

Les notions de pathologie et d'épidémiologie en aquaculture marine sont relativement récentes, notamment pour les mollusques car elles datent simplement d'une trentaine d'années.

Si depuis de nombreuses recherches ont été effectuées et si les concepts dans ces domaines particuliers ont évolué, les actions proposées pour enrayer une maladie restent encore modestes. Les principales espèces de mollusques cultivées dans le monde sont relativement peu nombreuses et beaucoup d'entre-elles ont subi ou subissent des épizooties.

Actuellement, l'histoire pathologique devient consistante, plusieurs maladies infectieuses sont connues, de nombreux pathogènes ou potentiellement pathogène sont décrits, des mortalités diverses sont étudiées, plusieurs types de tumeurs ont été observées.

Nous vivons dans certain cas, comme celui de l'huître plate Ostrea edulis, un moment décisif où les choix de recherche et l'obtention de résultats revêtiront une grande importance pour la profession conchyicole.

L'adaptation des concepts de travail développés par les services sanitaires pour les élevages intensifs terrestres aux élevages marins, peut être envisagée. Il sera nécessaire de tenir compte de leurs caractéristiques, de leur importance économique et des particularités du métier.

### **1- CARACTERISTIQUES DES ELEVAGES CONCHYLICOLES**

Les caractéristiques des élevages sont fonction de la nature des animaux, des composantes du milieu et des facteurs humains. Les différents points importants qui peuvent être retenus sont que:

1. Les animaux sont sessiles et filtreurs. Ils vivent dans un milieu liquide fluctuant où la majorité des paramètres sont difficilement contrôlables. Leurs biotopes naturels, à l'état sauvage, sont bien délimités. Les apports nutritionnels dépendent des conditions d'environnement.
2. Les élevages sont très souvent monospécifiques.
3. Les élevages conchyicoles dit «extensifs» sont de fait dans la plupart des cas élevages intensifs.
4. Chaque éleveur dépend de son voisin. La production d'un pare dépend de la productivité générale d'un bassin et de la biomasse qui s'y trouve.
5. Des relations importantes peuvent exister entre les différents grands bassins. Les coquillages sont acheminés d'un centre à un autre suivant leur âge ou suivant les phases de commercialisation. Il faut également souligner l'existence de marchés internationaux portant soit sur les larves, soit sur les juvéniles, soit sur les adultes et, dont le contrôle n'est pas toujours aisé.

6. Les professionnels sont à la recherche d'une rentabilité optimale. Cette rentabilité s'apprécie par le coefficient de gain ou  $r$  économique =  $r \times \frac{\text{Prix de vente}}{\text{Prix d'achat}}$

$$\text{ou } r = \text{coefficient de rendement pondéral} = \frac{P_{\text{final}}}{P_{\text{initial}}}$$

et par la marge brute MB qui est égale à

$$MB = \text{Valeur achat} \times r - \text{valeur achat} - \text{frais d'exploitation.}$$

La rentabilité optimale dépend donc du coefficient de rendement pondéral, du rapport du prix de vente et de prix d'achat et des frais d'exploitation.

La vulnérabilité de l'entreprise dépend, en ce qui nous concerne, surtout des aléas du milieu naturel qui influent sur le coefficient de rendement pondéral par les coefficients de croissance et de mortalité.

## 2. - IDENTIFICATION DES ALEAS

Quantitativement, le nombre de risques varie selon que l'entreprise recoure une, plusieurs ou toutes les séquences d'élevage. (captage, demi-élevage, élevage, affinage). (Grizel, 1982).

Qualitativement la nature de ces risques reste dans l'ensemble inchangée. Ils sont fonctions des conditions:

- abiotiques du milieu et de ses variations accidentelles dues notamment aux pollutions diverses.
- biotiques d'environnement parmi lesquelles se distinguent les compétiteurs, les prédateurs et surtout les pathogènes.

L'histoire actuelle conchylicole révèle que dans la majorité des cas les aléas dues aux risques abiotiques sont passagers et supportables par l'entreprise, même si ces accidents sont spectaculaires (Amoco Cadiz), soit plus pernicious car provenant de sources plus diffuses situées en amont des sites et qui modifient lentement les conditions d'environnement.

Dans ce dernier cas, les causes sont souvent connues et la solution aux problèmes dépend de la «volonté politique».

Concernant les risques biotiques, les effets dus aux compétiteurs et aux prédateurs peuvent être parfois importants mais ils ne sont jamais permanent car soit l'éleveur peut agir, soit des régulations naturelles interviennent.

L'impact des épizooties sur l'économie ostréicole est d'un autre ordre de grandeur.

## 3 - IMPORTANCE ECONOMIQUE DES EPIZOOTIES

Concernant la marteillose et la bonamiose, l'évaluation que nous avons faite révèle, outre des modifications importantes sur le plan technique (Grizel 1983), une réduction de chiffre d'affaires de l'ostréiculture bretonne de 1,8 milliard de francs 1983 pour la période 1974 – 1982, soit un manque à gagner de près de 200 millions de francs 1983 par an. (Meuriot et Grizel, 1984).

Cette perte est due essentiellement à la chute de production de l'huître plate (fig.1). Comparativement, l'échouement très spectaculaire de l'Amoco Cadiz, a entraîné une perte directe de chiffre d'affaires évaluée selon Bonnieux et al. (1980) à 114 millions de francs 1983.

De plus, toujours pour la région bretonne, le remplacement de l'huître plate Ostrea edulis par l'huître creuse, Crassostrea gigas, a induit une baisse de la valeur ajoutée. Cette réduction de richesse nouvelle se situerait d'après nos évaluations autour de 160 millions de francs 1983 par an, pour la même période.

L'impact de ces maladies est donc considérable pour les entreprises. Ces effets se font également sentir au niveau de l'économie régionale par la baisse du pouvoir d'achat et par la diminution de la main d'oeuvre. (Fig.2).

Des exemples similaires sont connus au Canada, lors de la maladie de Malpèque, où la production huître de la région du Queens est passée de 9 000 barils à quelques un entre 1934 et 1940. Il en est de même de la production huître de Virginie qui a chuté selon Dexter et al. (1978) suite au développement de Minchinia nelsoni de 3,5 millions de boisseaux en 1954 à 895,5 boisseaux en 1975.

Nous rappellerons enfin que la culture de C. Angulata en France a été carrément supplantée par celle de C. Gigas suite aux viroses qui ont sévi sur la première espèce, la perte estimée, étant de l'ordre de 556 millions de francs.

