Végétation** : le pourcentage de recouvrement par la végétation **%végé** est estimé dans chaque station en utilisant l'échelle suivante :

- 0 : aucune végétation
- 1 : entre 0 et 1/3 de recouvrement
- 2 : entre 1/3 et 2/3 de recouvrement
- 3 : entre 2/3 et 100% de recouvrement
- 5 : 100% de recouvrement
- 10 : 100% de recouvrement sur une forte épaisseur

- **Présence d'eau à marée basse** : dans chaque station la présence d'eau à marée basse est précisée et codifiée :

- absence d'eau à marée basse : 0
- cursive, faible profondeur d'eau courante : 1
- flaque, faible profondeur d'eau stagnante : 1
- ridules : 1

- **Filtreurs** : la présence-absence de coques et/ou huîtres et/ou moules (**Filt** = 1 ou 0, respectivement) est vérifiée dans chaque quadrat, car ces filtreurs sont susceptibles de causer une compétition vis-à-vis des palourdes ([Dang, 2009](#) ; [Gouletquer, 1989](#)).

- **Conchylicultures** : la présence d'élevages conchylicoles est précisée (espèce cultivée et distance avec la station). Les élevages d'huîtres sont notamment suspectés de causer une déplétion sur la ressource en phytoplancton, dont pâtissent les palourdes du bassin de Marennes-Oléron ([Gouletquer, 1989](#)).

3. Caractérisation de la pression de pêche

3.1. Pêche à pied de loisir

La pêche à pied de loisir est précisée et codifiée selon 3 niveaux :

- 0 : zone non pêchée
- 1 : zone peu pêchée (quelques pratiquants locaux à l'année)
- 3 : zone très pêchée (pratiquants locaux à l'année et forts pics de fréquentation)

3.2. Pêche à pied professionnelle

La pêche à pied professionnelle est précisée et codifiée :

- 0 : pêche à pied professionnelle absente
- 1 : pêche à pied professionnelle présente

3.3. Réserve

La mise en réserve (interdiction de toute pêche) d'une zone est précisée et codifiée :

- 0 : absence de réserve
- 1 : réserve en hiver (saison où la palourde est peu pêchée)
- 2 : réserve en été (saison où la palourde est très pêchée)
- 4 : réserve toute l'année

4. Formation des bénévoles

L'identification des palourdes et les mesures de taille nécessitent une formation des bénévoles afin de minimiser les erreurs et standardiser les méthodes. Des exercices sont prévus à cet effet : il s'agit d'identifier et mesurer des coquilles vides de palourdes, relever les mesures sur la fiche de terrain, puis les vérifier grâce aux réponses inscrites à l'intérieur de chaque coquille.

5. Analyses des données

Deux types d'analyses statistiques sont menés. Des analyses basiques réalisées via une routine *Excel* permettent aux bénévoles de visualiser l'évolution intra et interannuelle des densités, formes et tailles des palourdes des zones qu'ils prennent en charge. Des analyses plus poussées réalisées sur *R 2.15.0*. s'intéressent aux effets des facteurs environnementaux sur les paramètres populationnels étudiés.

5.1. Suivi de la ressource de palourdes (par espèce et par zone)

L'objectif est de décrire la dynamique de population des palourdes européennes et japonaises dans les zones étudiées et son évolution au cours du temps, sans chercher à extrapoler les résultats au gisement entier. Seules les palourdes d'une longueur supérieure à 15mm sont étudiées.

a) Classes de taille

Dans chaque zone, pour chaque espèce et à chaque date, des histogrammes de fréquence des tailles sont tracés avec un pas de 2,5mm. Etant donné le caractère multi-cohortes des palourdes (plusieurs pontes par an), la croissance asymptotique des individus âgés et les fortes variations de croissance observées au sein même d'une population, ces histogrammes ne seront pas utilisés pour déterminer les cohortes.

