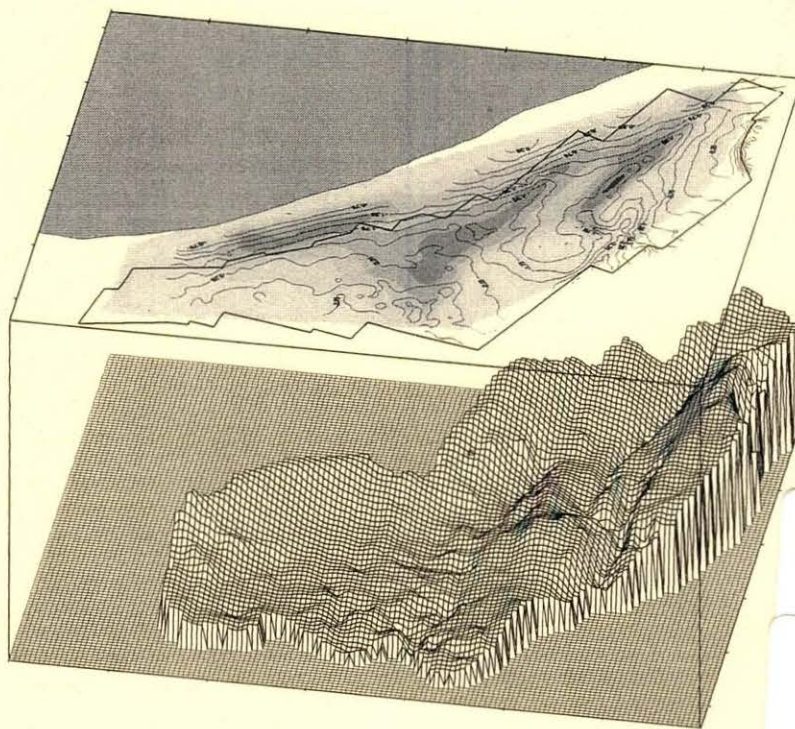


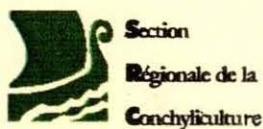
Développement et prolifération d'une population  
d'annélides tubicoles *Lanice conchilega* associée à  
la conchyliculture en Baie des Veys  
(Baie de Seine Occidentale)

*Ecophysiologie, dynamique de population, cartographie.*



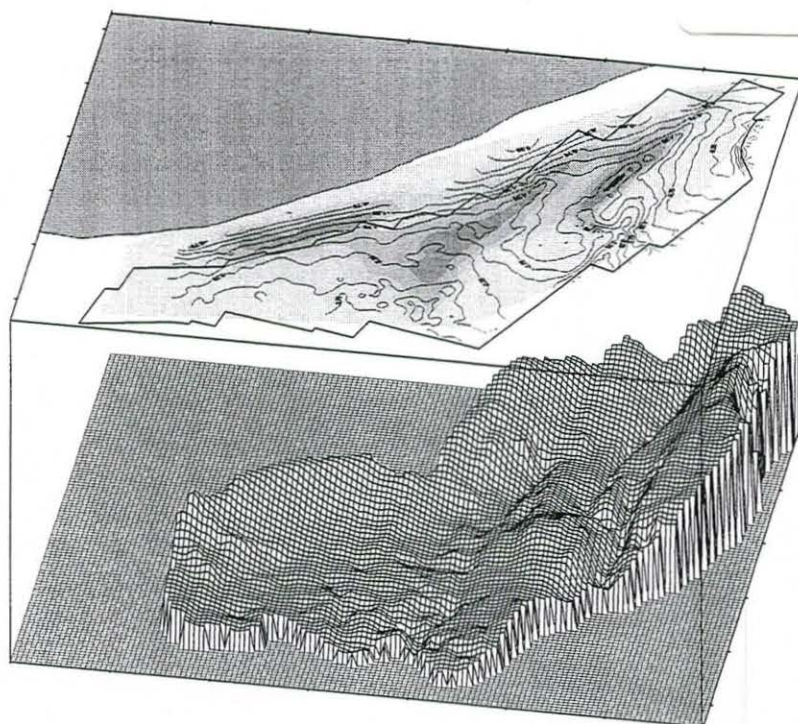
**Michel ROPERT**

*sous la Direction de J.P. JOLY*  
*Directeur du Laboratoire des Ressources Aquacoles*  
*IFREMER Port en Bessin*



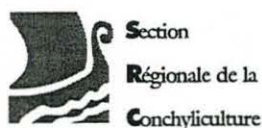
Développement et prolifération d'une population  
d'annélides tubicoles *Lanice conchilega* associée à  
la conchyliculture en Baie des Veys  
(Baie de Seine Occidentale)

*Ecophysiologie, dynamique de population, cartographie.*



**Michel ROPERT**

*sous la Direction de J.P. JOLY*  
*Directeur du Laboratoire des Ressources Aquacoles*  
*IFREMER Port en Bessin*



## **PREAMBULE**

L'ensemble du travail présenté dans ce rapport est le résultat de plus d'un an de suivi, d'expérimentations et de recherches sur le terrain. Ce projet initié en 1993 a immédiatement reçu le soutien du laboratoire des Ressources Aquacoles de l'IFREMER Port en Bessin, où l'ensemble des travaux ont été réalisés. Il a pu voir le jour grâce au soutien financier du Conseil Régional de Basse-Normandie ainsi que des ostréiculteurs à travers la Section Régionale du Comité National de la Conchyliculture (Blainville / mer). Il a également permis de mettre en place de nombreuses collaborations entre l'IFREMER Port en Bessin, L'unité de Recherches Aquacoles Poitou-Charentes de l'IFREMER La Tremblade et le GEMEL de Basse-Normandie. Des contacts ont également pu être établis avec différentes équipes de recherches dont Mr le Pr J.C. DAUVIN, directeur de recherche au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris. Une partie du programme de recherche développée dans ce projet a fait l'objet d'un D.E.A. d'Océanologie Biologique à l'université de Paris VI (Mr le Pr P. NIVAL).

Que toutes les personnes qui ont permis d'une manière ou d'une autre que ce projet aboutisse aujourd'hui soient ici remerciées. Ce rapport n'est pas une fin en soi, et le travail continue...

# SOMMAIRE GENERAL

## INTRODUCTION

1. PRESENTATION DU BASSIN OSTREICOLE DE LA BAIE DES VEYS .....	1
2. DEVELOPPEMENT DE <i>LANICE CONCHILEGA</i> .....	2
3. OBJECTIFS DE CE TRAVAIL .....	7

## CHAPITRE I

### ECOPHYSIOLOGIE DE *LANICE CONCHILEGA*

1. PRINCIPE EXPERIMENTAL .....	10
2. RESULTATS .....	14
3. DISCUSSION .....	22
4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....	25

## CHAPITRE II

### SUIVI DE CROISSANCE

1. INTRODUCTION .....	28
2. RESULTATS DU SUIVI DE CROISSANCE .....	31
3. STRATEGIE DE COLONISATION ET RECRUTEMENT .....	34
4. CONCLUSION .....	40

## CHAPITRE III

### CARTOGRAPHIE ET NIVEAU DE COLONISATION

1. ETAT INITIAL .....	45
2. MATERIELS ET METHODES .....	46
3. CARTOGRAPHIE DE 1995 .....	48
4. CONCLUSION .....	50

## CHAPITRE IV

### ETUDE TOPOGRAPHIQUE

1. METHODOLOGIE D'ETUDE .....	52
2. RESULTATS .....	52
3. CORRELATION ENTRE LA TOPOGRAPHIE ET LA PROLIFERATION DE <i>LANICE CONCHILEGA</i> .....	54
4. CONCLUSION .....	55

## CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

1. CONCLUSIONS .....	57
2. PERSPECTIVES .....	59

## BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE .....	52
---------------------	----

# INTRODUCTION

<b>1. PRESENTATION DU BASSIN OSTREICOLE DE LA BAIE DES VEYS.....</b>	<b>1</b>
1.1. ENVIRONNEMENT .....	1
1.2. CONCHYLICULTURE.....	2
<b>2. DEVELOPPEMENT DE <i>LANICE CONCHILEGA</i> .....</b>	<b>2</b>
2.1. HISTORIQUE.....	2
2.2. BIOLOGIE.....	3
2.3. PROBLEMATIQUE.....	5
2.3.1. <i>sur le plan physique</i> .....	5
2.3.2. <i>sur le plan biologique</i> .....	6
<b>3. OBJECTIFS DE CE TRAVAIL.....</b>	<b>7</b>
3.1. COMPETITION TROPHIQUE ET ECOPHYSIOLOGIE.....	7
3.2. SUIVI DE CROISSANCE DE LA POPULATION.....	8
3.3. CARTOGRAPHIE ET ESTIMATION DES STOCKS.....	8
3.4. COUVERTURE TOPOGRAPHIQUE.....	8

# INTRODUCTION

## 1. PRESENTATION DU BASSIN OSTREICOLE DE LA BAIE DES VEYS

### 1.1. ENVIRONNEMENT

Située à la jonction de la presqu'île du Cotentin (Dép. de la Manche) et de la côte du Bessin (Dép. du Calvados), la baie des Veys couvre une superficie de 37 Km<sup>2</sup> (contre 28 Km<sup>2</sup> pour la Baie de Seine). La Baie des Veys est une zone de convergence des bassins versants de 4 rivières côtières de Basse-Normandie, couvrant une superficie d'environ 3 500 ha. Les apports d'eau douce se font par le chenal de Carentan (Douve et Taute) au Sud-Ouest de la baie et par le chenal d'Isigny (Vire et Aure) au Sud-Est. Les débits instantanés observés sur 15 ans sont respectivement de 19 m<sup>3</sup>/s du côté d'Isigny et de 33 m<sup>3</sup>/s du côté de Carentan (Service Régional d'Aménagement de l'Eau).

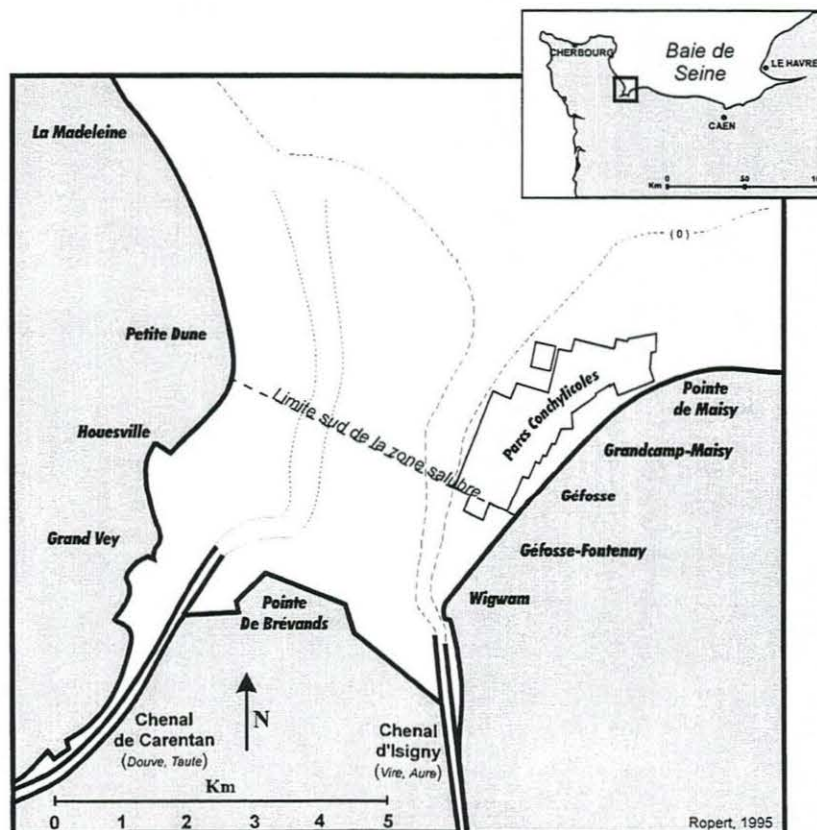


fig 1 : Localisation de la Baie des Veys.

Les zones amont sont majoritairement vouées à l'agriculture et l'agro-alimentaire, ce qui induit des problèmes de concentration des apports en sels nutritifs et matière organique. Les problèmes de salubrité rencontrés en Baie des Veys sont donc, en grande partie, liés à son propre bassin versant. En 1980, suite aux résultats satisfaisants des

contrôles sanitaires, tout le secteur Nord de la Baie, à partir de la limite sud des parcs conchylicoles, a été classé salubre. Actuellement, la contamination microbienne pose problème, et dans la perspective communautaire (directive n° 91/492 du 15/07/1991), le secteur conchylicole pourrait être classé en zone B (Godefroy et Etourneau, 1994).

## 1.2. CONCHYLICULTURE

La mytiliculture sur bouchots a fait son apparition en baie des Veys en 1963. Ce n'est qu'en 1968 que le premier parc ostréicole a été concédé. Dès lors, la surface ostréicole n'a cessé de se développer pour atteindre **162,52 ha** en 1990 (données Affaires Maritimes). Parallèlement la longueur de bouchots concédés s'est considérablement réduite pour ne représenter aujourd'hui qu'une activité marginale en Baie des Veys. Le développement de la production ostréicole s'est élevé graduellement pour atteindre, sur Grandcamp-Maisy environ **10 000 T** en 1990 (Kopp et al., 1991).

En 1990, **103 personnes** physiques détenaient une ou plusieurs concessions en Baie des Veys. Compte tenu de la production totale d'huîtres, le nombre d'emplois salariés direct (en équivalent temps plein) a été évalué à **115**. On peut ainsi estimer que **300 personnes vivent directement de l'activité liée à l'ostréiculture** (Production et/ou commercialisation) en baie des veys.

## 2. DEVELOPPEMENT DE *LANICE CONCHILEGA*

### 2.1. HISTORIQUE

C'est en 1986, que l'on remarque pour la première fois la prolifération importante du ver tubicole *Lanice conchilega* (Pallas) sur la zone ostréicole de Grandcamp-Maisy. La répartition spatiale de cette population est mise en évidence à l'occasion d'une couverture photographique aérienne pour l'IFREMER. Auparavant, les peuplements de *L. conchilega* observés dans cette zone de la Baie des Veys présentaient des densités faibles de l'ordre de 10 à 50 ind.m<sup>-2</sup>, sur les moyens et bas niveaux de l'estran (Sylvand, 1995).

Entre 1986 et 1992, un déséquilibre important est apparu dans la répartition de cette population à l'Est de la Baie. Les densités se sont accrues pour atteindre 4 000 ind.m<sup>-2</sup> (Sylvand et al., 1992) (Fig. 2). Si les raisons précises de cette prolifération ne sont pas déterminées, la distribution spatiale de la population de Lanice, restreinte au strict cadastre conchylicole, suggère une forte corrélation entre l'exploitation de l'huître et la présence de *Lanice conchilega*.

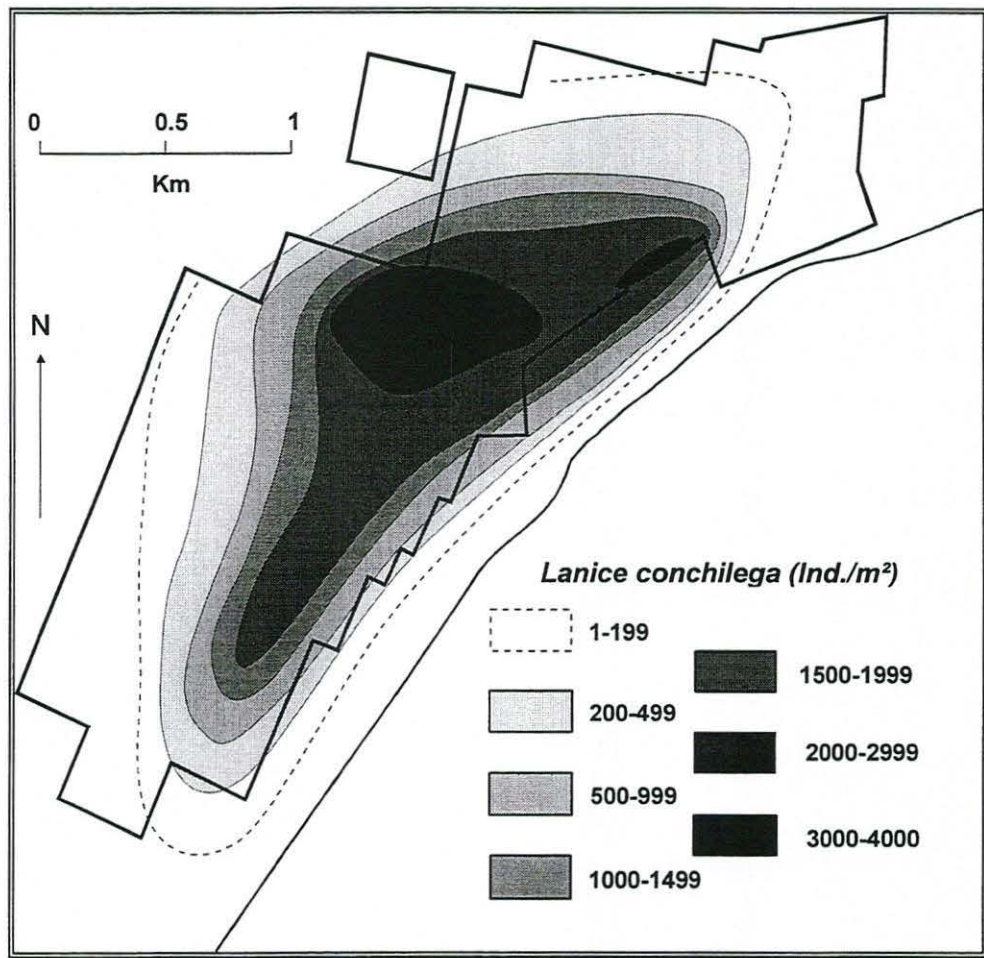


Fig. 2 : Répartition de *Lanice conchilega* sur la zone des parcs ostréicoles de Grandcamp-Maisy. (d'après Sylvand et al., 1992)

## 2.2. BIOLOGIE

*Lanice conchilega* est un annélide polychète sédentaire de l'ordre des Térébelliformes (famille des Térébellidés, sous-famille des Amphitritinés) dont le genre *Lanice* ne comporte qu'une seule espèce (Fauvel, 1927). D'une longueur pouvant atteindre 5 à 15 cm, le *Lanice* vit dans un tube, constitué de grains de sables agglutinés, positionné verticalement, d'une longueur moyenne de 25 cm pour un diamètre pouvant atteindre 6 mm. La tête est surmontée de nombreux tentacules extensibles à plus de 10 cm de l'ouverture du tube. La partie supérieure du tube sableux se termine par une fine arborisation constituée de grains de sables agglomérés les uns sur les autres, formant un panache sableux dépassant du sédiment de quelques centimètres (Fig. 3). Cet annélide très commun se rencontre partout dans le monde. En France, sa présence est signalée dans toutes les mers : Manche, Atlantique et Méditerranée. Les populations de *Lanice* peuvent aussi bien coloniser des zones dites subtidales (jusque plusieurs dizaines de mètres de profondeur) que des zones intertidales (zone de balancement des marées) telles qu'en Baie des Veys.



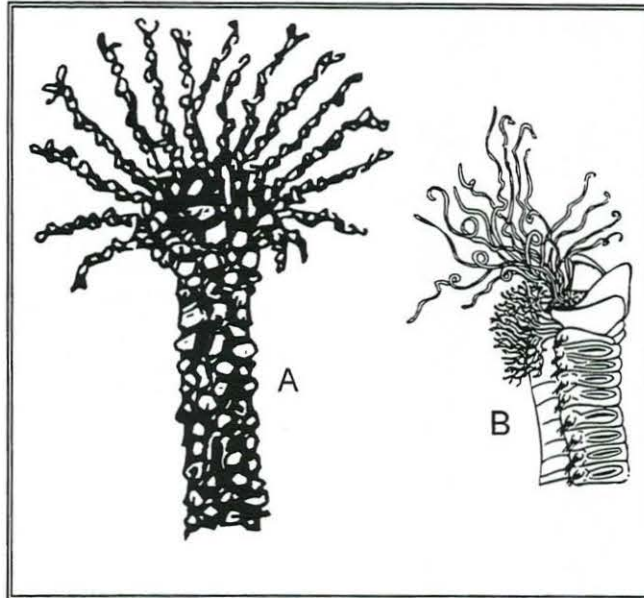


Fig. 3 : *Lanice conchilega*. [a] Extrémité supérieure du tube sableux (x2,5). [b] Région antérieure vue de profil (x2,5).  
D'après Fauvel (1927)

Seuls les travaux menés par Buhr (1976) et Buhr et Winter (1977) ont analysé et quantifié le comportement alimentaire de *Lanice conchilega*. La population étudiée se situait en zone subtidale de la Mer du Nord, (entre 10 et 15 m de profondeur) à l'entrée de l'estuaire de la Weser (Allemagne). Le panache sableux constitue un piège à particules. La disposition de ce panache par rapport au courant d'eau à la surface du sédiment joue un rôle très important dans la prise de la nourriture. *Lanice conchilega* a très longtemps été classé parmi les dépositivores (animaux puisant exclusivement leur nourriture à la surface du sédiment). Buhr (1976) est parvenu à démontrer qu'à partir de certains seuils de densité, la compétition intraspécifique à l'interface eau-sédiment devient limitante, *Lanice conchilega* est alors susceptible de modifier son comportement alimentaire, et en particulier de passer d'un mode "dépositivore" à un mode "suspensivore". Le *Lanice* est donc opportuniste : il est capable d'adapter son mode alimentaire selon les circonstances et les conditions environnementales. Dès lors, l'hypothèse d'une compétition trophique avec l'huître japonaise *Crassostrea gigas*, également suspensivore, doit être évaluée (Ropert, 1995).

Les observations effectuées en laboratoire en 1995, en l'absence de sédiment, ont confirmé la capacité de *Lanice conchilega* à se nourrir directement à partir des particules en suspension. L'annélide déploie ses tentacules dans la colonne d'eau et va donc capter au passage les particules transportées par le courant.

La population de *Lanice* observée en Baie des Veys présente des caractéristiques bien distinctes de celle étudiée par Buhr (1976). Contrairement à la mer du Nord, la population de Grandcamp-Maisy est située en zone mésolittorale, directement sur l'estran, et donc soumise au rythme des marées. Une seconde particularité de la Baie des

Veys concerne la taille moyenne des individus. En effet, la population de *Lanice conchilega* présente des individus dont le diamètre interne moyen du tube sableux est de l'ordre de 3,5 mm, avec des tailles maximum allant jusqu'à 5 mm. Par contre la population étudiée par Buhr présentait des diamètres internes du tube sableux beaucoup plus petits (de l'ordre de 2 mm pour les plus importants).

## **2.3. PROBLEMATIQUE**

La prolifération de cette population de *Lanice conchilega* associée au site ostréicole de Grandcamp-Maisy soulève le problème d'interaction avec les biomasses en élevage et les processus bio-sédimentaires dans la zone étudiée.

### **2.3.1. SUR LE PLAN PHYSIQUE**

La présence des superstructures tabulaires sur le secteur ostréicole crée un frein hydrodynamique qui favorise la sédimentation des particules en suspension (Sornin, 1981). On observe donc, naturellement, des phénomènes d'accumulation de sédiment sur les secteurs exploités. De plus, la configuration topographique de la Baie des Veys (inclinaison orientée d'Ouest en Est (Sylvand, 1995)) fait de la zone littorale de Géfosses un secteur d'accumulation. Comme nous l'avons présenté précédemment, la présence du panache sableux de *Lanice conchilega* à la surface du sédiment constitue, lui aussi, un piège pour les particules.

Sur un secteur aussi sensible à l'ensablement, la prolifération d'une espèce comme *Lanice conchilega* n'est pas sans conséquences sur les processus d'exhaussement du substrat. Selon les professionnels, le phénomène d'ensablement de la zone s'est accéléré de manière considérable depuis l'apparition de *Lanice conchilega* (atteignant plus d'un mètre dans les secteurs les plus touchés). Il semble donc que si *Lanice conchilega* n'est pas directement responsable de l'ensablement, il contribue cependant pour une grande part à l'accélération du processus. De plus les très fortes densités de tubes observées participent à la fixation de ce sédiment, rendant à cet exhaussement un caractère définitif.