Années	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
Départements										
Morbihan	2157	1666	1725	1260	635	499	1055	1013	866,5	1151,6
Finistère	9521	8814	4732	1726	2204	2450	3275	2842	1313	796,9
Côte Nord	1400	1300	1000	241	362	76	1150	482	283,5	554,9
Ille et Vilaine	801	842	386	381	588	494	581	328	300	37

Tableau 6: Evolution de la production d'huître plate en quantité dans les différents départements bretons (Données: Affaires Maritimes)

## 4.2. Economiques directes

### 4.2.1. Productions-Valeurs

De 1970 à 1976, la production d'huître plate a chuté régulièrement avec l'avancée de M. refringens passant de 19 500 tonnes à 3 608 tonnes (Tableau 7 - Fig. 1)

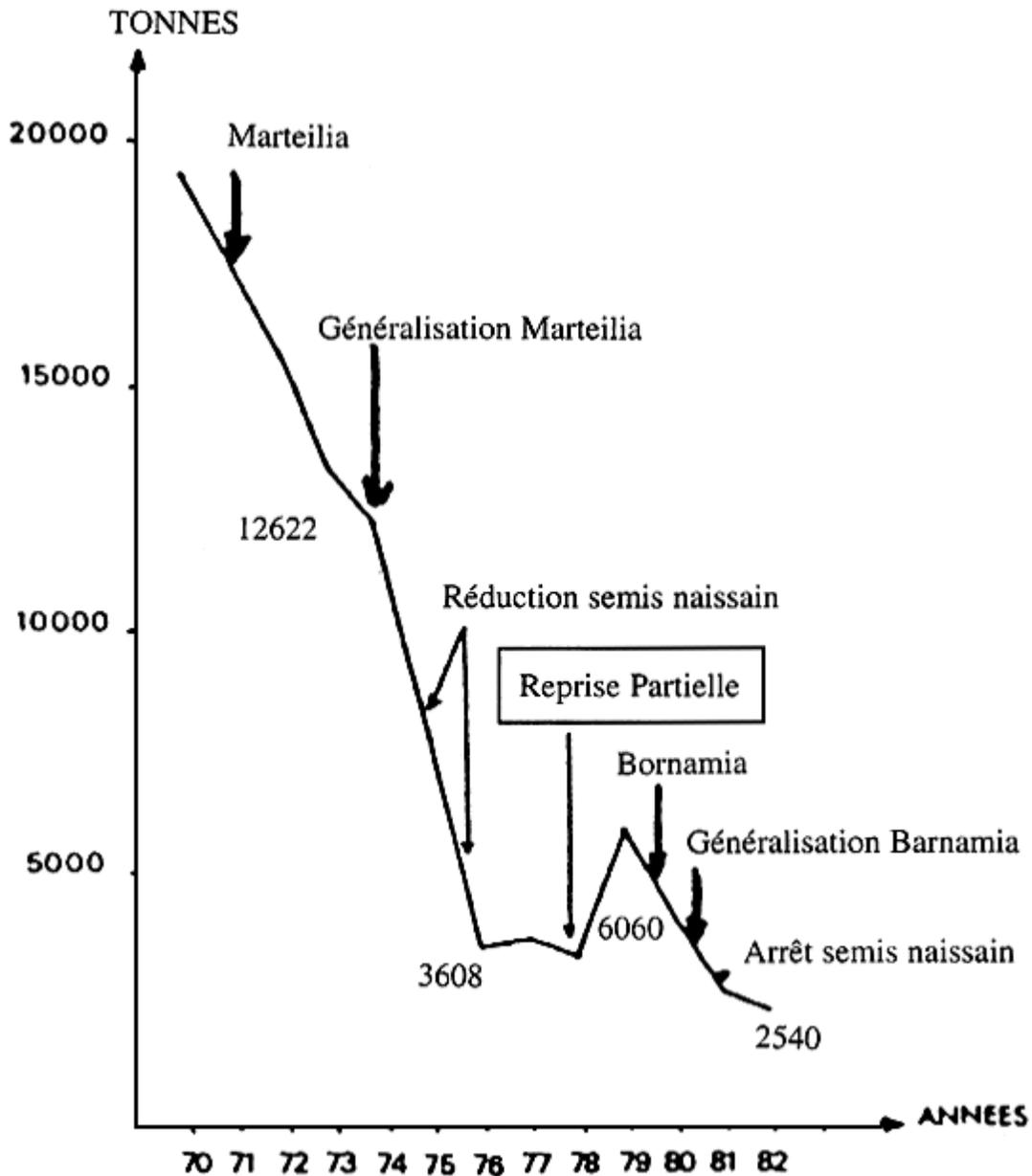


figure 1.: Evolution de la population d'huître plates destinées à la consommation en Bretagne (en tonnes).

#### **4 - RELATIONS HOTE - ENVIRONNEMENT - PATHOGENE - FACTEURS HUMAINS**

Selon Ravaud (1984) la pathologie animale est l'aboutissement de la rupture d'équilibre entre le potentiel de résistance des sujets et la force pathogène de nombreux facteurs d'agression dont certains peuvent être seuls déterminants.

Pour les élevages conchylicoles, l'équilibre de ces facteurs est régi par des groupes de composantes dont les principales sont reportées dans la figure 3.

L'identification des paramètres susceptibles d'intervenir dans la rupture d'équilibre des forces en présence et la mise en évidence de relations entre les différents groupes de paramètres dépendent très souvent du développement de l'épidémiologie.

#### **5 - EVOLUTION DES CONNAISSANCES EN EPIDEMIOLOGIE DES MOLLUQUES.**

L'épidémiologie se décompose en plusieurs branches parmi lesquelles nous retiendrons l'épidémiologie descriptive, l'épidémiologie analytique et l'épidémiologie prédictive.

La complexité des études pouvant varier selon la nature des pathogènes nous rappellerons brièvement l'étiologie des principales maladies décrites à ce jour chez les Mollusques. Les épizooties les plus importantes ont été causées par des Virus, des Bactéries, des Champignons, et des protozoaires. Des Métazoaires appartenant aux Crustacés ont également été décrites, certaines étant présentes simultanément à des mortalités de bivalves fouisseurs.

##### **5.1. - Epidémiologie descriptive**

###### **5.1.1. Techniques de diagnostic**

La mise en évidence d'un pathogène, qu'elle qu'en soit la raison, et le suivi de son évolution nécessite la maîtrise de techniques de diagnostic ad-hoc.

La technique la plus couramment employée pour les mollusques est l'histologie classique. Malgré sa lourdeur et les aléas qu'elle comporte, elle reste un des plus sur moyen de diagnostic pour une gamme étendue de pathogènes.

Dans le cas de contrôles zoosanitaires à large gamme, elle semble difficilement remplaçable. Par contre, pour certains cas précis, elle peut être avantageusement remplacée par la technique des frottis qui est beaucoup plus rapide et moins onéreuse ou encore être complétée, en cas de doute, par des techniques spécifiques.