Le pourcentage de palourdes de longueur supérieure ou égale à 35mm (maille de la pêche professionnelle) et 40mm (maille de la pêche récréative), respectivement $\%_{35}$ et $\%_{40}$, sont calculés dans chaque zone et à chaque date, les deux espèces confondues.

b) Suivi des tailles

Dans chaque zone, les deux espèces confondues, des boxplots permettent de visualiser l'évolution temporelle des tailles (quartiles).

c) Densité

La croissance des palourdes peut être négativement affectée par leur densité, via la compétition et la prolifération facilitée de maladies (Cigarría & Fernandez, 1998 ; Park et al., 2010). La densité **dz** de chaque espèce de palourde est calculée dans chaque zone et à chaque date, en moyennant celles des stations **ds**, elles-mêmes moyennes des densités des réplicats :

$$ds = (n_1 + n_2 + n_3) * (1 / Sn) / 3$$

$$dz = (ds_1 + ds_2 + ds_3 + ds_4 + ds_5 + ds_6) / 6$$

Avec :

- n_x l'effectif de chaque espèce de palourdes présentes dans le réplicat x
- **Sn** la surface échantillonnée par réplicat, soit $0.20^2 = 0.04 \text{ m}^2$, ou $0.30^2 = 0.90 \text{ m}^2$

d) Pourcentage en palourdes européennes

Le pourcentage **%pal_{euro}** de palourdes européennes est calculé dans chaque zone selon la formule suivante :

$$\%pal_{euro} = n_{pal_{euro}} / (n_{pal_{jap}} + n_{pal_{euro}}) * 100$$

Avec :

- **n_{pal_{jap}}** = effectif de palourdes japonaises
- **n_{pal_{euro}}** = effectif de palourdes européennes

e) Indice morphologiques

Trois indices décrivant la morphologie de la coquille sont calculés à partir des mesures L, E et H.

- **L'indice d'élongation IE** décrit la forme de la coquille observée en vue latérale. Plus l'indice est important, plus la forme de la coquille est arrondie : **IE = H / L**
- **L'indice de compaction ICP** décrit la forme de la coquille observée en vue ventrale. Plus l'indice est important, plus la forme de la coquille est bombée : **ICP = E / L**
- **L'indice de convexité ICV** décrit la forme de la coquille observée en vue frontale. Plus l'indice est important, plus la forme de la coquille est convexe : **ICV = E / H**

Les indices de compaction et de convexité étant corrélés négativement à l'indice de condition et à la vitesse de croissance en longueur, ils sont utilisés comme indicateurs de performance de croissance

(Caill-Milly et al., 2012 a ; Watanabe & Katayama, 2010). Pour chaque zone et chaque espèce, les indices suivant sont calculés sur les palourdes mesurant entre 30 et 35mm afin de passer outre les variations de forme âge-dépendantes.

Les résultats sont présentés sous forme de boxplots et sous forme d'histogramme de fréquence pour les indices ICP et ICV. De plus, des ellipses représentant la forme moyenne d'une palourde de 32mm vue de profil et de face sont tracées à partir des indices moyens.

5.2. Analyse logistique de la croissance

a) Acquisition de données taille ~ âge

Tout comme de nombreux bivalves en zone tempérée, la croissance des palourdes ralentit en hiver, formant une strie visible sur la coquille (Tanabe & Oba, 1988 ; Garcia, 1993 ; Kanazawa & Sato, 2007). Le dénombrement de ces stries permet de déterminer l'âge des palourdes européennes (Kilada, 2010 ; Juric et al., 2012 ; Mohammad et al., 2014) et japonaises (Silina, 2010).

Les palourdes font une ponte principale à la fin de l'été, mais des pontes plus précoces et de moindre ampleur peuvent survenir dès le printemps (Gouletquer, 1989 ; Laruelle, 1999 ; Calvez, 2003 ; Dang, 2010). La détermination de la période de ponte étant complexe à réaliser, le mois de juillet est considéré comme mois de ponte. Les stries se formant de décembre à février, le mois de janvier est considéré comme médian.

Dans chaque zone, 30 coquilles vides de palourdes mesurant si possibles plus de 40 mm, sinon 35 mm, sont prélevées. Sur chaque valve droite, les stries hivernales sont identifiées et la dimension correspondant à la plus grande longueur au niveau de chaque strie est mesurée au pied à coulisse (0,5mm près). Ces mesures permettent d'augmenter le nombre de données taille ~ âge.

L'âge des palourdes est déterminé pour chaque strie au mois près en utilisant la formule suivante :

$$\text{Age} = t_{av} + (nS-1)*12$$

Avec :

- t_{av} : le nombre de mois entre la naissance en juillet et la première strie hivernale en janvier, soit 6 mois
- nS : le numéro de la strie hivernale

b) Modélisation de la croissance

Dans chaque zone et pour chaque espèce, la croissance des palourdes est modélisée. Des régressions non linéaires sont réalisées sur les données taille ~ âge à partir du modèle de croissance de Von Bertalanffy (Garcia, 1993 ; Dang, 2010). Les régressions sont ajustées aux données avec une routine d'ajustement non linéaire par minimisation de la somme des carrés des écarts entre observations et

prédictions. Précisons que ces modèles ne sont pas construits à partir d'une population équiprobable dans ses classes de taille.

