

LES BIGORNEAUX PERCEURS (MURICIDAE) DE LA BAIE DE BOURGNEUF :

Prédation sur les huîtres, Validation d'un mode de capture, Définition d'un moyen de lutte



Philippe GLIZE* et Rémi DUQUENNE**

* SMIDAP (Syndicat Mixte pour le Développement de l'Aquaculture et de la Pêche dans les Pays de la Loire)

** D.E.S.S. "Exploitation des Ressources Vivantes Côtières"
UFR Sciences de la vie et du comportement

JANVIER 2003

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	3
INTRODUCTION.....	5
I - Caractérisation de la prédation exercée par <u>Ocenebra erinacea</u> et <u>Ocenebrellus inornatus</u>, sur l'huître creuse <u>Crassostrea gigas</u>.....	7
I.1 Introduction.....	7
I.2 Matériel et méthode.....	7
I.3 Résultats.....	12
<i>I.3.1 Comparaison et quantification de l'effort de prédation.....</i>	<i>12</i>
<i>I.3.2 Evolution saisonnière de la prédation.....</i>	<i>14</i>
I.4 Discussion.....	16
II - Testage d'un mode de capture pour les <u>Muriceidae</u> prédateurs des huîtres: les tubes collecteurs d'un an.....	20
2.1 Introduction.....	20
2.2 Matériel et méthode.....	20
2.3 Résultats.....	23
2.4 Discussion.....	26
III - Recherche d'une technique d'élimination du naissain de <u>Nucella lapillus</u> des cordes de captage de moules.....	29
3.1 Introduction.....	29
3.2 Matériel et méthode.....	30
<i>3.2.1 Densité de moules et de perceurs sur les cordes.....</i>	<i>30</i>
<i>3.2.2 Evaluation de l'impact de l'eau douce sur les moules : étape préliminaire.....</i>	<i>30</i>
<i>3.2.3 Evaluation de l'impact de l'eau douce sur les moules :conditions professionnelles... 31</i>	<i>31</i>
<i>3.2.4 Evaluation de l'impact de l'eau douce sur les bigorneaux perceurs.....</i>	<i>31</i>
3.3 Résultats.....	33
<i>3.3.1 Densité de moules et de perceurs sur les cordes.....</i>	<i>33</i>
<i>3.3.2 Evaluation de l'impact de l'eau douce sur les moules : étape préliminaire.....</i>	<i>34</i>
<i>3.3.3 Evaluation de l'impact de l'eau douce sur les moules :conditions professionnelles... 35</i>	<i>35</i>
<i>3.3.4 Evaluation de l'impact de l'eau douce sur les bigorneaux perceurs.....</i>	<i>36</i>

3.4 Discussion.....	40
IV – Approche éthologique des Muricidae : synthèse des observations.....	42
4.1 Répartition géographique.....	42
4.2 Migration des bigorneaux perceurs.....	43
4.3 Reproduction.....	45
4.4 Densité.....	46
CONCLUSION	47
BIBLIOGRAPHIE	49
ANNEXES	52

Avant propos

La mise en œuvre et la réalisation de cette étude n'auraient pu être menées à terme sans la collaboration de :

✓ Monsieur Alain DOUSSET, ostréiculteur aux Moutiers en Retz pour la mise à disposition de concessions sur La Couplasse et de ses installations à terre, sa gentillesse et sa patience;

✓ Monsieur Alain GENDRON, Président de la Coopérative Ostréicole de Noirmoutier, pour la fourniture des cordes de captage, le prêt des bouchots et sa grande disponibilité quant à l'organisation des sorties en chaland;

✓ L'équipe de l'IFREMER Bouin, dont notamment Monsieur Jean-Louis MARTIN, Directeur de la station, pour la mise à disposition de ses installations, Monsieur Hubert PALVADEAU et Max NOURRY, pour leur accueil et leur disponibilité, et Monsieur Mathias PAPIN, pour son aide dans la réalisation des photos de juvéniles de nuelles;

✓ Monsieur David LECOSSOIS, Président de l'Organisation des Producteurs ostréicoles des Pays de la Loire, pour la fourniture des tubes collecteurs ;

✓ Monsieur Dominique FRIOU, ostréiculteur à la Bernerie en Retz, pour la mise à disposition de concessions (étude sur les tubes collecteurs);

✓ Messieurs Jean-Yves BILLON, Eric FOUASSON, Jacques GAREL, Jacky LAIDIN et Léon LONGEPEE, Présidents des syndicats professionnels ostréicoles, pour leur amabilité et la somme des informations fournies;

✓ Messieurs les Présidents de Comité de Bacs, donc la liste est trop longue pour être citée ici (mais précisée en annexe 1), ainsi que tous les ostréiculteurs qui nous ont permis d'acquérir les informations nécessaires à l'orientation des études et l'actualisation des données, pour leur sympathie et leur disponibilité;

✓ Messieurs Pierre-Guy SAURIAU et Olivier BASUYAUX, respectivement Directeur adjoint du CREMA et chercheur du SMEL, pour la transmission de références bibliographiques.

Qu'ils trouvent ici l'assurance de nos sincères remerciements.

Introduction

"Bigorneau perceur" est le terme générique couramment donné aux mollusques gastéropodes de la famille des *Muricidae* qui se nourrissent d'autres mollusques en perçant leur coquille. En baie de Bourgneuf, deux espèces de *Muricidae* autochtones sont identifiées: *Ocenebra erinacea* (Linné, 1758), appelé aussi cormaillet ou perceur, qui consomme des huîtres, et *Nucella lapillus* (Linné, 1758), appelé nucelle, pourpre, vache ou nour, prédateur de balanes mais aussi des moules. Leur impact est identifié depuis de nombreuses décennies puisque dans les années 30 déjà les scientifiques étudiaient ce problème et menaient ce qu'ils ont appelé "une guerre aux cormaillets" (LEBRETON J.F., 1938).

Depuis quelques années, les populations de bigorneaux perceurs se seraient considérablement développées dans le bassin conchylicole de Bourgneuf. Les professionnels de la baie s'inquiètent de ce phénomène, car localement les taux de mortalité induits par ces gastéropodes seraient très importants. L'exploitation conchylicole sur certains secteurs serait même remise en cause. Les bigorneaux perceurs représenteraient une perte nette, parfois importante, pour la production régionale. C'est une contrainte supplémentaire pour les professionnels déjà perturbés par d'autres phénomènes comme le déficit de croissance récurrent sur les élevages, l'allongement des cycles de production, le surcaptage (gallis) régulier...

Dans ce contexte et en réponse à une demande de la profession, il apparaissait nécessaire de mieux appréhender et quantifier l'impact généré par les bigorneaux perceurs au niveau de la baie de Bourgneuf. A cette fin, une première étude a été réalisée par le SMIDAP en 2001 (GLIZE & CHASLE, 2002). Elle a notamment permis l'identification d'une nouvelle espèce de *Muricidae*, *Ocenebrellus inornatus* (Récluz, 1851), originaire de l'Asie du Sud-Est et dont la découverte en France remonte à 1995 à Fouras en Charente-Maritime (PIGEOT *et al*, 2000). Il s'agit d'une espèce prédatrice de l'huître et dénommée perceur « japonais ».

De plus, cette étude a permis l'obtention d'éléments sur la biologie des *Muricidae* au travers d'une synthèse bibliographique, sur la répartition géographique des trois espèces de bigorneaux

perceurs désormais présentes en baie de Bourgneuf, sur le niveau de prédation des deux espèces prédatrices de l'huître, et sur les modes de capture possibles.

Compte tenu des résultats acquis et de certaines interrogations soulevées, il semblait nécessaire de reconduire l'étude en 2002 afin de préciser deux points essentiels. Tout d'abord, l'expérimentation conduite sur la quantification de la prédation semblait montrer une supériorité de l'effort de prédation de l'espèce japonaise sur son homologue local, qu'il convenait a priori de confirmer.

Par ailleurs, parmi les techniques de piégeage testées, l'utilisation de tubes collecteurs garnis d'huîtres d'un an s'était révélée assez prometteuse. En réponse à la demande de la profession, il convenait de vérifier l'efficacité réelle de ce mode de capture et son éventuelle application par les ostréiculteurs.

Parallèlement, le SMEL (Syndicat Mixte pour l'Équipement du Littoral de la Manche) a mis en évidence en 2001 la présence de naissain de nucelle sur les cordes de captage de moules de Noirmoutier (JAHIER & BASUYAUX, 2001). Cette découverte était non dépourvue de conséquence que ce soit tant au niveau biologique, en terme de dissémination de l'espèce qu'au niveau économique, en générant un éventuel préjudice commercial par la mévente des cordes.

Dans ce contexte, une réflexion a été engagée en vue de définir et de tester une technique d'élimination des juvéniles de perceurs.

Le présent rapport synthétise les principaux résultats acquis à l'issue des trois expérimentations conduites au travers de cette étude. Une actualisation de la synthèse bibliographique sur la biologie des *Muricidae* est présentée en annexe 3.

I – Caractérisation de la prédation exercée par *Ocenebra erinacea* et *Ocenebrellus inornatus* sur l'huître creuse *Crassostrea gigas*

1.1 Introduction

En 2001, la présence d'*Ocenebrellus inornatus*, *Muricidae* exotique originaire d'Asie orientale, a été décelée sur quelques zones ostréicoles de la baie de Bourgneuf (GLIZE & CHASLE, 2002). Cette espèce présente de fortes ressemblances morphologiques, biologiques et comportementales avec l'espèce locale de *Muricidae*, *Ocenebra erinacea*, appelé bigorneau perceur. Afin de caractériser et de comparer la prédation respective de ces deux espèces sur les huîtres d'élevage, une première étude a été conduite sur le terrain, de mai à novembre 2001. Les principaux résultats acquis indiquaient que :

- ✓ Les bigorneaux perceurs, indépendamment de leur espèce ou de leur taille, attaquent préférentiellement les jeunes huîtres;
- ✓ Les perceurs de plus grosse taille, indépendamment de leur espèce, consomment davantage d'huîtres ;
- ✓ Les perceurs japonais exerceraient une plus forte prédation sur les huîtres que l'espèce européenne (tendance vérifiée pour la majorité des conditions testées);
- ✓ Il existe une saisonnalité de la prédation, variable selon l'espèce.

Dans ce contexte, découverte d'une nouvelle espèce invasive et mise en évidence de sa supériorité en terme de prédation comparée à son homologue européen, il apparaissait opportun, voire indispensable de poursuivre cette étude. A cette fin, une expérimentation similaire a été mise en place en 2002 dans le but de confirmer et d'affiner les conclusions tirées l'année précédente.

1.2 Matériel et méthode

Le protocole de base utilisé est identique à celui de l'année précédente.

Afin d'éviter toute dissémination accidentelle de l'espèce exotique, le secteur choisi est touché à la fois par les perceurs "français" et "japonais". Il s'agit du Banc n° 29, La Couplasse, zone de La Bouillie. Le parc expérimental découvre pour un coefficient de marée atteignant un minimum de 75. C'est un parc "moyen" en terme de découverture et de "pousse" (Figure 1).



Figure 1 : Parc ostréicole utilisé pour la réalisation des essais : secteur de La Bouillie, lieu dit La Couplasse, commune de Bouin (85). (SMIDAP)

Pour répondre aux questions posées par les objectifs de l'expérimentation, des combinaisons de différents groupes de bigorneaux perceurs et d'huîtres ont été testées. Ces groupes correspondent respectivement à deux lots par espèce de perceurs (sélectionnés en fonction de leur taille et poids) et deux catégories d'huîtres de classes d'âge différentes. Trois conditions sont ainsi définies, avec deux possibilités par condition : espèce de perceur (*O. erinacea* ou *O. inornatus*), taille des perceurs ("gros" ou "petits"), taille des huîtres (classes d'âge : 2 ans et 3 ans).

Les notations utilisées au long de cette expérimentation sont détaillées ci-après :

F : "bigorneau perceur français"	G : "gros"	H₃ : "huître de trois ans"
J : "bigorneau perceur japonais"	P : "petit"	H₂ : "huître de deux ans"

Il existe ainsi huit combinaisons ou "groupes" (GF-H₃, GJ-H₃, PF-H₃...PJ-H₂) à partir de trois critères : espèce, taille du prédateur et âge de la proie. Le choix du paramètre taille pour les perceurs s'impose par l'absence de techniques simples et fiables permettant la détermination de l'âge réel de ces espèces.

Les tests sont conduits en tripliquats pour les analyses statistiques. 10 bigorneaux perceurs sont placés par poche expérimentale. Les densités appliquées pour les huîtres sont respectivement de 200 individus par poche pour celles de deux ans et de 180 par poche pour celles de trois ans. Le maillage des poches utilisées est de 9 millimètres pour empêcher la fuite des bigorneaux. Chaque combinaison est identifiée par une languette numérotée placée au sein de chaque poche (Tableau 1, Figure 2).

Tableau 1 : Numérotation des poches de l'expérimentation en fonction de la combinaison de conditions.

<i>Code des conditions</i>	<i>Numéro des poches</i>		
GF - H₂	946	947	948
GJ - H₂	935	936	949
PF - H₂	940	941	942
PJ - H₂	945	944	943
GF - H₃	836	837	838
GJ - H₃	830	831	832
PF - H₃	938	937	939
PJ - H₃	833	834	835

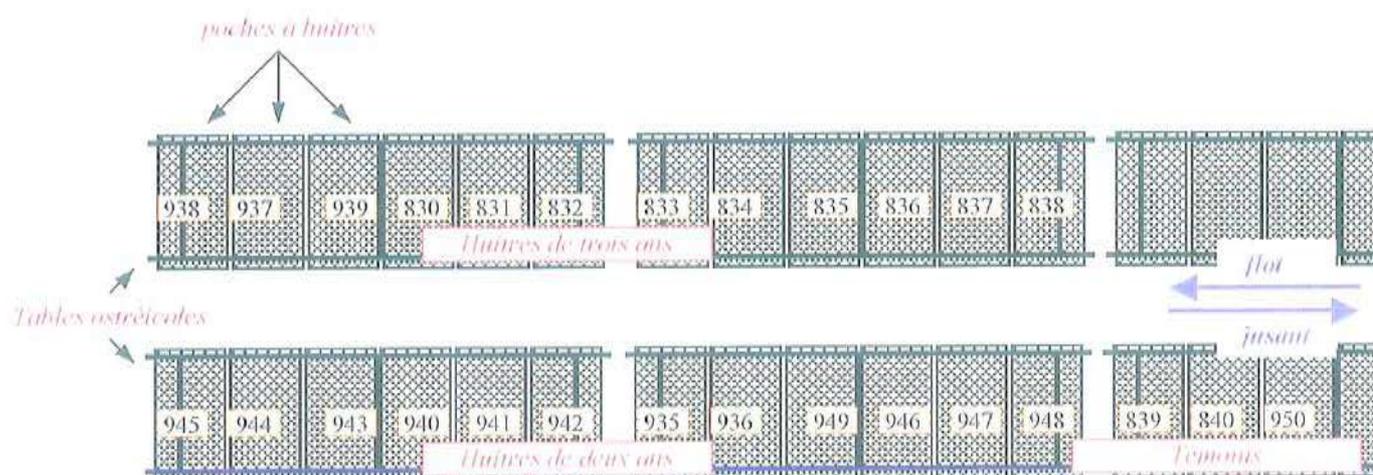


Figure 2 : Schéma de l'organisation et de la répartition spatiale des poches utilisées pour l'expérimentation.

La figure 3 regroupe les représentations graphiques des caractéristiques biométriques des différents lots d'huîtres et de bigorneaux perceurs. Les moyennes sont synthétisées dans le tableau 2. La caractérisation de chaque groupe est réalisée à partir d'un échantillon de 30 individus.

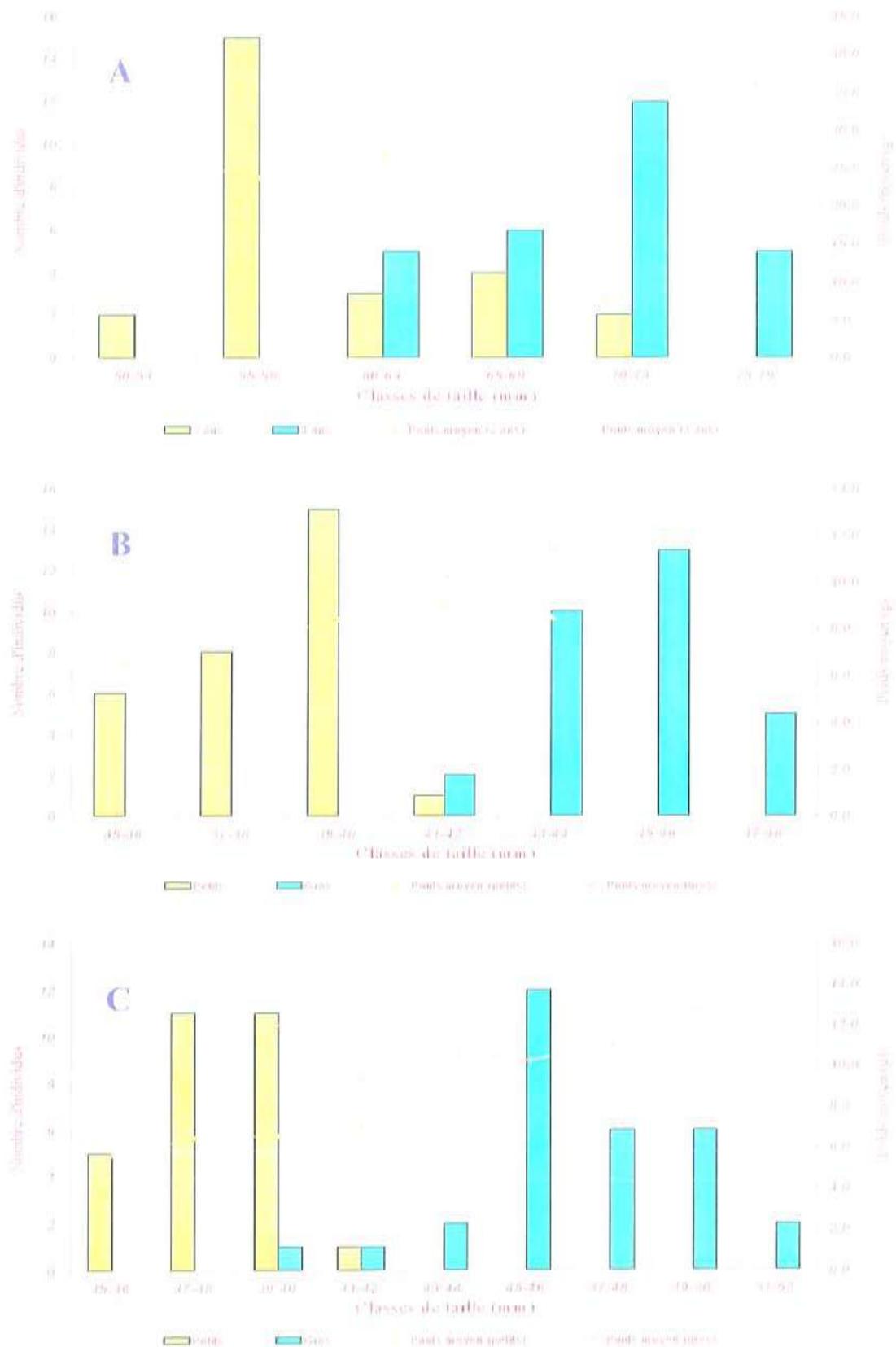


Figure 3 : Histogramme des données biométriques des différents lots utilisés pour la quantification de l'effort de prédation des bigorneaux percurs (résultats basés sur des échantillons de 30 individus). A, *Crassostrea gigas* ; B, *Ocenebra erinacea* ; C, *Ocinebrellus inornatus*.