Nous citerons, pour exemple, la culture de Perkinsus marinus sur un milieu au thioglycollate (Ray, 1952) ou celle d'Ostracoblabe implexa développé par Alderman et Jones (1971).

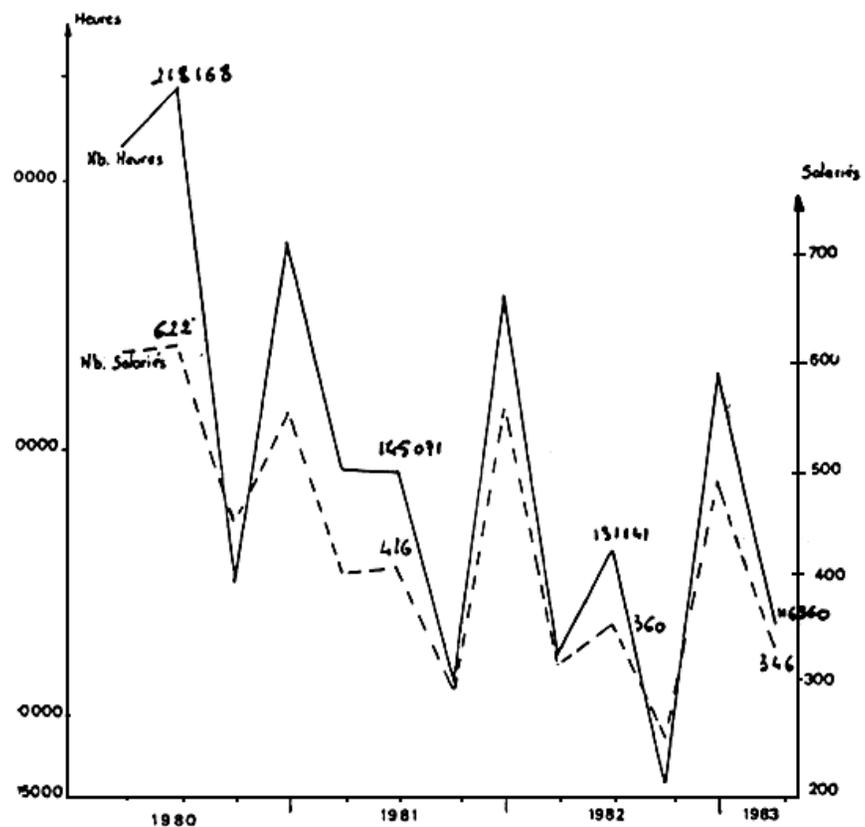


Figure 2 a : Evolution du nombre de salariés et du nombre d'heures de travail dans le Morbihan de 1980 à 1982.

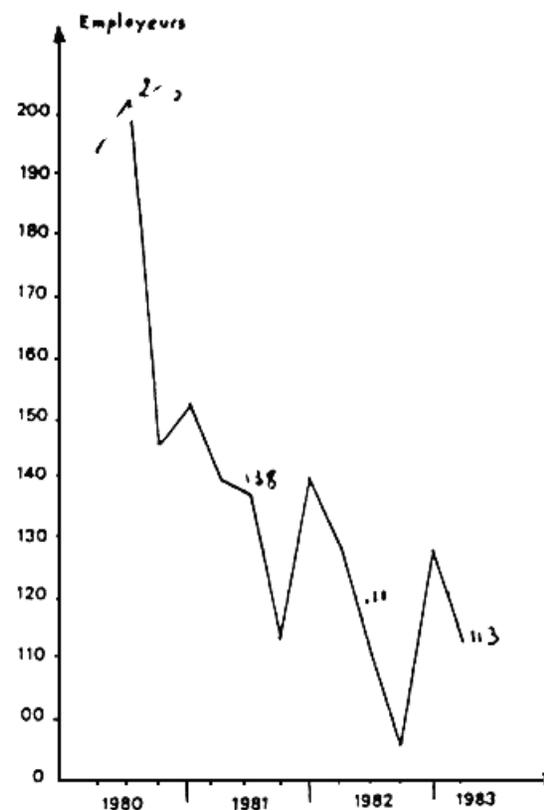


Figure 2 b : Evolution de la courbe du nombre d'employeurs dans le Morbihan de 1980 à 1982.

- Etat «notion de bons élevages»

- Paramètres physique-  
chimiques

Température

- Receptivité

Genre  
Espèce  
Race  
Age

O<sub>2</sub>

Pollution

Profondeur

Etc...

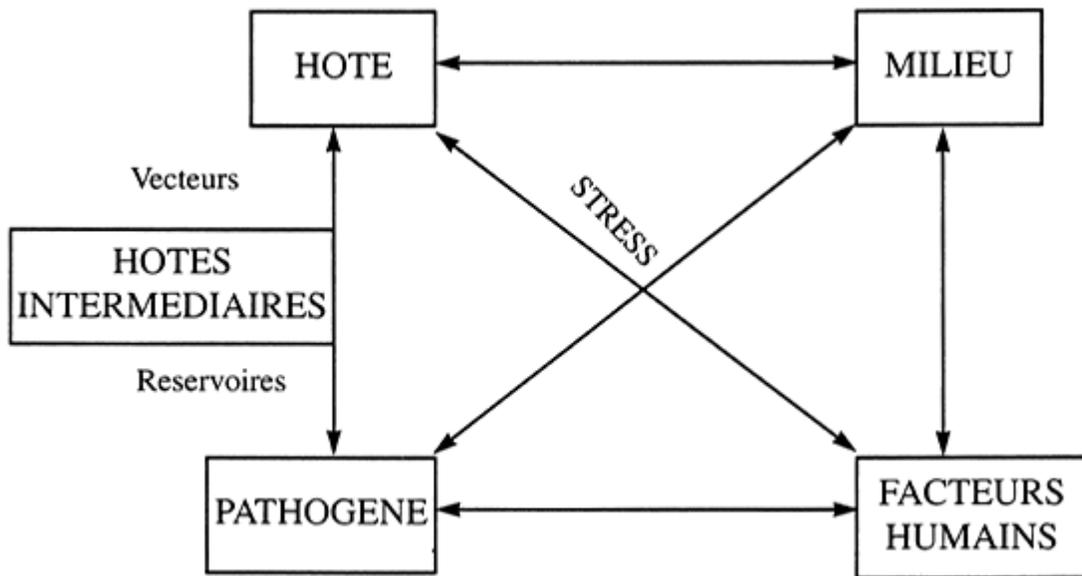
- Mécanismes de défense

- Paramètres  
alimentaires

Plonction

Bactéries

Etc...