A plus ou moins long terme, les conséquences d'une telle accélération de l'exhaussement sont diverses :

- **Conséquences hydrodynamiques** : les variations topographiques du milieu peuvent entraîner des modifications des courants de circulation des masses d'eau au sein des parcs avec un impact possible au niveau de l'apport nutritif pour les huîtres.
- **Conséquences topographiques** : la montée du niveau du sol entraîne la nécessité de relever les tables ostréicoles qui reposent sur le sédiment. De ce fait, la durée d'immersion des parcs, et par-là même, la durée d'alimentation des huîtres s'en trouve réduite.
- **Conséquences sur la qualité du milieu** : le piège constitué par la partie externe du tube sableux de *Lanice conchilega* retient les matériaux en suspension. Ces particules sont, en grande majorité, d'origine organique (fécès et pseudofécès en provenance des huîtres). La rapidité du processus de piégeage des particules et d'exhaussement entraîne un enrichissement du sédiment en éléments organiques, et donc une altération de la qualité du milieu, mise en évidence en 1992 (Sylvand et al., 1993).

### 2.3.2. SUR LE PLAN BIOLOGIQUE.

Si l'impact physique a été clairement identifié, l'impact biologique d'une telle prolifération est beaucoup moins évident.

- **Aspect trophique** : Le comportement trophique de l'huître creuse *Crassostrea gigas* a déjà fait l'objet de nombreuses études (Barillé et al., 1993 ; Barillé et al., 1994 ; Raillard et al., 1993). Le régime alimentaire suspensivore de l'huître est donc constitué principalement des particules en suspension. Par contre, *Lanice conchilega*, initialement dépositivore, est susceptible de modifier son comportement alimentaire, et en particulier de passer d'un mode dépositivore à un mode suspensivore en fonction des conditions environnementales (Buhr, 1976). La forte densité de la population est un facteur déterminant dans le choix du mode suspensivore. Sur le site de Grandcamp-Maisy, les biomasses en présence permettent d'envisager une activité suspensivore de la population de *Lanice conchilega*. De ce fait, l'annélide est susceptible de prélever sa nourriture dans le même compartiment alimentaire que l'huître. L'éventualité d'une compétition trophique entre les deux espèces ne peut donc être écartée.

Face à la prolifération de cette population de *Lanice conchilega*, et aux conséquences directes (e.g. ensablement, exhaussement du sol), les professionnels ont adapté leurs

méthodes culturales. Les stratégies développées dans la lutte contre le *Lanice* sont cependant restées individuelles. Le passage de herse, ou de lames, destiné à détruire les tubes sableux permet de nettoyer temporairement une surface. Une autre méthode, plus radicale, consiste à creuser le sol à l'aide d'un engin de chantier (pelleteuse) sur environ 50 cm. Le sédiment ainsi enlevé est ramené à terre. Cette action a pour effet immédiat d'éradiquer l'annélide de la surface traitée. Cependant, elle ne peut être envisagée que sur des surfaces relativement petites, d'autant plus qu'elle ne peut se faire qu'à la condition de retirer l'ensemble des tables de la concession.

Dans tous les cas, et quelque soit la stratégie de lutte déployée, elle implique une surcharge de travail considérable pour le professionnel.

### 3. OBJECTIFS DE CE TRAVAIL

La prolifération de cette population d'annélide est observée depuis 10 ans. Si de nombreuses hypothèses ont été émises quant aux causes et aux conséquences de ce développement, on dispose de très peu de données concrètes. En particulier, aucun travail n'a jamais été réalisé concernant le problème de la compétition trophique *in situ*. De plus, seule une cartographie réalisée en 1992 envisageait la distribution spatiale de l'annélide (Sylvand et al., 1993) (fig. 3). Différentes directions ont donc été initiées :

#### 3.1. COMPETITION TROPHIQUE ET ECOPHYSIOLOGIE

L'objectif principal de cette partie consiste à estimer qualitativement et quantitativement le régime alimentaire de *Lanice conchilega*. Pour cela des expériences contrôlées (*in vitro*) sont menées parallèlement sur des huîtres et des annélides, afin :

↳ de déterminer le spectre de rétention de particules de *Lanice conchilega* et de *Crassostrea gigas*

↳ d'évaluer la compétition trophique.

Parallèlement, des mesures de taux de respiration sont effectuées. Un bilan comparatif du potentiel de croissance entre les deux espèces est proposé à partir d'une quantification individuelle de la nourriture retenue, de la production de biodépôts et de l'estimation du taux d'assimilation.

### **3.2. SUIVI DE CROISSANCE DE LA POPULATION**

Un suivi de croissance de la population a été réalisé pendant 15 mois, afin de déterminer les caractéristiques de la population (e.g. répartition des classes de taille, période de recrutement).

### **3.3. CARTOGRAPHIE ET ESTIMATION DES STOCKS**

Les observations de terrains, réalisées depuis 1992, date de la première cartographie de *Lanice conchilega*, ont montré que la répartition de la population avait fortement évoluée. En particulier, les densités observées en 92 semblaient avoir progressé de manière considérable, rendant nécessaire une nouvelle couverture de la zone.

### **3.4. COUVERTURE TOPOGRAPHIQUE**

L'impact du développement de la population de *Lanice conchilega* sur la topographie du secteur n'a jamais été évalué globalement. La réalisation du profil de la zone permettra d'envisager de manière précise les modalités de colonisation de l'espèce, mais également de mettre en évidence les zones les plus sensibles en terme d'ensablement.

**La compréhension des différents processus conditionnant la survie et le développement de cette population de *Lanice conchilega* est une étape essentielle pour l'avenir de la conchyliculture sur le secteur de Grandcamp-Maisy. Les intérêts de ce travail sont donc multiples et s'intègrent directement dans la politique de gestion rationnelle de l'écosystème conchylicole de la Baie des Veys.**

---

---

# CHAPITRE I

---

---

## **ECOPHYSIOLOGIE DE *LANICE CONCHILEGA***

<b>1. PRINCIPE EXPERIMENTAL .....</b>	<b>10</b>
1.1. DETERMINATION DU SPECTRE DE RETENTION .....	10
1.2. ESTIMATION DU TAUX D'ASSIMILATION ET DU TAUX DE RESPIRATION .....	13
<b>2. RESULTATS.....</b>	<b>14</b>
2.1. RETENTION ET FILTRATION DE <i>LANICE CONCHILEGA</i> EN FONCTION DU SPECTRE DE PARTICULES.....	15
2.1.1 <i>Eau de mer naturelle</i> .....	15
2.1.2 <i>Phytoplancton</i> .....	16
2.1.3 <i>Biodépôts</i> .....	17
2.2. COMPARAISON DES SPECTRES DE RETENTION DE <i>CRASSOSTREA GIGAS</i> ET <i>LANICE CONCHILEGA</i> .....	18
2.3. STANDARDISATION DU TAUX DE FILTRATION GLOBAL .....	19
2.4. RENDEMENTS D'ASSIMILATION.....	20
2.5. TAUX DE RESPIRATION.....	21
2.6. POTENTIEL DE CROISSANCE.....	21
2.7. IMPACT DE LA POPULATION DE <i>LANICE CONCHILEGA</i> SUR LA POPULATION DE <i>CRASSOSTREA GIGAS</i> . .....	21
<b>3. DISCUSSION.....</b>	<b>22</b>
<b>4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>25</b>

# ECOPHYSIOLOGIE DE LANICE CONCHILEGA

Comme nous l'avons précisé dans l'introduction, les seules données dont nous disposons concernant l'activité trophique de *Lanice conchilega* dataient de 1976. En près de 20 ans, l'évolution des connaissances nous a permis d'envisager une nouvelle approche expérimentale dans l'étude du comportement alimentaire de cet annélide. Dérivé d'un protocole déjà largement utilisé sur des mollusques bivalves (e.g. huîtres, moules, palourdes) (Vahl, 1972 ; Palmer et al., 1980) nous l'avons adapté pour permettre une étude comparée simultanée entre l'huître et le *Lanice*.

## 1. PRINCIPE EXPERIMENTAL

### 1.1. DETERMINATION DU SPECTRE DE RETENTION

Le principe expérimental, développé à la station de l'IFREMER de La Tremblade (Charente-Maritime) consiste à évaluer la capacité de l'individu testé à retenir les particules en suspension dans la colonne d'eau. Les animaux sont prélevés sur le terrain, puis maintenus en aquarium dans l'attente des mesures. Le système, basé sur une enceinte à flux laminaire en circuit ouvert, est alimenté par une qualité d'eau à charge particulaire contrôlée. Les annélides sont placés individuellement dans des enceintes d'un volume d'environ 100 ml. Une des enceintes, maintenue vide, est destinée à servir de témoin de sédimentation. Une réserve d'eau de mer alimente le système. Le flux d'eau de mer traversant chaque chambre est contrôlé à l'aide d'un débitmètre (Fig. 4). Parallèlement, deux enceintes de 500 ml sont branchées sur le même système, afin d'y tester une huître et de disposer d'un second témoin de sédimentation.

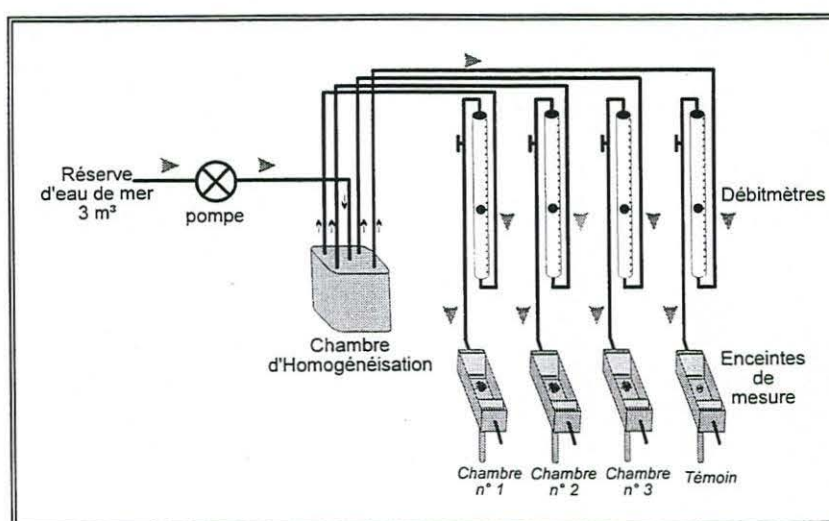


fig 4 : Présentation schématique du dispositif expérimental.

Les individus à tester sont placés dans les enceintes plusieurs heures avant le début de l'expérimentation. Lors de la mesure, un échantillon d'eau est prélevé simultanément en sortie de l'enceinte "Test" (contenant l'animal) et de l'enceinte "Témoin" (vide). Les deux échantillons obtenus sont analysés au moyen d'un compteur de particules de type multisizer "Counter Coulter" à 256 canaux. Cet appareil permet de déterminer le nombre et la taille des particules en suspension dans un échantillon d'eau. Il est capable de détecter des particules comprises entre  $2 \mu\text{m}$  ( $2/1000 \text{ mm}$ ) et  $62 \mu\text{m}$ , en les classant selon 256 classes de taille. Pour chacune des 256 classes de tailles, l'appareil calcule le volume particulaire moyen contenu dans 1 ml de l'échantillon. Le résultat peut être présenté sous la forme d'une courbe représentant le volume particulaire en fonction des classes de tailles.

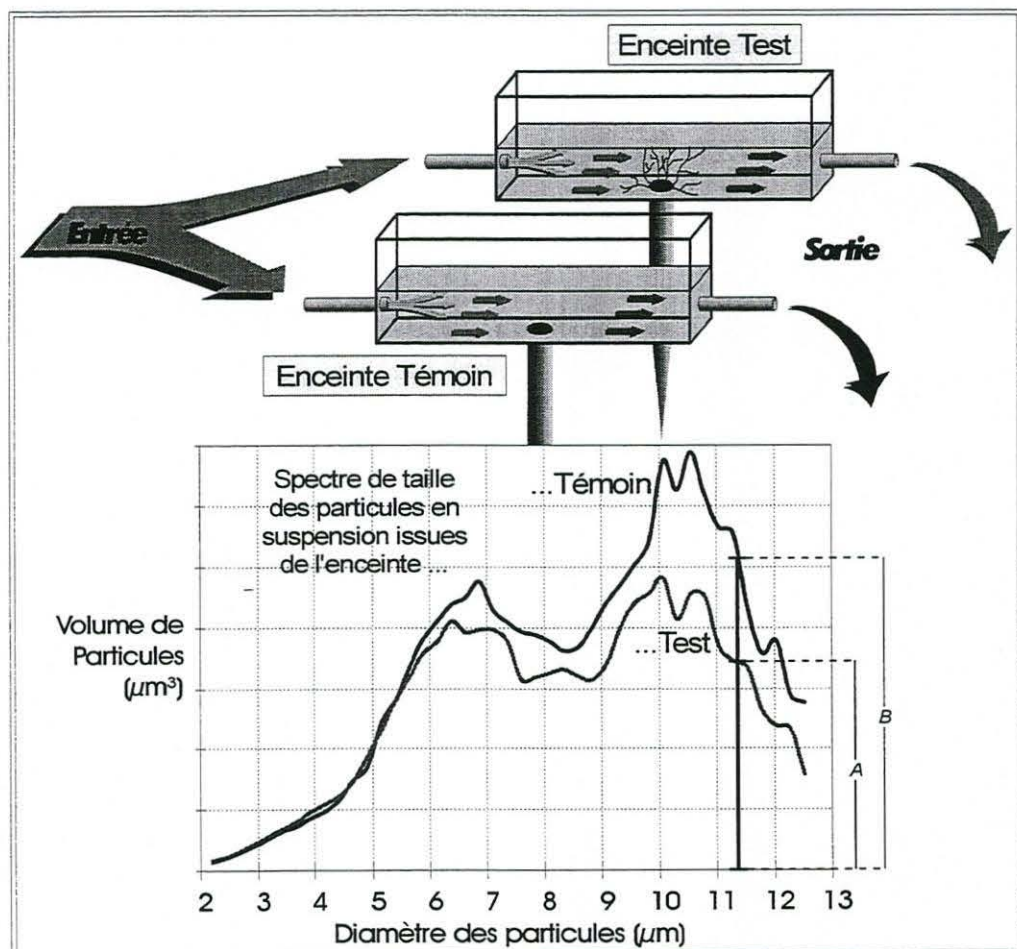


Fig 5 : principe expérimental de mesure du spectre de rétention et du taux de filtration.

La figure 5 représente schématiquement le principe expérimental utilisé :

La courbe "Témoin" correspond au spectre de taille des particules en suspension dans l'eau qui ont traversé l'enceinte Témoin. La courbe "Test" représente elle aussi le spectre de taille des particules, mais cette fois issue de l'enceinte contenant l'animal à tester. Ainsi, pour chaque classe de taille



de particule, la valeur lue (A ou B) correspond au volume particulaire représenté par la gamme considérée. Or, les deux enceintes de mesure sont alimentées simultanément par la même eau (spectre de taille de particules identique). Les deux enceintes sont également identiques, la sédimentation y est donc la même. La différence observée à la sortie des enceintes, entre la courbe "Témoin" (B) et la courbe "Test" (A) correspond à l'activité propre à l'animal. Dès lors, il est possible de déterminer :

\* **Le Taux de Rétention** (ou *efficacité de rétention*) représente le volume de particules retenues par l'animal (B-A) par rapport au volume total de particule disponible (B) :

$$R = \frac{[V]_{\text{tem}} - [V]_{\text{mes}}}{[V]_{\text{tem}}} \cdot 100$$

R = Efficacité de rétention (% sans dimension)

$[V]_{\text{tem}}$  = Volume mesuré à la sortie de l'enceinte Témoin.

$[V]_{\text{mes}}$  = Volume mesuré à la sortie de l'enceinte Testée.

\* **Le Taux de filtration** (ou *efficacité de filtration*) représente le volume d'eau théoriquement épuré à 100 % de ses particules par individu et par unité de temps. Connaissant le débit traversant chacune des enceintes, il suffit de multiplier le Taux de rétention (R) par le débit (D) pour obtenir le taux de filtration :

$$F_{\text{ind}} = D \cdot \frac{[V]_{\text{tem}} - [V]_{\text{mes}}}{[V]_{\text{tem}}}$$

$F_{\text{ind}}$  = Taux Filtration en  $\text{l.h}^{-1}.\text{ind}^{-1}$

D = Débit mesuré dans l'enceinte testée ( $\text{l.h}^{-1}$ )

$[V]_{\text{tem}}$  = Volume mesuré à la sortie de l'enceinte Témoin.

$[V]_{\text{mes}}$  = Volume mesuré à la sortie de l'enceinte Testée.

Les Taux de filtration individuels sont ramenés à un individu standard de 1 g de poids sec. Cette standardisation de la mesure, réalisée également sur l'huître, permet une bonne comparaison des données entre les deux espèces.

L'étude du spectre de rétention et du taux de filtration a été réalisée avec trois types de régime alimentaire. Dans un premier temps, le système expérimental a été alimenté avec de l'eau de mer naturelle. Dans un second temps, nous avons imposé un régime alimentaire exclusivement constitué de deux souches phytoplanctoniques caractérisées par leur différence de taille :

↳ *Isochrysis galbana* : cellule mobile solitaire d'une taille de 3 à 4  $\mu\text{m}$ ., *I. galbana* constitue une "algue-fourrage" très utilisée en aquaculture. De plus, elle a déjà fait l'objet de tests sur *Crassostrea virginica* (Palmer et Williams, 1980) et sur *Mytilus edulis* (Vahl, 1972).

↳ *Tetraselmis suecica* : également mobile, elle a été choisie pour sa taille nettement supérieure à *I. galbana* : 9 à 10  $\mu\text{m}$ .

Le dernier régime alimentaire testé était constitué de biodépôts d'huître (fecès et pseudo-fecès) remis en suspension dans de l'eau de mer filtrée.

L'intérêt de ces trois types de régime alimentaire est double :

- L'ensemble des trois spectres couvrent une gamme de tailles de particules comprise entre 2 et 12  $\mu\text{m}$ . (fig 6).
- Le régime alimentaire constitué de biodépôts permet une évaluation de l'interaction trophique huître-Lanice.
- on dispose de trois types de régimes qualitativement différents.

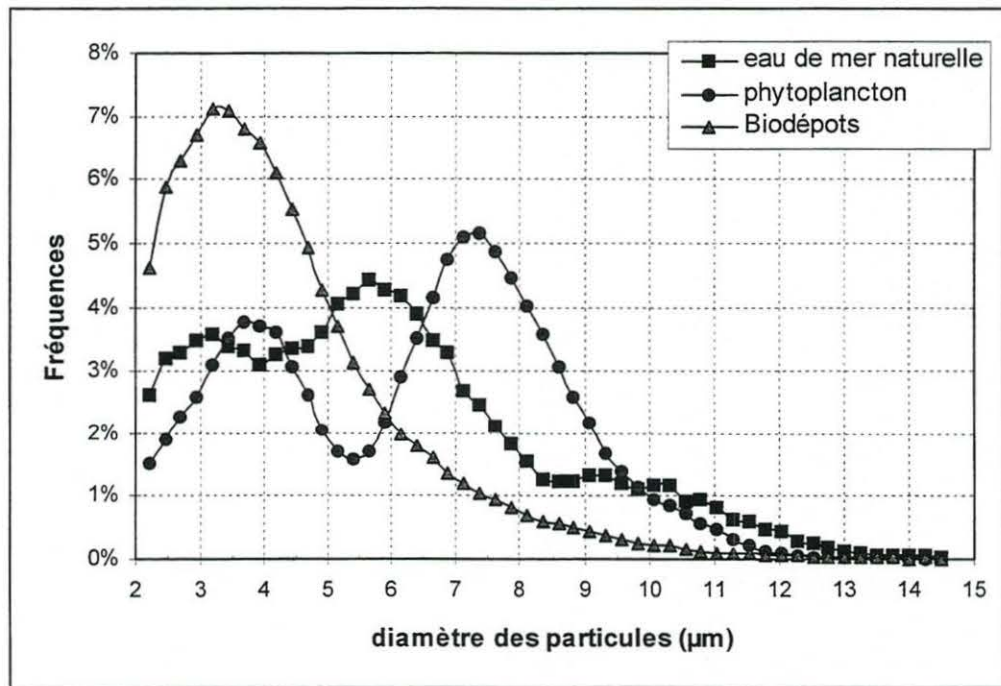


Fig 6 : Courbes de fréquences des spectres de particules des solutions utilisées

## 1.2. ESTIMATION DU TAUX D'ASSIMILATION ET DU TAUX DE RESPIRATION

Parallèlement à l'étude du spectre de rétention, nous avons réalisé une série de mesures destinées à réaliser un bilan énergétique de *Lanice conchilega*. A partir des taux d'assimilation, de filtration et de respiration, il est possible d'estimer le "potentiel de croissance". Ce potentiel de croissance représente la quantité d'énergie

potentielle disponible pour assurer l'ensemble des productions de l'animal. Il est calculé par la différence entre l'énergie assimilée (anabolisme) et l'énergie perdue par l'excrétion et le catabolisme de la respiration. L'excrétion, considérée comme négligeable, n'est pas prise en compte dans le calcul du bilan.

Afin de pouvoir déterminer ce potentiel de croissance, les animaux utilisés dans la détermination du spectre de rétention ont donc été utilisés pour déterminer les taux de respiration et d'assimilation.

### **1.2.1. TAUX DE RESPIRATION**

Ils sont enregistrés individuellement en continu et en milieu confiné pendant 30 à 60 mn au moyen d'une sonde à oxygène Orbisphère®. Un témoin de consommation d'oxygène est également réalisé en milieu confiné, sans animal, pour déduction ultérieure. Afin de maintenir les animaux dans un environnement non stressant, les mesures de respiration sont limitées à une désaturation en oxygène du milieu de l'ordre de 20 %. Les mesures individuelles sont standardisées à un individu de 1 g de poids sec selon Bayne et al. (1987).

### **1.2.2. TAUX D'ASSIMILATION**

Le taux d'assimilation est estimé par la méthode de Conover (Conover, 1966). Cette méthode requiert la collecte des particules en suspension (PES) dans la solution nutritive ainsi que des fèces de l'animal en quantité suffisante pour en permettre l'analyse des poids secs et des poids de cendres, après calcination. Les fèces sont prélevés à la pipette après avoir soumis l'animal, pendant 24 h, au régime alimentaire sélectionné. La différence entre le poids sec et le poids de cendres représente la fraction organique perdue par la calcination. L'étude de cette fraction organique dans la nourriture et dans les fèces va permettre une estimation du rendement d'assimilation de l'animal.

## **2. RESULTATS**

Cent quatre mesures ont été réalisées sur l'ensemble des trois types de nourriture testés. En dehors des mesures non significatives du fait d'une absence apparente d'activité du *Lanice*, des cas de dérive de l'appareil de mesure ont été observés. Une quarantaine d'enregistrements ont été retenus en vue de leur exploitation.

## 2.1. RETENTION ET FILTRATION DE *LANICE CONCHILEGA* EN FONCTION DU SPECTRE DE PARTICULES

Pour des raisons pratiques de traitement mathématique, la gamme du spectre de classes de taille, de 2 à 12  $\mu\text{m}$ , est réduit à 9 classes de taille (tab. 1).

N° de classe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Intervalle de Taille ( $\mu\text{m}$ )	2.21 2.70	2.70 3.44	3.44 4.42	4.42 5.64	5.64 7.12	7.12 8.84	8.84 11.05	11.05 13.51	13.51 16.94
Valeur centrale ( $\mu\text{m}$ )	2.46	3.07	3.93	5.03	6.38	7.98	9.95	12.28	15.23

Tab. 1 : Limites des classes de taille de particules.

### 2.1.1 EAU DE MER NATURELLE

Les résultats obtenus pour l'eau de mer naturelle sont résumés dans les figures 7 et 8.