Tableau 2 : Taille et poids moyens de chaque "type" (bigorneaux perceurs, huîtres), avec intervalle de confiance au seuil des 5 %.

	H2	H3	PF	GF	PJ	GJ
Taille (mm)	58,9 ± 4,6	70,5 ± 2,6	38,8 ± 0,2	45,3 ± 0,2	38,4 ± 0,3	47,0 ± 0,4
Poids (g)	25,3 ± 2,7	36,5 ± 3,4	7,7 ± 0,1	12,3 ± 0,1	6,3 ± 0,04	11,2 ± 0,1

La réalisation d'une analyse de variance (ANOVA) montre que les différents groupes sont significativement différents. Les résultats des tests statistiques sont synthétisés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Résultats statistiques des test réalisés sur les valeurs de la biométrie de chaque type. P est la probabilité de dépasser la valeur du test au risque d'erreur $\alpha = 5\%$ (test t de Student et test de Mann-Whitney sous SigmaStat 2.03).

	GF et PF	GJ et PJ	H₂ et H₃
P - taille	0,001	0,001	0,001
P - poids	0,001	0,001	0,001

L'expérimentation a été conduite sur une période de 7 mois (mai à novembre). Le pas d'échantillonnage est volontairement fixé à un mois, conséquence du constat de 2001 ayant montré que la réalisation d'un suivi bimensuel s'était révélée stressante et inductrice de mortalité chez les perceurs. A noter que lors du déroulement de l'étude, deux pas de temps ont été de un mois et quinze jours, pour effectuer les comptages en vives eaux de grande amplitude, afin de disposer de temps suffisant à la conduite de l'échantillonnage.

La prédation exercée par un bigorneau perceur est facilement identifiable. Elle se caractérise par l'observation d'un trou au travers de la coquille. La quantification de l'effort de prédation est mesurée par le comptage du nombre d'huîtres percées (retirées sans remise dans la poche). Pour l'analyse des résultats, l'indice de prédation retenu est le nombre d'huître percée par perceur et par jour, il permet de comparer les valeurs obtenues malgré les variations du pas de temps et/ou du nombre de perceurs dans les poches.

De plus, le protocole comprend aussi trois poches témoins, contenant des petits perceurs français et des huîtres de deux ans (PF-H₂). Sur celles-ci, seul un comptage final de la prédation

devait être effectué afin de quantifier un éventuel impact d'une manipulation mensuelle des poches sur le comportement de prédation des perceurs.

1.3 Résultats

1.3.1 Comparaison et quantification de l'effort de prédation

La prédation effective par poche des deux espèces de bigorneaux perceurs est présentée au sein du Tableau 4 et sa représentation graphique dans la Figure 4. Les données brutes des différents échantillonnages sont regroupées en Annexe 2.

Tableau 4 : Prédation par poche d'un individu par «groupe» (NH/P/J = nombre d'huître percée par perceur et par jour; intervalle de confiance à 5%).

Groupe	Gf - h ₂	Gj - h ₂	Pf - h ₂	Pj - h ₂	Gf - h ₃	Gj - h ₃	Pf - h ₃	Pj - h ₃
	0,038	0,033	0,034	0,028	0,023	0,025	0,024	0,014
NH/P/J	0,031	0,039	0,029	0,024	0,025	0,024	0,024	0,015
	0,040	0,041	0,033	0,025	0,026	0,023	0,025	0,017
Moyenne	0,036	0,038	0,032	0,026	0,025	0,024	0,024	0,015
I. de confiance	0,009	0,008	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001	0,003

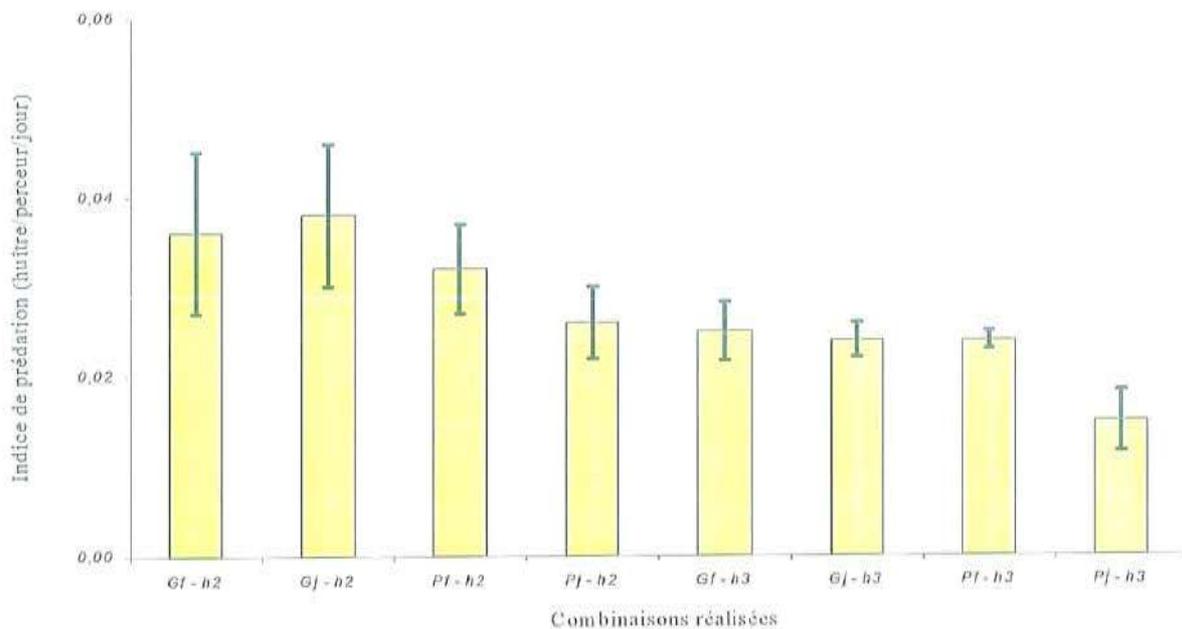


Figure 4 : Histogramme des moyennes de l'indice de prédation en fonction des différentes combinaisons testées.

La Figure 5 synthétise l'impact de la prédation pour les trois conditions testées : taille de la proie, espèce et taille des bigorneaux perceurs.

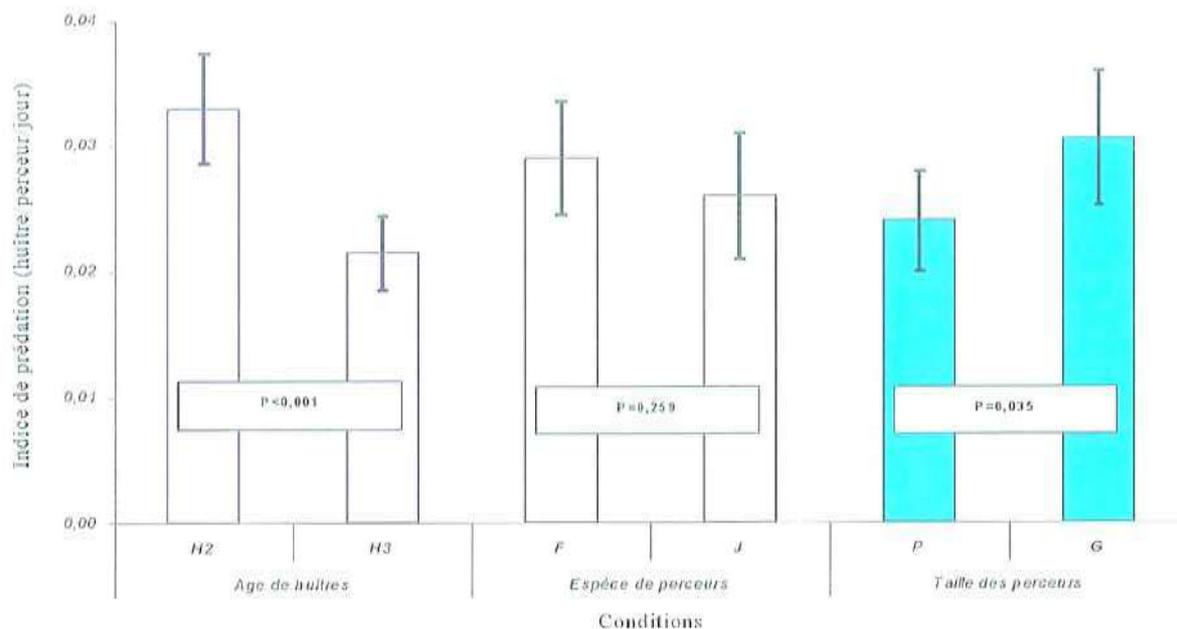


Figure 5 : Histogramme des comparaisons de l'indice de prédation par condition testée. Les valeurs de P (probabilité de dépasser la valeur du test au risque d'erreur $\alpha = 5\%$) ont été obtenues grâce au test t de Student, sur le logiciel Sigma-stat 2.03. Les cases blanches indiquent une différence significative entre les deux valeurs, la case verte une différence non significative.

Enfin, la quantification de la prédation exercée par les deux espèces de bigorneaux perceurs est présentée au sein du Tableau 5. Elle est rapportée à l'action de 10 bigorneaux perceurs par poche.

Tableau 5 : Prédation exercée par les deux espèces de bigorneaux perceurs (rapportée à 10 individus par poche).

Groupe	<i>Gf - h₂</i>	<i>Gj - h₂</i>	<i>Pf - h₂</i>	<i>Pj - h₂</i>	<i>Gf - h₃</i>	<i>Gj - h₃</i>	<i>Pf - h₃</i>	<i>Pj - h₃</i>
<i>Nombre moyen d'huître percée par poche</i>	55,5	56,7	51,7	39,7	39,3	33,0	38,3	24,0
<i>Mortalité moyenne par poche (pourcentage).</i>	28 %	28 %	26 %	20 %	22 %	18 %	21 %	13 %
<i>Temps moyen qu'un perceur met pour tuer une huître</i>	28 j.	28 j.	30 j.	40 j.	42 j.	48 j.	43 j.	64 j.

Le traitement statistique de l'ensemble des résultats est réalisé sous logiciel Sigma-Stat 2.03 (Tableau 6).

Tableau 6 : Utilisation de tests statistiques pour la comparaison entre les différentes conditions testées ; les cases vertes indiquent une différence non significative entre les deux conditions. Les valeurs de P (probabilité de dépasser la valeur du test au risque d'erreur $\alpha = 5\%$) ont été obtenues après une série de test t de Student.

<i>Huîtres de trois ans</i>				
	GF	GJ	PF	PJ
GF		P<0,001	P<0,001	P<0,001
GJ	P<0,001		P<0,001	P<0,001
PF	P=0,035	P=0,035		P<0,001
PJ	P=0,346	P=0,279	P=0,184	

Huîtres de deux ans

Les résultats sont volontairement scindés en deux catégories (H_2 / H_3) et traités séparément, du fait d'un effort de prédation des perceurs significativement supérieur (au seuil des 5 %) sur les huîtres de deux ans comparé à celles de trois ans, et ce quelles que soient les autres conditions considérées (Tableau 7).

Tableau 7 : Comparaison de la prédation entre les huîtres de deux ans et celles de trois ans (I.P. H_2 et I.P. H_3 , moyennes des indices de prédation pour les huîtres de deux et trois ans ; P, probabilité de dépasser la valeur du test au risque d'erreur $\alpha = 5\%$ lors de la comparaison statistique des deux conditions avec le test t de Student).

	I.P. H_2	I.P. H_3	P
GF	0,036	0,024	<0,001
GJ	0,038	0,024	<0,001
PF	0,032	0,024	0,026
PJ	0,026	0,015	0,005
Toutes conditions	0,034	0,022	<0,001

1.3.2 l'évolution saisonnière de la prédation

La connaissance et la détermination d'une éventuelle corrélation entre le facteur saisonnalité et l'effort de prédation demeurent un élément capital quant à une meilleure approche des deux espèces de bigorneaux perceurs, que ce soit pour la définition des principales périodes d'activité (concomitante et/ou décalée), l'existence ou non de phases de compétition trophique....

La Figure 6 présente l'évolution temporelle de la prédation exercée par les deux espèces de bigorneaux perceurs sur les 7 mois de la période de suivi (mai –novembre), indépendamment des autres conditions.

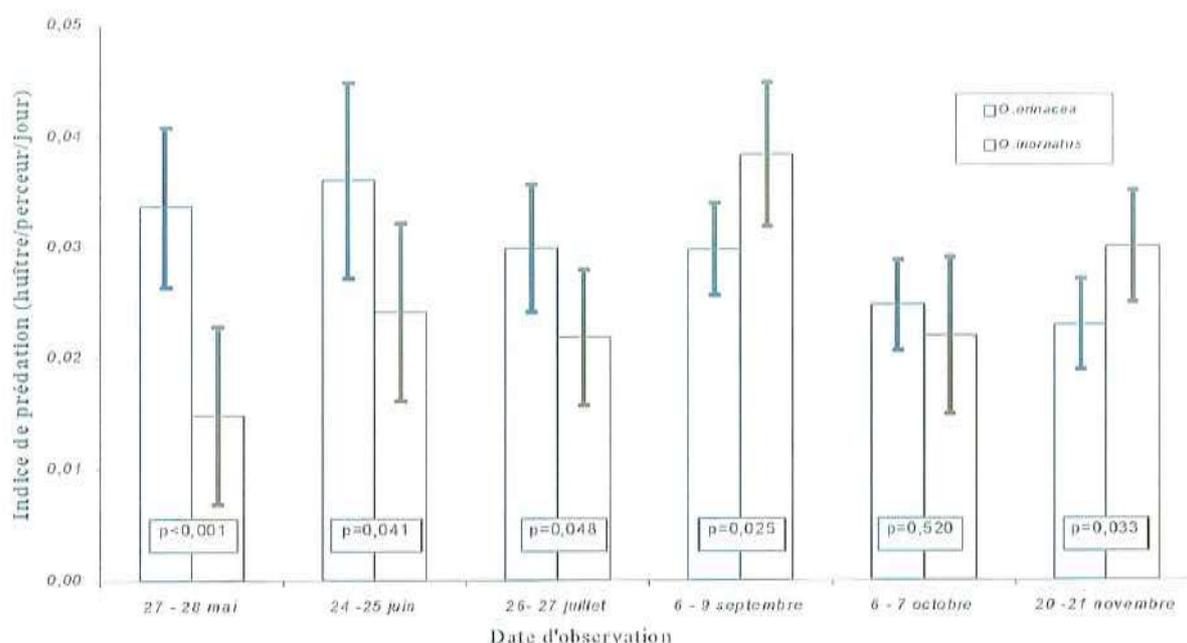


Figure 6: Evolution temporelle de la prédation de *Ocenebra erinacea* et *Ocinebrellus inornatus* sur l'huître creuse *Crasostrea gigas*. Les valeurs de P (probabilité de dépasser la valeur du test au risque d'erreur $\alpha = 5\%$) ont été obtenues grâce au test t de Student, sur le logiciel Sigma-stat 2.03. Les cases blanches indiquent une différence significative entre les deux valeurs, la case verte une différence non significative.

Une analyse de variance à un facteur contrôlé a permis de mettre en évidence et de confirmer statistiquement l'existence de variations saisonnières de l'intensité de prédation de chaque espèce (Tableau 8).

Tableau 8 : Analyse statistique de l'évolution de l'intensité de prédation des deux espèces de bigorneaux perceurs présents en baie de Bourgneuf (ANOVA 1 et test de Tukey sur Sigma-stat 2.03, P la probabilité de dépasser la valeur du test au risque d'erreur $\alpha = 5\%$)

	Résultats ANOVA	Précisions par le test de Tukey
<i>Ocenebra erinacea</i>	Différences significatives entre les comptages ($F=3,591$; $P=0,006$).	Indice de prédation plus faible à compter du 09-09 par rapport aux autres périodes ($0,008 < P < 0,047$)
<i>Ocinebrellus inornatus</i>	Différences significatives entre les comptages ($F=6,939$; $P=0,001$).	Indice de prédation plus important entre le 28-07 et le 09-09 que durant toutes les autres périodes ($0,001 \leq P \leq 0,027$).

1.4 Discussion

A titre de préambule, il convient de revenir sur l'impact éventuel d'une manipulation mensuelle des poches sur l'activité de prédation des bigorneaux perceurs. Les résultats acquis en novembre montrent que le taux de mortalité moyen observé sur les trois poches témoins (Pf-H₂) est équivalent à celui obtenu sur les poches échantillonnées mensuellement. Ils sont respectivement de $27,2 \pm 4,6\%$ et $26,3 \pm 4,3\%$. L'analyse statistique confirme l'existence d'une différence non significative ($p = 0,250$), démontrant l'absence d'incidence d'une manipulation mensuelle des poches sur le potentiel de prédation des bigorneaux perceurs et donc de l'introduction involontaire d'un biais sur l'ensemble des résultats acquis.