- Sources  
- Ethnologie  
- Pression  
microbienne  
- Cycle de  
développement  
- Resistance

- Economie  
- Aménagement  
- Paramètres  
zotechniques

Techniques cultures  
Densité  
Transport  
etc...

Figure. 3

Nous mentionnerons enfin le manque de techniques appropriées pour l'étude de microorganismes, en particulier les cultures cellulaires, et nous soulignerons la complexité de la faune bactérienne accumulée par les filtreurs.

### 5.1.2. Evolution spatio-temporelle

Les diagnostics peuvent, être réalisés soit à la demande d'une administration ou d'un professionnel qui désire connaître l'état zoosanitaire de son cheptel, soit à des fins plus générales pour suivre, par exemple, l'évolution géographique d'une maladie ou d'un parasite. les informations recueillies se rapportent aux :

- taux d'occupation de la maladie donné par le pourcentage de lots parasités.
- taux de parasitisme fourni par le pourcentage de coquillages parasités dans chaque lot.
- taux d'infestation du sujet. Cette dernière information est souvent plus subjective.

De nombreuses études ont été conduites sur ce sujet en particulier lors des épizooties dues à Perkinsus marinus, Minchinia costalis et M. nelsoni aux U.S.A., et à Marteilia refringens et Bonamia ostreae en France.

Si les résultats de ces enquêtes épizootologiques ne sont pas toujours spectaculaires, if n'en est pas moins qu'elles servent de base à la prise des décisions prophylactiques, qu'elles informent le professionnel sur la politique qu'il doit suivre pour ses élevages et qu'elles orientent et facilitent d'autres recherches.

La progression se fait au coup par coup et les propositions d'actions ne peuvent parfois être formulées qu'en fonction d'une évaluation des risques basée sur l'analyse de fondements pathologiques généraux.

Dans d'autres cas, les résultats sur le terrain sont suffisants pour faire des propositions constructives. Ainsi, le suivi régulier des taux de parasitisme de Marteilia refringens, a permis de proposer en 1979 la reprise, modérée de la culture d'Q. édulis dans les centres de Morlaix, Penszé, les rivières de Crach et de St-Philibert et le secteur de Roscanvel en rade de Brest.

Pour l'avenir l'amélioration des plans d'échantillonnages et la mise sur micro-ordinateur de différents paramètres relatifs aux cultures, à l'environnement, à la pathologie et aux mollusques devraient permettre d'avancer dans l'approche de la définition «des facteurs de risques», et dans celle de la «notion de bon élevage».

## 5.2. - Epidémiologie analytique

### 5.2.1. Reproduction des maladies

Lorsqu'un pathogène a été mis en évidence la reproduction de la maladie a généralement été obtenue dans le milieu ambiant.

Par contre, rare sont les cas où elle a pu être reproduite en laboratoire.

#### A. Contaminations expérimentales sur le terrain

Ce type de contamination est réalisé simplement par l'introduction de coquillages provenant de zones réputées non parasitées vers des secteurs où sévit la maladie. Des lots témoins importants sont examinés avant chaque transfert.

Les processus d'introduction peuvent être plus ou moins simple selon que le ou les stades infectieux ont été ou non identifiés. Les mollusques utilisés sont placés dans des poches ou des caisses afin d'éviter tout mélange avec les populations avoisinantes.

Ainsi, Andrews et al. (1962) ont pu obtenir des infections par Minchinia costalis de Crassostrea virginica

Il en est de même des essais réalisés par Couch et Rosenfield en 1968 avec Minchinia nelsoni et M. costalis.

Le protocole plus complexe, reposant sur des introductions renouvelées à plusieurs période de l'année (septembre, décembre, mars et juin), leur a permis de préciser la période d'apparition des premiers stades de ces parasites et d'en étudier le cycle de développement.

Cependant, les intervalles trop importants entre les différentes introductions ne permettent pas de déterminer avec précision le moment à partir duquel la contamination s'effectue et d'établir la durée de cette période.

Ces considérations ont conduit Grizel et Tigé (1979) à établir un protocole plus complet. Ne connaissant pas le stade infectieux de Marteilia refringens il était important de savoir si l'hôte n'abritait pas de stades non identifiés avant que la maladie puisse être diagnostiquée.

Le modèle d'étude a été basé sur l'introduction mensuelle d'huîtres saines dans une zone contaminée doublée d'un retransfert, vers la zone d'origine, de la moitié de chaque lot ayant séjourné un mois dans le secteur contaminé.

Tous les lots sont contrôlés systématiquement le mois suivant leur immersion, puis mensuellement.

Par cette méthode les auteurs ont démontré que:

- la période de contamination avait lieu uniquement pendant la période estivale,
- les formes infectieuses n'étaient pas abritées par l'hôte longtemps à l'avance; la période d'incubation est très réduite.
- la maladie peut s'exprimer dans des sites où elle n'est pas présente.

En outre, des données précises ont été acquises sur le cycle de développement.

L'application directe de ces observations a été la réutilisation des concessions situées dans les secteurs parasités pour des élevages en cycle court hors de la période estivale.

Un modèle expérimental du même type, mais simplifié a été par Tigé et Grizel (1984) pour Bonamia ostreae.

Ce protozoaire contrairement aux précédents est infectieux tout au long de l'année. Les symptômes de la maladie sont décelables trois à quatre mois après l'introduction des huîtres. Les mortalités importantes surviennent généralement 3 mois après les premières contaminations et peuvent atteindre 90% en 10 à 12 mois d'élevage (fig.4).

## B. Contaminations expérimentales au laboratoire

La reproduction de la maladie au laboratoire est primordiale. Elle permet d'envisager l'obtention de modèles expérimentaux qui seront décisifs pour l'étude et le rôle de différents facteurs. Elle servira également pour l'étude des mécanismes régissant les défenses de l'hôte. Enfin, la conservation de lignées parasitaires peut-être abordée.

A ce jour, parmi les grandes épizooties recensées, la maladie n'a pu être reproduite que pour deux espèces. Perkinsus marinus et Bonamia ostreae.

Les techniques de conservation des coquillages en aquarium ou en bacs sont relativement bien connues. Toutefois des progrès sont encore à réaliser pour des élevages de longue durée les variations des paramètres physico-chimiques pouvant masquer ou entraver le déroulement des phénomènes à étudier.

Les techniques de transmission sont performantes et efficaces lorsqu'il est possible de travailler avec des stades infectieux du pathogène.

Les méthodes classiques sont celles de Ray (1954). Elles sont basées soit sur la mise en contact dans une même enceinte d'hôtes contaminés et non contaminés (technique de proximité), soit sur l'introduction de parasites en suspension avec le phytoplancton (feeding).