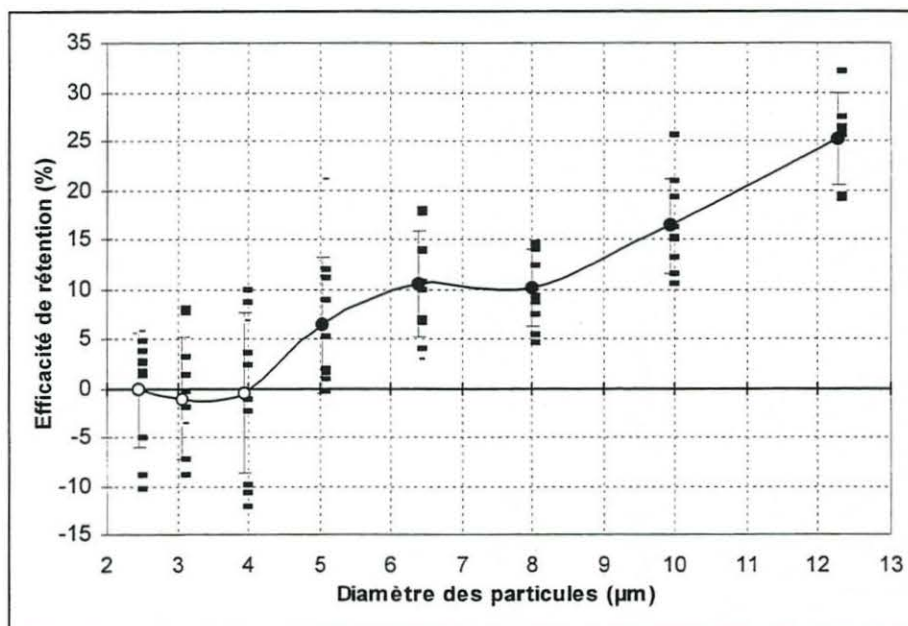


Fig. 7 : Efficacité de Rétention de *Lanice conchilega* en fonction du diamètre des particules en eau de mer naturelle. (- : valeurs initiales, ● : moyenne encadrée par l'écart-type). Les valeurs de rétention significatives ( $p < 0,05$ ) sont symbolisées par un cercle noir.

La rétention est significative sur les particules d'un diamètre supérieur à 4  $\mu\text{m}$ . Elle progresse régulièrement pour atteindre 25 % du volume particulaire dans les gammes de tailles les plus grandes (12  $\mu\text{m}$ ).

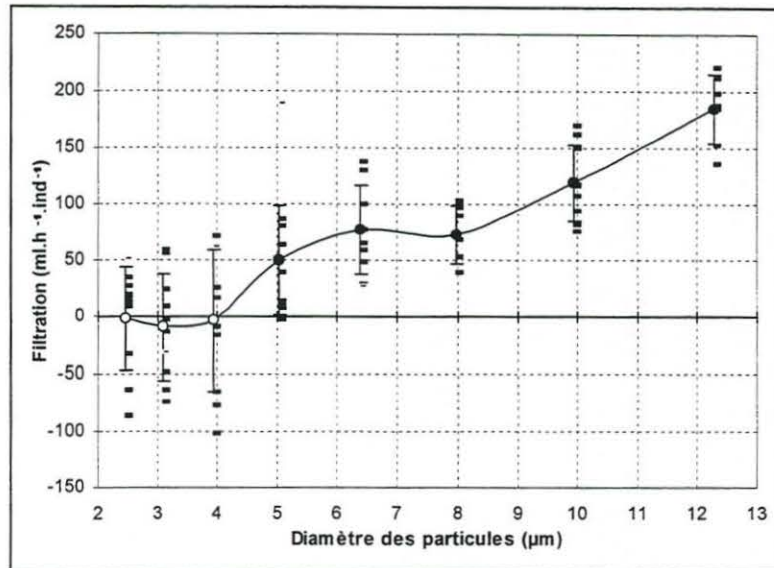


Fig. 8 : Taux de filtration de *Lanice conchilega* en fonction du diamètre des particules en eau de mer naturelle. (- : valeurs initiales, ● : moyenne encadrée par l'écart-type) Les valeurs de rétention significatives ( $p < 0,05$ ) sont symbolisées par un cercle noir.

Les taux de filtration varient de 50 à 180  $\text{ml.h}^{-1}.\text{ind}^{-1}$  pour les gammes de tailles les plus importantes (4 à 12  $\mu\text{m}$ ).

### 2.1.2 PHYTOPLANCTON

Les résultats sont présentés dans les figures 9 et 10. De façon similaire à l'alimentation en eau de mer, on observe une rétention pour les particules supérieures à 4  $\mu\text{m}$ . Par contre, la rétention devient nulle vers 6,5  $\mu\text{m}$  pour atteindre des valeurs de 20 à 30 % au-delà de 8  $\mu\text{m}$  (Fig. 9). Cette chute de l'efficacité de rétention correspond à l'intervalle entre les pics des deux souches phytoplanctoniques (Fig. 6). Par ailleurs, on observe une forte variabilité des mesures sur les petites gammes de taille, en particulier entre 6 et 7  $\mu\text{m}$ .

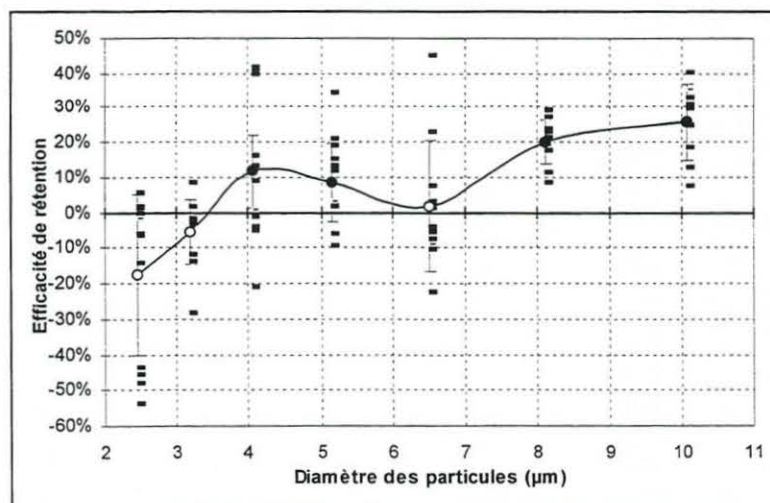


Fig. 9 : Efficacité de rétention de *Lanice conchilega* en fonction du diamètre des particules en présence exclusive de phytoplancton. (- : valeurs initiales, ● : moyenne encadrée par l'écart-type) Les valeurs de rétention significatives ( $p < 0,05$ ) sont symbolisées en noir (●).

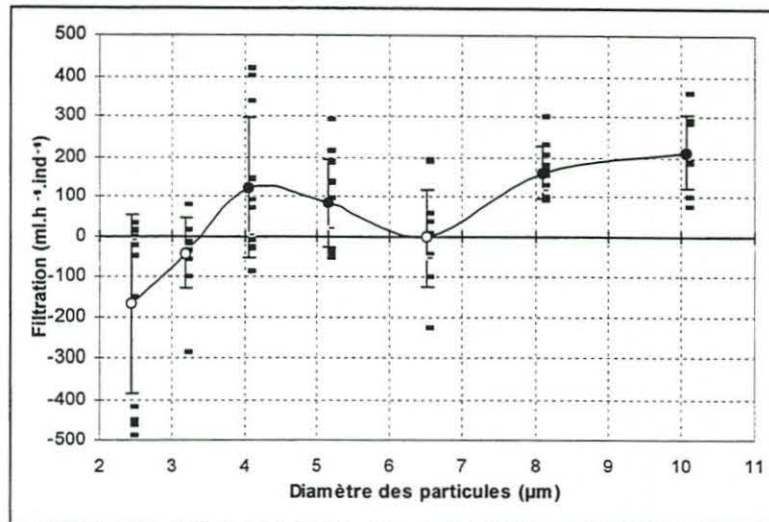


Fig. 10 : Taux de filtration de *Lanice conchilega* en fonction du diamètre des particules en présence exclusive de phytoplancton. (- : valeurs initiales, ● : moyenne encadrée par l'écart-type) Les valeurs de rétention significatives ( $p < 0,05$ ) sont symbolisées en noir (●).

Exception faite des particules appartenant à la gamme 5,64-7,12  $\mu\text{m}$ , les taux de filtration individuels calculés sont comparables à ceux observés avec l'eau de mer naturelle : 50 à 200  $\text{ml.h}^{-1}\text{.ind}^{-1}$ .(Fig. 10)

### 2.1.3 BIODEPOTS

Les résultats obtenus sont détaillés dans les figures 11 et 12. En présence de biodépôts, la rétention devient significative dès 4  $\mu\text{m}$ . Elle progresse régulièrement pour atteindre 30 % dans les plus grandes tailles (12  $\mu\text{m}$ ). Le taux de filtration individuel en présence de biodépôts montre une progression régulière depuis les particules de 4  $\mu\text{m}$  jusqu'à 12  $\mu\text{m}$ . Les mesures varient de 20 à 170  $\text{ml.h}^{-1}\text{.ind}^{-1}$  (Fig. 12).

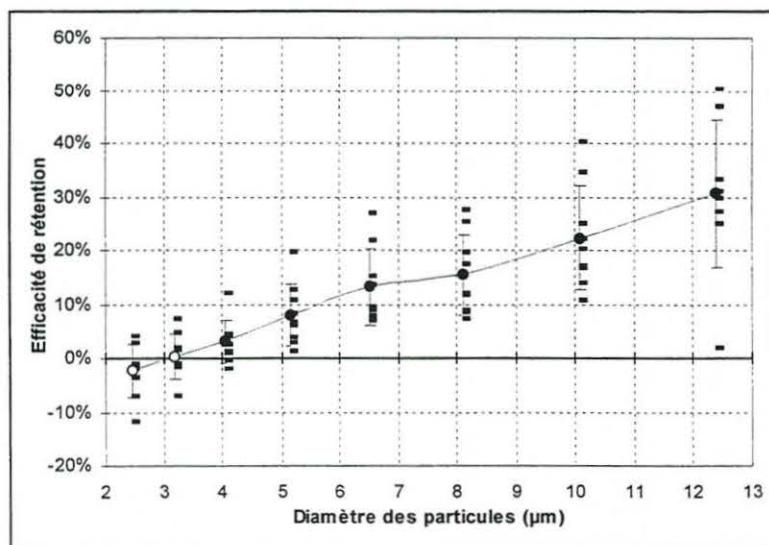


Fig. 11 : Efficacité de Rétention de *Lanice conchilega* en fonction du diamètre des particules en présence de Biodépôts. (- : valeurs initiales, ● : moyenne encadrée par l'écart-type) Les valeurs de rétention significatives ( $p < 0,05$ ) sont symbolisées en noir (●).

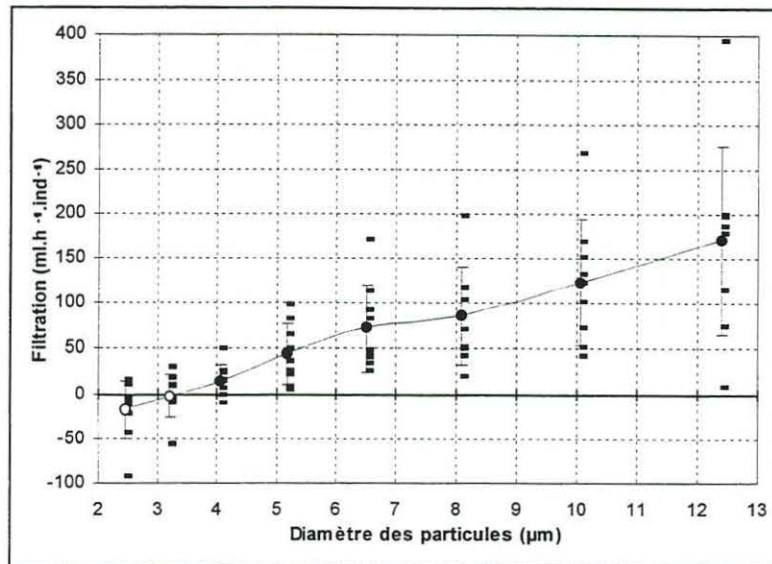


Fig. 12 : Taux de filtration de *Lanice conchilega* en fonction du diamètre des particules en présence de Biodépôts. (- : valeurs initiales, ● : moyenne encadrée par l'écart-type) Les valeurs de rétention significatives ( $p < 0,05$ ) sont symbolisées en noir.

## 2.2. COMPARAISON DES SPECTRES DE RETENTION DE *CRASSOSTREA GIGAS* ET *LANICE CONCHILEGA*

Quel que soit le régime alimentaire utilisé, la rétention de *Lanice conchilega* devient significative pour des particules supérieures à  $4\mu\text{m}$  (Fig. 13). Au-delà, l'efficacité de rétention augmente de manière quasi-linéaire pour l'alimentation en eau de mer naturelle et en biodépôts. En régime trophique phytoplanctonique, une baisse de rétention est observée pour les particules comprises entre  $5,64$  et  $7,12\mu\text{m}$ .

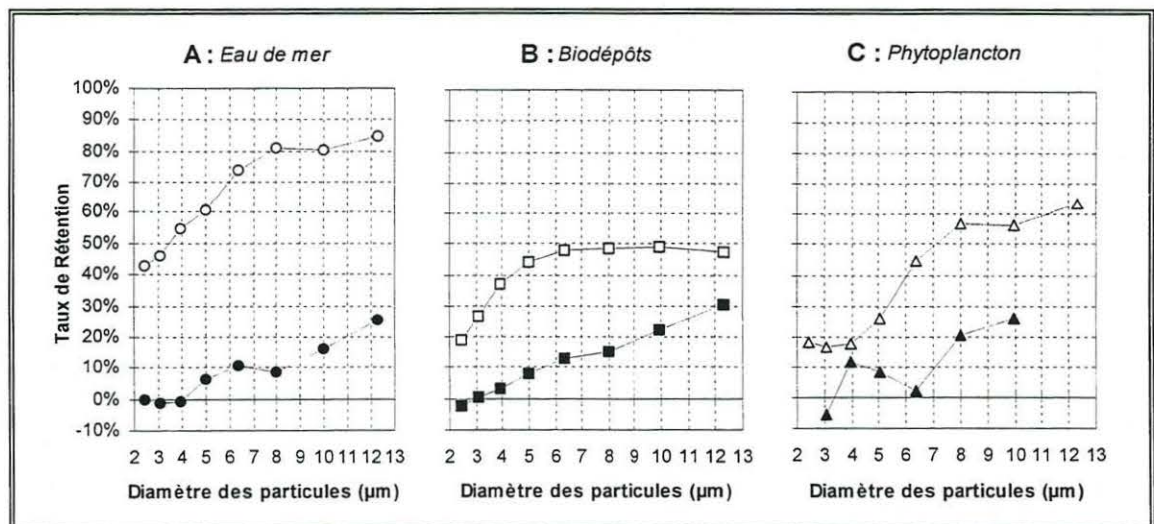


Fig. 13 : Efficacités de rétention comparées de *Lanice conchilega* et *Crassostrea gigas* pour les différents régimes alimentaires utilisés. A : Eau de mer, B : Biodépôts, C : Phytoplancton. (Noir : Données relatives à *Lanice conchilega* ; blanc : Données relatives à *Crassostrea gigas*.)

La rétention de l'huître est significative sur l'ensemble de la gamme de particules et systématiquement supérieure à celle de *Lanice conchilega* de 5 à 70 %. A partir de 7 à

8  $\mu\text{m}$ , la courbe d'efficacité atteint un plateau, avec une rétention maximum pour toutes les particules supérieures à 7  $\mu\text{m}$ .

Malgré les différences dans les taux de rétention observés, les deux espèces sont capables de retenir des particules dans les mêmes gammes de taille supérieures à 4  $\mu\text{m}$ . A la différence de *Crassostrea gigas*, dont le taux de rétention se stabilise à un seuil maximum, l'efficacité de rétention de *Lanice conchilega* continue d'augmenter.

### 2.3. STANDARDISATION DU TAUX DE FILTRATION GLOBAL

Les taux de filtration, de *Lanice conchilega* et *Crassostrea gigas*, ont été calculés pour chaque individu testé à partir de l'ensemble de la rétention sur toute la gamme significative du spectre de particules, puis standardisés au gramme de poids de chair sèche. Les résultats obtenus sont résumés dans les tableaux 2 et 3.

<i>Lanice conchilega</i>	Rétention (%)	Filtration (ml/h/ind)	Filtration Standard (l/h/gcs)
Biodépôts	0,133 ( $\pm$ 0,07)	73,91 ( $\pm$ 44,06)	0,14 ( $\pm$ 0,08)
eau de mer naturelle	0,132 ( $\pm$ 0,04)	97,05 ( $\pm$ 22,89)	0,23 ( $\pm$ 0,06)
phytoplancton	0,128 ( $\pm$ 0,05)	108,09 ( $\pm$ 58,46)	0,33 ( $\pm$ 0,14)
Phyto + Silt + Biodépôts	0,228 ( $\pm$ 0,03)	150,4 ( $\pm$ 27,25)	0,27 ( $\pm$ 0,06)

Tab. 2 : Résultats globaux de rétention et de taux de filtration standardisés pour *Lanice conchilega* selon les différents régimes alimentaires utilisés (Ecart type entre parenthèses).

<i>Crassostrea gigas</i>	Rétention (%)	Filtration (ml/h/ind)	Filtration Standard (l/h/gcs)
Biodépôts	0,461 ( $\pm$ 0,01)	2156,75 ( $\pm$ 250,69)	1,78 ( $\pm$ 0,21)
Eau de mer naturelle	0,805 ( $\pm$ 0,04)	4141,96 ( $\pm$ 626,89)	3,19 ( $\pm$ 0,49)
Phytoplancton	0,497 ( $\pm$ 0,1)	3012,68 ( $\pm$ 823,87)	2,33 ( $\pm$ 0,64)
Eau de mer + phyto + silt	0,635 ( $\pm$ 0,12)	3116,92 ( $\pm$ 274,18)	2,41 ( $\pm$ 0,21)

Tab. 3 : Résultats globaux de rétention et de taux de filtration standardisés pour *Crassostrea gigas* selon les différents régimes alimentaires utilisés (Ecart type entre parenthèses).

Globalement, sur l'ensemble du spectre de particules, on observe une efficacité de rétention largement supérieure chez *Crassostrea gigas* (de 46 à 80 % selon le régime alimentaire) que chez *Lanice conchilega* (de 10 à 13 %) (Fig. 19). **Le taux de rétention de *Lanice conchilega* représente donc de 16 à 30 % de celui de *Crassostrea gigas*.**

Cette tendance se répercute sur les taux de filtration individuels (Tab. 2 et 3). La différence entre l'efficacité de filtration des deux espèces reste importante (Fig. 15). **Les valeurs calculées sur *Lanice conchilega* représentent 7 à 14% de celles obtenues sur l'huître**, selon la nature du régime alimentaire.



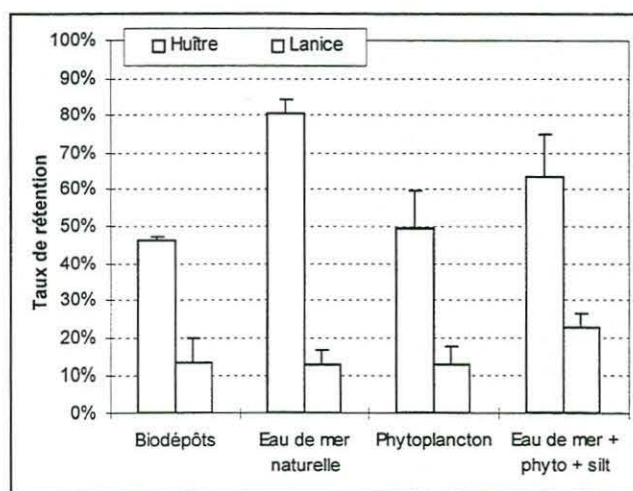


Fig. 14 : Comparaison des taux de rétention de *Crassostrea gigas* et *Lanice conchilega* pour chaque régime alimentaire utilisé (valeur moyenne et écart-type)

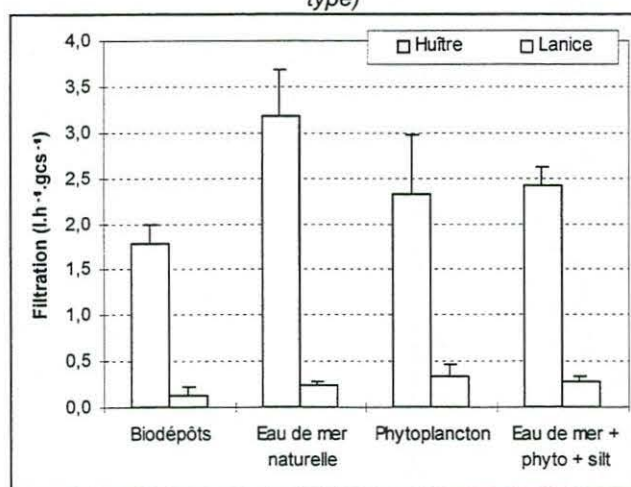


Fig. 15 : Comparaison des taux de filtration standardisé de *Crassostrea gigas* et *Lanice conchilega* pour chaque régime alimentaire utilisé (valeur moyenne et écart-type)

## 2.4. RENDEMENTS D'ASSIMILATION

Les mesures de rendements d'assimilation ont été réalisées en régime alimentaire constitué de biodépôts enrichis en phytoplancton et en particules minérales. A partir des teneurs en matière organique mesurées respectivement dans la nourriture et dans les fèces de l'animal, les taux d'assimilation sont calculés (tableau 4). Les taux d'assimilation obtenus pour les *Lanice* sont de 34 et 39 %, contre 49 % pour *Crassostrea gigas*.

Régime alimentaire	N° ind.	% organ. Aliment.	% organ. Fèces	Efficacité d'assim.
		(F)	(E)	(AE)
Biodépôts + Phytoplancton + Silt	Lanice 4	32.23	23.80	0.34
	Lanice 5	32.23	22.35	0.39
	Huître 1	32.23	19.51	0.49

Tab. 4 : Calcul de l'efficacité d'assimilation selon la méthode de Conover (1966)

## 2.5. TAUX DE RESPIRATION

Les taux de respiration standardisés de *Lanice conchilega* sont présentés dans le tableau 5.

Ils varient globalement de 0,16 à 0,34 ml.O<sub>2</sub>.h<sup>-1</sup>.gcs<sup>-1</sup> avec une valeur moyenne de l'ordre de **0,208 (±0,088) ml.O<sub>2</sub>.h<sup>-1</sup>.gcs<sup>-1</sup>**.

N°	Poids sec	Consom.	Consom.	Consom.
Ind.	(g)	(mg O <sub>2</sub> /h/ind)	(ml O <sub>2</sub> /h/ind)	(ml O <sub>2</sub> /h/gcs)
1	0,1113	0,082	0,058	0,245
2	0,1161	0,047	0,033	0,137
3	0,0717	0,087	0,061	0,346
4	0,0717	0,042	0,030	0,168
5	0,0660	0,052	0,036	0,219
6	0,0989	0,059	0,042	0,192
7	0,0383	0,037	0,026	0,223
8	0,0667	0,072	0,050	0,300
9	0,0831	0,013	0,009	0,046

Tab. 5 : mesures du taux de respiration réalisées sur 9 *Lanice conchilega*.

## 2.6. POTENTIEL DE CROISSANCE

Les Taux de production ont été évalués à partir de l'ensemble des résultats des mesures de rétention, d'assimilation et de respiration. Le taux de production obtenu pour *Lanice conchilega* est de **2,17 J.h<sup>-1</sup>.gcs<sup>-1</sup>** contre **63,72 J.h<sup>-1</sup>.gcs<sup>-1</sup>** pour *Crassostrea gigas*

## 2.7. IMPACT DE LA POPULATION DE *LANICE CONCHILEGA* SUR LA POPULATION DE *CRASSOSTREA GIGAS*.

Une estimation de la biomasse sèche d'huître au mètre carré aboutit à une valeur moyenne de **213,2 gcs.m<sup>-2</sup>** (± 10,61g). La biomasse moyenne de chair sèche de *Lanice conchilega* représente 148,5 mgcs.ind<sup>-1</sup>. Sur le site étudié, les densités observées de *Lanice conchilega* sont stables à des valeurs de l'ordre de 3 500 ind.m<sup>-2</sup>, correspondant à une biomasse totale estimée de **519,8 gcs.m<sup>-2</sup>**.

De façon théorique, les taux de filtration ramenés *in situ* à une surface de 1 m<sup>2</sup> sont respectivement de : **513,9 l.h<sup>-1</sup>** pour *Crassostrea gigas* et **140,3 l.h<sup>-1</sup>** pour *Lanice conchilega*. L'épuration de la colonne d'eau est donc assurée à plus de 21 % par la population de *Lanice conchilega*.

La respiration représente  $132.2 \text{ ml.O}_2.\text{h}^{-1}$  pour *Crassostrea gigas* et  $108,1 \text{ ml.O}_2.\text{h}^{-1}$  pour la population de *Lanice conchilega*. **La consommation d'oxygène est similaire entre les deux populations** (45 % pour la population de *Lanice conchilega*).