L'objectif de cette expérimentation est de vérifier les conclusions tirées au terme de l'étude de l'année précédente :

✓ Les perceurs, indépendamment de leur espèce ou de leur taille, attaquent davantage les jeunes huîtres;

L'étude menée lors de l'année 2002 confirme cette thèse. En effet, la prédation exercée sur les huîtres de deux ans, en nombre d'individus consommés, est significativement plus forte que sur les huîtres de trois ans ($p < 0,001$), et ce quelles que soient les autres conditions testées. L'explication la plus logique est à corréler avec l'épaisseur moindre de la coquille, induisant une plus grande facilité de percement. Ce résultat met en évidence que le choix de la proie revient à assumer un gain d'énergie par unité de temps de perforation, d'où la notion de «perçage optimal» suggéré par PERRY (1983).

✓ Les perceurs de plus grosse taille, indépendamment de leur espèce, consomment davantage d'huîtres;

Cette étude confirme de nouveau cette conclusion ($p = 0,035$), mais en y apportant quelques nuances. En effet, si elle met en évidence que les gros individus d'*Ocenebrellus inornatus* consomment davantage d'huîtres que les petits (sur huîtres de deux ans, $p = 0,001$; sur huîtres de trois ans, $p = 0,020$), il n'en a pas été de même avec *Ocenebra erinacea*. Les analyses statistiques ne montrent en effet aucune différence significative entre les indices de prédation des gros individus de cette espèce et ceux des petits, et ce sur les deux lots d'huîtres (huîtres de deux ans, $p = 0,524$; huîtres de trois ans, $p = 1,000$).

L'effort de prédation varie donc davantage en fonction de la taille chez le perceur japonais que chez le français.

✓ Les perceurs japonais exerceraient une prédation plus forte sur les huîtres que l'espèce européenne;

La tendance ne se vérifie pas en 2002. En effet, l'analyse statistique montre l'absence de différence significative entre les deux espèces de bigorneaux perceurs en terme d'intensité de prédation ($p = 0,259$).

Dans le détail, les tests réalisés (test t de Student et test de Mann-Whitney) précisent que l'absence de différence significative entre les indices de prédation ne concerne que les gros perceurs japonais et français et ce sur les huîtres de deux ans et de trois ans, ($p = 0,732$ et $p = 1,000$). Par contre, une différence significative est notée pour les petits perceurs sur les deux classes d'âge d'huîtres (huîtres de deux ans : $p = 0,031$; huîtres de trois ans : $p < 0,001$), démontrant que l'espèce française exercerait une prédation supérieure à celle de l'espèce japonaise.

Les taux de mortalité induits par les bigorneaux perceurs sont particulièrement importants. Ils oscillent entre 18 et 39%, pour une moyenne voisine de 29%. Toutes conditions confondues, ils sont similaires entre les deux espèces. Il convient de préciser que par comparaison à 2001, ils apparaissent néanmoins plus faibles pour *O. inornatus* et équivalents dans le cas d'*O. erinacea*. Le taux de mortalité non imputable aux bigorneaux perceurs est de 4% sur la période d'étude considérée. Il est identique pour les deux populations d'huîtres.

✓ Il existe une saisonnalité de la prédation, variable suivant l'espèce.

Ce fait a été vérifié et précisé lors de cette étude. Pour les deux espèces de bigorneaux perceurs, une variabilité saisonnière significative de la prédation est notée (*O. erinacea* : $F = 3,591$, $p = 0,006$; *O. inornatus* : $F = 6,584$, $p < 0,001$). **Concernant l'espèce française, l'intensité de la prédation est maximale durant le printemps, puis régresse progressivement au cours de l'été et de l'automne. L'espèce japonaise, quant à elle, montre le comportement inverse, avec un effort de prédation statistiquement supérieur pendant la période estivale.**

En comparant les résultats des deux espèces, il ressort que l'effort de prédation du perceur français est significativement supérieur à celui du japonais du mois d'avril à la fin du mois de juillet, puis la tendance s'inverse au mois d'août pour revenir à un effort de prédation

similaire en octobre, avant une nouvelle inversion de tendance en novembre. Le redémarrage de l'activité constatée en novembre, au-delà d'un pas d'échantillonnage plus grand (1,5 mois au lieu de 1 mois), est à corrélérer avec le réchauffement important des températures survenu lors de la deuxième quinzaine du mois d'octobre et du début du mois de novembre.

Concrètement, il existerait donc un relais de la prédation entre *Ocenebra erinacea* et *Ocenebrellus inornatus*, les premiers perçant davantage à des températures douces (printanières), les seconds à des températures élevées (estivales).

Par ailleurs, ce résultat permet d'émettre le postulat suivant: Le bigorneau perceur japonais exercera une prédation supérieure à celle de son homologue français les années d'étés chauds, l'obtention d'une prédation équivalente, voire une supériorité de l'espèce autochtone, se produira les années d'étés frais. Cette hypothèse semble se vérifier à l'issue des deux années durant lesquelles cette étude a été suivie. En effet, la comparaison des températures journalières moyennes de l'eau de mer sur le secteur de la Couplasse au cours de la période estivale (Figure 7), montre l'existence d'une différence significative entre 2001 et 2002. Les mois de juillet et août 2001 sont apparus statistiquement plus chauds que ceux de 2002 ($p=0,009$ et $p<0,001$).

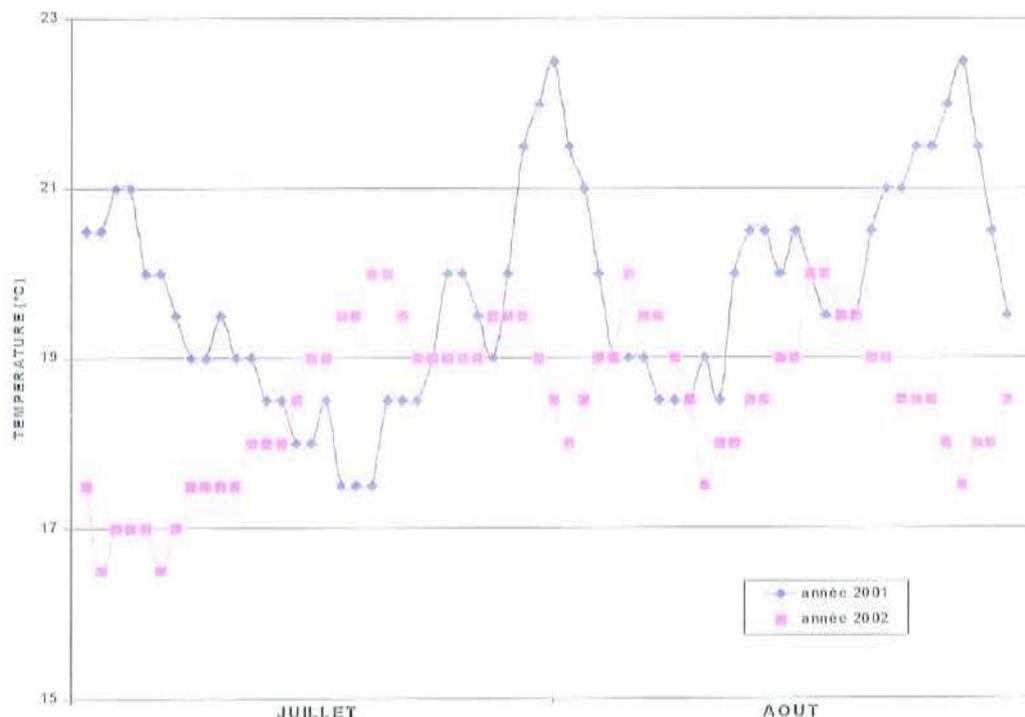


Figure 7 : Comparaison de l'évolution des températures journalières moyennes de l'eau de mer sur le secteur de La Couplasse au cours des mois de juillet et d'août 2001 et 2002 (Source : IFREMER Bouin).

Enfin et à titre d'information, il a été observé plusieurs fois, dans les poches de l'étude prédation, l'existence de coquilles percées de deux trous, les deux de part en part (Figure 8), et ce malgré la densité de nourriture disponible. Ce phénomène, même s'il a été assez rare, a pu minorer quelque peu les résultats obtenus.



Figure 8 : Coquille d'huître percée de deux trous.

II - Testage d'un mode de capture pour les Muricidae prédateurs des huîtres : les tubes collecteurs d'un an

2.1 Introduction



Figure 9 : *Ocenebra erinacea* sur tube collecteur d'un an (Solène Le Roux).

Jusqu'à présent, aucun mode de capture ne s'est révélé réellement efficace pour les espèces de bigorneaux perceurs *Ocenebra erinacea* et *Ocenebrellus inornatus*, prédateurs des huîtres rencontrés en baie de Bourgneuf. En 2001, il a été constaté que les tubes collecteurs d'un an, c'est à dire ayant capté du naissain d'huître l'année précédente, avaient tendance à attirer les perceurs (GLIZE & CHASLE, 2002 ; Figure 9). En réponse à la demande des professionnels, une étude permettant de tester l'utilisation de ce matériel comme un moyen de lutte contre les perceurs a été menée en 2002. Il s'agit d'une part d'évaluer si l'utilisation de cette méthode est applicable par les professionnels, d'autre part de se servir de ce mode de capture pour acquérir de nouveaux éléments sur la biologie des deux espèces et leur cohabitation.

2.2 Matériel et méthode

Le secteur choisi est une nouvelle fois La Couplasse, sur la commune de Bouin du fait de la présence simultanée d'*Ocenebra erinacea* et d'*Ocenebrellus inornatus*.

Des tubes collecteurs garnis d'huîtres âgées de un an sont placés sous des tables ostréicoles, à raison d'un tube par table. Deux types de conditions sont testées :

- ✓ La durée séparant la pose des tubes de la récolte des perceurs (quatre types de durées);
- ✓ Le substrat sur lequel sont posés les tubes (trois types de substrats).

soit douze types de combinaisons possibles (Tableau 9)

Tableau 9 : Nombre de tube collecteurs utilisés par condition, pour la capture des bigorneaux perceurs.

Temps de pose	substrat	Nombre de tubes par répétition.
Début – fin de marée	Vase	3
	Coquille ou caillou	3
	Sable	3
15 jours	Vase	5
	Coquille ou caillou	5
	Sable	5
Un mois	Vase	3
	Coquille ou caillou	3
	Sable	3
Deux mois	Vase	5
	Coquille ou caillou	5
	Sable	5

Chaque durée de pose permet le test de plusieurs facteurs :

Temps de pose	Informations à collecter
Début – fin de marée	Vitesse d'arrivée des perceurs sur le piège, efficacité du mode de capture, compte tenu de temps de pose.
15 jours	Saisonnalité de la répartition des deux espèces, saisonnalité de la prédation, efficacité du mode de capture, faisabilité du mode de capture, différence de comportement des perceurs en fonction du substrat.
Un mois	Faisabilité et efficacité du mode de capture, en mimant la fréquence de passage des ostréiculteurs sur les parcs à jeunes huîtres.
Deux mois	Faisabilité et efficacité du mode de capture, en mimant la fréquence de passage des ostréiculteurs sur les parcs à plus grosses huîtres, résistance du procédé aux tempêtes d'automne (août – octobre).

Une zone d'expérimentation a été choisie en fonction de l'accord des concessionnaires, de la variabilité du substrat et de l'homogénéité du découvrément. Des tables sont numérotées en fonction du substrat sur lesquelles elles sont posées (sable = S, vase = V, cailloux = R, Figure 10).

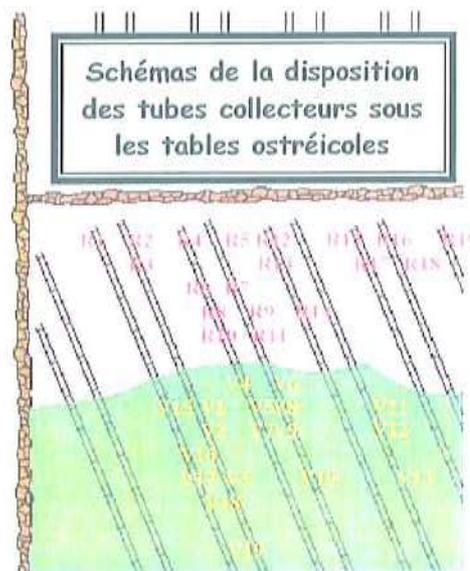
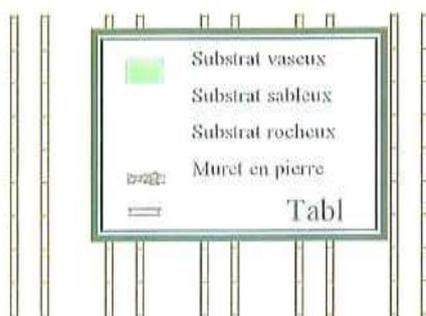
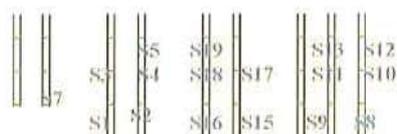


Figure 10 : Photo et schéma de la zone ostréicole occupée pour l'expérimentation. En premier plan de la photo, substrat "coquilles ou cailloux".

Chaque table correspond à une combinaison durée-substrat donnée, et les tubes sont observés à la fréquence correspondante (Tableau 10).

Tableau 10: Numérotation des tables

Numéro des tables (S, V ou R)	Temps de pose
De 15 à 19	Début – fin de marée
De 1 à 5	15 jours
De 6 à 8	un mois
De 9 à 13	deux mois.

Lors des observations les tubes concernés étaient relevés, observés, changés en fonction de la quantité d'huîtres vivantes restant sur le tube et replacés sous les tables. Les perceurs étaient différenciés (*O.inornatus* – *O. erinacea*) , comptés puis retirés des tubes.

2.3 Résultats

Compte tenu de l'absence de perceurs sur les collecteurs posés sur le sable et la vase, les essais sur ces deux types de substrats ont été arrêtés après avoir testé au moins une fois chaque temps de pose. Les résultats présentés ne concernent donc que le substrat "coquille ou cailloux".

L'expérimentation a été conduite sur la période de juin à octobre. Le nombre de répétitions par temps de pose est exprimé dans le Tableau 11.

Tableau 11 : Nombre de répétitions par temps de pose

Temps de pose	Nombre de relevé	Nombre total de données
Début – fin de marée	4	20
15 jours	7	35
un mois	3	9
deux mois.	2	10

Il convient de préciser qu'il a été rare de trouver des tubes avec une seule des deux espèces présente. Par exemple, pour le temps de pose "deux semaines", 93 % des tubes sont apparus colonisés par les deux *Muricidae* (Figure 11).

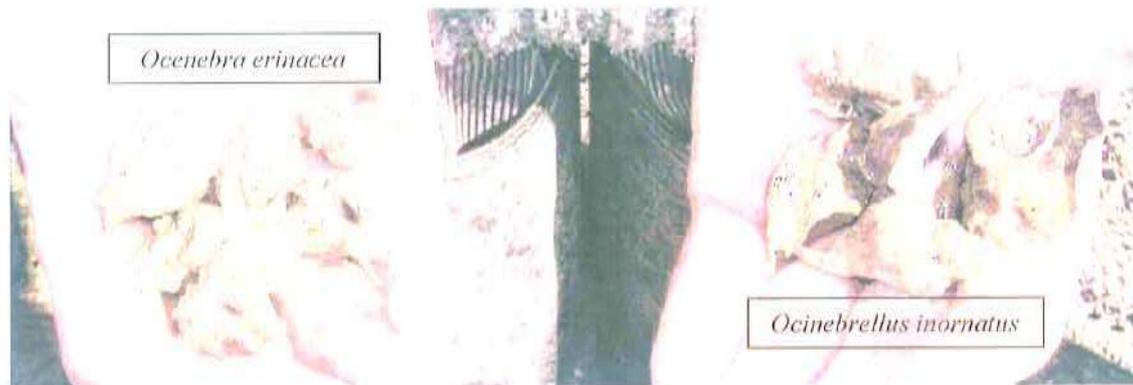


Figure 11 : Echantillon récolté sur deux tubes

Par ailleurs, lorsque les tubes sont relevés, une partie des perceurs est susceptible de tomber sous les tables, et a contrario une autre partie des individus reste sur le tube même après l'avoir tapé sur un support solide.

Les tubes laissés plus d'une marée sont souvent retrouvés en dehors des tables (11,5 % pour les tubes laissés deux semaines, 26 % pour les tubes laissés un et deux mois), ou alors partiellement envasés (Figure 12).



Figure 12 : *Ocenebra erinacea* sur un collecteur envasé (SMIDAP)

A partir du mois d'août, les huîtres des tubes laissés plus de deux semaines étaient percées en grande majorité, ne laissant que peu proies vivantes pour attirer de nouveaux individus.

Pour chaque relevé, le nombre moyen de perceur de chaque espèce est calculé (Figure 13).