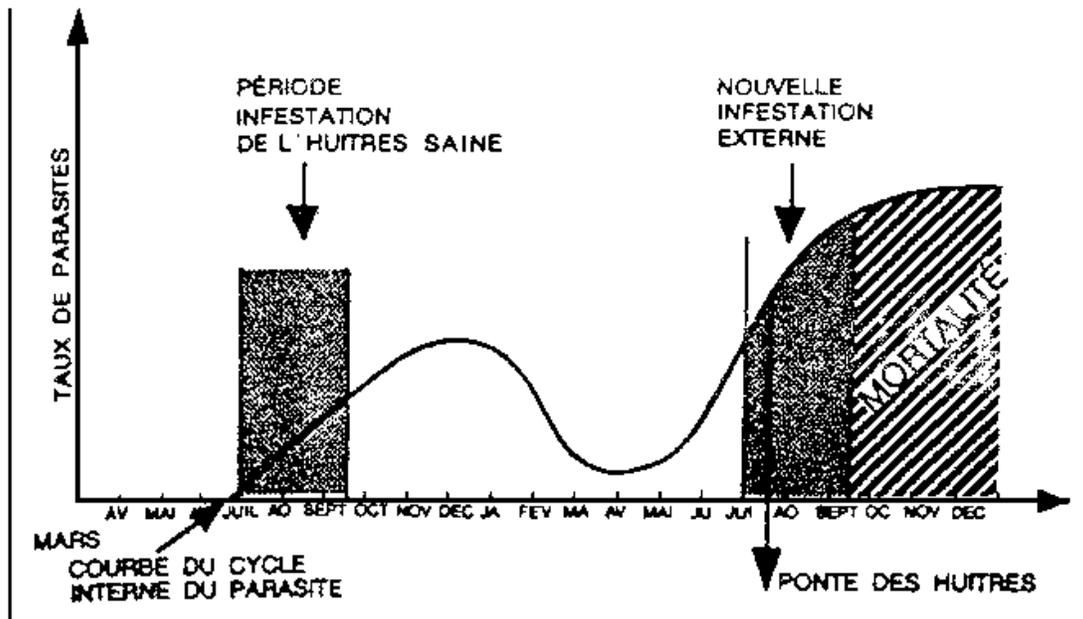


Figure. 4

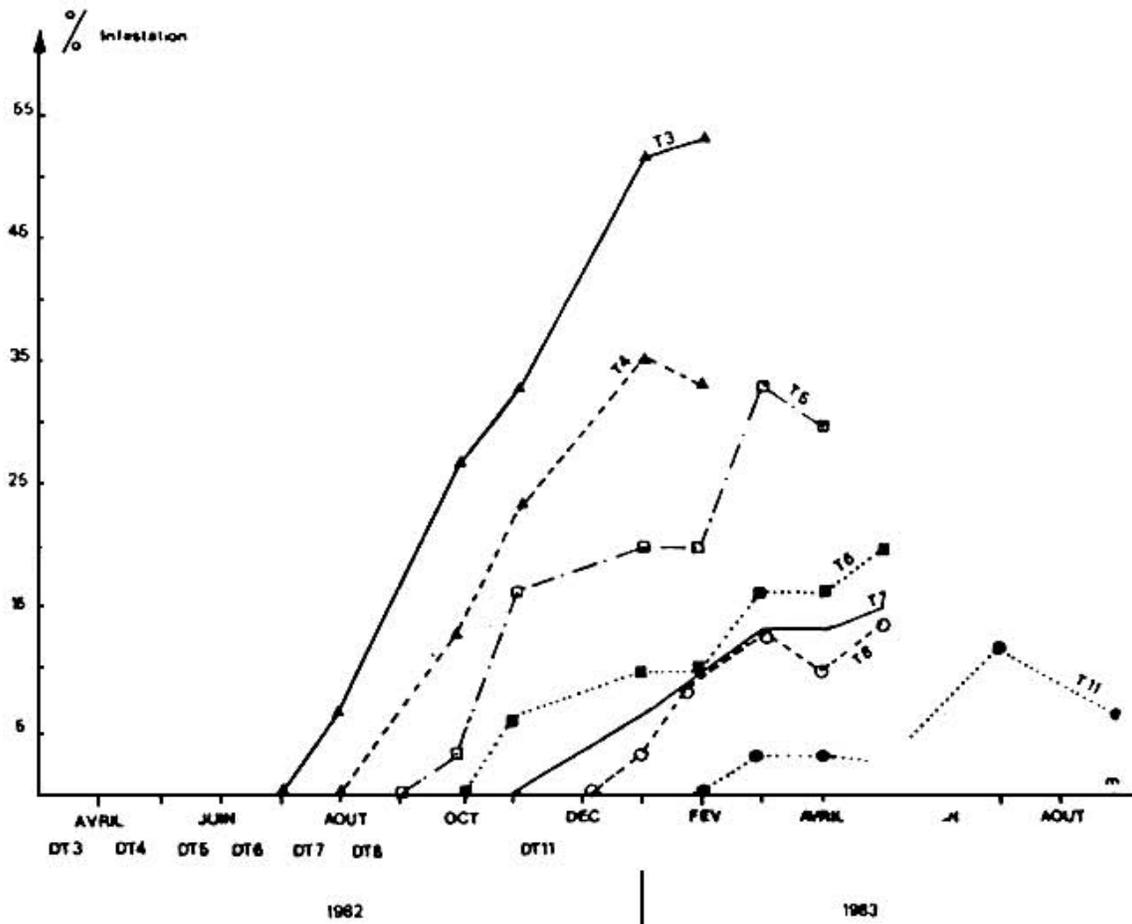


Figure. 5

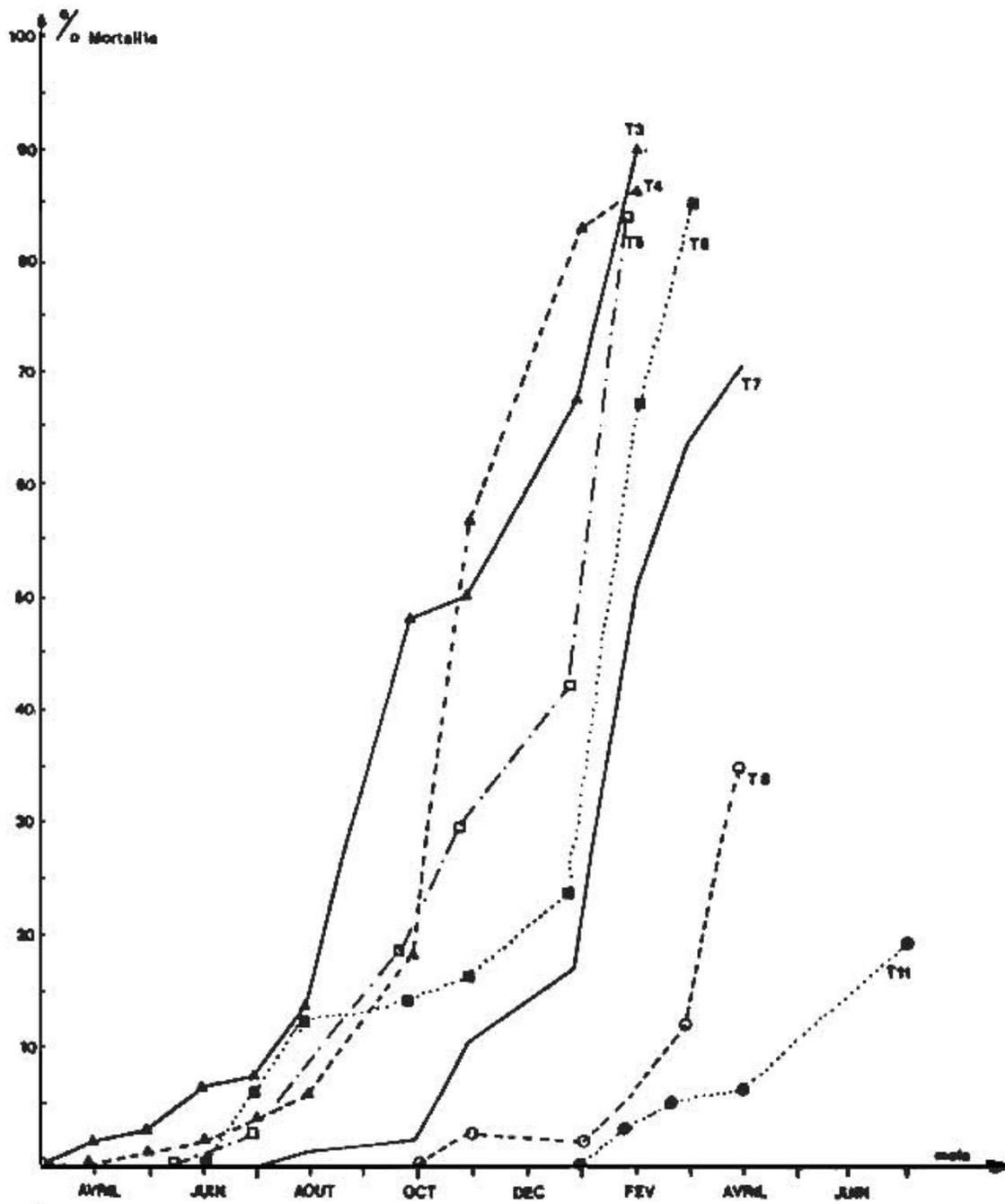


Figure. 6

Les injections à travers un orifice pratiquées dans la valve droite ou dans la zone intervalvaire de la coquille sont également courantes et ont été utilisées par de nombreux auteurs (Balouet et al., 1979; Poder et al., 1982; Bachère et al., 1984).

L'application de ces différents procédés a permis d'obtenir des résultats positifs avec Bonamia ostreae.

Cependant, malgré ces résultats positifs et d'une manière générale, des progrès restent à accomplir pour obtenir des modèles expérimentaux efficaces. En effet, se posent les questions essentielles de la connaissance du ou des stades infectieux et de celle de la dose minimale infectieuse à inoculer.

Ces réponses pourront être obtenues par l'amélioration des techniques d'isolation et de production des pathogènes de mollusques et par la meilleure connaissance des cycles de développement, en particulier chez les hôtes secondaires.

### 5.2.2. Réceptivité de l'hôte

Dans le cas des parasites d'Ostrea edulis, Marteilia refringens et Bonamia ostreae, de nombreuses expériences ont été réalisées sur la réceptivité de l'hôte. Pour chacune de ces maladies, elle a varié en fonction du genre, de l'espèce, de la race et de l'âge.

Des jeunes stades de Marteilia refringens ont été signalés par Cahour (1979) dans l'épithélium stomacal de C. gigas alors que Tigé et Rabouin (1976) ont décrit tous les stades de ce parasite chez Mytilus edulis. A l'inverse B. ostreae n'a jamais été observé chez d'autres genres de mollusques.

Lors d'essais d'acclimation d'Ostrea Chilensis Grizel et al. (1982(1983)) ont constaté que cette espèce était sensible aux deux parasites d'O. edulis. Ils provoquent le même type de lésions, notamment des lésions branchiales dans le cas d'infection par B. ostreae.