Le potentiel de croissance, estimé pour une surface d'un mètre carré, représente respectivement  $676 \text{ J.h}^{-1}.\text{m}^{-2}$  et  $13\,586 \text{ J.h}^{-1}.\text{m}^{-2}$  pour *Lanice conchilega* et *Crassostrea gigas*. Par conséquent, **le potentiel de croissance de *Lanice conchilega* ne représente que 5% de celui de *Crassostrea gigas*.**

### 3. DISCUSSION

Sur les trois types de régime alimentaire étudiés, les spectres de rétention de particules de *Lanice conchilega* montrent des taux comparables d'un point de vue qualitatif, au moins pour les gammes de particules les plus importantes. Chez *Lanice conchilega*, la rétention de particules en suspension devient **significative à partir de tailles voisines de  $4 \mu\text{m}$** . Au-delà, l'efficacité de rétention augmente de manière quasi linéaire avec la taille des particules. Les résultats obtenus sur *Crassostrea gigas* confirment ceux disponibles dans la littérature (Palmer et Williams, 1980 ; Barillé et al., 1993). L'huître est susceptible de retenir les particules dès  $2 \mu\text{m}$ . L'efficacité de rétention augmente progressivement pour atteindre un seuil maximum entre  $6$  et  $8 \mu\text{m}$ . **Globalement, nos résultats montrent la capacité de *Lanice conchilega* à prélever des particules en suspension dans des gammes de taille comparables à celles retenues par *Crassostrea gigas*. La compétition trophique est donc potentiellement effective.**

Toutefois, en ce qui concerne le régime trophique phytoplanctonique, on observe chez *Lanice conchilega* une absence de rétention sur les particules de la gamme  $5,6$  à  $7,1 \mu\text{m}$ . Les particules en suspension de cette gamme de taille correspondent à l'intervalle entre les deux souches phytoplanctoniques utilisées (Fig. 6). Outre une légère augmentation de l'erreur de l'appareil, due à la réduction du nombre de particules dans cette gamme de taille, la rétention semble donc avoir lieu "préférentiellement" sur les particules représentatives

des deux souches phytoplanctoniques. La question peut alors être posée d'une éventuelle rétention sélective des particules en suspension. Ce processus, a été démontré chez *Crassostrea gigas*, mais n'a pas fait l'objet d'une étude chez *Lanice conchilega*.

De plus, il n'a pas été possible de détecter une éventuelle rétention en-dessous de 4  $\mu\text{m}$ . Les valeurs négatives obtenues ne sont pas représentatives d'une production de particules dans l'enceinte "*Lanice*". Des phénomènes similaires ont été observés par d'autres auteurs sur *Mytilus edulis* pour des gammes de particules inférieures à 2  $\mu\text{m}$  (Vahl, 1972). Ils expliquent cette émission apparente de particules par des phénomènes d'agrégations ou de production de mucus. Les processus de rétention de particules chez les polychètes, et plus précisément chez *Lanice conchilega* n'ont été abordés que par Buhr (1976). La rétention a été mise en évidence par cet auteur sur des particules d'environ 7  $\mu\text{m}$  (phytoplancton : *Dunaliella marina*). Nos résultats montrent que *Lanice conchilega* est en mesure de retenir des particules plus petites.

En outre, dans la gamme de particules étudiées, nous n'avons pu mettre en évidence chez *Lanice conchilega* un maximum de rétention comme il existe chez *Crassostrea gigas*. Un ajustement du protocole expérimental, devrait permettre d'apporter une réponse quant au niveau de rétention maximum.

Chez *Crassostrea gigas*, les différences de valeurs de rétention observées en fonction des régimes alimentaires peuvent s'expliquer par des phénomènes de sélection des particules (Razet et al., 1990 ; Deslous-Paoli et al., 1992). Les différences de charges sestoniques dans chaque solution peuvent également influencer le niveau de rétention de *Crassostrea gigas* (Barillé et al., 1993).

D'un point de vue quantitatif, pour des individus comparables en taille à ceux utilisés dans la présente étude, Buhr (1976) détermine des taux de filtration individuels de l'ordre de **87 ml.h<sup>-1</sup>.ind<sup>-1</sup>**. Ces mesures ont été obtenues en présence d'un régime alimentaire constitué exclusivement de phytoplancton : *Dunaliella marina* (7,5 x 5,0  $\mu\text{m}$ ). Pour la même gamme de taille, nos résultats montrent un taux de filtration similaire de l'ordre de **50 à 90 ml.h<sup>-1</sup>.ind<sup>-1</sup>** selon le régime trophique, confirmant les résultats précédents malgré une méthodologie différente.

Les valeurs de filtration, standardisées à un animal de 1g de poids sec, montrent une grande disparité entre les deux espèces : de **1,78 à 3,19 l.h<sup>-1</sup>.gcs<sup>-1</sup>** pour *Crassostrea gigas*, contre **0,14 à 0,33 l.h<sup>-1</sup>.gcs<sup>-1</sup>** pour *Lanice conchilega*. Concernant l'huître, nos résultats confirment ceux de la littérature (2,2 l.h<sup>-1</sup>.gcs<sup>-1</sup>, Barillé et al. (1993)). Par contre, pour *Lanice conchilega*, aucune valeur comparative n'est disponible. Cependant, la différence marquée avec *Crassostrea gigas* peut s'expliquer par le fait que *Crassostrea gigas* présente

un mode alimentaire **exclusivement filtreur**, à la différence de *Lanice conchilega* qui ne peut être considéré comme filtreur strict. L'annélide ne crée pas un courant continu vers la bouche pour retenir les particules en suspension. **L'activité suspensivore de *Lanice* doit être considérée comme semi-active**. Selon nos observations comportementales réalisées en aquarium ainsi que dans les enceintes de mesure, *Lanice conchilega* déploie ses tentacules muqueux autour de son panache sableux pour retenir les particules présentes dans le flux. La production de mucus et les mouvements ciliaires développés tout au long des tentacules sont également révélateurs d'une part active dans la rétention.

Etant donné les différences développées par les deux espèces dans leur stratégie de rétention, il paraît donc logique d'observer une différence significative dans les efficacités de filtration respectives. **Malgré ces différences, et dans les conditions expérimentales définies, l'estimation du taux de filtration standardisé à un individu de 1g de poids sec montre que l'activité de *Lanice conchilega* atteint 14 % de celle de *Crassostrea gigas*.**

Le taux d'assimilation mesuré sur *Crassostrea gigas* (0,49) est conforme aux valeurs trouvées dans la littérature (Raillard et al., 1993). La valeur mesurée sur *Lanice conchilega* (individus 3 et 4), de 0,37, peut sembler faible en regard de valeurs proposées par Buhr (1976). Ce dernier obtient des taux d'assimilation variant de 43,3 à 90,2 %. Cependant, il est à noter que l'alimentation utilisée par Buhr (1976) (*Dunaliella marina*) présente une teneur organique supérieure à celle des régimes alimentaires que nous avons utilisés (92,4% pour *Dunaliella marina* contre 32 % dans le cas de notre expérimentation). Compte tenu de la rareté des données dans la littérature, il n'a pas été possible de comparer nos résultats avec d'autres auteurs. Gremare et al. (1989), dans un travail sur la modélisation de l'écophysiologie du térébellidé *Eupolyornia nebulosa*, n'est pas parvenu à déterminer expérimentalement la quantité de matière organique ingérée et assimilée. De plus, seuls deux *Lanice conchilega* ont été retenus sur les cinq testés. En effet, 3 *Lanice conchilega* présentaient un rendement d'assimilation négatif. Ce résultat peut être la conséquence de la faible quantité de fèces récoltée après 24 h. De plus en fin d'expérimentation, 6 semaines après le prélèvement sur le terrain, il est possible qu'une baisse significative de l'activité métabolique des individus testés soit à l'origine de ces rendements d'assimilation négatifs.

Les taux de respiration mesurés sur *Lanice conchilega* dans nos conditions expérimentales sont relativement variables. Les contraintes expérimentales ne nous ont pas permis de réaliser un nombre supérieur de mesures. L'extrapolation de nos résultats à une situation de terrain est donc à relativiser en fonction des difficultés que nous avons

rencontrées dans nos expérimentations. Cette simulation permet une approche quantitative de la compétition trophique dans des conditions environnementales particulières, sans tenir compte des facteurs environnementaux tels que la température, la capacité trophique du milieu, la charge particulaire, ou l'hydrodynamisme.

*Crassostrea gigas* présente un bilan métabolique significativement supérieur à celui de *Lanice conchilega* (respectivement  $63,72 \text{ J.h}^{-1}.\text{gcs}^{-1}$  contre  $2,17 \text{ J.h}^{-1}.\text{gcs}^{-1}$ ). Dans les conditions expérimentales définies, il paraissait logique qu'une espèce comme l'huître, particulièrement bien adaptée à la filtration, présente de tels résultats. **Cependant, nous avons montré que malgré la prédominance de *Crassostrea gigas*, les résultats obtenus sur *Lanice conchilega* sont loin d'être négligeables.** De plus, les mesures réalisées sur le terrain montrent qu'en terme de biomasse ramenée au mètre carré, le développement de la population de *Lanice conchilega* dépasse largement celle des huîtres cultivées ( $213,2 \text{ gcs au mètre carré pour } Crassostrea gigas$  contre  $519,8 \text{ gcs au mètre carré pour } Lanice conchilega$ , soit un rapport de près de 2,5 en faveur de l'annélide). En extrapolant les résultats obtenus en laboratoire sur le terrain, on obtient des taux de filtration ramenés au mètre carré de  $514 \text{ l.h}^{-1}.\text{m}^{-2}$  pour *Crassostrea gigas* contre  $140 \text{ l.h}^{-1}.\text{m}^{-2}$  pour *Lanice conchilega*. Sur les  $654 \text{ l}$  d'eau filtrés par les deux populations sur une surface de  $1 \text{ m}^2$ ,  $23,2 \%$  le sont par *Lanice conchilega*. **Cette proportion met en évidence la compétition trophique potentielle entre les deux espèces.** Malgré la différence dans l'estimation du taux de respiration des deux espèces, la quantité d'oxygène consommée par les deux populations est tout à fait comparable ( $108,1 \text{ ml.O}_2.\text{h}^{-1}.\text{m}^{-2}$  pour *Lanice conchilega* contre  $132,2 \text{ ml.O}_2.\text{h}^{-1}.\text{m}^{-2}$  pour *Crassostrea gigas*).

#### 4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'activité suspensivore de *Lanice conchilega* a bien été démontrée dans des conditions bien particulières de laboratoire. Il apparaît nécessaire de valider ces expériences par des expérimentations *in situ*. En particulier, la prise en compte de la variabilité des conditions environnementales (e.g. température, charge sestonique, capacité trophique du milieu) permettrait de compléter considérablement les résultats obtenus dans le présent travail. Le comportement trophique de *Crassostrea gigas* a déjà fait l'objet de nombreux travaux qui se sont concrétisés par la mise en place d'un "Modèle du comportement nutritionnel de l'Huître" (Raillard, 1993). Ce modèle, développé par l'IFREMER, constitue actuellement un outil de pointe essentiel dans la gestion de

l'écosystème ostréicole. Il permet en particulier la simulation de l'évolution de l'écosystème en fonction de la variation des caractéristiques environnementales. Le développement d'un tel modèle concernant la Baie des Veys est aujourd'hui envisageable, et implique la prise en compte de *Lanice conchilega* en temps que compétiteur de l'huître. Le présent travail constitue une première étape fondamentale dans cette démarche. La multiplicité de ces expérimentations permettrait la détermination des différents coefficients allométriques nécessaires à la mise en place d'un modèle "Lanice".

Parallèlement, et dans le cadre d'une approche globale de la biologie de *Lanice conchilega*, il serait intéressant de s'attacher à la nature des facteurs responsables du changement de comportement trophique, tout en vérifiant *in situ* cette compétition trophique. Buhr (1976) émet l'hypothèse d'une densité dépendance responsable de la transition du mode déposivore à suspensivore, et donc d'un facteur purement physique. Cependant, on peut également s'interroger sur le rôle de la disponibilité en nourriture du milieu, et en particulier de l'influence de la production des biodépôts en provenance de *Crassostrea gigas* (Dinet, 1990). L'enrichissement de la colonne d'eau en particules organiques sur le site ostréicole pourrait être un facteur important dans le choix du comportement alimentaire de *Lanice conchilega*.

---

---

## CHAPITRE II

---

---

### SUIVI DE CROISSANCE

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>28</b>
1.1. REPRODUCTION ET DEVELOPPEMENT DE LANICE CONCHILEGA .....	28
1.2. ECHANTILLONNAGE .....	29
<b>2. RESULTATS DU SUIVI DE CROISSANCE .....</b>	<b>31</b>
2.1. FLUCTUATION DE DENSITES .....	31
2.2. DYNAMIQUE DE POPULATION.....	32
<b>3. STRATEGIE DE COLONISATION ET RECRUTEMENT .....</b>	<b>34</b>
3.1. PERIODE DE RECRUTEMENT .....	34
3.2. COLONISATION D'ADULTES : MIGRATION.....	35
3.2.1. <i>Accroissement hivernal de la population</i> .....	35
3.2.2. <i>Colonisation Printanière</i> .....	37
3.3. ORIGINALITE DU RECRUTEMENT DE JUVENILES .....	38
3.3.1. <i>En période hivernale</i> .....	39
3.3.2. <i>En période estivale</i> .....	40
<b>4. CONCLUSION.....</b>	<b>40</b>
STRATEGIE DE RECRUTEMENT .....	41
STRUCTURE DEMOGRAPHIQUE.....	42



# SUIVI DE CROISSANCE

## 1. INTRODUCTION

Les travaux de Buhr (1976) et Féral (1988) ont démontré que le diamètre intérieur du tube sableux représentait un paramètre statistiquement représentatif de la masse de l'individu, et par conséquent de son degré de croissance. Il résulte donc que la taille du tube (diamètre interne du tube sableux) est indicatrice de l'âge de l'animal.

Parmi les événements majeurs caractérisant le devenir d'une population, le renouvellement des générations, ou recrutement, joue un rôle essentiel. C'est pourquoi, dans le cadre du travail réalisé sur le secteur de Grandcamp-maisy, a été mis en place un suivi de croissance de la population. L'objectif principal de ce suivi est de pouvoir déterminer les périodes particulières de recrutement et de mortalité propres à ce secteur. En effet, les stratégies d'aménagement développées par les professionnels (e.g. hersage, passage de lames) vont présenter une efficacité plus ou moins convaincante en fonction des périodes où ces actions de lutte sont menées.

### 1.1. REPRODUCTION ET DEVELOPPEMENT DE *LANICE CONCHILEGA*

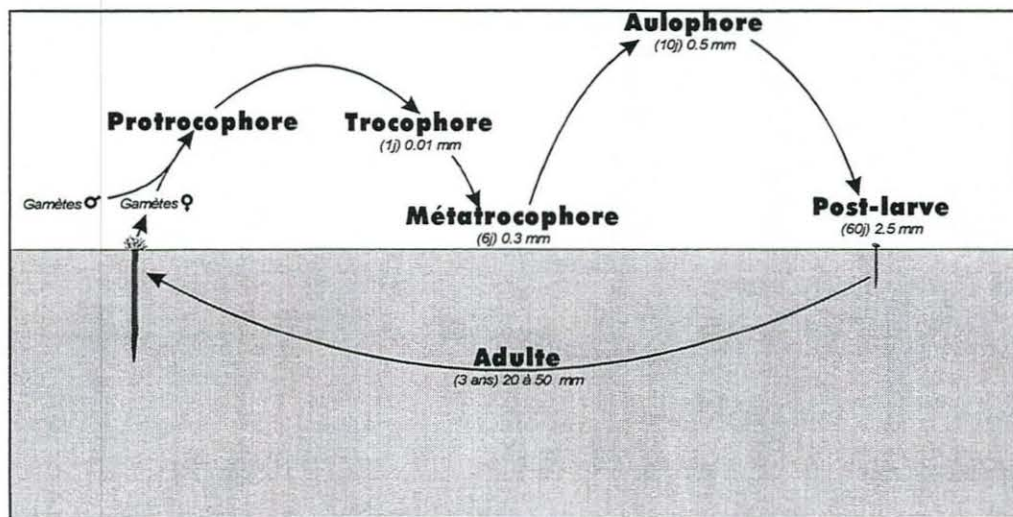


Fig 16 : Cycle benthopélagique de reproduction de *Lanice conchilega*.  
(age en jours et longueur de la larve)

*Lanice conchilega* est une espèce gonochorique comme la plupart des polychètes. L'émission des produits génitaux et la fécondation se produisent dans l'eau de mer (Féral, 1988). Le développement, indirect, passe par différents stades larvaires qui sont caractérisés par leur nature pélagique ou benthique en fonction des stades. Les stades protrochophore et trochophore sont pélagiques. Durant le stade suivant, métatrochophore, la larve va tomber sur le sédiment et constituer un premier tube chargé de "détrit". La larve entreprend ensuite une seconde phase pélagique (stade aulophore). Au cours de celle-ci,

*Lanice conchilega* possède une mobilité verticale, et va utiliser les différents courants rencontrés dans la colonne d'eau pour ces déplacements. Au bout de deux mois, la larve va tomber au fond et subir son ultime métamorphose (Post-larve).

Les travaux d'Heimler (1981) et Féral (1988) ont mis en évidence la longévité de *Lanice conchilega*. En effet, cet annélide sédentaire est susceptible de coloniser durablement le sédiment. Ces auteurs sont parvenus à estimer la durée de vie de *Lanice conchilega* à près de 3 ans.

## 1.2. ECHANTILLONNAGE

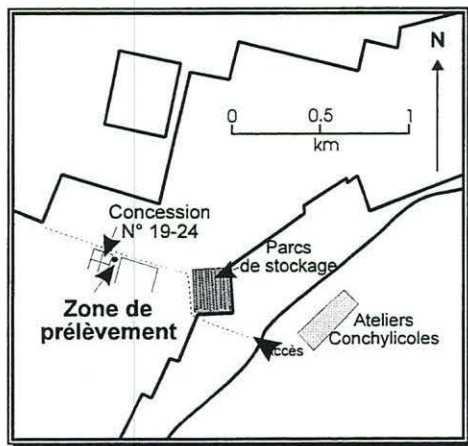


Fig 17 :Zone de prélèvement

Ce suivi de croissance, mis en place depuis le mois de juin 1994, a été mené selon un rythme bi-hebdomadaire jusqu'au mois de septembre 1994, puis selon un rythme mensuel jusqu'à octobre 1995. Nous disposons actuellement d'un total de 16 mois de suivi. La station a été choisie dans la zone centrale du secteur ostréicole, zone présentant des densités de l'ordre de 3 000 à 3 500 ind./m<sup>2</sup> (fig 17).

Le prélèvement est effectué à l'aide d'un carottier TASM de 1/50<sup>ème</sup> de m<sup>2</sup> (diamètre de 25 cm) sur une profondeur de 30 cm (Souza Reis, 1978). L'échantillon est ensuite délicatement tamisé sur une maille carrée de 1 mm. La capture de *Lanice conchilega* est très aléatoire du fait de la capacité de l'annélide à se retourner dans son tube et à descendre à plus de 50 cm de profondeur. Tous les tubes prélevés ne sont donc pas forcément occupés. De ce fait, seuls les tubes pourvus d'un panache et/ou présentant une rigidité dans les 15 premiers centimètres sont retenus pour l'estimation de la densité.

A l'occasion de chaque campagne, 5 prélèvements sont effectués permettant de récupérer entre 200 et 400 individus (*surface totale de prélèvement* : 0,1 m<sup>2</sup>). Chaque tube fait l'objet d'une mesure de diamètre à l'aide d'un instrument métallique de forme conique, étalonné de 1,4 à 5,6 mm tous les 0,2 mm. Parallèlement, une évaluation de l'abondance spécifique ramenée à un mètre carré est effectuée.

## VALIDATION DE L'ESTIMATION DE LA DENSITE :

Le nombre minimum de prélèvements nécessaires pour que la densité soit convenablement estimée peut être calculé par la méthode de Healy (1962) à partir de la formule :

$$t_h = \frac{m \times \sqrt{n}}{\sigma}$$

avec : m = moyenne de l'échantillon.  
n = Nombre de prélèvements réalisés.  
σ = Ecart-type.

Le nombre d'échantillon (n) est considéré comme suffisant lorsque la valeur calculée de "t<sub>h</sub>" devient supérieur au "t" de la table de student, pour (n-1) degré de liberté, à un seuil de signification de 5 % (*significatif*), 1 % (*hautement significatif*), 0,1 % (*très hautement significatif*).

	n	ddl	m	σ	Th calc	Signif
13/06/1994	2	1	27.0	1.41	27.00	p<5%
13/06/1994	3	2	24.0	5.29	7.86	p<1%
13/06/1994	4	3	21.5	6.61	6.51	p<1%
13/06/1994	5	4	20.0	6.63	6.74	p<0.1%
28/06/1994	2	1	72.0	1.41	72.00	p<1%
28/06/1994	3	2	69.7	4.16	28.98	p<0.5%
28/06/1994	4	3	68.0	4.76	28.57	p<0.1%
28/06/1994	5	4	65.0	7.87	18.46	p<0.1%
11/07/1994	2	1	70.5	6.36	15.67	p<5%
11/07/1994	3	2	69.0	5.20	23.00	p<0.5%
11/07/1994	4	3	68.0	4.69	29.00	p<0.1%
11/07/1994	5	4	65.4	7.09	20.62	p<0.1%
25/07/1994	2	1	65.5	0.71	131.00	p<0.5%
25/07/1994	3	2	67.7	3.79	30.96	p<0.5%
25/07/1994	4	3	69.0	4.08	33.80	p<0.1%
25/07/1994	5	4	70.6	5.03	31.39	p<0.1%
09/08/1994	2	1	66.5	0.71	133.00	p<0.5%
09/08/1994	3	2	58.7	13.58	7.48	p<1%
09/08/1994	4	3	57.0	11.58	9.85	p<0.1%
09/08/1994	5	4	64.6	19.73	7.32	p<0.1%
24/08/1994	2	1	71.5	7.78	13.00	p<5%
24/08/1994	3	2	78.3	13.05	10.40	p<1%
24/08/1994	4	3	83.3	14.50	11.48	p<0.1%
24/08/1994	5	4	86.6	14.62	13.24	p<0.1%
08/09/1994	2	1	74.0	1.41	74.00	p<1%
08/09/1994	3	2	72.7	2.52	50.01	p<0.1%
08/09/1994	4	3	68.0	9.56	14.23	p<0.1%
08/09/1994	5	4	61.8	16.15	8.56	p<0.1%
23/09/1994	2	1	47.5	2.12	31.67	p<5%
23/09/1994	3	2	52.7	9.07	10.05	p<1%
23/09/1994	4	3	55.5	9.33	11.90	p<0.1%
23/09/1994	5	4	60.2	13.26	10.16	p<0.1%
10/10/1994	2	1	61.0	4.24	20.33	p<5%
10/10/1994	3	2	59.7	3.79	27.30	p<0.5%
10/10/1994	4	3	57.8	4.92	23.45	p<0.1%
10/10/1994	5	4	54.8	7.85	15.60	p<0.1%
16/11/1994	2	1	65.5	3.54	26.20	p<5%
16/11/1994	3	2	62.3	6.03	17.91	p<0.5%
16/11/1994	4	3	57.8	10.40	11.10	p<0.1%
16/11/1994	5	4	53.0	13.93	8.51	p<0.1%
19/12/1994	2	1	37.0	1.41	37.00	p<5%
19/12/1994	3	2	37.7	1.53	42.71	p<0.1%
19/12/1994	4	3	39.8	4.35	18.28	p<0.1%
19/12/1994	5	4	43.2	8.58	11.25	p<0.1%
06/01/1995	2	1	66.5	0.71	133.00	p<0.5%
06/01/1995	3	2	63.7	4.93	22.35	p<0.5%
06/01/1995	4	3	58.8	10.63	11.06	p<0.1%
06/01/1995	5	4	55.0	12.45	9.88	p<0.1%
21/02/1995	2	1	57.0	1.41	57.00	p<5%
21/02/1995	3	2	67.3	17.93	6.51	p<5%
21/02/1995	4	3	68.3	14.75	9.25	p<0.1%
21/02/1995	5	4	67.0	13.08	11.46	p<0.1%
22/03/1995	2	1	41.0	2.83	20.50	p<5%
22/03/1995	3	2	37.0	7.21	8.89	p<1%
22/03/1995	4	3	42.3	12.04	7.02	p<1%
22/03/1995	5	4	46.4	13.96	7.43	p<0.1%
19/04/1995	2	1	50.0	1.41	50.00	p<5%
19/04/1995	3	2	46.7	5.86	13.79	p<1%
19/04/1995	4	3	44.8	6.13	14.60	p<0.1%
19/04/1995	5	4	43.2	6.34	15.24	p<0.1%
19/05/1995	2	1	52.5	3.54	21.00	p<5%
19/05/1995	3	2	52.0	2.65	34.04	p<0.1%
19/05/1995	4	3	52.0	2.16	48.14	p<0.1%
19/05/1995	5	4	51.6	2.07	55.64	p<0.1%
02/06/1995	2	1	62.5	0.71	125.00	p<1%
02/06/1995	3	2	64.0	2.65	41.90	p<0.1%
02/06/1995	4	3	69.0	10.23	13.49	p<0.1%
02/06/1995	5	4	67.2	9.73	15.44	p<0.1%
16/06/1995	2	1	64.0	2.83	32.00	p<5%
16/06/1995	3	2	70.7	11.72	10.44	p<1%
16/06/1995	4	3	68.5	10.50	13.04	p<0.1%
16/06/1995	5	4	65.2	11.71	12.45	p<0.1%
18/07/1995	2	1	82.0	7.07	16.40	p<5%
18/07/1995	3	2	78.3	8.08	16.79	p<0.5%
18/07/1995	4	3	78.0	6.63	23.52	p<0.1%
18/07/1995	5	4	72.2	14.18	11.38	p<0.1%
23/08/1995	2	1	82.0	1.41	82.00	p<1%
23/08/1995	3	2	87.3	9.29	16.28	p<0.5%
23/08/1995	4	3	84.5	9.47	17.85	p<0.1%
23/08/1995	5	4	79.2	14.41	12.29	p<0.1%
27/09/1995	2	1	96.5	3.54	38.60	p<5%
27/09/1995	3	2	97.3	2.89	58.40	p<0.1%
27/09/1995	4	3	91.8	11.41	16.08	p<0.1%
27/09/1995	5	4	86.2	15.87	12.15	p<0.1%
25/10/1995	2	1	80.5	4.95	23.00	p<5%
25/10/1995	3	2	79.0	4.36	31.39	p<0.5%
25/10/1995	4	3	76.8	5.74	26.75	p<0.1%
25/10/1995	5	4	72.0	11.73	13.73	p<0.1%