Modèle de Von Bertalanffy :

$$L(t) = L^{\infty} * (1 - \exp(-K(t - t_0)))$$

Avec :

- L^{∞} (mm) = taille asymptotique
- K (années⁻¹) = taux de croissance de Von Bertalanffy
- t_0 (années) = intersection de la courbe avec l'axe des abscisses

5.3. Effet de la pression de pêche sur la dynamique des populations de palourdes

L'objectif est d'appréhender les effets de la pêche à pied sur la dynamique de population des deux espèces de palourdes étudiées, en étant conscient du fait que généralement, à accessibilité égale, la pression de pêche se concentre sur la zone du gisement la plus productive en termes de densité et de vitesse de croissance. Dans un premier temps, afin d'optimiser la robustesse des analyses statistiques, l'effet de la pêche sera étudié sur l'ensemble des sites. Dans un second temps, si la qualité et la quantité des données le permettent, l'effet de la pêche pourra être précisé dans chaque site.

a) Comparaison des paramètres populationnels

Pour chaque espèce, les indices de performance de croissance (K , L^{∞} , ICP et ICV), la densité, %₃₅ et %₄₀ sont exprimés en fonction de la pression de pêche via des box-plot. L'effet de la pression de pêche est vérifié par des tests non paramétriques de Kruskal-Wallis. En cas d'un effet significatif (seuil α de 0,05), les variables populationnelles sont comparées deux à deux en fonction de la pression de pêche via des tests t à posteriori.

b) Descripteurs environnementaux et pêche : ACP1

Une première ACP (scaling 1) illustre les principales caractéristiques environnementales des stations étudiées (sous forme de distance euclidienne, après normalisation des variables quantitatives et semi-quantitatives). Les descripteurs environnementaux pris en compte sont :

- la température de l'eau moyenne (TeauMoy)
- les températures de l'air extrêmes (TairF et TairC)
- la pluviosité (Pluie)
- la concentration en chlorophylle a (Chlo.a)
- la turbidité moyenne et maximale (Turb et Turb_{max})
- la compaction du substrat
- le pourcentage de palourdes en surface (%surf)
- le recouvrement par la végétation (%végé)

- les niveaux de pêche de loisir (Plois) et de pêche professionnelle (Ppro)
- la mise en réserve (Réserve)
- la présence/absence de filtreurs (Filt)
- la présence-absence d'eau à marée basse (H2O)

c) Descripteurs populationnels : ACP2

Une seconde ACP (scaling 1) illustre les principales caractéristiques populationnelles de chaque espèce dans les stations étudiées (sous forme de distance euclidienne, après normalisation des variables). Les descripteurs populationnels pris en compte sont :

- le taux de croissance (K)
- la taille asymptotique (L_{∞})
- la longueur médiane des palourdes supérieures à 15mm (L)
- les indices morphologiques des palourdes mesurant entre 30 et 35mm (ICP et ICV)
- le pourcentage de palourdes supérieures à 35 mm (maille professionnelle) : %₃₅
- le pourcentage de palourdes supérieures à 40 mm (maille récréative) : %₄₀
- la densité en palourdes supérieures à 15mm (d)

d) Relations entre les descripteurs populationnels et environnementaux : ACP3

Une troisième ACP (scaling 1) confronte à l'ACP2 (descripteurs environnementaux : variables explicatives) les deux composantes de l'ACP1 expliquant le plus de variances (descripteurs populationnels). Cette ACP3 met en évidence comment l'environnement structure les populations de palourdes ([Caill-Milly et al., 2012 b](#)).

e) Relations entre les descripteurs populationnels et environnementaux : CANCOR

Une Analyse Canonique des Corrélations (CANCOR) menée à partir du package CCA de R ([Gonzalez et al., 2008](#)) met en évidence les corrélations entre les descripteurs populationnels et les variables explicatives : les descripteurs environnementaux. Une CANCOR Régularisée (RCANCOR) a été utilisée par [Caill-Milly et al. \(2012 b\)](#) pour détecter les interrelations entre le stock de palourdes et les facteurs environnementaux du Bassin d'Arcachon.