Par ailleurs, les résultats des tests réalisés avec des huîtres plates d'origine différentes montrent que quelle que soit la provenance elles sont sensibles à M. refringens. (tab.1) La contamination a également lieu en période estivale et le cycle de développement est comparable chez tous les lots. (Grizel, 1979).

MOIS	Mars	Avril	Mai	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
ORIGINE								
Naissain plate Morbihan-temoin				1/17	15/20	22/25	17/19	20/22
Naissain plate Méditerranée				1/22	18/20	18/22	18/19	19/23
Naissain Ecloserie					14/23	10/17	15/20	6/20
Naissin écloserie Variété «Pied de cheval»					3/4	16/9	6/12	5/20
Adultes Irlande	0/20			4/13	5/12	17/20	17/20	12/20
Adultes Méditerranée Grèce		0/3			18/19	11/11		

**Tableau 1** : essai de contamination d'huîtres plates d'origine et d'âge différent rivière de Crac'h (1976)

Il en a été de même avec B. ostreae bien que des différences significatives aient été notées par Bachère (1984) entre les huîtres plates d'origine méditerranéenne et atlantique.

Enfin, des différences dans les taux de contaminations ont été relevés suivant l'âge d'O. edulis: Pour les deux pathogènes précités les pourcentages de naissain parasité ont toujours été extrêmement faible, de l'ordre de 1%, alors que dans le même secteur les huîtres plus âgées présentaient des taux élevés de contamination.

Des observations similaires ont été rapportées pour les mortalités estivales de C. gigas, les cohortes atteintes étant préférentiellement soit celles de 12 mois, soit celles de 24 mois. Il en est de même pour Perkinsus marinus, les juvéniles étant moins réceptifs à la maladie.

Selon Ray (1954) les risques statistiques de contamination seraient plus faibles chez les juvéniles, leur taux de filtration étant moins important que celui des adultes.

Une autre constatation concerne C. gigas et M. edulis deux espèces localisées dans la majorité des continents ont subi à ce jour peu d'atteintes parasitaires graves, malgré leur présence dans des zones à haut risques de contamination.