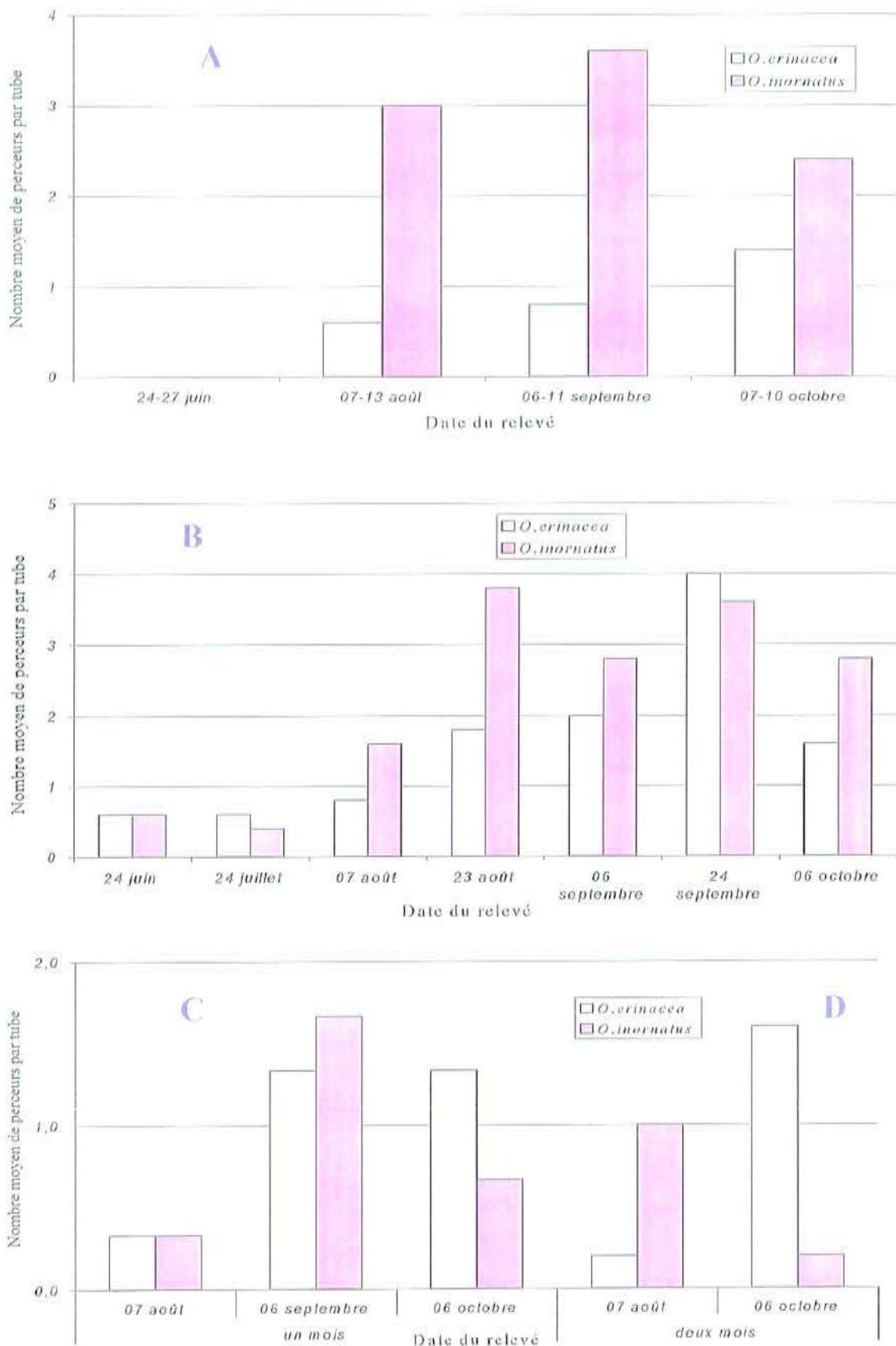


Figure 13 : Histogrammes du nombre moyen de perceurs récoltés sur les tubes à différentes dates, en fonction du temps de pose. A, Début - fin de marée ; B deux semaines ; C, un mois, D, deux mois.

Pour avoir une indication sur le comportement des deux espèces par rapport aux huîtres juvéniles, les moyennes du nombre total par tube de perceurs des deux espèces ont été traitées statistiquement à l'aide du logiciel Sigma-stat 2.03. (Figure 14). Les valeurs ne suivant pas la loi normale, c'est le test de Mann-Whitney qui remplace le test t de Student.

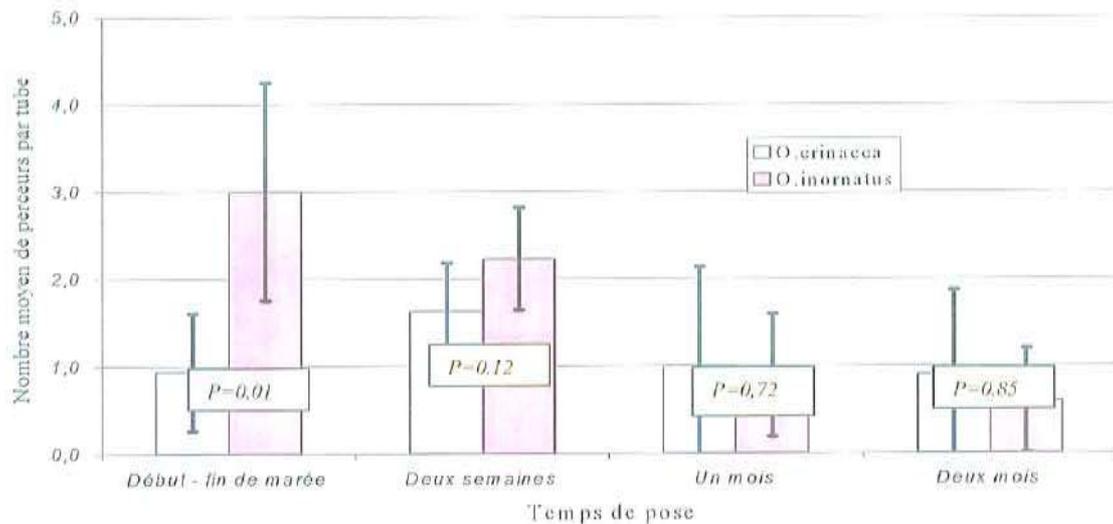


Figure 14 : Comparaison du nombre total de perceurs trouvés sur les tubes, par perceur. P est la probabilité de dépasser la valeur du test au risque d'erreur $\alpha = 5\%$ (test de Mann-Whitney sous SigmaStat 2.03), les cases jaunes indiquent les différences non significatives.

2.4 Discussion

Cette étude confirme l'effet attractif des jeunes huîtres présentes sur les tubes collecteurs. Même si le ou les mécanismes d'attraction sont toujours imparfaitement connus, il est remarquable d'observer que sur un parc où la présence de bigorneaux perceurs ne peut être décelée, la pose au sol de tubes collecteurs de 1 an se traduit 4 à 5 jours plus tard par l'apparition systématique de plusieurs individus sur ces derniers.

Le déplacement des perceurs, français comme japonais, est différent selon le substrat considéré, car les seuls résultats exploitables l'ont été sur le substrat "coquilles ou cailloux". En revanche, si les essais sur le sable et la vase ont été abandonnés dans le courant de l'été (absence de perceur sur les tubes), des individus ont été trouvés, au mois d'octobre, sur les quelques tubes laissés sur ces substrats jusqu'à la fin de la manipulation. Mais ces données

n'ont pas été relevées, car il s'agit d'observations sorties du contexte expérimental, la présence des perceurs restant exceptionnelle et représentant peu d'individus.

On peut donc conclure que *Ocenebra erinacea* et *Ocenebrellus inornatus* accèdent plus facilement aux proies sur des substrats rocheux que sur des substrats sableux ou vaseux. Il s'agit certainement plus d'une facilité de déplacement, indépendamment de la présence ou non de proies.

En terme de saisonnalité, ce mode de capture est plus efficace au fur et à mesure de l'avancement de l'été, et ce pour les deux espèces. L'impact des collecteurs sur les *Muricidae* (Figure 20 B) semble maximal en août et fin septembre pour le perceur japonais, et fin septembre pour le perceur français. Il convient néanmoins de préciser que les essais n'ont pas été conduits au printemps, période a priori de forte activité de prédation de l'espèce autochtone.

Le nombre de bigorneau perceur japonais récoltés lors du temps de pose court ("début – fin de marée"; Figure 20 A) est significativement supérieur à celui de l'espèce française ($p = 0,01$). Cette différence s'estompe avec l'allongement des temps de pose (obtention de différences non significatives, cf. Figure 14).

Le procédé attirerait donc dans un premier temps les perceurs japonais, puis l'espèce locale. Il serait donc plus efficace sur *O.inornatus*.

Malgré la confirmation de l'intérêt de ce mode de capture, la conclusion de cette étude ne peut aller malheureusement que dans le sens d'une non-adaptation de cette technique aux attentes, aux possibilités et aux modes de fonctionnement de la profession, et ce pour les raisons suivantes :

✓ La nature du substrat est primordiale, seul un sédiment composé de roches et de coquilles d'huîtres permet le recours à cette technique. Des substrats vaseux ou sableux sont non propices.

✓ Le temps de pose le plus compatible avec le calendrier professionnel est deux mois, (les poches d'huîtres étant virées à cette fréquence). Or, au bout de cette période, peu d'huîtres

vivantes restent sur le collecteur, et cela multiplie les chances pour les tubes d'être balayés par les tempêtes.

✓ Quelque soit le temps de pose, ce procédé est sensible aux mers agitées. Malgré l'absence de tempête pendant la durée de l'étude, 11 à 25 % des tubes ont été retrouvés à plusieurs mètres de leur lieu de pose. Si cette pratique est vulgarisée, il y a de fortes chances pour que les parcs soient parsemés de tubes, créant une pollution notable et des conflits entre les ostréiculteurs.

✓ Pour que cette technique soit applicable, il faut qu'elle soit pratique, facile à réaliser, et qu'elle prenne le moins de temps possible. Or, une grande partie des perceurs tombent avant d'être dégagés de leur emplacement (sous les tables), et une autre reste fixée au tube même lorsque l'on tape celui-ci sur un support solide. Une application pratique induirait une contrainte incompatible avec les attentes des professionnels.

✓ Enfin, le facteur essentiel est que le nombre moyen de perceurs attirés par tube reste faible, voire négligeable, comparé à ce que peut donner un ramassage pendant une période de ponte (regroupement des femelles sur des plates-formes accessibles).

III - Recherche d'une technique d'élimination du naissain de *Nucella lapillus* des cordes de captage de moules

3.1 Introduction



Figure 15 : Cordes de captage de naissain de moule (*Mytilus edulis*) étendues sur le site de Maison Blanche, Noirmoutier (SMIDAP).

Le site de Maison Blanche – La Vendette, situé au niveau de l'Île de Noirmoutier (Nord-Vendée, 50 km au sud de l'estuaire de la Loire), est une des zones de captage de larves de moules les plus appréciées par les mytiliculteurs Bretons et Normands (Figure 15). Les moules captées y sont moins nombreuses mais plus charnues que celles captées dans les autres zones telles que La Plaine et Oléron (JAHIER & BASUYAUX, 2001).

Lors d'une étude réalisée par le SMEL (Syndicat Mixte pour l'Équipement du Littoral en Manche) durant l'année 2001, la présence de cinq à vingt juvéniles de *Nucella lapillus* par mètre linéaire de cordes venant de Noirmoutier a été décelée, contrairement à celles venant de La Plaine où Oléron, qui ne comptaient que rarement plus de cinq perceurs par échantillon de trois mètres.

L'objectif de cette étude est de rechercher un moyen de traiter les cordes à moules, pour les débarrasser du naissain de *Nucella* sans causer de dommages sur le naissain de moules.

Il a récemment été prouvé qu'un traitement à l'eau douce fait tomber les perceurs *Ocenebrellus inornatus* de leur support (MUELLER et HOFFMANN, 1999). Il a donc été envisagé la mise en place d'un ensemble de manipulations permettant de tester :

- ✓ L'efficacité d'un tel traitement sur les juvéniles de *Nucella lapillus*.
- ✓ L'impact d'un tel traitement sur le détachement des juvéniles de moules des cordes de captage (fibres de coco).
- ✓ Les temps de trempage en eau douce adaptés en cas d'efficacité de la méthode.

3.2 Matériel et méthode

3.2.1 Densité de moules et de perceurs sur les cordes

Pour évaluer la densité de naissain de perceurs, les cordes sont détressées et trempées (un mètre de corde à chaque fois) dans une solution d'eau de javel à 20 %, afin de faire tomber tous les animaux fixés ou pris dans les fibres. Ceux-ci sont récupérés dans une colonne de trois tamis (de haut en bas : 3,15 mm ; 1 mm ; 0,35 mm). Les perceurs sont ensuite comptés, soit à l'œil nu, soit à l'aide d'une loupe binoculaire.

Pour évaluer la densité de moules, la même technique est utilisée en prenant des fragments de cinq centimètres. Les moules de plus d'un millimètre sont comptées à l'œil nu directement dans le tamis, celles de moins d'un millimètre à l'aide d'une loupe binoculaire et d'un récipient à fond quadrillé. Pour les comptages réalisés plus tard dans la saison, c'est à dire en août et septembre (moules de deux centimètres en moyenne), les moules étaient détachées mécaniquement à partir d'échantillons de cordes mesurant entre vingt-cinq et cinquante centimètres.

3.2.2 Évaluation de l'impact de l'eau douce sur les moules : Étape préliminaire (manipulation en nursery conchylicole)

Les premiers temps de trempage testés ont arbitrairement été fixés en fonction des résultats obtenus par MUELLER et HOFFMANN en 1999 (Tableau 11) et en anticipant une forte sensibilité des moules au changement de condition de milieu, cette espèce étant particulièrement sensible aux variations de salinité.

Les temps retenus sont de quinze secondes, trente secondes et deux minutes.

Tableau 11 : Proportion d'individus d'*O. inornatus* (de plus de 40 mm) restant fixée à un support après immersion dans l'eau douce (MUELLER et HOFFMANN, 1999).

Proportion restant fixée	Durée d'immersion dans l'eau douce
Un sur dix	82 s
Un sur mille	3,9 min
Un sur un million	9,9 min
Un sur un milliard	20,2 min

Il s'agit de pré-évaluer la résistance des moules au bain d'eau douce, en dissociant l'impact direct de l'eau douce de celui de la manipulation des cordes. Douze fragments d'un mètre de corde ont été prélevés sur une même parcelle de captage : trois fragments de un mètre par traitement, quatre types de traitements (trois durées de trempage dans l'eau douce et un témoin) ainsi que trois échantillons de cordes pour évaluer la densité de moule. Après avoir été soumis à leurs traitements respectifs, les douze morceaux sont stockés dans un couloir de nursery conchylicole, puis ré-examinés une semaine plus tard afin d'évaluer le nombre moyen de moules tombées, pendant et après la manipulation.

3.2.3 Évaluation de l'impact de l'eau douce sur les moules Manipulation en conditions professionnelles

Après avoir constaté que moins de 20 % des moules tombaient des cordes, il a été décidé de tester l'impact du traitement d'une part pour des durées d'immersion plus longues, d'autre part dans des conditions de terrain correspondant au contexte professionnel. Le trempage est effectué directement sur le bateau, dans un baril de plastique d'environ cent litres. Les temps testés ont été rallongés (une, deux et quatre minutes), les fragments sont de trois mètres (longueur standard correspondant au garnissage des pieux d'élevage) et les cordes sont placées sur des bouchots dans des conditions classiques d'élevage. La manipulation a été réalisée en août, période où les mytiliculteurs normands passent leurs cordes des ateliers immergés aux bouchots (JAHIER & BASUYAUX, 2001). Les observations ont été faites un mois après la pose, lorsque le coefficient de marée a permis à nouveau d'accéder à la parcelle dans laquelle se déroulaient les essais.

3.2.4 Évaluation de l'impact de l'eau douce sur les perceps

Le protocole suivi est identique à celui développé par MUELLER et HOFFMANN en 1999 pour l'espèce *Ocenebrellus inornatus*, adapté à *Nucella lapillus* et aux objectifs de la manipulation.

Pour avoir un premier aperçu de la réaction du pourpre à un bain d'eau douce, il a été réalisé la pré-expérimentation suivante : 126 perceurs, répartis en quatre classes de poids, fixés sur un support plastique vertical dans un bain d'eau de mer (salinité, 33‰; température, 20°C), et soumis à un trempage dans l'eau douce (20°C). Les nuelles sont plongées par groupes de quatre à treize individus, le temps au bout duquel chaque bigorneau tombe étant noté dans un premier temps à la seconde près. On a ensuite réalisé un histogramme représentant, pour chaque classe de poids, le nombre d'individus tombés par classe de temps de 50 secondes (maximum : 600 secondes).

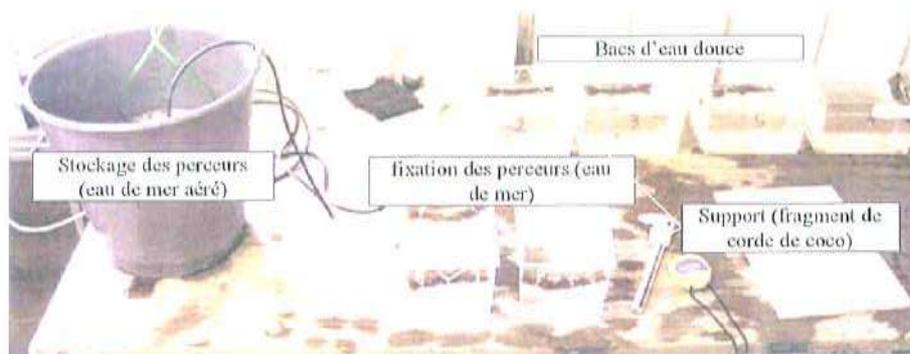


Figure 16 : Installation permettant la réalisation du protocole "perceur par perceur" destiné à analyser le comportement de perceurs exposés à de l'eau douce. (SMIDAP)

Etant donné que l'eau douce a effectivement provoqué la chute des nuelles, un protocole permettant des mesures "perceur par perceur" a été suivi dans un deuxième temps. L'expérimentation s'est déroulée dans une pièce climatisée à 18°C ; le support d'attache des perceurs est un fragment de corde de coco de 10 cm : il correspond le plus fidèlement au support à imiter, les conditions ne nous permettant pas d'utiliser un fragment garni de moules. Les pourpres (176) étaient stockés dans un récipient d'eau de mer aérée, pesés et mesurés individuellement, déposés sur les fragments de corde jusqu'à ce qu'un déplacement du perceur soit constaté, puis trempé dans l'eau douce (Figure 16). Le temps séparant le trempage de la chute de l'individu est mesuré. Un lot de 50 témoins est parallèlement réalisé, en remplaçant le bain d'eau douce par un bain d'eau de mer. Les résultats sont traités statistiquement à l'aide du logiciel *SIGMA STAT*.

3.3 Résultats

3.3.1 Evaluation de la densité de perceurs sur les cordes

Un suivi de la fixation larvaire de *Mytilus edulis*, réalisé depuis janvier 2002 par le SMIDAP, a permis de constater l'apparition du naissain de *N. lapillus* à la fin du mois d'avril (GLIZE P., 2003, sous presse). Le comptage des perceurs a donc été effectué entre avril et juin. Les individus trouvés mesuraient entre un et sept millimètres (Figure 17).



Figure 17 : Différents individus de *N. lapillus* trouvés lors de l'observation du contenu de cordes à moules de Maison Blanche à Noirmoutier, entre avril et juin. La barre d'échelle représente 1 mm (JPREMIER + SMIDAP).

Dans un premier temps, des échantillons de cordes étaient prélevés sur une parcelle située au milieu de la zone de bouchots de Maison Blanche. Au total, 16 m ont été prélevés, et seulement 5 nuelles ont été trouvées. L'opération de comptage a ensuite été renouvelée avec des cordes situées dans le bas de la zone : trois mètres de deux lignes de cordes, l'une posée début mars (C₁) et l'autre fin mars (C₂), ont été comptées (Tableau 12).

Tableau 12 : Nombre de perceurs trouvés sur les cordes C₁ et C₂ (trois mètres par ligne).