Fig 18 : Validation de l'estimation de la densité selon la technique de Healy (1962)

D'après ce test, il apparaît qu'un nombre de 2 échantillons est suffisant pour avoir une bonne estimation de la densité de la population de *Lanice conchilega* au seuil de 95 %. L'effort d'échantillonnage est augmenté à 5 échantillons pour permettre de disposer d'un nombre d'individus important nécessaire à l'évaluation des classes de tailles. **L'estimation de la densité est alors systématiquement très hautement significative au seuil de 0,1 %.**

## 2. RESULTATS DU SUIVI DE CROISSANCE

### 2.1. FLUCTUATION DE DENSITES

Le résultat du suivi d'abondance est le suivant :

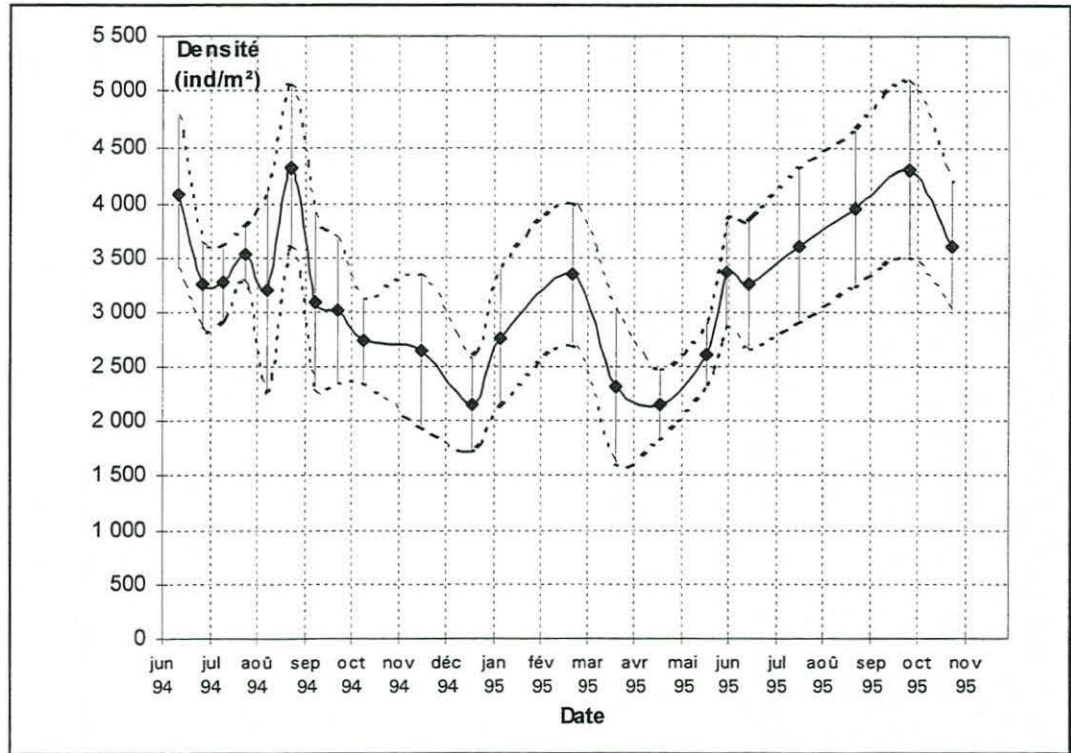


Fig 19 : Evolution temporelle de la densité au m<sup>2</sup> de *Lanice conchilega* sur la station faisant l'objet du suivi de croissance de la population. (moyenne encadrée de l'écart-type)

La population de *Lanice conchilega* étudiée présente des fluctuations d'abondance très importantes. Globalement, durant la période été/automne de 1994 (de juin à décembre), l'abondance présente une diminution de plus de 50 % (de 4090 ind./m<sup>2</sup> à 2160 ind./m<sup>2</sup>). Durant l'hiver 94/95 (de décembre à mai) on observe une période de forte augmentation pour atteindre en février 1995 des densités comparables à celles de l'été 1994 (3 350 ind./m<sup>2</sup>). Un déficit important apparaît entre les mois de février et d'avril 1995, rétablissant la population à la situation du mois de décembre 1994 (2 160 ind./m<sup>2</sup>). A partir du mois d'avril et jusqu'en septembre 1995, la population ne cesse de croître pour atteindre le niveau record de 4 310 ind./m<sup>2</sup>. La dernière campagne effectuée en octobre semble montrer que, de nouveau, la tendance est à la baisse avec une diminution de la densité à 3 600 ind./m<sup>2</sup>.

La population de *Lanice conchilega* est caractérisée par de très fortes fluctuations d'abondance corroborant les résultats de suivis obtenus par Féral (1988). Globalement, la tendance générale montre une décroissance de la population en période hivernale suivi d'une recrudescence en période estivale. Cependant, cette tendance générale est entrecoupée de périodes tout à fait particulières d'accroissement considérable. C'est le cas à

la fin du mois d'août 1994 ainsi qu'en janvier et février 1995. Toutefois, au cours de ces deux périodes, ce phénomène de recrutement n'aboutit pas. La population ne s'accroît pas par ces "apports démographiques".

Par contre, à partir du mois de mai 1995, la population présente une augmentation beaucoup plus constante et stable dans le temps jusqu'au mois de septembre. Il semble que ce soit la seule période de l'année où le recrutement s'effectue.

Durant l'été 1994, cette tendance au recrutement ne présente pas la même efficacité qu'en 1995. Cependant, il est important de noter que dans le courant du mois de mai, les professionnels ont effectué une campagne de "nettoyage" dans une concession voisine. A l'aide d'engins de chantier, il ont retiré une couche de sédiment d'environ 40 centimètres. La population suivie peut avoir été perturbée par ces travaux de terrassement et de remise à niveau.

## 2.2. DYNAMIQUE DE POPULATION

L'objectif de ce suivi est donc de pouvoir déterminer la ou les périodes durant lesquelles le recrutement de la population a lieu. Cette période est classiquement caractérisée par l'apparition d'un très grand nombre d'individus juvéniles de taille fortement inférieure à la moyenne de la population. Tous les individus issus d'un même recrutement constituent ce que l'on appelle une cohorte. L'ensemble de la population est donc constituée de plusieurs cohortes issues des différents recrutements. Le suivi d'une cohorte au cours du temps jusqu'à sa disparition permet de connaître la durée de vie de l'animal.

Les résultats du suivi de croissance sont présentés sur la figure 20. La population présente deux caractéristiques parfaitement visibles :

- ↳ Il n'existe pas au cours de l'année de périodes spécifiques à un recrutement en masse de juvéniles. On n'observe donc pas d'explosion démographique. Seuls les mois de juillet et août 1994 semblent présenter un recrutement de juvénile. Toutefois, ce recrutement est tout à fait insignifiant au regard de l'ensemble de la population (inférieur à 5 % le 24/08/95).
- ↳ La population ne présente pas, au cours de l'année, différentes cohortes bien individualisées. Elle semble unimodale (variant autour de 3.5 mm). Seuls les mois de septembre 1994, avril 1995, septembre 1995 et octobre 1995 présentent une légère dissymétrie laissant supposer la présence simultanée de plusieurs cohortes.

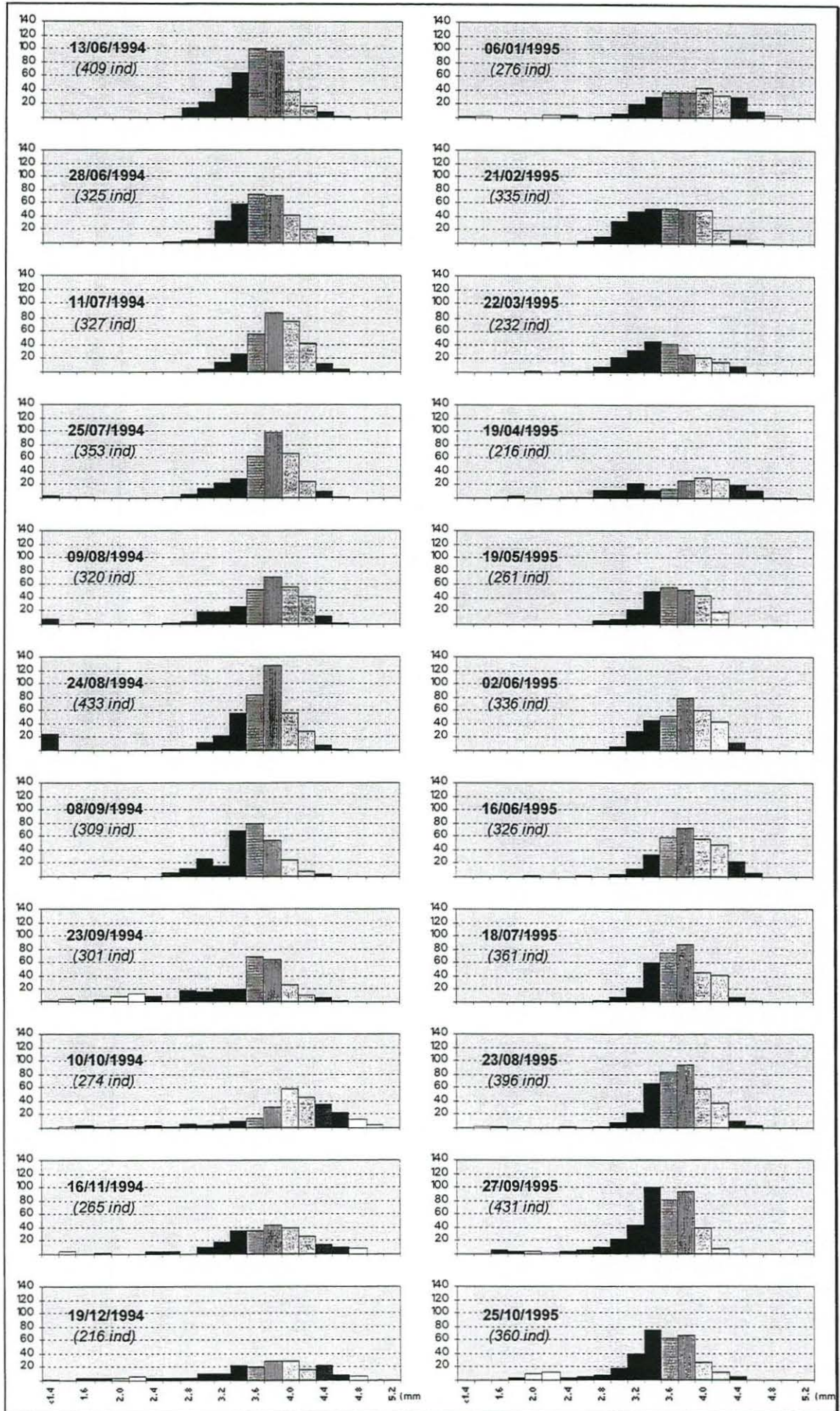


Fig 20 : Résultats du suivi de la population de *Lanice conchilega* : Abondance par classe de taille.

L'observation plus détaillée montre que durant toute l'année, on observe la présence, dans la population, d'annélides de taille beaucoup plus petite que la moyenne (< 2,8 mm). Seuls les mois de mai à juillet ne présentent pas cette caractéristique. Il y a donc, au cours de toute l'année, apport de jeunes *Lanice conchilega* au sein de la population déjà installée. Cet apport est plus ou moins important au cours de l'année, et devient vraiment significatif à la fin de l'automne (septembre à décembre 1994) et à partir de la fin du mois d'août 1995.

La mortalité hivernale des adultes apparaît très nettement entre octobre 1994 et mai 1995. On notera par ailleurs que les conditions environnementales durant l'hiver 1994-1995 ont été particulières, avec des températures anormalement hautes.

### 3. STRATEGIE DE COLONISATION ET RECRUTEMENT

#### 3.1. PERIODE DE RECRUTEMENT

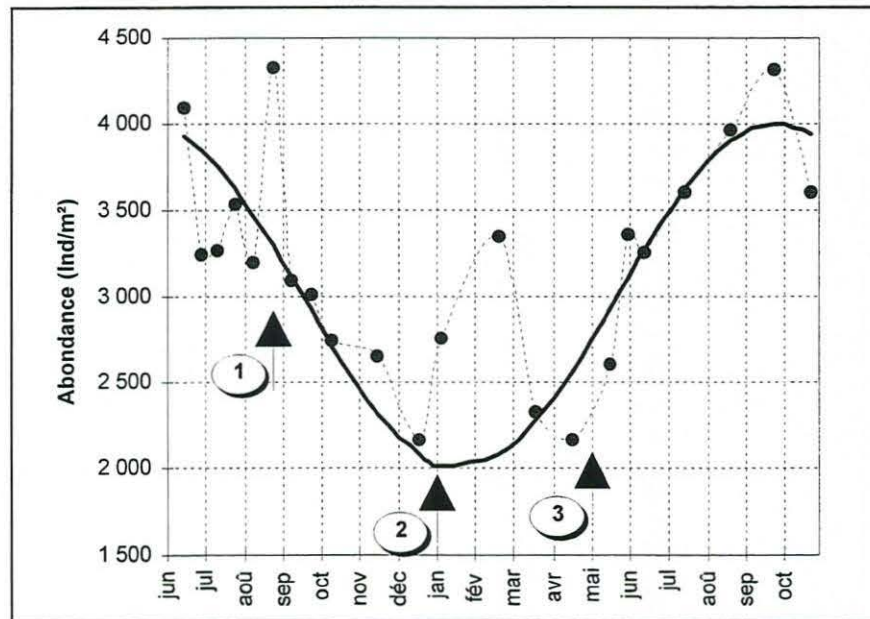


Fig 21 : Tendence générale évolutive de la population de *Lanice conchilega*.

Globalement, on observe au cours de l'année du suivi une tendance générale à la baisse durant la période hivernale (cf fig 21). A la fin du mois d'août 1994, on observe une augmentation soudaine de la densité (① : + 35 %). Cet accroissement n'est cependant pas durable puisque dès le mois de septembre les densités observées sont comparables à celles du début du mois d'août. Ce phénomène se répète durant le mois de janvier. Il persiste jusqu'en février (② : + 55 %), sans pour autant aboutir. Courant avril, la totalité du "recrutement" du mois de janvier a disparu.

Par contre, au début du mois de mai 1995, un nouvel accroissement de la population a lieu et se prolonge durant toute la période estivale.

La population de *Lanice conchilega* présente un potentiel de recrutement continue durant toute l'année. Cependant, le succès de ce recrutement semble lié à un facteur externe. L'accroissement de la population ne peut avoir lieu qu'en conditions favorables (e.g. saison, photopériode, apports d'eau douce..).

### 3.2. COLONISATION D'ADULTES : MIGRATION

La population, de type unimodale avec une taille moyenne distribuée autour de 3.5 mm (fig 20), subit de grandes fluctuations causées d'une part par la mortalité des individus les plus âgés, et d'autre part par l'arrivée de nouvelles "recrues" dans la population. Cependant, face à l'absence quasi générale d'individus de petite taille (< 2.8 mm), se pose la question du déterminisme du recrutement de cette population.

#### 3.2.1. ACCROISSEMENT HIVERNAL DE LA POPULATION

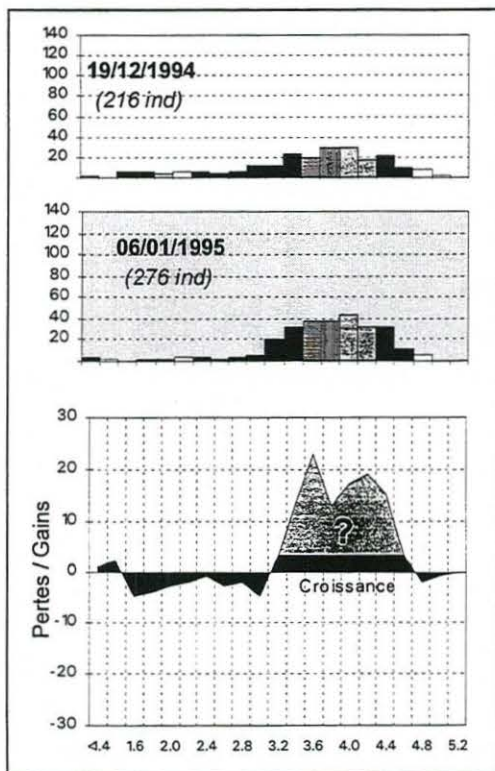


Fig 22 : Bilan comparatif des pertes et des gains par classes de taille entre décembre 1994 et janvier 1995.

Si l'on réalise un bilan comparatif entre les mois de janvier et février 1995 (zone ② fig 21), on observe un accroissement de la population. L'hypothèse d'un recrutement de juvéniles entre les deux périodes d'échantillonnage est exclue. En effet, la vitesse de croissance individuelle (diamètre intérieur du tube sableux) répond à une fonction puissance (Féral, 1988). D'après cet auteur, l'accroissement maximum observable sur 30 jours (correspondant au pas d'échantillonnage) est de 0,2 mm pour les individus les plus petits (1.2 mm de diamètre). Pour ceux correspondant aux classes de tailles concernées (3,2 à 4,6 mm) la croissance représenterait respectivement 0,08 à 0,05 mm.

Par différence entre les abondances de chaque classe de taille, il est possible de déterminer la nature des "recrues" (fig 22).

Les pertes observées dans les petites tailles (< 3 mm) peuvent correspondre à une croissance des individus permettant un changement de classe de taille (*zone sombre*). Cependant, cette croissance ne peut mathématiquement pas être responsable de la totalité du gain d'individus compris entre 3,2 et 4,6 mm. Pour les individus de taille comprise entre 3,2 et 4,6 mm, le gain observé entre les deux échantillons de décembre 94 et janvier 95 est



statistiquement validé et ne peut être considéré comme une fluctuation aléatoire lié à l'échantillonnage (*Protocole de Mann-Whitney (Scherrer, 1984) appliqué sur l'ensemble des individus compris entre 3,2 et 4,6 mm des deux échantillons (10 répliques), La probabilité que la différence soit liée au hasard est de 3.6 %. La différence est donc significative au seuil de 5%*). Cela implique que la majorité de l'accroissement de la population (*Zone Claire*) ne peut être expliquée que par **un apport extérieur d'individus déjà adultes**.

Un phénomène tout à fait similaire s'observe entre janvier et février (fig 23). La croissance de la population ne peut être imputée qu'à un apport extérieur d'adultes (*Mann-Whitney,  $p < 5%$* ). L'augmentation de densité est toutefois ralentie par une forte mortalité chez les individus les plus âgés ( $> 4$  mm).

L'accroissement de la population observé en période hivernale (janvier et février 1995) n'est donc pas la conséquence d'un phénomène de recrutement de juvéniles. Il semble bien au contraire que la **population de *Lanice conchilega* bénéficie d'un apport extérieur d'individus déjà adultes que l'on peut assimiler à une "migration"**.

La présence sur le terrain de nombreux tubes sableux abandonnés à la surface du sédiment est susceptible de confirmer cette hypothèse.

Durant les mois de mars et d'avril 1995, l'effondrement de la population est dû exclusivement à une mortalité massive dans l'ensemble de la population (fig 24).

Au mois de mars 1995, la population a rejoint son niveau de décembre 1994. Le bilan global des pertes et gains par classe de taille sur les 3 mois (fig 25) montre que chaque perte est compensée par un gain dans les classes de taille supérieures. Pendant cette période on observe donc une simple croissance de la population. Il semble par contre que les individus extérieurs "recrutés" durant cette période aient totalement disparus, les conditions environnementales ne permettant sans doute pas leur fixation définitive.

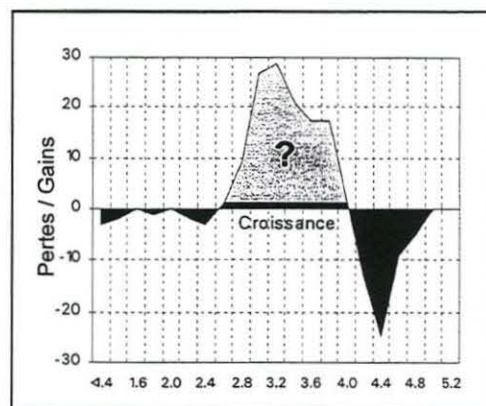


Fig 23 : Bilan comparatif des pertes et des gains par classes de taille entre janvier et février 1995.

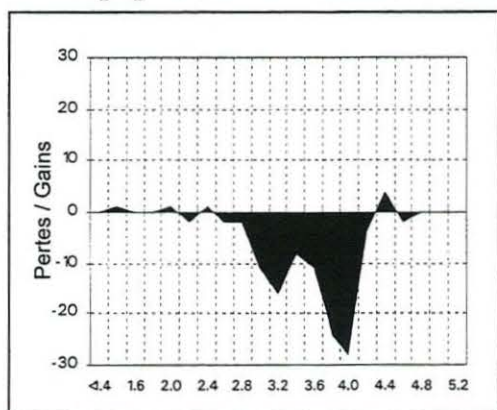


Fig 24 : Bilan comparatif des pertes et des gains par classes de taille entre février et Avril 1995.

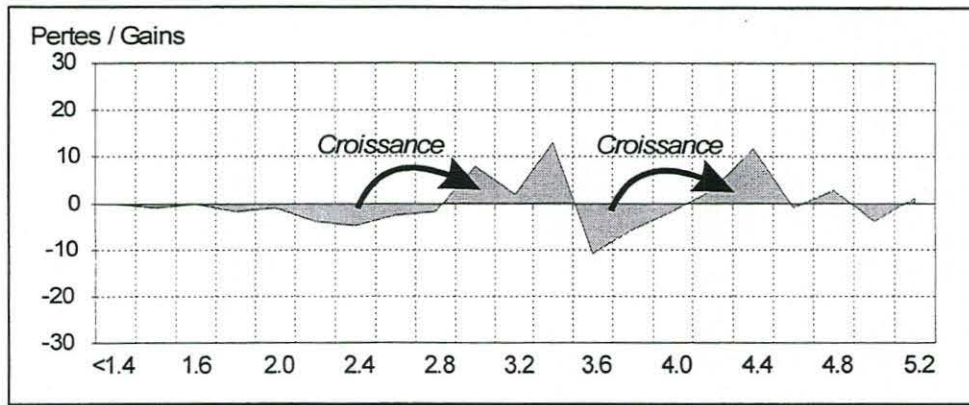


Fig 25 : Bilan global entre les mois de décembre 1994 et mars 1995

### 3.2.2. COLONISATION PRINTANIERE

A partir du mois de mai, la population subit un accroissement tout à fait significatif (zone ③ de la fig 21) qui présente la particularité, par rapport à la période hivernale, d'être durable. Il constitue donc la véritable phase de recrutement de la population.