5.4. Distribution des deux espèces de palourdes

L'objectif est de visualiser à une échelle nationale l'évolution spatiale et temporelle des abondances relatives des palourdes japonaises et européennes, et d'essayer de comprendre quels facteurs environnementaux structurent cette distribution, connaissant le biais apporté par les réensemencements de palourdes.

f) Répartition géographique des deux espèces de palourdes étudiées

L'abondance relative des palourdes japonaises et des palourdes européennes de chaque site est représentée à chaque date sur une carte de la France sous forme de diagrammes en secteurs de surface proportionnelle à la densité totale de palourde par m².

g) Influence des paramètres environnementaux sur la distribution des deux espèces

Afin d'avoir un aperçu des facteurs structurant la répartition des deux espèces de palourdes, %pal_{euro} est exprimé en fonction des descripteurs environnementaux listés dans la partie 2.5.2. La présence de corrélation linéaire avec les variables environnementales quantitatives est vérifiée par un test de Pearson dont la significativité est testée par un test t. %pal_{euro} est illustrée en fonction des variables environnementales qualitatives par des boxplots. Des tests non paramétriques de Kruskal-Wallis viennent vérifier ces comparaisons. En cas d'un effet significatif (seuil α de 0,05), %pal_{euro} est comparé deux à deux en fonction de la variable environnementale via des tests t à posteriori.

Références

- Blott S.J. and Pye K. (2001). GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26, 1237-1248.
- Boscolo Brusa R., Cacciatore F., Ponis E., Molin E., Delaney E. (2013). Clam culture in the Venice lagoon: stock assessment of Manila clam (*Venerupis philippinarum*) populations at a nursery site and management proposals to increase clam farming sustainability. *Aquatic Living Resources*, 26 (1), 1-10.
- Bower S.M. (1992). Winter mortalities and histopathology in Japanese littlenecks (*Tapes philippinarum* (A. Adams and Reeve, 1850) in British Columbia due to freezing temperatures. *Journal of Shellfish Research*, 11 (2), 255-263.
- Caill-Milly N., Bru N., Mahé K., Borie C., D'Amico F. (2012a). Shell Shape Analysis and Spatial Allometry Patterns of Manila Clam (*Ruditapes philippinarum*) in a Mesotidal Coastal Lagoon. *Journal of Marine Biology*, 2012, 11p.
- Caill-Milly N., D'Amico F., Guyader O., D'Amico F., Bru N. (2012b). Detection of interrelations between stock status and environment using complementary multivariate analyses on temporal aggregations of environmental variables - Application to Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) of Arcachon Bay (France). In 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 de doctorat, Université de Pau et des Pays de l'Adour*, 91-123.
- Calvez I. (2003). Approche de la variabilité spatiale d'une population de palourdes *Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve), aux stades larvaires et post-larvaires. *Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Brest*.
- Cigarría J., Fernandez J. (1998). Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) culture in oyster bags: influence of density on survival, growth and biometric relationships. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 78, 551-560.
- Dang C., De Montaudouin X., Gam M., Paroissin C., Bru N., Caill-Milly N. (2010). The Manila clam population in Arcachon Bay (SW France): Can it be kept sustainable? *Journal Of Sea Research*, 63(2), 108-118.
- Dang C., De Montaudouin X., Gonzalez P., Mesmer Duldons N., Caill-Milly N. (2008). Brown muscle disease (BMD), an emergent pathology affecting Manila clam *Ruditapes philippinarum* in Arcachon Bay (SW France). *Diseases of aquatic organisms*, 80(3), 219-228.
- Dang C., Sauriau P-G., Savoye N., Caill-Milly N., Martinez P., Millaret C., Haure Joel, De Montaudouin X. (2009). Determination of diet in Manila clams by spatial analysis of stable isotopes. *Marine Ecology Progress Series*, 387, 167-177.
- Daou R., Gouletquer P. (1988). Effets de la turbidité sur les palourdes adultes *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve): croissance, mortalité, effort de reproduction, composition biochimique. *Oceanis*, 14 (4), 375-389.
- Garcia F. (1993). Interprétation des stries valvaires pour l'évaluation de la croissance de *Ruditapes decussatus* L. *Oceanologica Acta*, 16(2), 199-203.
- Gonzalez I., Déjean S., Martin P.G.P., Baccini, A. (2008). CCA: An R Package to Extend Canonical Correlation Analysis. *Journal of Statistical Software*, 23(12), 1-14.
- Gouletquer P. (1989). Etude des facteurs environnementaux intervenant sur la production de la palourde japonaise d'élevage *Ruditapes philippinarum*. *Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Brest*.
- Gouletquer P., Lombas I., Prou J. (1987). Influence du temps d'immersion sur l'activité reproductrice et sur la croissance de la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* et l'huître japonaise *Crassostrea gigas*. *Haliotis*, 16, 453-462.
- Jara-Jara R., Pazos A. J., Abad M., Garcia-Martin L. O., Sánchez J. L. (1997). Growth of clam seed (*Ruditapes decussatus*) reared in the wastewater effluent from a fish farm in Galicia (N.W. Spain). *Aquaculture*, 158, 247-262.