	C ₁	C ₂
Nombre de Nuelles d'entre 1 et 3,15 mm	12	7
Nombre de Nuelles inférieurs à 1 mm	1	1

La densité moyenne de naissain de perceurs trouvée est de 0,3 perceur par mètre sur les "lignes du haut", et 3,5 perceurs par mètre dans les "lignes du bas".

3.3.2 Évaluation de l'impact de l'eau douce sur les moules : étape préliminaire

La densité de moules sur les cordes a été déterminée, par le comptage de trois fragments de 5 cm chacun (Tableau 13).

Tableau 13 : Densité de moules trouvée sur les cordes (fragments de 5 cm).

Fragment n°	1	2	3
Moules > 3,15 mm	107	76	73
1 mm < Moules < 3,15 mm	388	331	173

Le nombre moyen de moules est de 7653 ± 4041 moules par mètre linéaire de corde.

Les résultats obtenus pour les trois temps de trempage testés, réalisés en triplicats sur des échantillons de cordes de un mètre, sont présentés dans le Tableau 14 :

Tableau 14 : Résultats obtenus après le trempage de corde à moules dans l'eau douce.

Temps de trempage	2 min	30 s	15 s	témoin
Moules tombées pendant la manipulation (par mètre de corde)	289	237	321	285
Moules tombées après une semaine en tubes tamis (par mètre de corde)	754	388	384	125
Pourcentage total de moules tombées (évaluation)	14 %	8%	9%	5%

Ils indiquent une perte de moule inférieure à 10% par rapport aux témoins, donc au demeurant particulièrement faible. Une perte comprise entre 20 et 25% aurait été considérée comme acceptable par les professionnels.

3.3.3 Evaluation de l'impact de l'eau douce sur les moules : Manipulation en conditions professionnelles

Le nombre moyen de moules par mètre de corde (Figure 18, A), est estimé à partir d'un comptage sur des échantillons de 25 à 50 cm (trois cordes de 3 m par temps de trempage, deux pour le témoins). Bien qu'un comptage ait été effectué au moment de la pose des cordes, les résultats obtenus n'ont pu être comparés qu'aux témoins. En effet, la croissance des moules, durant le mois qui a séparé la pose de l'observation, a été telle qu'elle a influencé davantage la densité que n'aurait pu l'avoir fait le trempage (étalement des moules sur les pieux, « étouffement » des plus petits individus...).

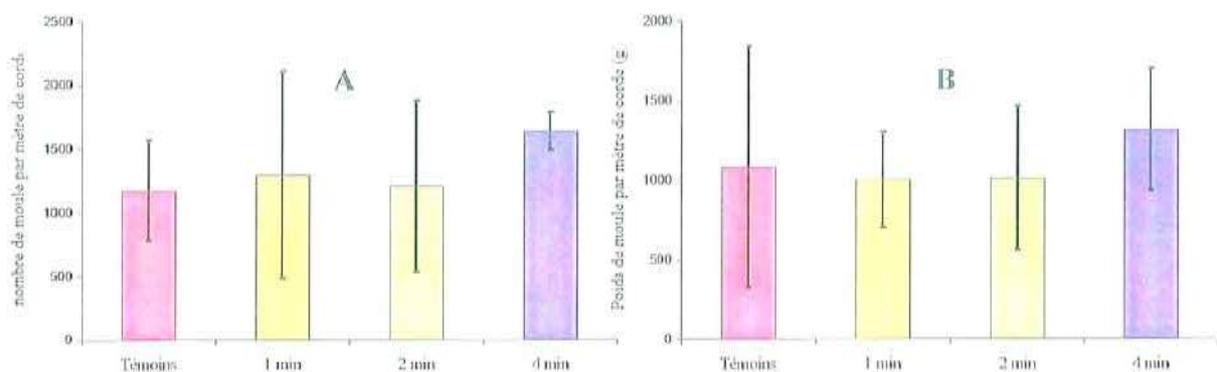


Figure 18 : A, nombre de moules par mètre de corde en fonction du temps de trempage dans l'eau douce ; B, poids estimé de moule par mètre de corde en fonction du temps de trempage dans l'eau douce.

Une analyse statistique des résultats obtenus ne met en évidence aucune différence significative, ni entre les témoins et les différents temps de trempage, ni entre les différents temps de trempage eux-mêmes ($F = 0,29$; $p = 0,35$).

L'essai réalisé ne montre donc aucun effet d'un bain d'eau douce sur la chute des moules.

En terme de production (poids de moules par mètre de corde, estimé à partir du comptage décrit précédemment et de la pesée de 35 moules par échantillon), il semble même que la différence entre les traitements s'amenuise (Figure 26, B), l'analyse statistique ne mettant pas en évidence de différence significative entre les groupes ($F = 1,38$; $P = 0,33$).

3.3.4 Evaluation de l'impact de l'eau douce sur les perceurs

L'histogramme obtenu lors de la pré-expérimentation est présenté dans la Figure 19 :

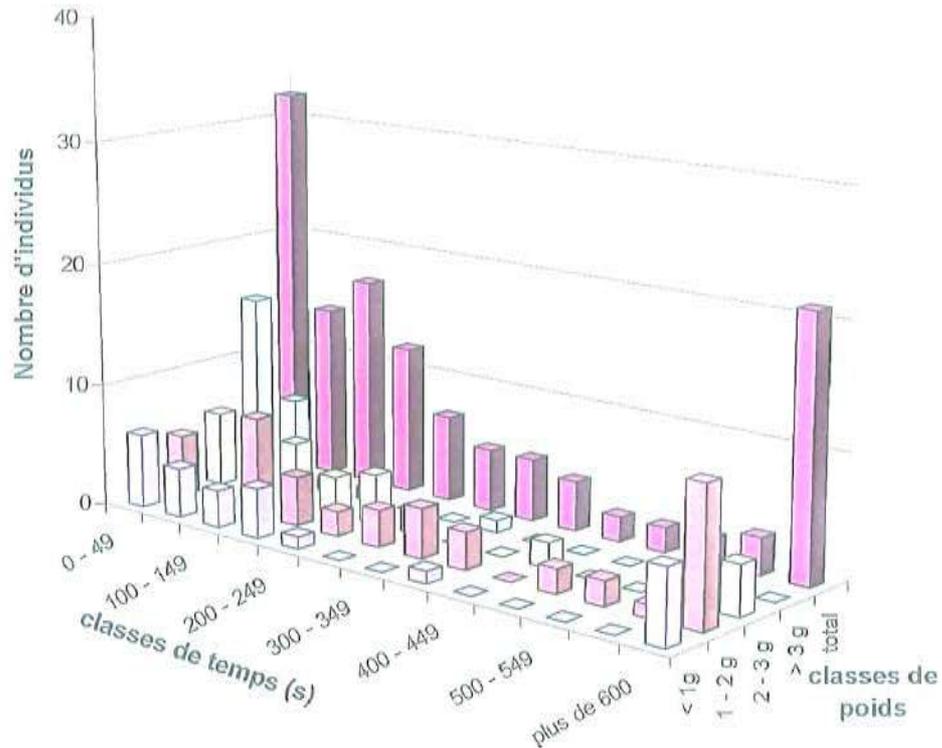


Figure 19 : Nombre de nacelles tombées dans l'eau douce par classe de temps pour chaque classe de poids

Il semblait indiquer une relation entre la taille des perceurs et le temps de chute; la taille et le poids ont donc été pris en compte pour la manipulation suivante.

Lors de celle-ci, trois cas de figures se sont présentés (tableau 15) :

1. Le perceur tombe avant ou moins de cinq secondes après l'immersion dans l'eau douce (15,3%) ;
2. Le perceur tombe de la corde plus de cinq secondes après l'immersion (73,3 %) ;
3. Le perceur reste retenu par les fibres de la corde, malgré la fermeture de son opercule (11,4 %) ; certains restaient même fixés à la corde, lorsqu'une fibre était bloquée entre l'opercule et la coquille (1,7 %).

Tableau 15 : Nombre et proportion de perceurs correspondant à chacune des catégories définies.

	nombre	pourcentage
moins de 5 secondes	27	15,3
retenus dans les fibres	17	9,7
fibres bloquées	3	1,7
plus de 5 secondes	129	73,3
Total	176	100,0

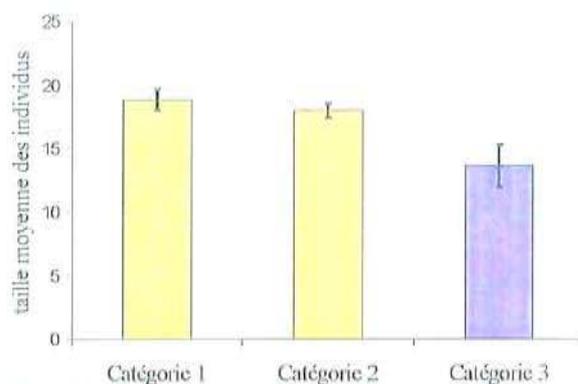


Figure 20 : Tailles moyennes des perceurs suivant qu'ils tombent en moins de 5 s (catégorie 1), qu'ils tombent en plus de 5 s (catégorie 2), ou qu'ils soient retenus dans les fibres du support (catégorie 3).

La dernière catégorie n'a pas été prise en compte pour l'estimation du temps de chute et pour le tracé des graphes, car le temps relevé n'est pas celui au bout duquel le perceur s'est réellement détaché du support. En revanche, il apparaît qu'elle concerne davantage des perceurs de petite taille : la taille moyenne des individus de cette catégorie est significativement différente des deux autres catégories (ANOVA 1 ; $F = 17,311$; $P = 0,001$) (Figure 20).

La première catégorie représente les nuelles tombées par action mécanique. En effet, il n'y a pas de différence significative entre la proportion de perceurs tombée en moins de cinq secondes dans l'eau douce (15.3%, $n=176$) et dans l'eau de mer (14%, $n=50$; test Z, $P=0,743$). Cette catégorie à néanmoins été conservée pour le tracé des histogrammes, car le but de l'expérimentation étant de faire tomber les perceurs, la proportion tombée par action mécanique de la manipulation se devait d'être prise en considération.

L'efficacité de l'eau douce a aussi été mise en évidence par le test Z, en comparant les proportions de perceurs tombés en plus de cinq minutes (300 s) chez les individus testés et chez les témoins (Tableau 16). Les valeurs apparaissent comme significativement différentes, avec $P < 0,001$.

Tableau 16 : Valeurs comparatives entre les individus testés et le lot témoin.

	eau douce	témoins
Moins de 5 sec	17,3	14,0
Entre 5 et 300 sec	74,4	6,0
Plus de 300 sec	8,3	80,0
<i>n</i>	156	50

Contrairement à l'hypothèse émise après la pré-expérimentation et par MUELLER et HOFFMANN, il n'a pas été mis en évidence de relation entre la taille des individus et le temps qu'ils mettent à tomber. En effet, en réalisant une régression linéaire du logarithme népérien du temps de chute en fonction de la taille des individus (comme suggéré dans la publication de référence), on obtient un coefficient de régression négligeable ($R^2=0,0002$, Figure 21).

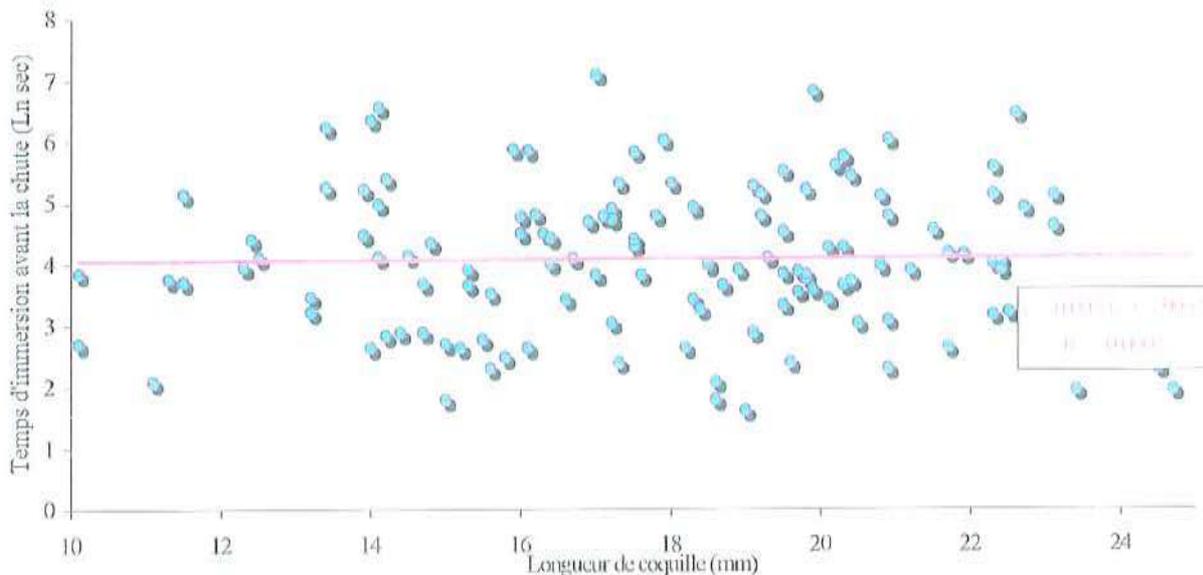


Figure 21 : Logarithme népérien du temps pour que des individus de *Nucella lapillus* tombent dans un bain d'eau douce, en fonction de la longueur individuelle de coquille ($n = 129$).

Pour estimer le pourcentage de bigorneaux perceurs tombant pour un temps de trempage donné dans l'eau douce, deux possibilités existent :

Méthode directe : Dans un premier temps, le pourcentage de nucelles tombées par classe de temps d'immersion dans l'eau douce est quantifié (Figure 22). En faisant une représentation graphique du pourcentage d'individus restant fixés en fonction du temps, on obtient l'histogramme présenté dans la Figure 23, permettant de déterminer la corrélation entre le pourcentage d'individus tombant et le temps d'immersion dans l'eau douce.

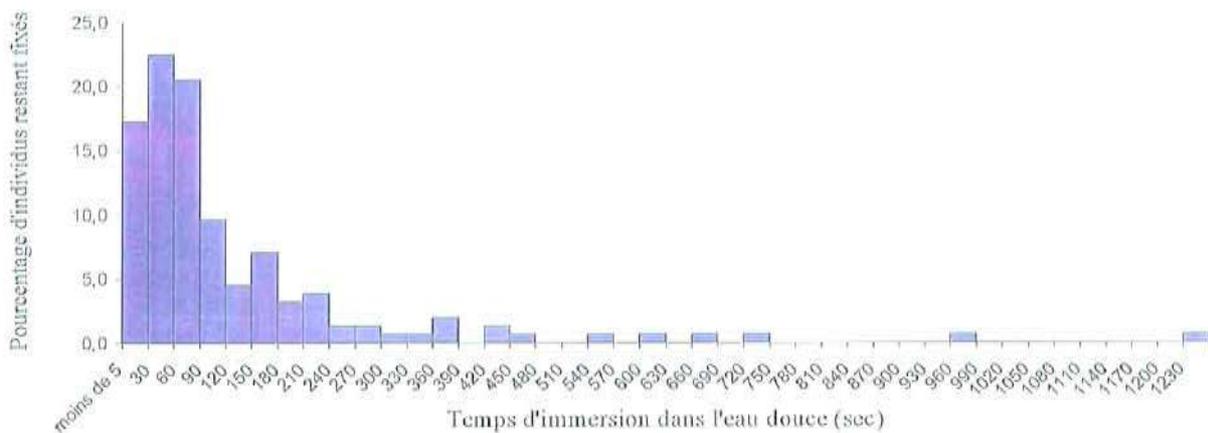


Figure 22 : Histogramme représentant le pourcentage de Nucelles tombées pour différentes classes de temps de trempage dans l'eau douce (n = 156).

Méthode indirecte : Il s'agit d'appliquer la formule développée par Zar (1984) et utilisée par MUELLER et HOFFMANN (1999) : $T_p = e^{[Z_p \cdot \sigma + \mu]}$, avec :

- ✓ T_p le temps de trempage estimé pour qu'un pourcentage p de perceur tombe;
- ✓ μ et σ respectivement la moyenne et l'écart type du logarithme népérien des temps obtenus lors de l'expérimentation ;
- ✓ Z_p la valeur lue dans la table Z (distribution normale) pour une valeur de p donnée.

Le calcul de T_p pour différentes valeurs de p , permet de définir la courbe théorique, reportée sur la Figure 23.

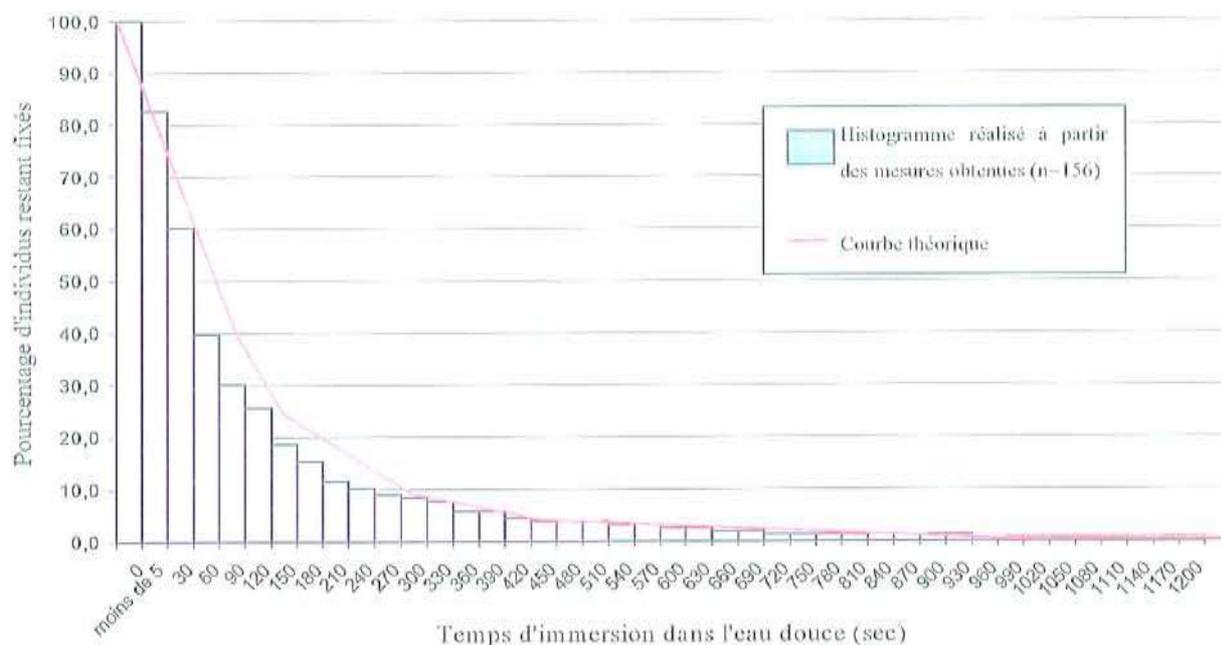


Figure 23 : Estimation du pourcentage de nuelles susceptibles de se détacher de leur support pour un temps de trempage dans l'eau douce donné (n = 156). Histogramme : méthode directe ; courbe : méthode indirecte.