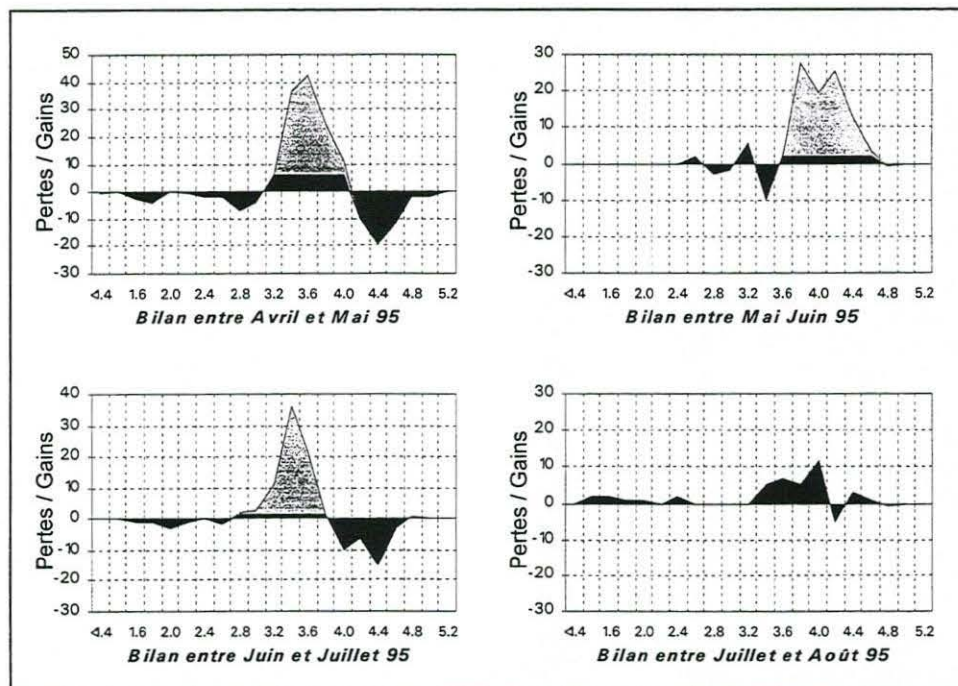


Fig 26 : Bilan comparatif des pertes et des gains par classes de taille durant la croissance printanière de la population.

Depuis le mois d'avril jusqu'au mois d'août, l'augmentation continue de la colonisation de *Lanice conchilega* est le fait majoritairement d'un apport extérieur d'adultes (fig 26 : zones hachurées), selon un phénomène parfaitement identique à celui observé durant la période hivernale. Toutefois, en août, cet apport d'adulte devient beaucoup plus faible, et l'absence de pertes dans les grandes classes de taille montrent que ces "recrues adultes" ont colonisé le secteur avec succès et de manière durable.

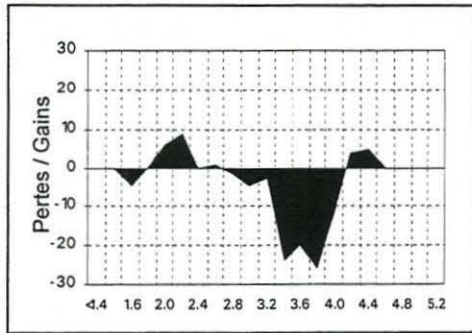


Fig 27 : Bilan comparatif des pertes et des gains par classes de taille durant la période septembre-octobre 1995.

Au mois d'octobre 1995 (fig 27), la baisse de densité observée s'explique par la disparition des individus de grande taille (> 2,8 mm).

### 3.3. ORIGINALITE DU RECRUTEMENT DE JUVENILES

Comme nous l'avons observé, le phénomène de colonisation de *Lanice conchilega* est tout à fait original et présente la particularité de ne pas mettre en avant le recrutement de juvéniles. Cependant, l'analyse approfondie des jeunes recrues met en évidence une nouvelle originalité du processus de renouvellement de génération.

En effet, l'étude simultanée des variations de densité des individus adultes (> 2,8mm) et des jeunes (< 2,8 mm) soulève des questions. (fig 28)

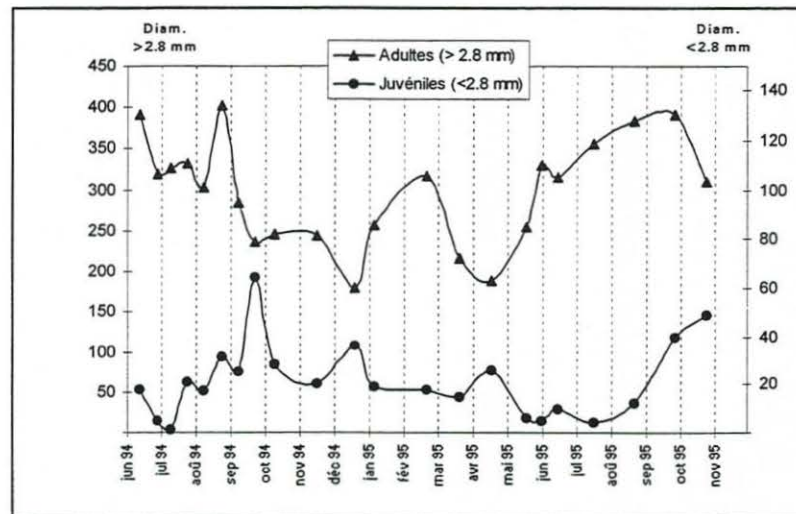


Fig 28 : Evolution comparée des densités d'individus adultes (>2,8 mm) et de juvéniles (< 2,8mm).

Durant les années 1994 et 1995, l'apport de juvéniles est le plus significatif pendant une période similaire (i.e., juillet à octobre). Il faut cependant remarquer leur présence persistante durant toute la période hivernale. En 1994 et 1995, c'est au début de l'été que l'on observe la plus faible présence de juvéniles. **Le recrutement principal de juvéniles a donc lieu à partir du milieu de l'été (juillet - août).**

### 3.3.1. EN PERIODE HIVERNALE

Entre le mois d'août 1994 et juin 1995 on observe une évolution en parfaite symétrie des densités d'adultes et de juvéniles. Chaque diminution du nombre d'adultes est systématiquement associée à une progression de jeunes *Lanices* (fig 28). Inversement, une progression d'adultes engendre une diminution du nombre de juvéniles. Ce phénomène semble parfaitement régulier. Seule la période février-mars 95 ne répond pas à cette règle

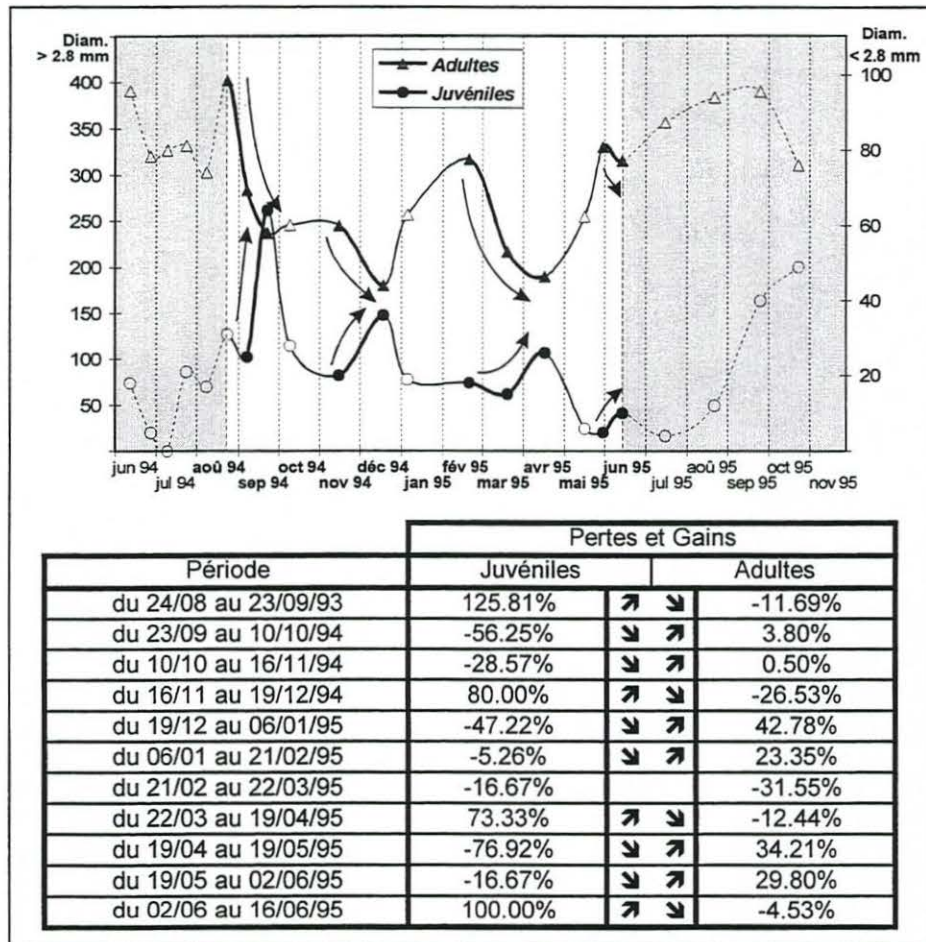


fig 29 : Evolution symétrique des densités d'adultes et de juvéniles durant la période hivernale 1994-1995.

Durant l'hiver 1994-1995, chaque diminution du nombre d'individus adultes dans la population de *Lanice conchilega* est l'occasion d'une arrivée de juvéniles. Inversement, chaque augmentation de densité d'adultes semble limiter la capacité des jeunes à se fixer sur le secteur. **Le comportement colonisateur des jeunes *Lanice conchilega* semble tout à fait lié à une baisse du nombre d'adultes.**

### 3.3.2. EN PERIODE ESTIVALE

En période estivale, le comportement de la population est différent. Initialement absents, les juvéniles apparaissent progressivement en nombre croissant. La tendance évolutive des densités d'adultes et de juvéniles n'est plus symétrique, comme en période hivernale. Au contraire, il semble y avoir une certaine synergie entre les deux classes de taille (fig 30).

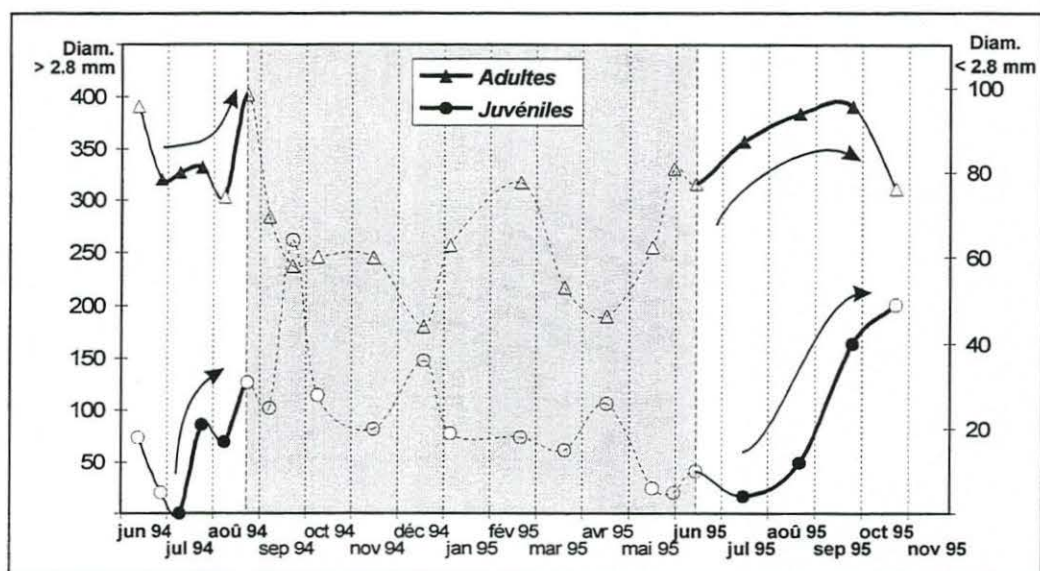


fig 30 : Evolution des densités d'adultes et de juvéniles durant la période estivale de 1994 et de 1995.

Les conditions environnementales sont sans doute favorables à tous les individus de la population.

## 4. CONCLUSION

La population de *Lanice conchilega* est implantée sur la zone ostréicole de Grandcamp-maisy depuis près de 10 ans. Les très fortes densités observées et la surface occupée rendent à cette colonie un caractère tout à fait particulier. Sur un secteur tel que celui de Grandcamp-maisy, soumis au rythme des marées, les conditions environnementales peuvent être considérées comme défavorables pour un animal classiquement connu en zone subtidale. **Cependant, les variations thermiques liées au rythme tidal et les perturbations causées par l'activité intensive de l'homme ne semblent pas troubler le développement de l'annélide.** Il existe donc des facteurs particuliers qui vont favoriser le développement de cette population. La nature de ces facteurs n'est pas actuellement déterminée, mais l'on peut d'ores et déjà émettre des

hypothèses : adaptation biologique de l'espèce, capacité trophique élevée du milieu, secteur hydrodynamiquement abrité.

L'évolution des densités au cours des années 1994 et 1995 démontre que **la population est installée de manière stable**. En effet, si la période hivernale est défavorable, dès que les conditions climatiques s'améliorent la population retrouve un développement optimum.

## **STRATEGIE DE RECRUTEMENT**

Cette grande capacité d'adaptation est en fait la conséquence directe de la stratégie de recrutement original développée par cette population. Cette stratégie est basée sur deux types de recrutement possibles :

### **RECRUTEMENT DE JUVENILES**

Le suivi de croissance a montré la disponibilité continue au cours de l'année de juvéniles susceptibles de venir renforcer la population existante. Du fait de la longévité du stade larvaire benthique (2 mois) (fig 16), les populations de géniteurs, à l'origine des individus de Grandcamp-Maisy, sont susceptibles de se localiser dans une grande partie de la Baie de Seine. (Lagadeuc Y. et J.M. Brylinski, 1987 ; Lagadeuc Y., 1990 ; Lagadeuc Y., 1992a ; Thiébaud E. et al., 1992 ; Thiébaud et al., 1994)

### **MIGRATION D'ADULTES**

L'apport extérieur d'individus adultes permet à la population de s'agrandir sans dépendre des processus de reproduction sexuée. Ce phénomène de recrutement d'adultes a déjà été observé en Mer du Nord chez différentes espèces (bivalves, gastéropodes, copépodes...) (Armonies, 1992 ; Armonies, 1994 ; Armonies et al., 1992, Günther, 1992)

Une telle stratégie présente des intérêts certains pour l'animal :

- ↳ La disponibilité continue de juvéniles durant la période hivernale, et leurs stratégies de colonisations liées à la disparition des adultes, rendent au jeune *Lanice conchilega* un caractère **opportuniste** tout à fait caractéristique. La disponibilité spatiale semble être limitante et peut induire une compétition intra-spécifique empêchant les juvéniles de coloniser le secteur. **Ce n'est**

**qu'à l'occasion d'une libération de place par une mortalité d'adultes que les juvéniles semblent pouvoir se fixer.**

↳ La migration d'adultes venant renforcer la population est tout à fait capitale dans la survie de la population. Entre les mois de mai et juillet 95, la population passe de 2000 ind./m<sup>2</sup> à 4000 ind./m<sup>2</sup>. Cette explosion démographique a lieu en l'absence totale de juvéniles qui n'apparaîtront qu'à partir du mois d'août. **C'est donc bien le recrutement d'adultes qui est responsable du maintien de la population de *Lanice conchilega* sur le site d'étude.**

Cette double capacité de recrutement offre à la population de *Lanice conchilega* de Grandcamp-maisy un caractère durable. Quelles que soient les conditions environnementales (période de recrutement de juvéniles ou non) la population est susceptible de s'accroître et de proliférer. Cette aptitude de recrutement durant toute l'année va induire dans la population une structure démographique singulière.

## **STRUCTURE DEMOGRAPHIQUE**

Les résultats du suivi des classes de tailles ont mis en évidence le caractère unimodal de la population de *Lanice conchilega* de Grandcamp-maisy. Tous les individus appartiennent majoritairement à la même classe de taille, et rares sont les juvéniles. Or, comme nous l'avons observé, une large part des fluctuations de densités est à attribuer à l'apport extérieur d'individus adultes des mêmes classes de tailles que ceux déjà présents sur le site.

Si l'on examine attentivement le recrutement hivernal de janvier-février 1995, on observe deux vagues d'arrivées d'individus extérieurs à la population. Ces deux vagues sont caractérisées par deux classes de taille différentes (fig 22 et 23). Or, durant le mois de mars, l'effondrement de la population est causé par la disparition d'individus de ces deux mêmes classes de tailles (fig 24). De plus, à la suite de cet effondrement, la population retrouve exactement la situation du mois de décembre précédent cet apport d'individus extérieurs. **Nous sommes donc en mesure de penser que tous les individus qui ont disparus de la population au mois de mars sont ceux qui sont arrivés au début du mois de janvier.**

Nous sommes donc en présence, sur le site de Grandcamp-maisy d'une population uniforme (de type unimodal) qui présente la singularité de présenter deux catégories d'individus :

- ***des Lanices indigènes*** : installés durablement sur le site, ils sont présents tout au long de l'année. Parfaitement adaptés aux conditions environnementales, ils sont peu sensibles aux variations saisonnières et supportent très bien l'activité industrielle de l'homme.
- ***des Lanices exogènes*** : il existe, au large de la Baie des Veys, en rade de la Capelle, de vastes populations de *Lanice conchilega* (Sylvand, Comm. Pers.). Le caractère hydrodynamiquement agité de cette zone peut provoquer un déchaussement d'individus de ces populations (Féral, 1988) qui sont alors transportés par les courants et sont susceptibles de coloniser de nouveaux secteurs. Des phénomènes similaires ont déjà fait l'objet d'observations chez d'autres espèces de bivalves (Armonies, 1992 ; Armonies, 1994 ; Armonies et al., 1992) et de polychètes (Günther, 1992). Toutefois, ces individus semblent beaucoup plus sensibles que les "Lanices indigènes" et sont susceptibles de disparaître rapidement si les conditions environnementales deviennent défavorables. Ils peuvent constituer, durant la bonne saison la moitié du stock présent, et une partie contribue certainement chaque année au renouvellement de la population du site. Ce sont eux qui sont responsables des fortes fluctuations de densité. Cependant nous ne sommes pas en mesure de déterminer si les chutes de densité sont dues à une mortalité ou à un simple départ.

**La population de *Lanice conchilega* a donc su développer une stratégie de recrutement tout à fait originale pour répondre aux particularités environnementales du site ostréicole de Grandcamp-Maisy. Cette stratégie est le signe d'une implantation très marquée à caractère durable.** La période de recrutement de juvéniles pour une population est toujours un instant critique. De son succès ou de son échec peut dépendre la survie de la population entière. Sur un site tel que celui de Grandcamp-Maisy, les chances de succès sont d'autant plus minces que le secteur est situé en zone intertidale et donc très difficile d'accès pour des larves incapables de mobilité. **En mettant à disposition de cette population des larves en petit nombre mais durant toute l'année, le recrutement a d'autant plus de chances de succès. Dans l'éventualité extrême où aucun recrutement ne peut avoir lieu, les phénomènes de migrations vont permettre le maintien et le développement de la population.**



---

---

## CHAPITRE III

---

---

# CARTOGRAPHIE ET ESTIMATION DES STOCKS

<b>1. ETAT INITIAL .....</b>	<b>45</b>
<b>2. MATERIELS ET METHODES.....</b>	<b>46</b>
2.1. ECHANTILLONNAGE .....	46
2.1.1. <i>Choix des stations</i> .....	46
2.1.2. <i>Stratégie de prélèvements</i> .....	47
2.2. TRAITEMENT DES DONNEES .....	47
<b>3. CARTOGRAPHIE DE 1995 .....</b>	<b>48</b>
3.1. SURFACES COLONISEES .....	49
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>50</b>

# CARTOGRAPHIE ET ESTIMATION DES STOCKS

## 1. ETAT INITIAL

C'est en 1992, à l'occasion d'un travail réalisé par le GEMEL de Basse-Normandie pour le compte de l'IFREMER que la première cartographie de *Lanice conchilega* a été réalisée sur le site ostréicole de Grandcamp-Maisy (fig 31). Les densités les plus importantes (de 3 500 à 4 000 ind./m<sup>2</sup>) furent localisées dans la partie centrale du cadastre.

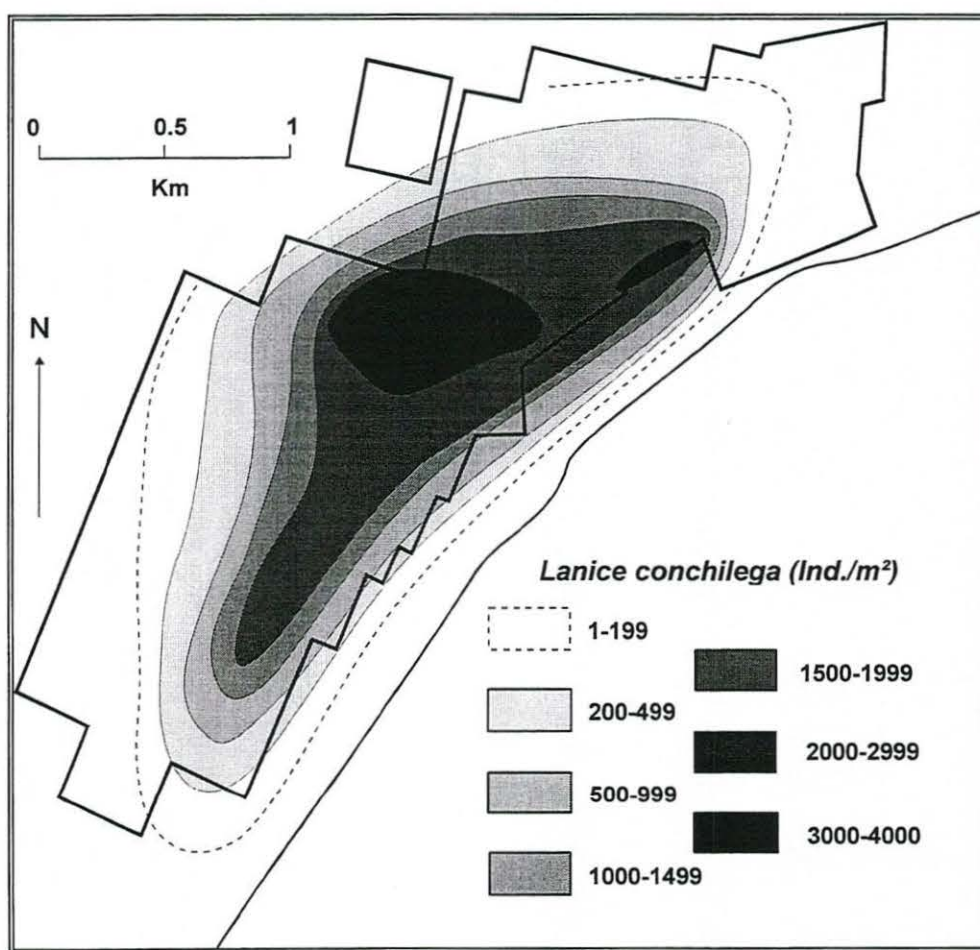


Fig. 31 : Répartition de *Lanice conchilega* sur la zone des parcs ostréicoles de Grandcamp-Maisy. (d'après Sylvand et al., 1992)

Les conclusions de ce travail mettaient en avant les problèmes liés à la prolifération de cet annélide sur le site exploité par les professionnels (Sylvand et al., 1993). En effet, le développement de *Lanice conchilega* est associé à des problèmes d'exhaussement du substrat, d'apparitions de modes vaseux au niveau du sédiment, et de manière plus générale à des problèmes de qualité du milieu. *Lanice conchilega* se nourrit principalement de matière organique, et sa prolifération peut être l'indicateur d'une altération de la qualité de l'eau.

Depuis 3 ans, les observations de terrain ont montré que la situation avait évoluée, d'où l'intérêt de planifier une campagne de prélèvement en vue de réaliser une nouvelle cartographie de la zone.

## 2. MATERIELS ET METHODES

### 2.1. ECHANTILLONNAGE

La campagne de prélèvement s'est déroulée à la fin de l'été 1995 (août-septembre). Au total, 138 stations ont fait l'objet d'une estimation de la densité de l'annélide.