Glude (1975) note l'absence de microcells chez C. gigas à côté d'Ostrea edulis atteintes. Comps (1972) rapporte la résistance de cette au pathogène responsable des mortalités de C. angulata et qui s'est avéré être un Iridovirus (Comps et Dutoit, 1976).

Par contre dans certains cas, elles peuvent révéler, comme nous l'avons vu, des pathogènes à d'autres espèces sans pour autant être affectées. Dans ces cas elles pourraient éventuellement jouer un rôle d'hôtes réservoirs.

Ces observations entraînent deux remarques:

- la première concerne la production de ces deux espèces qui est largement dominante par rapport aux autres, faisant ainsi peser la menace d'un système de monoculture dans beaucoup de pays.

- la deuxième a attrait à résistance de ces espèces qui, soit possèdent des mécanismes lartiucliers de défense, soit sont des espèces génétiques rustiques.

### **Influence des paramètres physico-chimiques-**

La vie des mollusques dépend étroitement de la variation des paramètres physico-chimique du milieu ambiant. La salinité la température, l'oxygène, les polluants sont autant de facteurs importants et limitants pouvant entraîner directement des mortalités ou pouvant provoquer des malformations.

A l'intérieur des limites extrêmes, tolérables par les mollusques, des brusques variations de ces paramètres induisent des stress qui diminuent la résistance de l'hôte ou favorisent l'expression de la pression microbienne. Ces facteurs peuvent également s'avérer limitant pour les pathogènes.

Ainsi, parmi les paramètres physico-chimique étudiés la salinité est un facteur limitant pour le développement de Minchinia nelsoni. Haskin et Ford (1982) ont mis en évidence des relations entre l'évolution du parasite, les pourcentages d'infections, les taux de mortalités et les gradients de salinité. La maladie regresse avec la baisse de salinité, le développement de M nelsoni étant inhibé en dessous de 15‰ (Andrews 1983).

Ces observations sur le terrain confirment les expériences réalisées en laboratoire par Sprague et al. (1969) sur la même espèce. En revanche, les salinités élevées favoriseraient le développement de parasite, les périodes de sécheresse s'accompagnant d'une reprise de la maladie (Andrews, 1968).

Selon Ray, (1954) et Mackin, (1956) Perkinsus marinus serait inhibé, voire détruit à des salinités inférieures à 11‰. Ces observations sont toutefois modulées par celles d'Andrews et Hewatt (1957) qui ne notent pas de variations dans les taux d'infestations après un transfert d'huîtres dans une zone dessalée et surtout par celles d'Otto et Krantz (1977) qui rapportent dans la baie de Chesapeake la présence d'une lignée de Perkinsus adaptée aux basses salinités.

A l'opposé, les salinités élevées pourraient être un facteur limitant à la propagation de Marteilia refringens. Son extension s'est effectuée dans les rivières depuis l'amont vers l'aval, et sa présence n'a que rarement été notée dans des eaux franchement océaniques ou les variations de salinité sont peu importantes. En outre, les observations de Comps (1979) se rapportant aux transferts d'huîtres plates parasitées de Bretagne dans l'étang de Thau, montrent que le cycle de Marteilia refringens est normal la première année du transfert, puis, que l'infection diminue, voire disparaît. La reprise printanière du cycle est perturbée. Si de nombreux facteurs peuvent être mis en cause, technique de culture, composantes physico-chimique, la salinité est parmi ces dernières l'une des plus remarquable. En effet, elles sont généralement dans ce site toujours plus élevées que celles des zones bretonnes (35 à 37‰).

La température joue également un rôle important. Les expériences de Grizel et Tigé (1979) sur Marteilia refringens révèlent une étroite liaison entre la période d'infection de ce parasite et la température. Les premières contaminations ont lieu uniquement pendant la période estivale. Le seuil thermique étant situé autour de 17 °C. Le cycle de développement est également lié à l'évolution des températures, la diminution des taux d'infestation et la sporulation ayant lieu en période hivernale lors des baisses de températures.

Ces relations ont également été mises en évidence par Farley (1975) pour Minchinia nelsoni dont le cycle de développement est assez similaire de celui de M refringens.

Par contre les basses températures peuvent favoriser la présence d'Hexamita inflata. Scheltema (1962) signale des mortalités hivernales dans la baie de Delaware associées à Hexamita. Son originalité est d'être présent et d'induire des mortalités chaque fois que les coquillages subissent des stress. Ce saprophyte devient pathogène chez des huîtres qui sont soit soumises à des températures proches de 0 °C ou inférieures, soit stockées dans de mauvaises conditions, soit dans des milieux sous saturés en oxygène. (Shuster et Hilman, 1963).

### Influence des paramètres culturaux-

Les paramètres culturaux sont susceptibles d'intervenir dans le déclenchement de la maladie mais également dans sa propagation.

L'un des plus important est probablement la densité des élevages qui influence la croissance et la qualité de l'hôte et qui favorise la propagation du parasite, les chances de rencontre entre l'hôte et le pathogène devenant très forte.

Korringa en 1952 a constaté que la densité de Mytilicola intestinalis augmentait avec celle de la population hôte. Dans cas cet accroissement induit des effets pathogènes, voire des mortalités, notamment lorsque le nombre de parasite est supérieur à 10 par Moule.

Selon Fenchel (1966) le nombre d'espèces parasitées peut également croître en fonction de la densité de l'hôte. Cet auteur rapporte la présence de 6 à 7 espèces de Cilies chez des populations denses de Mytilus edulis et de Macoma balthica alors qu'elles n'en abritent généralement qu'une ou très peu.