Les deux méthodes permettent de déterminer que, dans les conditions de l'expérimentation, 80 % des Nuelles tombent en moins de deux minutes trente, et 90 % en moins de quatre minutes trente.

3.4 Discussion

Le protocole ainsi que la chronologie de la démarche a été grandement influencée par l'absence de perceur sur les cordes à moules de Noirmoutier cette année : 0,3 à 3,5 perceurs par mètre en 2002, contre 5 à 20 en 2001 (JAHIER & BASUYAUX, 2001).

La technique développée par MUELLER et HOFFMAN en 1999 est adaptable à une autre espèce de Muricidae que *Ocenebrellus inornatus*. Les résultats obtenus grâce à celle-ci indiquent qu'un trempage des cordes dans l'eau douce ne semble pas faire tomber les moules, ni faire évoluer négativement la production et ce jusqu'à quatre minutes de bain. Parallèlement, il apparaît qu'en laboratoire, 80 % des individus de *Nucella lapillus* tombent lors d'un bain de deux minutes trente secondes dans l'eau douce.

Pour se débarrasser de la majorité des perceurs présents sur les cordes de captage, un trempage de trois à quatre minutes dans l'eau douce peut donc être préconisé.

Pour gagner en efficacité, celui-ci pourra être fait en été, lors du passage des cordes des ateliers au bouchots, comme il est pratiqué en Normandie (JAHIER & BASUYAUX, 2001). En effet, et comme l'ont mis en évidence les essais réalisés, les petits perceurs sont davantage susceptibles d'être retenus par les fibres malgré le détachement du support. De plus, ils sont davantage protégés (donc moins soumis à l'action mécanique de la manipulation) et moins soumis à l'attraction (car plus légers). Le fait d'effectuer le trempage en été permet donc aux perceurs d'atteindre des tailles plus importantes et d'être ainsi plus sensibles au traitement, tout en rendant en principe les moules moins vulnérables. De plus, ils deviennent ainsi repérables à l'œil nu, ce qui rend possible une évaluation approximative de la densité permettant de décider de l'utilité ou non d'un tel traitement.

La technique employée ne semble pas avoir d'incidence sur le naissain de moules, une immersion jusqu'à quatre minutes ne générant aucun phénomène notable de mortalité et/ou de décrochement des cordes.

Bien que toutes les interrogations de départ aient pu être élucidées par la démarche suivie, il est nécessaire de temporer les conclusions tirées. En effet, le manque de perceurs nous a cette année interdit un essai sur des cordes naturellement infestées. Il sera donc indispensable, d'effectuer une telle manipulation lors d'une année "propice" à sa réalisation afin de vérifier et confirmer l'intérêt de cette technique.

IV = Approche éthologique des Muricidae ; synthèse des observations

4.1 Répartition géographique

La rencontre de tous les présidents de comités de bancs conchylicoles et les informations acquises auprès de nombreux professionnels ont permis d'actualiser la cartographie de la répartition des trois espèces de bigorneaux perceurs présentes en baie de Bourgneuf, réalisée en 2001 (Figure 24).

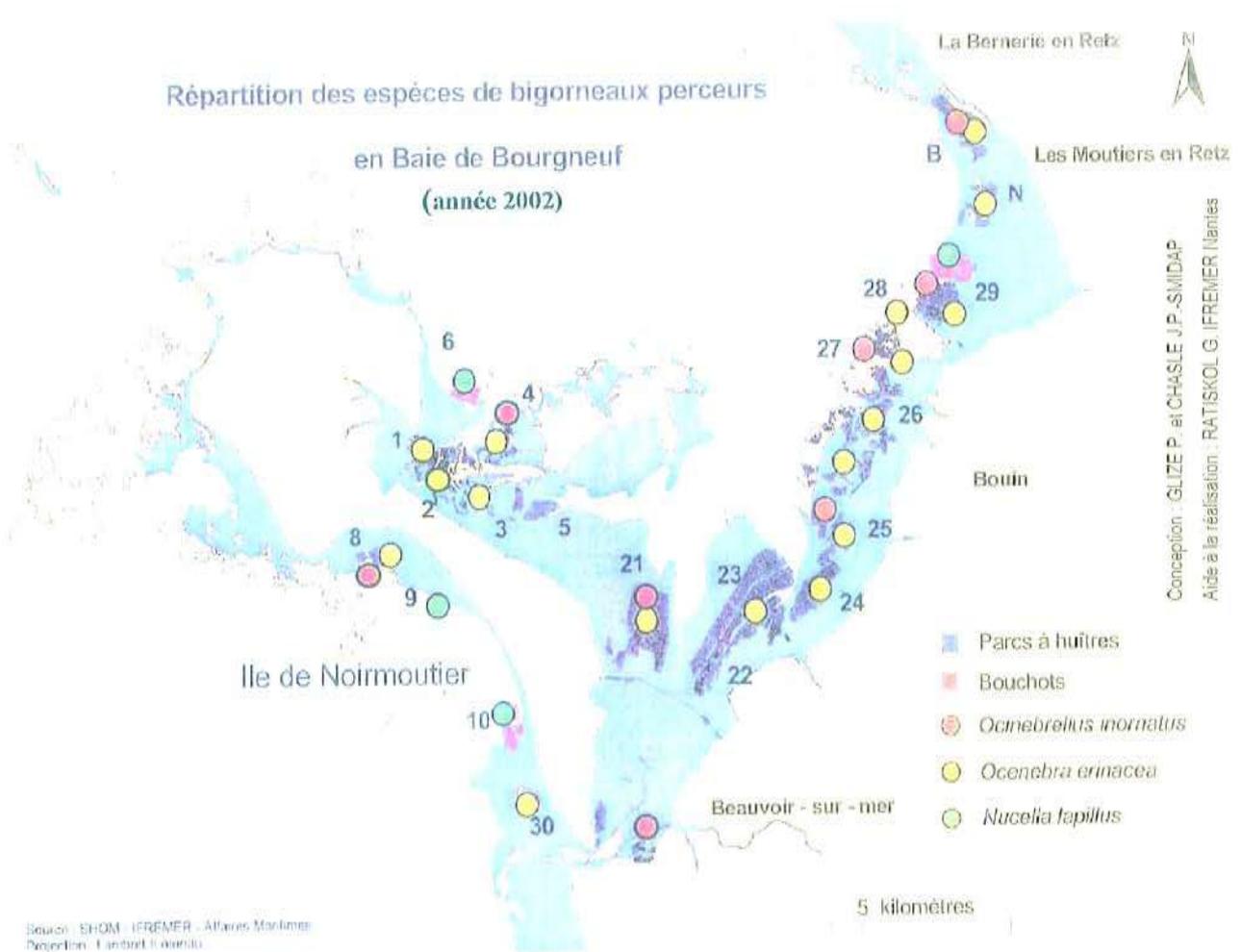


Figure 24 : Répartition des trois espèces de bigorneaux perceurs en baie de Bourgneuf.

Quatre nouveaux secteurs sont touchés par l'espèce japonaise, *Ocenebrellus inornatus*. Il s'agit de Chatelet (banc n° 4), Paillard (banc n°8), Graisselous (banc n°21), Fromentine (banc n°30). La côte Ouest de la baie de Bourgneuf, la côte Sud-Est et l'Île de Noirmoutier qui étaient indemnes en 2001, sont désormais concernées. Pour ce qui est de l'Île de Noirmoutier, la présence d'*Ocenebrellus inornatus* est observée sur les deux façades, océanique et côté continent.

La progression du perceur japonais sur d'autres secteurs de la baie de Bourgneuf est probablement due aux transferts d'huîtres à l'intérieur de la baie de Bourgneuf, très courant chez des ostréiculteurs possédant des parcs sur plusieurs secteurs, ou au transfert d'huîtres et/ou de collecteurs venant de secteurs déjà touchés, comme Fouras (Charente-Maritime). C'est d'ailleurs l'hypothèse la plus sûre concernant l'origine de cette espèce dans la baie (GLIZE & CHASLE, 2002). Dans les prochaines années, le phénomène de propagation devrait s'amplifier, car ces transferts sont courants et aucune mesure n'a été pour l'instant prise pour isoler l'espèce, comme c'est le cas aux Etats-Unis (MUELLER & OFFMANN, 1999), où tout transfert d'huîtres, particulièrement celles venant de l'Etat de Washington (touché par *O.inornatus*), doit être systématiquement précédé d'un traitement à l'eau douce suivant un protocole strict.

L'un des deux seuls secteurs ostréicoles encore indemnes en 2001 de la présence du perceur autochtone (*Ocenebra erinacea*), est désormais touché. Il s'agit de Fort-Larron sur la côte Nord Est de l'Île de Noirmoutier.

Enfin, il convient de rappeler que concernant les zones et bancs mytilicoles, tous les secteurs de production de la baie de Bourgneuf sont infestés par *Nucella lapillus*.

4.2 Comportement migratoire des bigorneaux perceurs

Cette expérimentation est réalisée sur la zone ostréicole de La Couplasse, dans une ancienne concession maintenant à l'abandon. Les poches et les tables sont envasées, des murets d'huîtres sauvages se sont formés par-dessus, créant ainsi une zone conséquente de « crassat ». C'est un lieu fortement apprécié des bigorneaux perceurs des deux espèces (*O. erinacea* et *O. inornatus*) qui y sont facilement observables. Il s'agit d'une niche écologique idéale, nourriture abondante et abris variés. Le suivi, réalisé à chaque marée de vives eaux (de

mars à novembre), a permis une observation régulière de l'activité et du comportement migratoire des ces deux espèces.

Le mois de mars se caractérise par une remontée massive d'*Ocenebra erinacea* dans la partie moyenne de l'estran, faisant suite au passage de la période hivernale au niveau infra-littoral. Un décalage de deux à trois semaines est noté avant l'apparition des populations d'*Ocinebrellus inornatus*.

Au printemps, ces dernières se situent à un niveau plus bas que celui occupé par l'espèce française (coefficient de découverture voisin de 80-85, contre 65-75). De juin à juillet, la tendance s'inverse progressivement, pour être complètement achevée au mois d'août.

Courant septembre, conséquence de l'abaissement des températures, une phase de migration inverse est observée, aboutissant en octobre à une répartition homogène des deux espèces sur "les hauts" comme sur "les bas", chacune réintégrant le territoire qu'elle occupait au printemps.

La fin novembre se caractérise par une redescente notable des deux espèces vers le bas de l'estran, *O. inornatus* étant le premier à regagner l'étage infra-littoral.

Globalement, les observations de l'année 2002 sont conformes aux résultats obtenus en 2001. Elles démontrent que les deux espèces de bigorneaux perceurs disposent de territoires qui leur sont propres. Les conditions climatiques estivales (températures élevées) seraient propices à l'apparition de phénomènes de migration se traduisant par une inversion des espèces pour un secteur donné. Ce phénomène n'est cependant que temporaire.

Les phénomènes de migration sont néanmoins apparus moins marqués cette année, notamment au cours de la période estivale, certainement à cause de températures plus fraîches.

Il est à noter que pour la première fois sur le secteur de La Couplasse, la présence d'*Ocinebrellus inornatus* a été décelée en 2002 sur des parcs du haut de l'estran, correspondant à un coefficient de découverture proche de 55-60. Les perceurs japonais découverts se rencontraient au pied des enclos en grillage plastique, assurant la délimitation des concessions, et dans les mares d'eaux adjacentes.

4.3 Activité de reproduction

Un relevage systématique des différentes phases de ponte observées dans les poches d'expérimentation a été effectué. Le Tableau 17 indique le pourcentage des poches présentant une ponte en fonction de l'espèce et de la date du comptage.

L'existence de pontes au sein des structures d'élevage a été systématiquement observée de façon similaire et synchrone dans le milieu naturel (zones de roches).

Tableau 17 : Pourcentage par espèce des poches dans lesquelles ont été trouvées des pontes lors des comptages de l'étude "prédation". (les valeurs en bleu traduisent l'existence d'une phase de ponte conséquente).

	25 juin	26 juillet	09 septembre	07 octobre	21 novembre
<i>Ocenebra erinacea</i>	17%	17%	0%	0%	0%
<i>Ocenebrellus inornatus</i>	90%	58%	83%	33%	25%

La plus importante phase de ponte, pour les deux espèces, se situe, respectivement à la mi-mars pour *Ocenebra erinacea* et au début avril pour *Ocenebrellus inornatus*. Elle se caractérise par de très importants regroupements de femelles, qui permettent un repérage facile et un ramassage plus aisé. Les rassemblements observés ultérieurement sont de plus faible amplitude, et ce indépendamment de l'espèce considérée. Le bigorneau perceur français présente une seconde phase de ponte (mineure) au mois de juin et s'étalant sur juillet. Le bigorneau perceur japonais, quant à lui, se caractérise par une activité de reproduction intense sur la période de juin à novembre. Deux phases majeures sont observées en juin et en septembre, les autres observations correspondant a priori à des phénomènes de pontes résiduelles.

L'activité de reproduction observée cette année est similaire à celle notée lors de l'étude précédente (2001), qui avait montré l'existence de deux phases de pontes pour *Ocenebra erinacea* et quatre pour *Ocenebrellus inornatus*.

L'hypothèse émise d'une succession de phases de pontes et non d'un étalement dans le temps d'une ponte unique se fonde sur l'observation au sein des poches de pontes consécutives en terme de capsules émises (entre 20 et 40 sur les huîtres) correspondant a priori à la capacité maximale d'émission par femelle. L'apparition de pontes équivalentes en terme d'importance le ou les mois suivants, sachant que l'effectif par poche de bigorneaux perceurs était fixe et

qu'en toute logique la sex-ratio est de 50%, laisse supposer l'existence de nouvelles phases de maturation pouvant aboutir à de nouvelles pontes.

4.4 Densité

Les densités observées cette année (2002) sur le secteur de La Couplasse sont bien moindres que celles observées en 2001, et ce pour les deux espèces de perceurs. Cette observation est difficilement interprétable, l'effort de ramassage entrepris en 2001 et durant l'année 2002 n'expliquant pas à lui seul cette régression des populations. Par ailleurs, l'effort de reproduction supérieur de la part de l'espèce japonaise par rapport à son homologue français déjà constaté en 2001 (GLIZE & CHASLE, 2002) ne s'est pas concrétisée en 2002, ni par une différence de densité entre les deux *Muricidae*, ni par l'observation d'une importante cohorte de juvéniles d'*Ocinebrellus inornatus*.

CONCLUSION

Les résultats acquis à l'issue de cette étude permettent d'aboutir aux conclusions suivantes:

La comparaison et la quantification de la prédation exercée par *Ocenebra erinacea* et *Ocenebrellus inornatus* confirment tout d'abord, que les jeunes huîtres constituent leurs proies préférentielles (en relation avec l'épaisseur plus faible de la coquille).

De même, les bigorneaux perceurs les plus âgés consomment logiquement plus de bivalves. A noter cependant que la prédation varierait davantage en fonction de la taille et donc de l'âge chez l'espèce japonaise que chez l'espèce française.

Par contre, aucune différence significative en terme d'effort de prédation n'a été montré en 2002 entre les deux espèces de bigorneaux perceurs, à l'inverse de 2001 où une forte tendance à une supériorité de la souche japonaise avait été observée. Ce résultat est à corrélérer à l'existence de conditions climatiques plus fraîches notamment lors de la période estivale, qui correspond à la phase d'activité de prédation maximale d'*Ocenebrellus inornatus*.

Une variabilité comportementale existe selon les saisons considérées. Elle se traduit par un relais de la prédation entre les deux espèces, *Ocenebra erinacea* étant le plus actif à des températures douces (printanières), *Ocenebrellus inornatus* à des températures élevées (estivales).

La diminution constatée de l'activité de prédation d'*Ocenebrellus inornatus* ne doit pas occulter que cette espèce a tous les atouts pour s'implanter et se propager en baie de Bourgneuf. Pour preuve, quatre nouveaux secteurs de production sont désormais touchés par rapport à 2001, conséquence de transferts internes à la baie et/ou issus de Charente-Maritime. Sa croissance au demeurant rapide, sa résistance aux températures élevées et son fort potentiel de reproduction justifient une vigilance importante afin d'éviter sa dissémination.

Le fort potentiel d'attraction des tubes collecteurs de 1 an est confirmé, démontrant l'intérêt potentiel de ce mode de capture.

L'efficacité maximale de ce procédé est observée à la fin septembre, et ce pour les deux espèces de bigorneaux perceurs considérées. De plus, il semblerait plus efficace sur *Ocenebrellus inornatus*, colonisation plus rapide du piège.

Par contre, son emploi ne peut s'envisager que sur certaines natures de substrats, type rocheux et débris coquilliers. Des sédiments vaseux ou sableux apparaissent non propices. De plus, le positionnement sous les tables est susceptible d'induire des phénomènes d'éparpillement à la suite de tempêtes, générant une pollution notable et des conflits entre ostréiculteurs. Enfin, le nombre moyen de bigorneaux perceurs collecté reste faible, voire négligeable, au regard des contraintes notamment en terme de temps dédié au relevage et l'entretien des tubes.

En conclusion, malgré la confirmation de son intérêt manifeste, le recours à ce mode de capture apparaît difficilement applicable du fait de son inadaptation aux attentes et modes de fonctionnement de la profession.

Pour ce qui est de la mise au point d'un moyen d'élimination du naissain de *Nucella lapillus* des cordes de captage. La technique retenue, développée par MUELLER et HOFFMAN en 1999, est adaptable et transposable à une autre espèce de *Muricidae* qu'*O. inornatus*. Un temps de trempage de trois à quatre minutes dans l'eau douce permet l'élimination de près de 90% des nuelles présentes sur les cordes de captage. Dans cette gamme de temps, aucune incidence sur le naissain de moules n'est constatée, que ce soit au niveau mortalité et/ou décrochement du support de fixation.