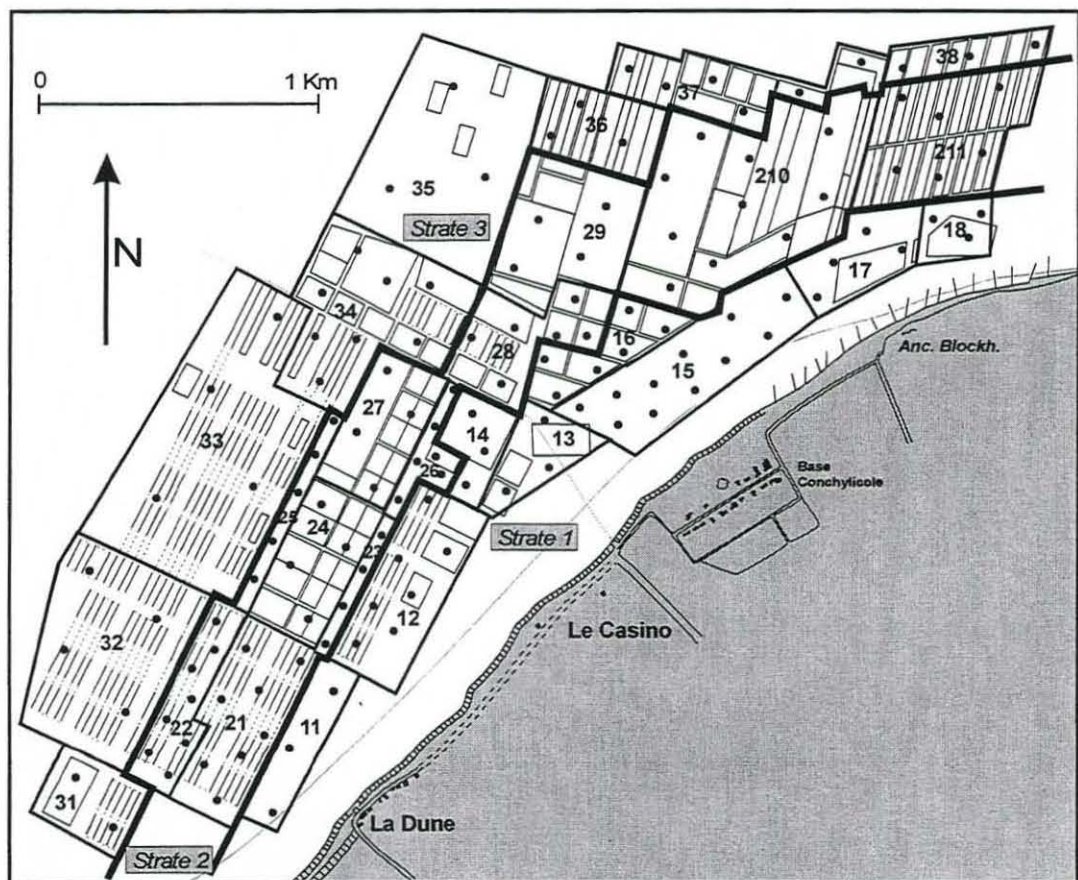


Fig 32 : Localisation des stations de prélèvement destinées à la cartographie de *Lanice conchilega* sur le site ostréicole de Grandcamp-Maisy (Sept 95)

#### 2.1.1. CHOIX DES STATIONS

En prévision d'une estimation des biomasses de *Lanice conchilega*, nous avons fait le choix d'une stratégie d'échantillonnage stratifiée à deux facteurs hiérarchisés (Frontier, 1981). La zone est tout d'abord partagée en 3 strates réparties parallèlement au trait de côte selon un gradient haut-niveau bas-niveau. Chaque strate est alors subdivisée en 8 à 11 sous-strates selon une direction Sud-Ouest/Nord-Est correspondant à un gradient Estuarien-Marin. Le choix des limites de ces sous-strates

a été défini par les observations de terrain effectuées durant les mois de juillet et août, chaque sous-strate étant caractérisée par des densités de Lanices homogènes.

Dans chacune des sous strates définies, 2 à 12 points de prélèvements sont choisis aléatoirement. L'effort d'échantillonnage est augmenté dans les zones qui paraissent les plus sensibles.

### **2.1.2. STRATEGIE DE PRELEVEMENTS**

Sur chaque station, deux échantillons sont prélevés à l'aide d'un carottier de 0.02 m<sup>2</sup> : le TASM (cf Chapitre II) sur une profondeur de 30 à 40 cm. La carotte est démoulée puis coupée à 15 cm de la surface. Seuls les 15 premiers centimètres sont tamisés, ce qui permet d'allier un tamisage rapide et un comptage efficace des tubes possédant un panache sableux. On évite ainsi la présence dans le refus de tamis de très nombreux tubes sableux pouvant perturber l'estimation du nombre d'individus. (Comme précisé dans le Chapitre II, seuls les tubes pourvus d'un panache sableux et/ou rigide dans les 15 premiers centimètres sont retenus pour l'estimation des densités)

Si la densité devient inférieure à 250 ind./m<sup>2</sup>, l'estimation de l'abondance est réalisée au moyen d'un quadrat de 1 mètre de côté, et d'un comptage systématique.

## **2.2. TRAITEMENT DES DONNEES**

Nous avons profité d'une campagne de photos aériennes réalisées dans le cadre de l'estimation des stocks d'huîtres pour le compte de l'IFREMER. Après repérage de toutes les stations de prélèvement, nous avons procédé à la digitalisation des photos couvrant la zone ostréicole. Ce travail nous permet aujourd'hui de disposer d'un fond de carte parfaitement recalé selon les coordonnées géographiques Lambert.

L'ensemble des données récoltées sur le terrain a fait l'objet d'un traitement sur le logiciel SURFER© dans le but de réaliser la nouvelle cartographie. Le logiciel va créer sur l'ensemble de la surface d'étude une grille artificielle de maille de 50 m de côté. A chaque intersection de cette grille, le logiciel va estimer, selon une technique d'interpolation linéaire, la densité de Lanice en fonction des stations de prélèvements les plus proches. Le résultat de ces calculs peut alors se présenter sous la forme d'un fond de carte sur lequel sont projetées les courbes d'isodensité.

### 3. CARTOGRAPHIE DE 1995

Le résultat de cette campagne est représenté sur la figure 33 :

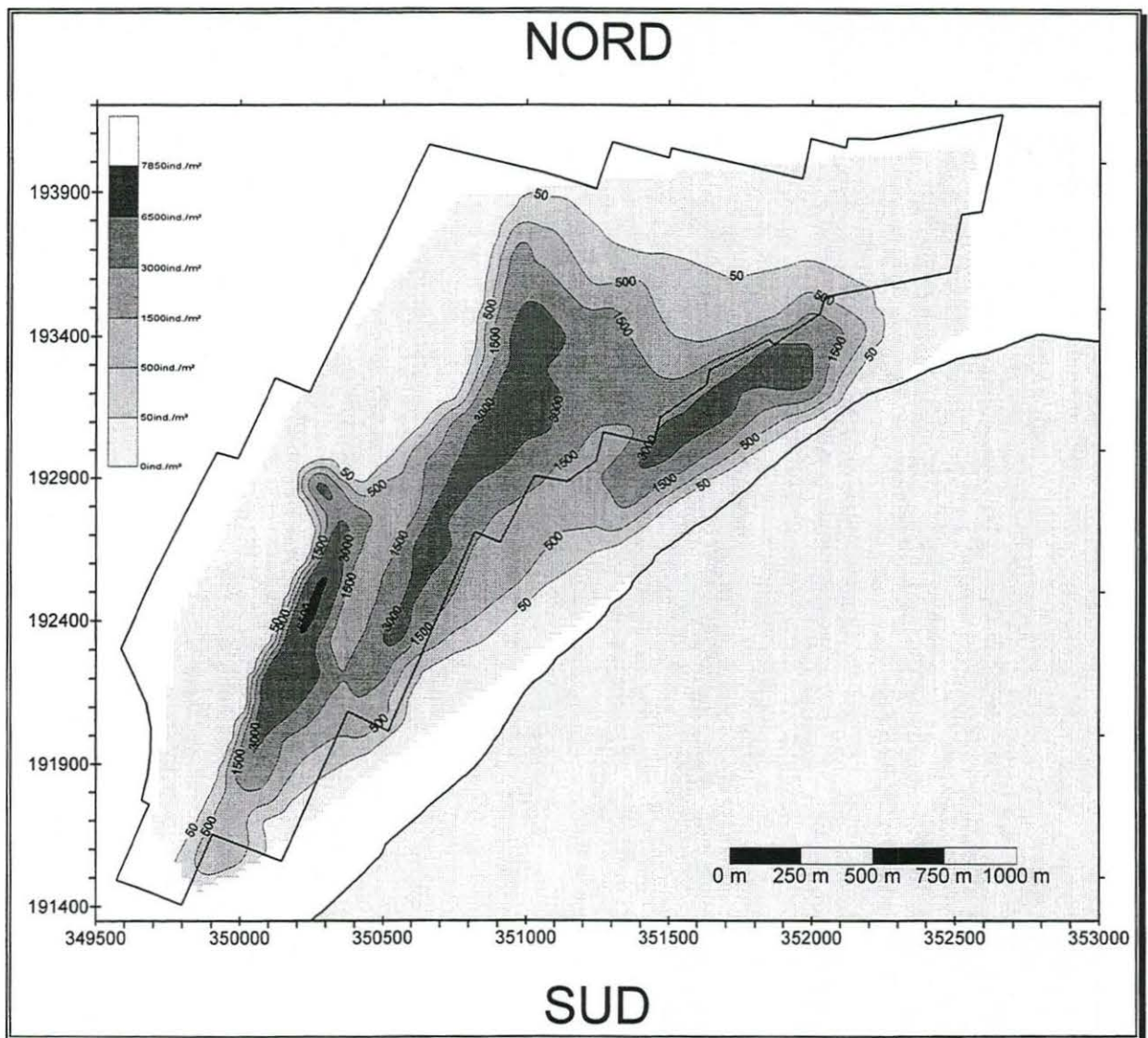


Fig 33 : Cartographie de l'annélide tubicole *Lanice conchilega* sur le site ostréicole de Grandcamp-Maisy (Septembre 1995).

Les premières observations montrent que les densités ont évoluées depuis 1992 (fig 31). On observe un **important développement des fortes densités**. Initialement limitées au secteur central des parcs, les zones à fortes densités ( $> 3\ 000$  ind./m<sup>2</sup>) ont largement progressé en se dédoublant **selon deux axes parallèles orientés vers le Sud-Ouest**.

Dans la partie Nord des parcs, une petite tache de *Lanice* apparaissait en 1992 à la limite Sud du cadastre. Trois ans plus tard, on remarque que cette zone s'est particulièrement agrandie. Les densités comprises entre 2 000 et 3 000 ind./m<sup>2</sup> en 1992 sur une petite surface sont actuellement supérieures à 3 000 ind./m<sup>2</sup> alors que la surface colonisée s'est considérablement étendue.

### 3.1. SURFACES COLONISEES

Classes d'abondance	surface Colonisée			Correspondance cartographie
	Hectares	% de la surface totale	% de la surface cumulée	
50-100	12.6 ha	6.03%	6.03%	<u>50 à 500 ind./m<sup>2</sup></u> 50.5 ha (24.23 %)
100-250	17.3 ha	8.31%	14.34%	
250-500	20.6 ha	9.88%	24.23%	
500-1000	30.9 ha	14.84%	39.07%	<u>500 à 1 500 ind./m<sup>2</sup></u> 61.6 ha (29.55 %)
1000-1500	30.7 ha	14.71%	53.77%	
1500-2000	24.9 ha	11.92%	65.70%	<u>1 500 à 3 000 ind./m<sup>2</sup></u> 63.7 ha (30.55 %)
2000-2500	21.7 ha	10.43%	76.13%	
2500-3000	17.1 ha	8.20%	84.33%	
3000-3500	19.0 ha	9.10%	93.43%	<u>3 000 à 7 500 ind./m<sup>2</sup></u> 32.7 ha (15.67 %)
3500-4000	6.4 ha	3.06%	96.49%	
4000-4500	3.0 ha	1.45%	97.94%	
4500-5000	1.3 ha	0.62%	98.55%	
5000-5500	1.1 ha	0.55%	99.10%	
5500-6000	0.92 ha	0.44%	99.54%	
6000-6500	0.55 ha	0.26%	99.81%	
6500-7000	0.38 ha	0.18%	99.99%	
7000-7500	0.02 ha	0.01%	100.00%	
>7500	0.00 ha	0.00%	100.00%	

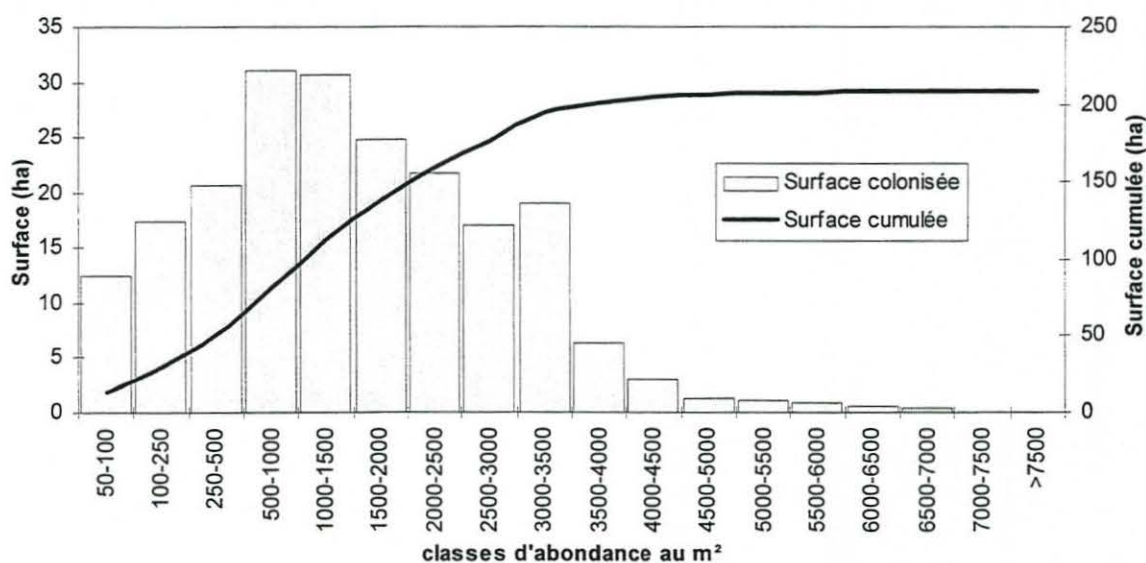


Fig 34 : Rapport des surfaces de colonisation en fonction des densités observées sur le terrain.

L'estimation des surfaces colonisées rend bien compte de l'ampleur de la prolifération de *Lanice conchilega*. La surface totale présentant plus de 50 *Lanices* par mètre carré dépasse les 200 ha, alors que sur le même secteur, la surface consacrée à l'ostréiculture occupe 162.5 ha.

La moitié de la surface colonisée par *Lanice conchilega* présente des densités supérieures à 1 500 individus par mètre carré et plus de **15 % de cette surface totale présente des densités de plus de 3 000 ind./m<sup>2</sup>** (32.7 ha).

## CONCLUSION

Après dix années de présence, la population de *Lanice conchilega* semble continuer à évoluer. La progression de la colonisation, mise en évidence sur ces trois dernières années, montre de manière incontestable que **cette population est en continuelle évolution**. Les surfaces colonisées montrent une nette **progression vers le sud de la zone ostréicole**. Par contre, dans la partie nord des parcs, la colonisation est limitée par la présence du platier rocheux de Grandcamp-Maisy. L'absence de sédiment meuble interdit l'implantation du tube sableux de *Lanice conchilega*.

Sur le terrain, on observe très nettement les trois taches de colonisation. Les plus fortes densités se localisent surtout dans des zones non exploitées (travées, concessions abandonnées). Les secteurs empruntés par les tracteurs des professionnels sont trop perturbés pour autoriser une installation durable de l'annélide. Le développement de la population se limite donc généralement sous les tables ostréicoles dans les secteurs exploités.

Les contraintes de terrain ne nous ont pas permis de disposer du temps nécessaire pour réaliser l'estimation des stocks de *Lanice conchilega*. Cependant, les précautions développées dans la stratégie d'échantillonnage pour réaliser cette nouvelle cartographie, vont nous permettre ultérieurement de réaliser cette estimation des stocks de l'annélide selon un protocole largement développé par l'IFREMER.

---

---

## CHAPITRE IV

---

---

### ETUDE TOPOGRAPHIQUE

1. METHODOLOGIE D'ETUDE .....	52
2. RESULTATS.....	52
2.1. SECTEUR NORD .....	52
2.2. SECTEUR SUD.....	52
3. CORRELATION ENTRE LA TOPOGRAPHIE ET LA PROLIFERATION DE <i>LANICE CONCHILEGA</i> .....	54
CONCLUSION.....	55



# ETUDE TOPOGRAPHIQUE

*L'ensemble des campagnes de terrain et le traitement des données ont été réalisés en collaboration avec le laboratoire de Géologie Marine de l'Université de Caen durant les mois d'août et septembre 1995.*

## 1. METHODOLOGIE D'ETUDE

Le levé topographique du secteur conchylicole de Grandcamp-Maisy a été effectué à l'aide d'un théodolite électro-optique WILD® TI 1000. Dix stations sont réparties sur l'ensemble de la zone et servent à l'établissement d'une polygonale de base. Le levé est réalisé selon une maille régulière de 50 m. Le recalage en altitude de l'ensemble du relevé est effectué à partir d'une borne IGN (d'altitude connue) située à Maisy (église).

## 2. RESULTATS

Les résultats de cette couverture topographique sont présentés sur la figure 35.

### 2.1. SECTEUR NORD

La partie Nord-Est de la zone repose sur le platier rocheux de Grandcamp. Ces affleurements, orientés selon une direction Sud-Nord, font progressivement place à une couverture sédimentaire en haut de plage. Le front de marée y progresse, durant le flot, parallèlement au trait de côte. La présence des tables ostréicoles crée un frein hydrodynamique qui a pour conséquence de créer une zone d'accumulation des sédiments en haut d'estran. Cependant, le secteur Nord des parcs conserve un caractère exposé qui empêche l'ensablement à l'intérieur de la zone exploitée.

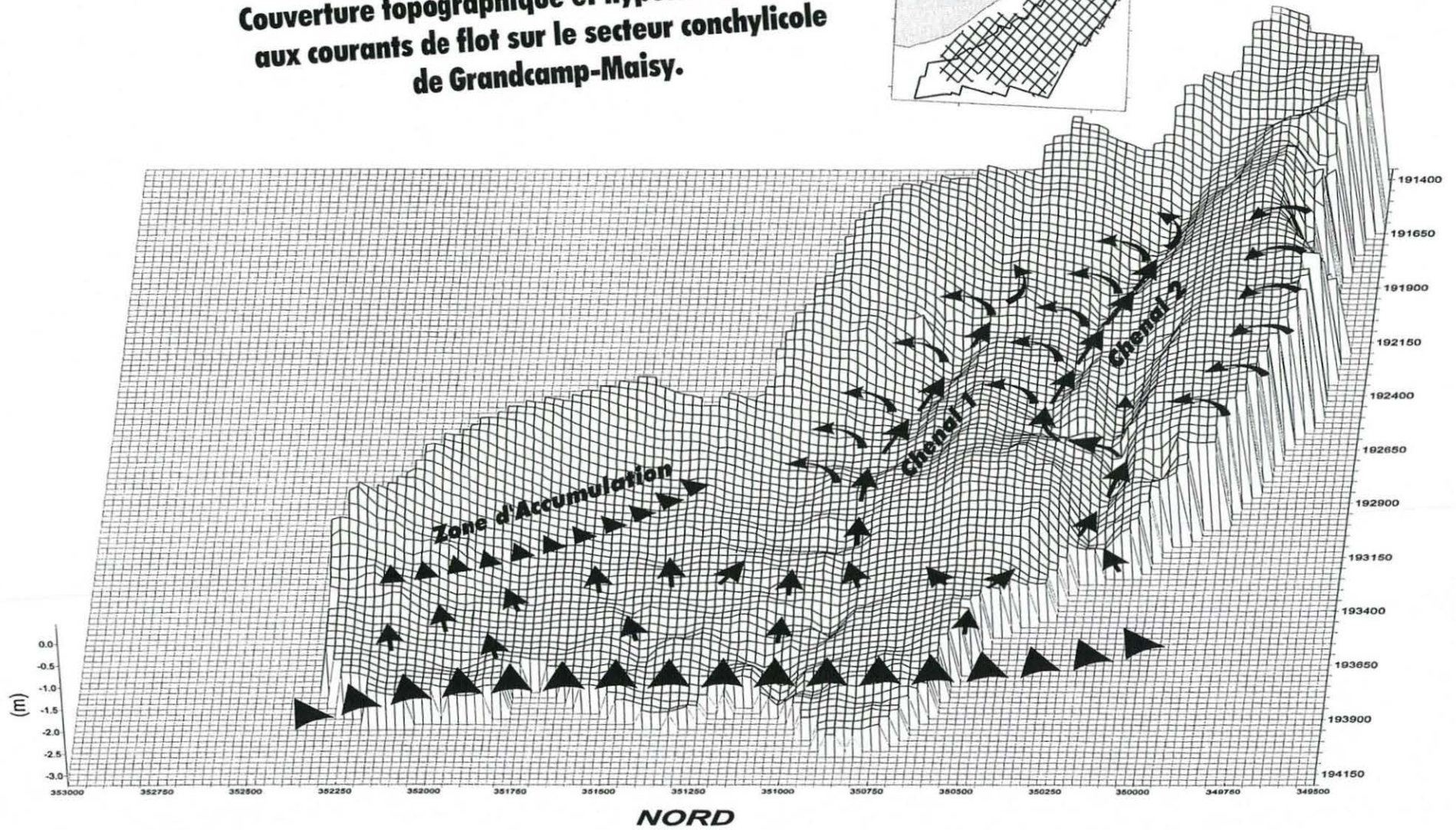
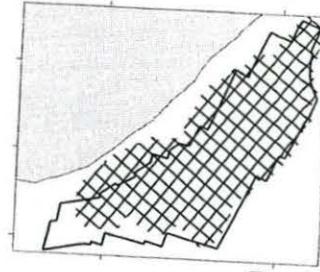
### 2.2. SECTEUR SUD

Le secteur Sud-Ouest, en face de Géfosse présente un faciès plus complexe. Son caractère abrité et la présence des tables ostréicoles limitent considérablement l'efficacité des remises en suspension. La conséquence est donc une accumulation de sédiments visualisée sur la couverture topographique. Cet ensablement est le plus développé à proximité du chenal d'Isigny, dans l'Ouest des parcs. On observe un dénivelé de plus de 3 m entre le point le plus élevé (Géfosse) et le point le plus bas (zone nord). C'est également le secteur privilégié des proliférations de *Lanice conchilega*. Les courants de flot sont guidés par deux chenaux parfaitement individualisés sur la fig. 35.

---

**Fig 35 (page suivante):** Vue tridimensionnelle de la surface topographique de la zone ostréicole de Grandcamp-Maisy. (Les flèches représentent les déplacements des masses d'eau durant le flot d'après les observations de terrain)

# Couverture topographique et hypothèse relative aux courants de flot sur le secteur conchylicole de Grandcamp-Maisy.



### 3. CORRELATION ENTRE LA TOPOGRAPHIE ET LA PROLIFERATION DE *LANICE CONCHILEGA*

Si l'on observe simultanément la répartition spatiale de la population de *Lanice conchilega* et la topographie du secteur, on observe une correspondance quasi parfaite entre les taches de proliférations (> 3 000 ind./m<sup>2</sup>) et les deux chenaux de remplissage du secteur Sud des parcs conchylicoles (fig 1).