- Jurić I., Bušelić I., Ezgeta-Balić D., Vrgoč N., Peharda M. (2012). Age, Growth and Condition Index of *Venerupis decussata* (Linnaeus, 1758) in the Eastern Adriatic Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12, 613-618.
- Kilada R. (2010). Validated age and growth estimates of two clam species in a saltwater lake on the Suez Canal in Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 14(2), 111-126.
- Kim W.S., Huh H.T., Huh S.-H., Lee T.W. (2001) Effects of salinity on endogenous rhythm of the Manila clam, *Ruditapes philippinarum* (Bivalvia: Veneridae). *Marine Biology*, 138 (1), 157-162.
- Kim T.-W., Cho Y.-K., Dever E. P. (2007). An evaluation of the thermal properties and albedo of a macrotidal flat. *Journal of geophysical research*, 112, 1-9.
- Laruelle F. (1999). Phénologie et déterminisme de la reproduction chez *Ruditapes decussatus* (L.) and *Ruditapes philippinarum* (Adams and Reeve) en Bretagne. *Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Brest*.
- Maître-Allain T. (1982). Influence du milieu sur la croissance de deux palourdes, *Ruditapes decussatus* et *Ruditapes philippinarum*, dans l'étang de Thau (Hérault). *Vie Marine*, 4, 11–20.
- Mohammad S. H., Mohammed Belal A. A., Hassan S. S. Z. (2014). Growth, age and reproduction of the commercial clams *Venerupis aurea* and *Ruditapes decussates* in Timsah Lake, Suez Canal. Egypt. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 43(4), 589-600.
- Nakamura Y., Hashizume K., Koyama K., Tamaki A. (2005). Effects of salinity on sand burrowing activity, feeding and growth of the clams *Mactra veneriformis*, *Ruditapes philippinarum* and *Meretrix lusoria*. *Journal of Shellfish Research*, 24 (4).
- Park K.-I., Yang H.-S., Kang D.-H. and SikChoi K. (2010). Density dependant growth and mortality of Manila clam *Ruditapes philippinarum* reared in cages in Gomso-Bay, Korea. *Korean Journal of Malacology*. 26(1), 91-95.
- Shibata T., Toba M., Sakai M., Kaneko A. (1999). Availability of photo-pigment as an index of productivity in the culture ground of Japanese little neck clam *Ruditapes philippinarum*. *Bulletin of Chiba Prefecture Fishery Experimental Station*, 55, 67-72.
- Silina A. V. (2010). Population characteristics of the bivalve *Ruditapes philippinarum* from Cheju Island coasts, Korea. *Korean Journal of Malacology*, 26(3), 227-234.
- Sobral P., Widdows J. (1997). Effects of elevated temperatures on the scope for growth and resistance to air exposure of the clam *Ruditapes decussatus* (L.), from southern Portugal. *Scientia Marina*, 61 (1), 163–171.
- Tanabe K. and Oba T. (1988). Latitudinal variation in shell growth patterns of *Phacosoma japonicum* (Bivalvia: Veneridae) from the Japanese coast. *Marine Ecology – Progress series*, 47, 75–82.
- Watanabe S. and Katayama S., (2010). Relationships among shell shape, shell growth rate, and nutritional condition in the manila clam (*Ruditapes philippinarum*) in Japan. *Journal of Shellfish Research*, 29(2), 353–359.

Citer ce document :

Dérian F. et Garnier P. (2014). Protocole de suivi participatif de la ressource en palourdes exploitée par la pêche à pied de loisir – version 02.15. *Fédération Nationale des Pêcheurs Plaisanciers et Sportifs Français*, 13p.