L'application technique au contexte professionnel de ce procédé est parfaitement concevable. Tout transfert éventuel aux mytiliculteurs ne pourra néanmoins s'envisager qu'après validation et vérification préalables de son efficacité réelle sur des cordes naturellement infestées.

BIBLIOGRAPHIE

BASUYAUX O., RICHARD O., 2000, "Expérimentations relatives à la lutte contre les bigorneaux perceurs : utilisation d'un fil de cuivre", Syndicat Mixte pour l'Équipement du Littoral, 10p.

BEAUDESSON P., 1992, "Lutte contre la prolifération du bigorneau perceur (*Ocenebra erinacea*) présent dans les boudins de coques de moules servant au captage de l'huître plate (*Ostrea edulis*)", Ifremer - La Trinité, 34p.

BOUGET F., CAMUS C., JOLY J.P., 2001, "*Ocenebrellus inornatus* (Recluz, 1851), *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) : deux nouveaux gastéropodes introduits en baie de Quiberon" Ifremer - La Trinité, 22p.

BODIN S., 2000, "Définir pour mieux connaître les entreprises conchylicoles et leurs acteurs : le cas de la baie de Bourgneuf", mémoire de DESS, Fac. des Sciences Economiques de Nantes, SMIDAP, 104p.

CAKE E.W., 1983, "Symbiotic associations involving the southern oyster drill *Thais haematostoma floridana* (Conrad) and macrocrustaceans in mississippi waters", journal of shellfish research, Vol. 3, N° 2, p 117 - 118.

COMPS, M., BONAMI, J.R., VAGO, C., CAMPILLO, A., 1976 "Une virose de l'huître portugaise *Crassostrea angulata*", C. R. Acad. Sci. Paris. Sciences de la Vie, N° 282, 1991 - 1993.

CROTHERS J.H., 1985. Do-whelks : an introduction to the biology of *Nucella lapillus* (L.). Field Studies, 6 : 291-360.

DAVENPORT J., MOORE P.G., MAGILL S.H., FRASER L.A., 1998, "Enhanced condition in dogwhelks, *Nucella lapillus* (L.) living under mussel hummocks", Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, Vol. 230, p 225 - 234.

DELTREIL J.P., MARTEIL L., 1976, "Les ennemis de l'huître et de l'ostréiculture", chapitre V. in : la conchyliculture française, 2^e partie biologie de l'huître et de la moule, Marteil L. Rev. Trav. Inst. Pêches Marit. 40 (2) : 149-346.

DE MONTAUDOIN, X., AUDEMARD, C., LABOURG, P.J., 1999, "Does the Slipper-Limpet (*Crepidula fornicata*) impair oyster growth and zoobenthos biodiversity ? A revisited hypothesis", Journal of experimental marine biology and ecology, N° 235, 105 - 124.

DUQUENNE, R., 2001, "Etude écophysiological du comportement alimentaire de *Crepidula fornicata* et quantification de son niveau de compétition trophique avec l'huître creuse *Crassostrea gigas*", mémoire de Maîtrise B.P.E., Faculté des Sciences et des Techniques de l'Université de Nantes, 21p.

ELZIERE - PAPAYANNI P., 1993, "Coquillages", Informations techniques des Services Vétérinaires Français, Paris, 522p : 180 - 181.

- GABBI G., 2000, "Coquillages, Guide des bijoux de la mer", Editions Glénat, 167p.
- GIBBS P.E., 1996, "Oviduct malformation as a sterilising effect of tributyltin (TBT)-induced imposex in *Ocenebra erinacea* (Gasteropoda : Muricidae)", J. Moll. Stud., N° 62 ; 403-4013.
- GIMAZANE J.P., LAGAND N., LUBET P., 1990, "Pression de prédation exercée par le gastéropode *Nucella lapillus* L. sur les élevages de moules de la côte ouest du Cotentin", Haliotis, Vol. 10, p 129 - 141.
- GLIZE P., CHASLES J.P., 2002, "Les bigorneaux perceurs (*Muricidae*) présents en baie de Bourgneuf : Cartographie, Impact sur la Conchyliculture, Moyen de lutte", SMIDAP, 44p.
- GRIZEL, J., HERAL, M., 1991, "Introduction into France of the Japanese oyster *Crassostrea gigas*", J. Cons. Int. Explor. Mer, N° 47, 399 - 403.
- HAYWARD P., NELSON-SMITH T., SHIELDS C., 1998, "Les compagnons du naturaliste, Guide des bords de mer", Delachaux et Niestlé, Paris, 351p.
- HAWKINS L.E., HUTCHINSON S., 1988, "Egg capsule structure and hatching mechanism of *Ocenebra erinacea* (L.) (Prosobranchia : *Muricidae*)", J. Exp. Mar. Biol. Ecol., Vol. 119, p 269 - 283. (résumé)
- HUGHES R.N., DE B. DUNKINS, 1984, "Behavioural components of prey selection by dogwhelks *Nucella lapillus* (L.) feeding on Mussels", *Mytilus edulis* L., in the laboratory, J. Exp. Mar. Biol. Ecol., Vol. 77, p 45 - 68.
- JAHIER A., BASUYAUX O., 2001, "Evaluation de la prédation des perceurs dans les bassins ostréicoles en basse Normandie", SMEL (Syndicat Mixte pour l'Équipement du Littoral), 37p.
- Laboratoire Conchylicole de Poitou - Charente, 1999, "l'écho des cabanes", magazine bimestriel de la SRC Marennnes - Oléron, mai-juin, N° 28, p 8 - 11.
- LEBRETON J.F., 1938, "La lutte contre les bigorneaux perceurs - guerre aux cormaillets", Ostréiculture - cultures marines.
- LEBRETON J.F., 1938, "guerre aux cormaillets (suite)", Ostréiculture - cultures marines.
- LE DANTEC J., 1960, "Les bigorneaux perceurs", Science et Pêche bulletin d'information et de documentation de l'Institut Scientifique et Technique des pêches maritimes, N° 80, 3p.
- JOUAN G., 1978, "Intérêt de la connaissance des peuplements benthiques et de la biologie des prédateurs de l'huître (*Ocenebra erinacea*) pour le développement de l'ostréiculture en eau profonde en baie du Mont St Michel", DESS Rennes, LMNHN de Dinard, 55p.
- MARTEIL, L., 1963, "La crépidule (*Crepidula fornicata*) en France", Sci. Pêche Bull. Inform. N° 121, 1 - 6.
- Mc LEOD CHAPMAN W., BANNER A.H., 1949, "Japanese oyster drill, *tritonalia japonica*, with notes on other enemies of the olympia oyster, *Ostrea lurida*", Biological bulletin, N° 49-A, Washington, Department of Fisheries, p 169-200.

MUELLER K., SIZEMORE B., TIMME L., 2000, "Freshwater and the Japanese oyster drill, a sensible control method for a resilient invader", *Shellfish world*, Vol. 1, N° 3, p 10 - 11.

MUELLER K., HOFFMANN A., 1999, "Effect of freshwater immersion on attachment of the japanese oyster drill, *Ceratostoma inornatum* (RECLUZ 1851) ", *Journal of Shellfish Research*, Vol. 18, N°2, p 597 - 600.

PAPINEAU C., 1978, "Eléments de la biologie d'*Ocenebra erinacea* (L.), applications à la protection des cultures de Pectinidés en rade de Brest", rapport de stage, DEA océanographie biologique, Paris VI - centre océanologique de Bretagne, 34 p.

PETRAITIS P.S., 1987, "Immobilization of the predatory gastropod, *Nucella lapillus*, by its prey *Mytilus edulis*", *The biological bulletin*, Lancaster, Vol. 172, p 307 - 314.

PIGEOT J., MIRAMAND P., GARCIA-MEUNIER P., GUYOT T., SEGUIGNES M., 2000, "Présence d'un nouveau prédateur de l'huître creuse, *Ocenebrellus inornatus* (Récluz, 1851), dans le bassin conchylicole de Marennes - Oléron", *C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la Vie*, Vol. 323, p 697 - 703.

RAWLINGS T.A., 1995, "Direct observation of encapsulated development in mureicid gastropod", *The veliger*, 38(1) : 54-60

RITTSCHOF D., GRUBER G., 1988, "Response to prey odors by oyster drills, *Urosalpinx cinerea cinerea*, *Urosalpinx cinerea follyensis* and *Eupleura caudate eterea*", *Marine Behaviour and Physiology*, Vol. 13, p 185 - 189.

RITTSCHOF D., SHEPERT R., WILLIAMS L.G., 1984, "concentration and preliminary characterization of chemical attractant of the oyster drill, *Urosalpinx cinerea*", *Journal of chemical ecology*, Vol. 10, 1 : 63-79.

SAURIAU P.G., 2002, "Les bigorneaux perceurs des Pertuis Charentais : Eléments de biologie – Synthèse des moyens de lutte", Centre de recherche sur les écosystèmes marins et aquacoles de l'Houmeau, Rapport de contrat au conseil général de Charente-Maritime et à l'Université de La Rochelle, 23p.

TONGIORGI P., NARDI P., GALLEN L., NIGRO M., SALGHETTI U., 1981, "Feedings habits of *Ocenebrina edwardsi* (Mollusca : Prosobranchia) a common mussel drill of the Italian coasts", *Marine Ecology*, Vol. 2, p169 - 180.

WILLIAMS L., BROWN B., CARRIKER M.R., 1980, "The role of chemoreception in predation by the oyster drill *Urosalpinx cinerea*", *Abstracts of technical papers presented at the 1979 annual meetings Vancouver, British Columbia, Plymouth*, Vol. 70, p 94 - 104.

WOELKE C.E., 1966, "Movement of the japanese oyster drill *Ocenebra japonica* on a gravel beach", *Fisheries research papers*, Vol. 2, N°4, p 32 - 38.

http 1 : <http://www.agfia.asso.fr/dossiers/fichthem/bassin/pl/no/geographie.html>

http 2 : http://www.aqualog.fr/PAGES_FR/proaqua/regpaloi.htm

http 3 : <http://museepaysderetz.free.fr/ostreiculture.html>.

Annexes

ANNEXE 1

Liste des présidents de comités de bancs

Vendée (85)

n° de banc	Nom du banc	Responsable
1	Le Fou	FRIOUX Jean-Paul
2	Les Oeillères	FOUASSON Eric
3	Goemonhour	FOUASSON Hervé
4	Chatelet	GENDRON Eric
5	La Roulette	SOURBIER Jacques
6	Maison Blanche	SOURBIER Jacques
7	Le Cob	GENDRON Alain
8	Paillard	SUIRE André
9	La Tresson	CLOUTEAU Rémy
10	La Frandière	GENDRON Eric VAIRE Jack
11	La Vendette - La Préoire	ND
21	Graisselous	POTIER Benoît
22	La Banche - Le Gril Sud	GUILLOT Pierre
23	Le Gril Nord	SACHOT Georges
24	La Douce	BILLON Jean-Yves
25	Les Charasses	MOREAU Daniel
26	L'Ile Bergère	LONGEPEE Léon
27	Ringeau	GUITTONEAU Franck
28	Rocher Blanc	GAGNEUX Alain
29	La Coupelasse - Le Fiol	GRENON Jacques
30	Fromentine - La Fosse	LECOSSOIS David

Loire Atlantique (44)

B-N	Les Moutiers - La Northe	GAREL Jacques
B	La Bernerie	PICOT Guy

(ND : Non Déterminé)

ANNEXE 2

Résultats Bruts de la Manip "prédation"

Combinaison Huître/Perceur	Gf - h ₂			Gj - h ₂			Pf - h ₂			Pj - h ₂		
	946	947	948	935	936	949	940	941	942	945	944	943
27 et 28 mai	2	1	6	4	2	2	5	4	5	4	4	8
	12	13	14	6	6	11	13	9	11	6	7	7
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 et 25 juin	3	3	2	1	1	1	0	2	1	0	0	0
	13	9	17	10	13	11	15	14	10	6	3	5
	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
26 et 27 juillet	0	1	1	3	0	0	1	2	3	0	3	0
	12	8	13	7	8	11	6	8	9	9	6	5
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
6 et 9 septembre	0	3	1	1	1	0	3	3	1	1	1	1
	13	10	12	19	25	18	14	13	16	20	13	18
	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6 et 7 octobre	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	9	6	9	8	9	8	6	5	6	4	5	5
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 et 21 novembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15	12	10	18	21	16	12	7	8	13	12	11
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total des huîtres mortes non percées	5	8	10	9	4	3	10	11	10	5	9	10
Total des bigorneaux perceurs morts	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1

Combinaison Huître/Perceur	Gf - h ₃			Gj - h ₃			Pf - h ₃			Pj - h ₃		
	836	837	838	830	831	832	938	937	939	833	834	835
27 et 28 mai	4	2	3	3	2	1	3	4	4	1	7	3
	6	4	6	4	0	2	9	8	8	0	1	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 et 25 juin	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1
	7	7	11	8	6	8	7	6	5	2	4	4
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26 et 27 juillet	6	0	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1
	8	7	7	2	6	5	7	6	7	4	4	4
	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
6 et 9 septembre	1	2	1	2	0	3	4	2	1	1	0	1
	7	15	12	10	10	14	12	13	9	14	13	13
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 et 7 octobre	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	9	5	11	9	4	4	7	7	2	3	4
	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
20 et 21 novembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	9	10	15	14	14	9	6	8	10	8	9
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total des huîtres mortes non percées	12	5	6	6	3	6	8	7	8	5	8	6
Total des bigorneaux perceurs morts	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1

ANNEXE 3

Les Muricidae

Les espèces rencontrées en baie de Bourgneuf

Nucella lapillus (Linné, 1758) = *Nucis lapillus*



Figure 1 : *N. lapillus*, colonisé par des balanes. (SMIDAP)

On l'appelle "pourpre petite pierre", "nucelle", ou bien "vache" ou "nour" en baie de Bourgneuf. Elle mesure environ trois centimètres et son canal siphonal est court. La coquille est conique, épaisse et robuste (figure 1). Les phénotypes sont nombreux puisque la coloration de sa coquille est très variable, de blanc à brun foncé, monochrome ou à bandes épaisses. Il est commun à abondant dans la zone des marées, sur toutes les côtes rocheuses (sauf celles qui sont abritées et recouvertes d'algues) : toutes les côtes britanniques, de l'Atlantique Nord

jusqu'en Islande, Groenland, Connecticut et au sud jusqu'à Gibraltar (HAYWARD *et al.*, 1998). Il est rare en Méditerranée.

Ocenebra erinacea (Linné, 1758)

On l'appelle communément le "cormaillet" ou "perceur" pour la baie de Bourgneuf. C'est le bigorneau perceur autochtone. Il est présent tout le long des côtes européennes, au nord, au sud et à l'ouest des îles britanniques, en Irlande, au sud de la mer du Nord au sud de l'Espagne, à Madère, aux Açores. Il est absent de la Scandinavie. (HAYWARD *et al.*, 1998). Il a une coquille épaisse, grise et présente des stries, des côtes épaisses et de puissants bourrelets spiraux (figure 2). L'épaulement de la coquille est arrondi. Sa taille varie de trois à cinq centimètres de long. (ELZIERE-PAPAYANNI, 1993). Il est jaunâtre avec des marques brun foncé.



Figure 2 : *O. erinacea*. (SMIDAP)

Ocenebrellus inornatus (Récluz, 1851) = *Urosalpinx inornata*, *Ocenebra japonica*, *Tritonalia japonica*

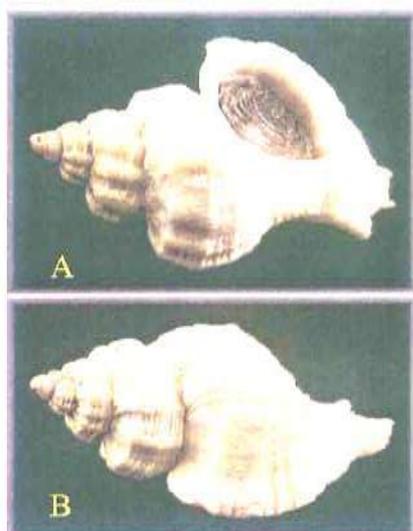


Figure 3 : *O. inornatus*, A : côté opercule, B : face dorsale

Originnaire d'Asie orientale, on le trouve au Japon, en Corée, au nord de la Chine, dans les îles de Sakhaline, dans l'archipel des Kouriles...(PIGEOT *et al.*, 2000). Il a été introduit aux USA au début du XX^{ème} siècle, dans l'Etat de Washington. Le coquillage s'est alors dispersé le long du Pacifique et sa nature cryptique a favorisé sa dissémination lors des transplantations des activités ostréicoles (MUELLER & HOFFMANN, 1999). Ce bigorneau perceur a été découvert pour la première fois en France en 1995 à Fouras, Charente-maritime (PIGEOT *et al.*, 2000). Il est aussi présent à Marennes-Oléron, au nord de l'île de Ré, à Chatelaillon, à La Trinité sur Mer, dans le Morbihan (BOUGET *et al.*, 2001), et enfin en 2001 en baie de Bourgneuf (GLIZE & CHASLE, 2002). L'épaulement est carré (figure 3, A), la coquille est lisse et le canal siphonal (ou sinus antérieur) est ouvert lors des stades juvéniles. Cela peut d'ailleurs porter à confusion avec *Urosalpinx cinerea*. La coloration de ce bigorneau est variée, blanc, marron-noir, avec ou sans stries blanches (figure 3, B). Cette espèce exotique s'est bien adaptée au littoral Atlantique français et sa croissance est plus forte que dans son aire de répartition d'origine : jusqu'à 6 cm contre 3,3 cm de long (PIGEOT *et al.*, 2000).

Biologie et écologie des Muricidae

Habitats

Les exigences écologiques sont variables suivant les espèces : bien que présent dans les zones à faciès battu, *Ocenebra erinacea* se rencontre principalement en mode abrité dans les baies calmes et les parcs ostréicoles pourvus de supports nécessaires à la nutrition et à la reproduction (JOUAN, 1978). De nature cryptique, il évolue dans la zone de balancement des marées à des coefficients de découverture compris entre 80 et 115 (étage infra et circalittoral). Les concessions ostréicoles sont souvent des biotopes adéquats au développement des perceurs, puisqu'ils disposent d'abris (murets de pierres bordant les parcs à huîtres) et de nourriture en abondance. On note une superposition des niches écologiques entre *O. erinacea* et *O. inornatus* (SAURIAU, 2002). *O. erinacea* vit aussi en eau profonde, jusqu'à 100 mètres. Il se rapproche du rivage pour se reproduire (BEAUDESSON, 1992). L'habitat de *Nucella lapillus* est moins spécifique. Il affectionne aussi les roches, mais peut se déplacer sur des terrains vaseux, gagner les pieux de bouchots, et se développer dans les parcs ostréicoles. Il est essentiellement intertidal (HAYWARD *et al.*, 1998).