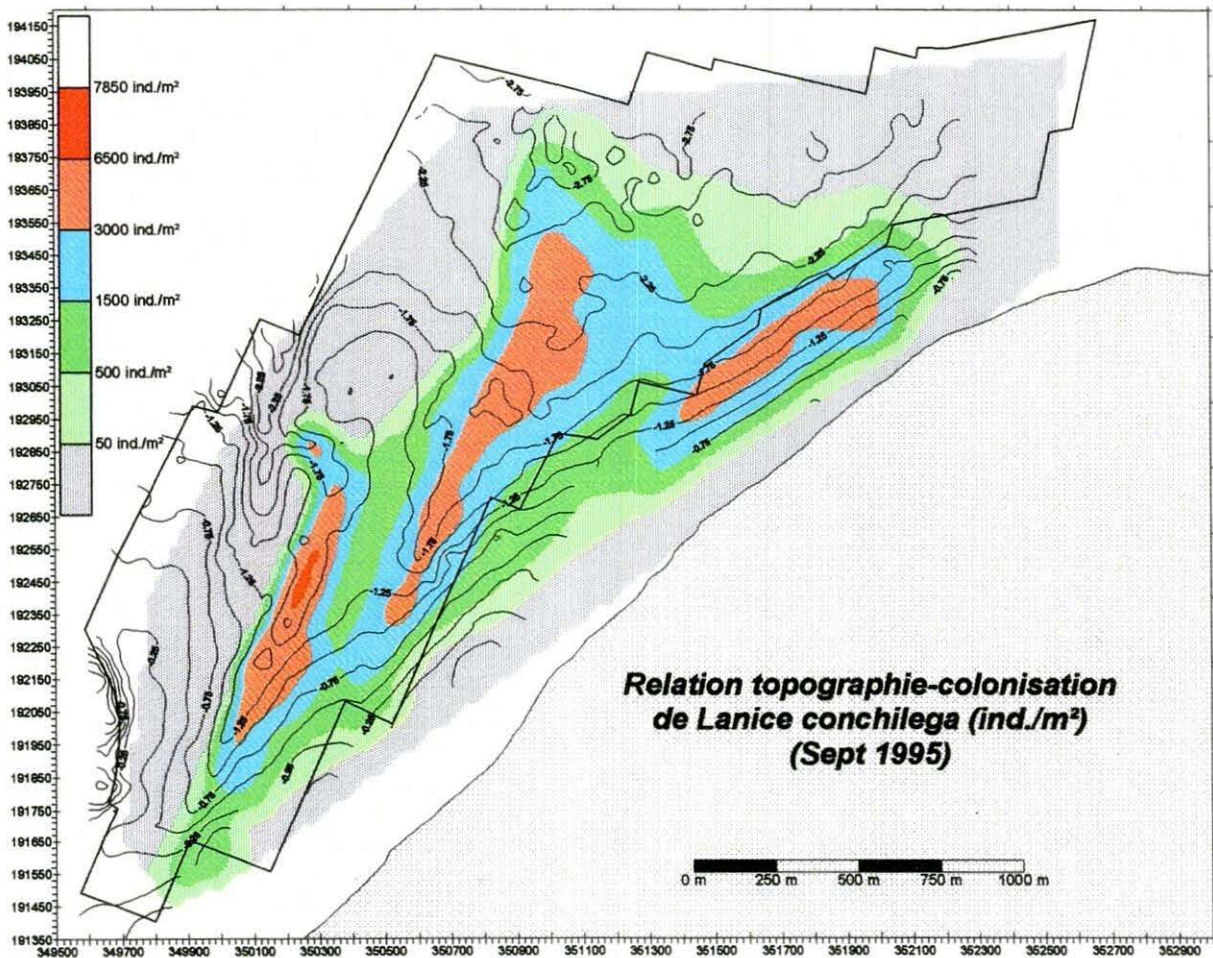


fig 1 : correspondance entre la topographie de la zone conchylicole de Grandcamp-Maisy et les niveaux de colonisation de *Lanice conchilega*.

L'annélide semble nettement préférer les secteurs chenalisés. Cette caractéristique particulière semble bien confirmer l'hypothèse développée dans la seconde partie de ce travail, selon laquelle le maintien et le développement de la population sont liés à un apport extérieur d'individus. Les chenaux représentent les secteurs dont la durée d'immersion est la plus longue, permettant ainsi aux individus "importés" de disposer du temps nécessaire pour se fixer.

La zone de prolifération située dans la partie Nord des parcs correspond également à un secteur de convergence lors du flot. L'absence de concessions, et donc de perturbations liées à l'activité de l'homme, facilite le maintien de la population sur ce secteur.

## CONCLUSION

La détermination des deux chenaux de vidange, et leur forte corrélation avec les secteurs à prolifération de *Lanice conchilega* devraient permettre d'orienter les recherches relatives à la dynamique de la population. Des suivis à l'intérieur et à l'extérieur des chenaux sont envisagés.

La réalisation de ce levé topographique sur le secteur conchylicole de Grandcamp-Maisy constitue un état initial essentiel pour l'étude des processus sédimentaires liés à l'exploitation de la zone. Ces résultats nous ont permis de préciser les cinétiques de recouvrement des parcs. A partir du modèle numérique de terrain, des profils de radiales ont été extraits. Ils sont représentatifs du relief des fonds sédimentaires pouvant être mesurés sur la zone conchylicole, et constituent des états de référence intéressants pouvant faire l'objet d'un suivi dans les années à venir.

**Compte tenu des enjeux concernant l'activité conchylicole, et de l'impact de la prolifération de *Lanice conchilega* associée, l'évolution rapide des fonds constatée à ce jour doit être surveillée.**

# CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

<b>1. CONCLUSIONS .....</b>	<b>57</b>
1.1. COMPETITION TROPHIQUE.....	57
1.2. DYNAMIQUE DE RECRUTEMENT .....	58
1.3. STRATEGIE DE COLONISATION.....	58
<b>2. PERSPECTIVES.....</b>	<b>59</b>
2.1. DYNAMIQUE DE RECRUTEMENT .....	60
2.2. DYNAMIQUE TROPHIQUE.....	60

# CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

## 1. CONCLUSIONS

L'objectif de ce travail consistait à acquérir des données essentielles concernant le développement proliférant de la population de *Lanice conchilega* sur le site ostréicole de Grandcamp-Maisy. Il était d'autant plus difficile d'envisager des solutions aux différents problèmes posés par cet annélide que l'état des connaissances initial était faible. C'est pourquoi, dans le cadre de ce travail, trois directions ont été envisagées simultanément. Les résultats obtenus nous ont permis de mettre en évidence des caractéristiques tout à fait particulières à cette espèce :

- ↳ la compétition trophique
- ↳ la dynamique de recrutement
- ↳ la stratégie de colonisation.

### 1.1. COMPETITION TROPHIQUE

Les résultats obtenus en laboratoire ont confirmé la capacité de *Lanice conchilega* à modifier son comportement alimentaire. Nous avons pu mettre en évidence expérimentalement l'existence d'une compétition trophique entre l'annélide et *Crassostrea gigas*. A un niveau individuel, l'efficacité développée par l'huître est bien supérieure aux résultats mesurés sur *Lanice conchilega*. Cependant, **l'estimation des biomasses respectives ramenée à 1 m<sup>2</sup> peut être significativement supérieure pour la population de *Lanice conchilega* que pour celle de l'huître (520 g/m<sup>2</sup> pour le Lanice contre 215 g/m<sup>2</sup> pour l'huître).** Ceci représente un rapport de près de 2,5 en faveur de l'annélide sur un secteur colonisé à 3 500 ind./m<sup>2</sup>. **Dès lors, l'activité trophique de la population de Lanice devient significative.**

Cette situation implique le développement de projets de recherches afin d'évaluer et de contrôler l'évolution de cette population.

## 1.2. DYNAMIQUE DE RECRUTEMENT

Le suivi de la croissance de cette population est une étape essentielle dans la compréhension de son développement. Le renouvellement de générations est une période fondamentale dans la survie d'une espèce. C'est de son succès que bien souvent dépend le maintien de la population.

Les résultats obtenus sur le secteur de Grandcamp-Maisy montrent qu'une des composantes dans la stratégie de recrutement de *Lanice conchilega* est basée sur un recrutement d'adultes (migration). Au vu de nos résultats, les phénomènes d'apport extérieur d'individus déjà adultes constituent la part la plus importante du renouvellement de la population sur le secteur d'étude. Le recrutement de juvéniles y est plus accessoire, réduit au strict minimum, et a lieu préférentiellement durant l'été. Toutefois, nous avons également pu observer le **comportement opportuniste du jeune Lanice** susceptible de venir compenser rapidement une perte d'adultes en période hivernale. **Cette stratégie est primordiale, permettant à *Lanice conchilega* de substituer un recrutement basé sur une reproduction de type sexuée par un "recrutement d'adultes" beaucoup moins soumis aux conséquences parfois catastrophiques des variations des conditions environnementales** (e.g. climat, rythme des marées, action de l'homme). **Cette particularité va induire dans cette population une très grande stabilité qui va donner un caractère durable à son installation.**

Ce résultat a pu être mis en évidence par un suivi sur 16 mois. **Or, la durée de vie de *Lanice conchilega* est estimée à trois ans.** Il est donc indispensable de poursuivre l'acquisition de données concernant ce suivi de croissance, afin de pouvoir considérer le renouvellement total de la population. De plus, les conditions climatiques exceptionnellement douces de l'hiver 1994-1995 peuvent avoir influencé nos résultats. Il est donc d'autant plus nécessaire de se donner les moyens de poursuivre ce suivi.

## 1.3. STRATEGIE DE COLONISATION

Les particularités de la colonisation découlent directement de la stratégie de recrutement. La réactualisation de la cartographie réalisée en 1992 apporte des informations essentielles quant à la distribution spatiale de la population. Durant ces trois dernières années, la surface colonisée ne semble pas s'être développée considérablement. Par contre la répartition des densités à moyenne échelle montre que si la colonisation est répartie de manière homogène sur le secteur, couvrant plus de **200 ha**, les proliférations se partagent selon trois taches bien distinctes.

La campagne destinée à déterminer le profil topographique du cadastre ostréicole a pu mettre en évidence l'existence de 2 chenaux de remplissage et de vidange dans le sud du secteur ostréicole. **La parfaite superposition des taches de prolifération avec ces deux chenaux corrobore l'hypothèse d'un apport extérieur de *Lanice conchilega*.** Les individus, portés par les courants se fixent naturellement au fond des chenaux de remplissage, bénéficiant par la suite de zones à rétention permanente durant les basses-mers. La troisième zone de prolifération ne correspond pas à un chenal. Cependant, elle représente une zone d'accumulation.

## 2. PERSPECTIVES

Au vu de nos résultats, nous pouvons conclure **qu'aucune mesure d'aménagement n'a eu d'impact significatif sur la population de *Lanice conchilega*.** Les opérations de destruction effectuées en période de reproduction ou de pré-ponte (début d'été) pourraient avantager le développement de la population en favorisant la dispersion des gamètes. **De plus, les mesures de lutte sont prises individuellement sans qu'aucune stratégie ne soit élaborée à l'échelle du secteur.** Seules les concessions en cours d'exploitation sont traitées. Or, comme nous avons pu l'observer, les secteurs les plus fortement colonisés ( $> 3\ 000$  ind./m<sup>2</sup>) se situent à l'extérieur du périmètre des concessions (chenaux de vidange, et haut de plage au Nord-Est).

**Compte tenu de nos résultats, les opérations de destruction des animaux par voie mécanique devraient être réalisées de façon systématique pendant la période de recrutement (fin d'été et automne) correspondant au stade le plus fragile pour la population. Cependant, il apparaît important de confirmer les modalités du recrutement, en particulier les migrations potentielles, afin de pouvoir évaluer l'efficacité des mesures d'aménagement.**

Le problème soulevé par le développement de cette population de *Lanice conchilega* ne se limite pas seulement aux problèmes d'accessibilité rencontrés par les professionnels sur le terrain. L'ensemble des résultats présentés dans ce rapport constitue une base essentielle à la recherche de solutions. Au terme de cette première année de recherche deux axes de réflexion nécessitent d'être approfondis.



## 2.1. DYNAMIQUE DE RECRUTEMENT

Nous avons pu mettre en évidence le caractère original développé par cette espèce dans sa stratégie de renouvellement de la population. Cependant, de nombreuses questions restent posées.

Si l'hypothèse relative aux processus de migration se trouvait confirmée, la capacité, durant toute l'année et plus particulièrement en période hivernale, de renforcer la population locale par un apport extérieur susceptible de doubler la densité du peuplement, suggère l'existence de nombreux foyers de *Lanice* localisés au large de la Baie des Veys (Rade de la Capelle) voire même en Baie de Seine. **Un travail de reconnaissance serait utile pour localiser et quantifier les stocks de *Lanice conchilega* en Baie de Seine, stocks susceptibles de servir de réserve permanente à la population de la Baie des Veys.**

La stratégie de recrutement de juvéniles montre également une disponibilité en larves durant toute l'année. La durée de vie de la larve benthique aulophore est de 2 mois. Une étude adaptée des courants en Baie de Seine (e.g. courants de marée, résultantes, étude des houles) permettrait de déterminer et de localiser les secteurs susceptibles de contenir les populations de géniteurs qui sont à l'origine des larves arrivant en Baie des Veys (Boicourt, 1988 ; Epifanio, 1988 ; Lagadeuc, 1992 b ; Thiébaud et al., 1992).

## 2.2. DYNAMIQUE TROPHIQUE

Si l'on a bien mis en évidence la composante hydrodynamique dans le phénomène de colonisation, la question est posée de savoir pourquoi cette colonisation reste limitée au seul secteur ostréicole. Si les juvéniles et les adultes migrateurs sont bien apportés par les courants, pourquoi n'en observe-t-on nulle part ailleurs en Baie des Veys ? L'une des hypothèses concerne la composante trophique du milieu. Si l'on démontre que la production massive de biodépôts issue de la population d'huîtres ne quitte que partiellement le secteur, elle constituerait une ressource en nourriture considérable pour *Lanice conchilega*. On peut voir là une raison déterminante dans le choix de ce site par cette espèce.

Le site conchylicole de Grandcamp-Maisy est un secteur remarquable par sa qualité de production (Kopp et al, 1991 ; Goyard, 1995). Tous les résultats publiés par l'IFREMER le confirment. Le flanc Est de la baie des Veys bénéficie d'une qualité d'eau qui convient parfaitement aux huîtres. Outre la présence en grande quantité de biodépôts, la présence

d'un milieu riche, favorable à la croissance de l'huître peut également être déterminant dans le choix de la population de *Lanice conchilega*. On retrouve alors la problématique développée dans la première partie de ce travail concernant la compétition trophique.

Cette question nécessite une recherche approfondie. Si la compétition a bien été mise en évidence dans des conditions bien particulières de laboratoire, il est nécessaire aujourd'hui de pouvoir confronter nos résultats à des situations de terrain. La connaissance et la détermination de la capacité trophique du milieu est une étape essentielle de cette démarche. Déjà largement développée dans des bassins tel que Marennes-Oléron, la question n'a pas été abordée en Baie des Veys. Il est indispensable aujourd'hui de pouvoir déterminer la capacité trophique du milieu. La nourriture est-elle présente en quantité suffisante pour les deux espèces *Crassostrea gigas* et *Lanice conchilega* ? Si tel est le cas, ne risque-t-on pas d'atteindre un seuil de saturation si la population de *Lanice conchilega* continue de se développer de manière aussi efficace.

**Dans le cadre global du bassin conchylicole de la Baie des Veys, *Lanice conchilega* apparaît aujourd'hui comme un compétiteur de l'huître. Si, actuellement, sa présence ne semble pas avoir de conséquences majeures sur la qualité de la production, sa prolifération reste tout à fait préoccupante et doit être suivie avec attention. Les résultats présentés dans le cadre de ce travail constituent une première étape fondamentale dans cette démarche. La problématique "Lanice" fait aujourd'hui partie intégrante des préoccupations prioritaires développées par l'IFREMER dans le cadre d'une politique de gestion rationnelle de l'écosystème conchylicole normand.**

## **Bibliographie**

## Bibliographie

- ARMONIES W.** (1988). Active emergence of meiofauna from tintertidal sediment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 43, 151-159.
- ARMONIES W.** (1992). Migratory rythms of drifting juvenile molluscs in tidal waters of the Wadden sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 83, 197-206.
- ARMONIES W.** (1994). Turnover of postlarval bivalves in sediments of tidal flats in Königshafen (German Wadden Sea). *Helgolander Wiss. Meeresunters*, 48, 291-297.
- ARMONIES W. ET M. HELLWING-ARMONIES.** (1992). Passive settlement of *Macoma Balthica* spat on the tidal flats of the Wadden Sea and subsequent migration of juveniles. *NetherlandsJournal of Sea Research*, 30, 45-56.
- BARILLE L., BOUGRIER S., GEAIRON S. ET J.M. ROBERT** (1994). Alimentation expérimentale de l'huître *Crassostrea gigas* à l'aide de navicules bleues *Haslea ostrearia* (Simonsen) de différentes tailles. *Oceanologica Acta*, 17 (2), 201-210.
- BARILLE L., J. PROU, M. HERAL ET S. BOUGRIER** (1993). No influence of food quality, but ration dependent retention efficiencies in the Japanese oyster *Crassostrea gigas*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 171, 91-106.
- BAYNE B.L., A.J.S. HAWKINS ET E. NAVARRO** (1987). Feeding and digestion by the mussel *Mytilus edulis* in mixtures of silt and algal cells at low concentration. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 11, 1-22.
- BOICOURT W.C.** (1988). Recruitment dependence on planktonic transport in coastal waters. *In : Toward a Theory on Biological-Physical Interactions in the World Ocean.* (B.J. Rothschild ed.), 183-202.
- BUHR K.J.** (1976). Suspension feeding and assimilation efficiency in *Lanice conchilega* (polychaeta). *Mar. Biol.*, 38, 373-383.
- BUHR K.J. ET J.E. WINTER** (1977). Distribution and maintenance of a *Lanice conchilega* association in the Weser estuary, with special reference to the suspension-feeding behaviour of *Lanice conchilega*. *Biology of Benthics Organisms*, Eds. Keegan, Ceidigh, and Boarden. Pergamon Press, 101-113.

- CONOVER R.J.** (1966). Assimilation of organic matter by zooplankton. *Limnol. Oceanogr.*, 11, 338-345.
- DESLOUS-PAOLI J.-M., A.M. LANNOU, P. GEAIRON, S. BOUGRIER, O. RAILLARD ET M. HERAL** (1992). The effect of food behaviour of *Crassostrea gigas* (Mollusc bivalvia) on natural particulate matter biosedimentation. *Hydrobiologia*, 231 (2), 85-91.
- DINET A., J.M. SORNIN, A. SABLIERE, D. DELMAS ET M. FEUILLET-GIRARD** (1990). Influence de la biodéposition de bivalves filtreurs sur les peuplements méiobenthiques d'un marais maritime. *Cah. Biol. Mar.*, 31, 307-322.
- EPIFANIO C** (1988). Transport of invertebrate larvae between estuaries and the continental shelf. *American Fishery Society Symposium*, 3, 104-114.
- FAUVEL P.** (1927). Faune de France. 16 : Polychètes sédentaires. *Lechevalier Ed., Paris*, 494 p.
- FERAL P.** (1988). Processus biosédimentaires en milieu sableux intertidal d'après l'étude de deux populations Bas-Normandes de *Lanice conchilega* (Palas 1766) (Annélide polychète). *Thèse Doctorat 3ème cycle, Univ. de Caen*, 265 p.
- FRONTIER S.** (1981). Méthode Statistiques : Applications à la Biologie, la Médecine et l'Ecologie. *Masson ed., Paris*, 246 p.
- GODEFROY D. ET C. ETOURNEAU** (1994). Bilan de douze années de suivi sanitaire de la conchyliculture en Baie des Veys. *R.Int.IFREMER.DEL/94.06-Port en Bessin*, 71p.
- GOYARD E.** (1995). REMORA : Résultats nationaux de l'année 1994 (Réseau de suivi de la croissance de l'huître creuse). *Actes des 8èmes rencontres de l'AGLIA, 14-15 sept. 1995*
- GREMARE A., J.M. AMOUROUX ET J. AMOUROUX** (1989). Modelling of consumption and assimilation in the deposit feeding polychaete *Eupolyornia nebulosa*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 54 (3), 239-248.
- GÜNTHER C.P.** (1992). Dispersal of intertidal invertebrates : a strategy to react to disturbances of different scales ? *Netherlands Journal of Sea Research*, 30, 45-56.
- HEALY M.** (1962). Some basic statistical techniques in soil zoology. *Progress in soil zoology (Murphy's Ed.)*, London Butterworths, 3-9.
- HEIMLER W.** (1981). Untersuchungen zur Larvalentwicklung von *Lanice conchilega* (Polychaeta Terebellomorpha). I - Entwicklungsablauf. *Zool. Jahrb., Abt. Anat. Ontog. Tiere*, 106, 1, 12-45.

- KOPP J., J.P. JOLY, J. MORICEAU. E. LEGAGNEUR ET F. JACQUELINE (1991).** La conchyliculture en Baie des Veys : historique, situation actuelle et perspectives. *Rapport Scientifique IFREMER, 91p.*
- LAGADEC Y. (1990).** Processus hydrodynamiques, dispersion larvaire et recrutement en régime mégatidal. Exemple de *Pectinaria koreni* (Annélide polychète) en Baie de Seine (Manche). *Thèse Doctorat 3ème cycle, Univ. de Sci. et Techn. de Lille Flandres-Artois.*
- LAGADEC Y. (1992 a).** Répartition verticale des larves de *Pectinaria koreni*, annélide polychète à cycle benthopélagique, en Baie de Seine Orientale. *Oceanologica Acta, 15 (1), 109-118.*
- LAGADEC Y. (1992 b).** Transport larvaire en Manche, exemple de *Pectinaria koreni* en Baie de Seine. *Oceanologica Acta, 15 (4), 383-395.*
- LAGADEC Y. ET J.M. BRYLINSKY (1987).** Transport larvaire et recrutement de polydora ciliata, Annélide polychète, sur le littoral boulonnais. *Cah. Biol. Mar., 28, 537-550.*
- PALMER R.E. ET J.G. WILLIAMS (1980).** Effect of particle concentration on filtration efficiency of the Bay scallop *Argopecten irradians* and the oyster *Crassostrea virginica*. *Ophelia, 19, 163-174.*
- RAILLARD O., J.-M. DESLOUS-PAOLI, M. HERAL ET D. RAZET (1993).** Modélisation du comportement nutritionnel et de la croissance de l'huître japonaise *Crassostrea gigas*. *Oceanologica Acta, 16 (1), 73-82.*
- RAZET D., M. HERAL, J. PROU ET J.M. SORNIN (1990).** Variations des productions de biodépôts (fèces et pseudo fèces) de l'huître *Crassostrea gigas* dans un estuaire macrotidal : Baie de Marennes-Oléron. *Haliotis, 10, 143-161.*
- ROPERT M. (1995).** Ecophysiologie du ver tubicole *Lanice conchilega* : compétition trophique avec l'huître japonaise *Crassostrea gigas* en Baie des Veys (Baie de Seine Occidentale). *Mém. DEA d'Océanologie Biologique, Paris VI, 45p.*
- SCHERRER B. (1984).** Biostatistiques. *Gaëtan Morin Eds., Québec, 850 p.*
- SORNIN J.M. (1981).** Processus sédimentaires et biodéposition liés à différents modes de conchyliculture. *Thèse Doctorat 3ème cycle, Univ. de Nantes, 188 p.*
- SOUZA REIS C. DE, A. PEREIRA ET J.L. RODRIGUES (1978).** Contribuição para o estudio dos substratos moveis do estuario do tejo. *Trafaria, Porto Brandão. Trab. Curso. F.C.L.*

- SYLVAND B.** (1995). La Baie des Veys, 1972-1992 : Structure et évolution à long terme d'un écosystème benthique intertidal de substrat meuble sous influence estuarienne. *Thèse Doctorat d'Etat, Univ. de Caen, 407 p.*
- SYLVAND B., A. MEUNIER ET M. ROPERT** (1992). Impact du développement de vers tubicoles sur la conchyliculture en Baie des Veys (Littoral occidental de la Baie de Seine). *Rapports scientifiques du G.E.M.E.L., 14p.*
- SYLVAND B., A. MEUNIER, M. ROPERT, C. AMIARD ET J.C. AMIARD** (1993). Objectifs de qualité en milieu estuarien : la Baie des Veys (Littoral occidental de la Baie de Seine). *Rapports scientifiques du G.E.M.E.L., Agence de l'eau Seine-Normandie, 73p.*
- THIEBAUT E., J.C. DAUVIN ET Y. LAGADEUC** (1992). Transport of *Owenia fusiformis* larvae in the Bay of Seine. I - Verticale distribution in relation to water column structure and ontogenic migration. *Mar. Ecol. Prog. Ser., 80, 29-39.*
- THIEBAUT E., J.C. DAUVIN ET Y. LAGADEUC** (1994). Transport of *Owenia fusiformis* larvae (Annelidae : Polychaeta) in the Bay of Seine. Horizontale distribution and retention. *J. Mar. Biol. Ass. U.K., 74, 129-142.*
- VAHL O.** (1972). Efficiency of particle retention in *Mytilus edulis* L. *Ophelia, 10, 17-25.*
- 
-