Comportement des populations

Au niveau des bancs rocheux, on remarque l'agrégation des nucelles dans les infractuosités, les zones à l'abri de la dessiccation. Les juvéniles se retrouvent au niveau supérieur des rochers, recouverts de balanes (*Elminius modestus* et *Balanus balanoides*) (GIMAZANE *et al.*, 1990). Les adultes de *O. erinacea* sont grégaires lors de la saison froide et lors de la période de reproduction. Ils se dispersent en mars, lorsque la température atteint 9,5°C (JOUAN, 1978).

Reproduction

L'accouplement est nécessaire à la reproduction. Les femelles de *Muricidae* dépensent beaucoup d'énergie pour la reproduction. En effet, elles élaborent des oothèques volumineuses pour protéger les embryons. Les oothèques sont de couleur jaune et bilatéralement aplaties. La capsule atteint 10 mm et est fixée à un substrat par un disque. Il existe un géotropisme négatif important pour la femelle lors de la ponte (BEAUDESSON,

1992). De plus, elle cherche à pondre en hauteur pour éviter que la ponte soit recouverte de vase et privée d'oxygène. Avant de pondre, elle prépare l'emplacement choisi en nettoyant et grattant à l'aide de la radula (LEBRETON, 1938). L'alimentation est stoppée pendant la ponte qui peut durer jusqu'à une semaine (Laboratoire Conchylicole de Poitou Charente, 1999).

Ocenebra erinacea est mature à deux ans et pond 30 à 40 capsules qui contiennent chacune dix à 160 œufs. Jusqu'en 1996, il était admis qu'il n'y a pas de phase libre pour cette espèce. Or il a récemment été montré que les larves ont une vie pélagique (GIBBS, 1996). Ce phénomène permet le recrutement de cette espèce sur des supports en pleine eau, comme l'avait déjà observé Catherine PAPINEAU en 1978 (SAURIAU, 2002). En revanche, cette phase planctonique est très courte (trois à cinq jours), ce qui limite l'extension géographique. Les pontes d'*O. erinacea* sont réalisées en masse, essentiellement au niveau des zones à *Fucus serratus* (macrophéophytes, algue brune), *Balanus perforatus* (crustacés cirripèdes) où les eaux sont agitées. Les femelles affectionnent à pondre sur les vieilles huîtres vivantes plutôt que sur les pierres, les galets ou les coquilles. Les concessions abandonnées sont donc des lieux de pontes privilégiés. Le nombre d'œufs dans les capsules varie d'un site à l'autre, le potentiel reproductif est donc différent (JOUAN, 1978). Les observations de terrain faites en baie montrent une taille minimale pour la reproduction de 32 mm avec le canal siphonal fermé (GLIZE & CHASLE, 2002).

Ocenebrellus inornatus pond du printemps à la fin de l'automne. Les femelles pondent 30 à 40 capsules qui contiennent dix à quinze larves (PIGEOT *et al.*, 2000). McLEOD CHAPMAN *et al.* (1949), indique une ponte de 25 capsules par femelle, contenant chacune 150 œufs dont seulement trois larves arriveront à terme. Les larves sont dans ce cas directement benthiques, sans période de vie planctonique, et les juvéniles sont présents en fin d'hiver et au printemps. Ils sont difficiles à observer car ils sont dissimulés dans les interstices des rochers (PIGEOT *et al.*, 2000).

Nucella lapillus peut pondre quatre capsules par jour jusqu'à un total de vingt à trente capsules, de neuf à dix millimètres de long et trois à quatre millimètres de large (FRETTER & GRAHAM, 1985, *in* CROTHER, 1985) (figure 4). D'une capsule éclosent neuf à vingt individus (Laboratoire Conchylicole de Poitou Charente, 1999) (figure 5). On constate des pontes toute l'année en Normandie avec



Figure 4 : Ponte de *N. lapillus*.
(SMIDAP)

une ponte principale en hiver (BASUYAUX & RICHARD, 2000). Le recrutement de *Nucella lapillus* est étalé toute l'année et semble lié à l'implantation des larves *cypriis* de Balanes dont se nourrissent les jeunes pourpres (GIMAZANE *et al.*, 1990). Les juvéniles (moins de un centimètre) sont abondants en juillet (BASUYAUX & RICHARD, 2000). Et selon les données du Laboratoire Conchylicole de La Tremblade (1999), les juvéniles sont plus présents en hiver.

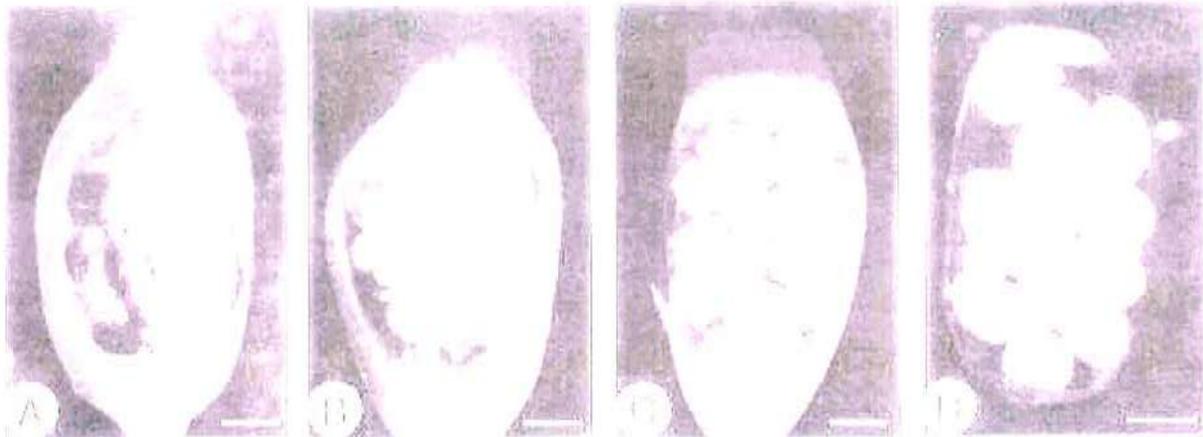


Figure 5 : Développement des larves dans les capsules (barre d'échelle = 1 mm) ; A : capsule de 7 jours ; B : 36 jours de développement ; C : 60 jours, 4ème stade véligère ; juvéniles nouvellement métamorphosés. (RAWLING, 1995).

Une étude a été réalisée sur la capsule d'*Ocenebra erinacea* ; elle est composée de fibres protéiques, arrangées en 4 couches, contenant une protéine gélifiante (matrice) qui préserve l'embryon. Ces fibres sont très perméables à l'eau et aux sels, à tous les stades embryonnaires. Le changement des concentrations externes provoque un changement de pression osmotique intracapsulaire et une variation du poids. Le manque de protection expose l'embryon à des risques de chocs osmotiques ou à une dessiccation. (HAWKINS & HUTCHINSON, 1988).

Un phénomène particulier de stérilité, l'imposexe, est observé sur certains secteurs : les femelles Muricidae ont un tractus génital externe mâle. Cette aberration est due aux peintures antisalissures des carènes de bateaux qui contiennent du TBT, le tributylétain (JOUAN, 1978, GIBBS, 1996).

Comportement de prédation

Les différentes espèces de perceurs se caractérisent par un *preferendum* alimentaire. *Nucella lapillus* est réputée pour faire des dégâts sur les moules mais perce aussi les balanes, et

occasionnellement des littorines, ou des juvéniles d'huîtres ou de patelles (HUGHES &



Figure 6 : *Ocinebrellus inornatus* consommant de jeunes huîtres (SMIDAP)

DUNKIN, 1984). *Ocenebra erinacea* consomment surtout des huîtres. *Ocinebrellus inornatus* (figure 6) au delà des huîtres, peut aussi percer d'autres coquillages, tels que des palourdes remontées à la surface, voire même des congénères (GLIZE & CHASLE, 2002).

Différents facteurs interviennent dans la sélection des proies : la détectabilité de la proie, l'accessibilité, la facilité de capture, le contenant énergétique, le temps requis pour la perforation...

Le choix de la proie revient à assumer un gain d'énergie par unité de temps de perforation (étude réalisée pour *Nucella*

lapillus, HUGUES & DUNKIN, 1984).

La perception des proies à distance est possible grâce à une bonne olfaction de l'animal et à des stimuli tactiles, bien que certaines études (GIMAZANE *et al.*, 1990) n'aient pas montré l'existence d'un effet attractant des proies sur les Nucelles.

Néanmoins, le phénomène d'attraction olfactive a été mis en évidence. Des molécules mises par *Balanus balanoides* ayant un effet attractif sur *Urosalpinx cinerea* ont été extraites. Il semble qu'elles soient, au moins partiellement, de nature protéinique, et que leur taille varient entre 1000 et 10000 dalton (RITTSSCHOF *et al.*, 1984). RITTSSCHOF et GRUBER (1988) montrent comment ce perceur répond aux odeurs émises par leurs proies. Les juvéniles détectent chimiquement et préférentiellement les balanes. Celles-ci produisent des peptides dans le courant d'eau vers lequel se déplace le perceur. En 1984, ces mêmes auteurs avaient démontré que le degré de réponse est déterminé en partie par les odeurs de l'environnement dans lequel l'embryon s'est développé. WILLIAMS *et al.* (1979) ont étudié le rôle de la chemoréception dans la prédation d'*Urosalpinx cinerea*. *Crassostrea virginica* (huître de Virginie) émet des substances contenues dans le manteau. *U. cinerea* répond à ce stimulus en élevant la partie antérieure de la coquille pendant plusieurs minutes. Les auteurs décrivent la séquence comportementale de la prédation : augmentation de la locomotion et des mouvements du coquillage, recherche de la source du stimulus avec le siphon, puis avec les tentacules céphaliques et le propodium. Enfin, le bigorneau rampe au-dessus de la source du stimulus. La prédation débute avant la ponte, s'intensifie ensuite et est maximale l'été (JOUAN, 1978).

Nucella lapillus a besoin de quatre à cinq jours pour consommer sa proie, et attend ensuite sept jours avant de chasser à nouveau. Le comportement de recherche du pourpre dépend de son état de satiété. Affamé, il rampe rapidement et prend des trajectoires plus droites. Le pourpre inspecte sa proie en général plus d'une heure. Les points de forage entamés sont détectés, puis utilisés. La localisation du trou de forage selon les espèces peut correspondre à la partie la plus fine de la coquille, aux gonades, à la glande digestive. Dans d'autres cas, la vitesse de l'accès, de l'ingestion ou de la richesse énergétique des tissus, n'explique pas la localisation du perçage. Lorsque les proies sont de petite taille (20-25 mm), les pourpres attaquent la partie la plus fine de la coquille. Autrement, ils attaquent une aire correspondant à la zone sous-jacente de l'hépatopancréas, source de glycogène, plus doux et plus facile à ingérer que du tissu musculaire. Certains organes sont rejetés après ingestion (manteau, pied). *Ocenebra erinacea* rejette les muscles adducteurs.

La rentabilité de la proie pour le perceur est donnée par le rapport « poids sec de chair ingérée » sur « temps de manipulation totale ». Le temps de manipulation totale correspond au temps nécessaire à l'inspection, au perçage et à l'ingestion de la proie. Cette rentabilité décline pour les proies de forte taille. En effet, le temps de perçage augmente alors que la quantité de chair consommée n'est pas supérieure lors de la prédation de coquillages moins épais (HUGUES & DUNKIN, 1984).

Les pourpres montrent une capacité d'apprentissage. Les jeunes inexpérimentés apprennent après 6 perforations à choisir les parties fines de la coquille. Apprendre à percer au niveau de l'hépatopancréas augmente l'apport énergétique mais demande plus de temps. Donc la probabilité de rencontre d'un autre perceur (intrus) augmente. Mais dans ce cas, les muscles adducteurs du bivalve ne sont pas endommagés, la proie n'ouvre pas ses valves. Cela réduit la probabilité d'intrusion avant de tirer parti de l'hépatopancréas. Malgré tout, la préférence concerne les petites proies où les risques d'intrusion sont moins importants. Secondairement, le choix se porte sur les proies qui réduisent l'exposition à la prédation, à la dessiccation et à l'arrachement par les vagues (HUGUES & DUNKIN, 1984)..

Toujours dans le cas du pourpre, les moules peuvent présenter des comportements de défense, en immobilisant *Nucella lapillus* grâce au byssus. Le Pourpre doit ainsi forer loin du pied et du byssus car sa proie est dangereuse. Il s'oriente d'ailleurs préférentiellement vers les petites moules, qui présentent moins ce comportement de défense (PETRAITIS, 1987). On note une forte densité de nucelles au bas des bouchots. La densité est plus faible au milieu car ils sont

immobilisés par le byssus. (GIMAZANE *et al.*, 1990). Néanmoins, le Pourpre peut trouver un micro-habitat très favorable dans une coquille de la moulière. Il vit alors en dehors de la matrice du lit de moules et il a un accès facile à ses proies tout en évitant leurs byssus. Il est protégé des effets du temps et des vagues, la durée d'immersion en basse mer est prolongée et cette protection assure une meilleure reproduction en utilisant moins d'énergie pour la fonction coquillière. Il a même accès à une large quantité de moules écrasées qu'il n'a pas besoin de percer (DAVENPORT *et al.*, 1998).

La température fait partie des facteurs exogènes qui influencent la prédation. Elle induit des variations métaboliques certainement responsables du cycle de prédation. Il est vrai que cela peut-être aussi corrélé au cycle de reproduction (TONGIORGI *et al.*, 1981).

Mécanisme de perforation

Le perceur se fixe grâce au muscle pédieux à une des valves de l'huître, la radula permet de percer la coquille (figure 7). Il émet des substances paralysantes et digestives puis aspire les parties molles et liquides de la proie. Plusieurs perceurs peuvent se nourrir sur un même coquillage.

Un organe situé dans le tissu pédieux, pourvu d'un épithélium glandulaire sécrète l'anhydrase carbonique (JOUAN, 1978).

Cette substance acide attaque la conchyoline (BARTHELEMY,

1991). Elle est sécrétée par l'ABO (Accessory-Boring Organ) ou organe rasoir accessoire. La sécrétion favorise l'attaque par la radula qui est de type rachiglosse : trois dents médianes (ou rachidiennes) et deux dents marginales. Les dents médianes sont denticulées et possèdent de fortes cuspidés. Les dents marginales permettent de dilacérer les chairs. La perforation est longue et traduit une grande dépense d'énergie (JOUAN, 1978). Selon HANCOK (1957), la mucelle perce et ingère une moule en six jours, le cormailot perce et ingère une petite huître en sept jours, et une grosse en neuf à dix jours (*in* BEAUDESSON, 1992). Le temps de perforation et d'ingestion varie selon l'épaisseur de la coquille, la température... (DELTREIL et MARTEIL, 1976).



Figure 7 : Huître percée par *Ocenebra erinacea* (SMIDAP)

Déplacements

Les perceurs se déplacent en rampant sur un pied; c'est une masse musculaire très contractile, avec des sores minuscules qui font avancer l'animal en créant un mouvement. Ils sécrètent de

plus un mucus gluant pour l'adhésion avec le support. Ils se déplacent toujours à contre courant (LE DANTEC, 1960), en pointant le siphon vers le courant (LEBRETON, 1938). Le déplacement des gastéropodes correspond à des contractions musculaires qui provoquent des vagues sur le pied d'avant en arrière ou inversement selon les espèces (reptation). Une petite portion du pied se soulève, se projette en avant puis se repose. La contraction suivante fait avancer la partie du pied suivante. Les portions du pied qui ne se déplacent pas adhèrent au substrat par des petites cellules souples imprégnées de mucus (GABBI, 2000). Les gastéropodes se repèrent dans l'espace et gardent leur équilibre grâce à deux poches situées à la base des ganglions pédieux, les statocystes, contenant le statolithe : concrétion calcaire stimulant les terminaisons nerveuses (GABBI, 2000). La vitesse de déplacements pour *U. cinerea* est estimée à 1,2 m / heure, et celle de *O. erinacea* de 7 à 25 cm / heure. Cela dépend surtout de la disponibilité en nourriture (BREUILLET, 1999).

Des associations pour les moins originales, sont observées pour *Thais haemastoma* avec deux espèces de crabes (dont le crabe bleu, *Callinectes sapidus*). Plusieurs gastéropodes adhèrent à la carapace du crabe et sont transportés plus rapidement. *Urosaplinx cinerea* utilise parfois ce moyen en s'attachant au coquillage habité par un Bernard-l'hermite (*Pagurus pollicaris*) qui joue donc un rôle dans la distribution des perceurs (CAKE, 1983). Selon LE DANTEC (1960), 49 % des pontes de perceurs fixées à des fragments de plantes ou à des débris, peuvent être transportés par les courants sur de nouveaux terrains. C'est une émigration passive des embryons protégés dans leur capsule.

Ecophysiologie

Ocenebra erinacea est actif lorsque la température est supérieure à 10-11°C (ELZIERE-PAPAYANNI, 1993). Sous cette température, le perceur stoppe sa prédation, et à partir de 2°C, il entre en hivernage (BREUILLET, 1999). C'est à dire qu'il cesse toute activité, s'enfuit dans la vase ou le sable. Il se fixe à de vieilles coquilles et le siphon dépasse légèrement pour pomper de l'eau claire. Il reprend son activité à partir de 4,5°C (LEBRETON, 1938). *Ocenebrellus inornatus* résiste mal à la chute de la salinité notamment à partir des eaux saumâtres à 12-14 ‰. Mais les températures froides augmentent la résistance à la dessalure (MUELLER *et al.*, 2000).

Les perceurs n'aiment pas la lumière intense, et se mettent à l'abri. Les jours de soleil, le perceur se fixe sur la face inférieure du coquillage, et sur la face supérieure lorsque la journée est grise (LEBRETON, 1938). L'œil des *Muricidae* est assez complexe. Il est composé d'un cristallin, d'une chambre optique, d'une rétine et d'un nerf optique. Les images sont plus nettes que chez les *Trochidae* (*Gibbula sp*) qui sont peu évolués (GABBI, 2000).