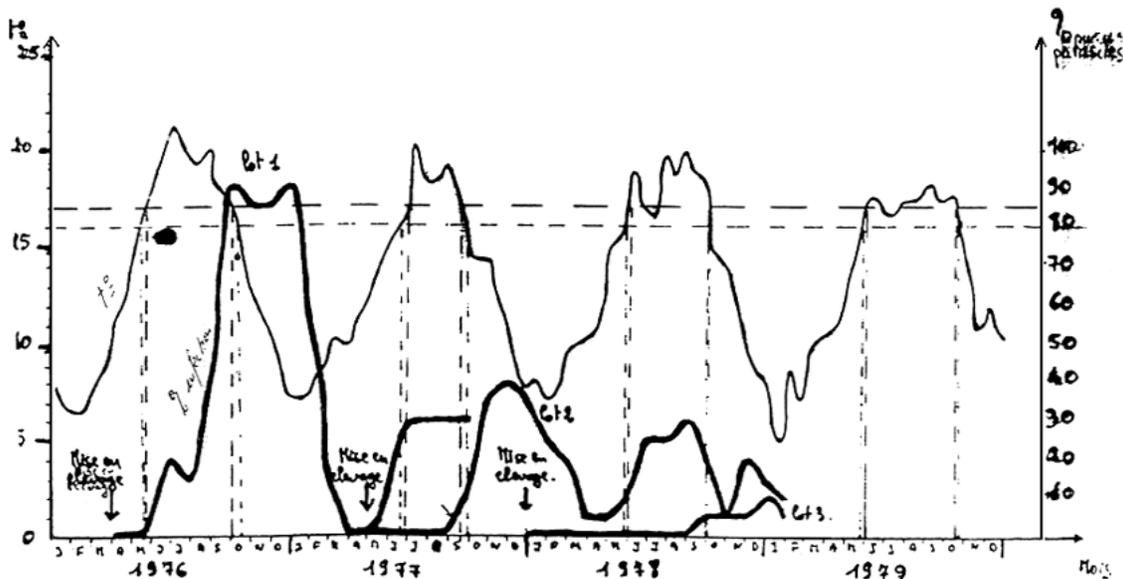


Figure.: 7 Rivière de crach

La technique de culture peut également entraîner des modifications. Koganesawa (1975) rapporte l'apparition de mortalités massives en baie d'Horsphima au Japon coïncidant avec le développement des cultures en suspension qui induisent un accroissement de la productivité.

En France des différences notables ont été observées entre l'évolution des maladies chez les huîtres élevées en eau profonde et celles cultivées en zone intertidale. Dans ce cas les différences de comportement, dépendent plus des conditions de milieu. Les masses d'eau renouvelées sont importantes, la dilution du parasite est plus grande, les apports trophiques sont généralement satisfaisants et la turbidité ne gêne pas les fonctions de filtration.

Ainsi, Marteilia refringens ne s'est jamais propagé dans les baies ouvertes de Bretagne (Quiberon, St-Brieuc, Cancale) malgré des apports importants d'huîtres parasitées.

Hepper (1955) fait état d'observations similaires pour Mytilicola intestinalis. En Hollande la culture des moules en eau profonde à des densités plus faibles a été suggérée par Korringa (1957) pour limiter l'action de ce parasite.

La pratique des transferts d'un centre à un autre présente ordinairement des avantages culturels, les qualités de certains parcs étant supérieures à d'autres pour la croissance ou l'obtention de coquillages de qualité. Cependant, en période critique ces méthodes deviennent condamnables car elles facilitent et permettent la propagation des pathogènes.

Nous citerons pour mémoire, Bonamia ostreae dont les introductions au Danemark, en Hollande, en Espagne et peut-être en Angleterre ne sont pas dues au hasard. Il en est de même de son développement en Bretagne.

### 5.3. - Epidémiologie prédictive

Dans le cas des mollusques le choix entre différentes méthodes prophylactiques est restreint, du fait de l'état d'avancement des connaissances, mais aussi du fait des possibles interventions.

En effet le report au schéma des relations hôtes, différentes composantes montre clairement que les niveaux d'interventions sont par ordre décroissant:

- Les facteurs humains et les paramètres qui en dépendent.
- l'hôte sous l'angle de la prophylaxie de groupe,
- Les pathogènes.
- et les facteurs d'environnement qui sont peu modifiables.

Toutefois comme nous l'avons vu précédemment la mise en évidence de relations entre ces différents groupes de composantes peut orienter des actions au niveau des facteurs humains.

#### 5.3.1. Prophylaxie sanitaire

Pour le moment la prophylaxie sanitaire est le type le plus employé en épidémiologie des mollusques.

Des programmes sanitaires de prévention ont été élaborés dans différents pays. Ils reposent à peu près tous sur les mêmes concepts.

Cependant, leur efficacité est souvent discutable car les conditions d'applications ne sont pas remplies. Des lacunes juridiques existent, les contrôles sont insuffisants, et l'éducation des professionnels est à parfaire dans ces domaines.

Par ailleurs, leur efficacité sera également accrue par l'amélioration de la qualité du diagnostic et par la connaissance des causes déterminantes et favorisant les épizooties.

Des programmes curatifs ont également été proposés surtout en Europe, ils ont été basés sur l'éradication des hôtes, en vue de la réduction des foyers infectieux, et sur le contrôle des transferts.

Les résultats sont variables selon les sites, en particulier entre les parcs situés en zone intertidale et ceux situés en zone infralittorale. Nous citerons le cas de la baie de Cancale où, après une éradication des huîtres parasitées par B. Ostreas, des élevages expérimentaux de naissain ont été reconduits sur les deux types de sites. Dans les deux cas les densités des semis ont été inférieures à celles utilisées jusqu'alors (1 à 2 t/ha au lieu de 4 à 5 t/ha).

La maladie n'a pas évolué sur les parcs situés en eau profonde et la croissance des huîtres a été très importante les huîtres étant commercialisables à l'âge de deux ans. Sur les parcs en zone découvrante, les résultats ont été décevants car les taux de parasitisme élevés ont provoqué des mortalités importantes.

Il en est de même pour Marteilia refringens qui continue de sévir en rivières d'Auray, et dans le golfe du Morbihan, malgré des éradications et malgré la présence actuelle d'un stock réduit d'huîtres plates.

### 5.3.2. Prophylaxie zootechnique

La prophylaxie zootechnique est celle qui a certainement le plus de chance de se développer avec efficacité dans l'avenir.

Les recherches sur les espèces ou les genres résistants à une maladie, permettront des substitutions comme cela a été le cas pour l'élevage de C. angulata.

Le remplacement d'une espèce par une autre, peu satisfaisant pour le biologiste et le pathologiste, a le mérite de maintenir l'économie ostréicole en place.

Ces opérations sont toutefois à considérer comme exceptionnelles, car elles présentent de nombreux inconvénients. Aussi, la recherche de souches spécifiques naturellement résistantes est a priori plus souhaitable. Cette technique a d'ailleurs été utilisée avec quelques succès au Canada par Drinnan (1967) dans le cas de la maladie de Malpèque. Des travaux intéressants sont menés par Beattie et al (1980) sur la sélection de souches de C. gigas résistantes aux mortalités estivales.

Des souches de C. virginica s'avérant plus résistantes à Minchinia nelsoni ont aussi été isolées par Andrews et Frieman (1974).

Par ailleurs, le développement de l'écopathologie, demandant un rapprochement des biologistes, des techniciens, des pathologistes et des informaticiens, devrait concourir à la définition d'élevage type en fonction des sites.

Le développement de techniques mieux appropriées et des modifications dans la conception des élevages réduiront les facteurs stressants permettant ainsi d'abaisser le seuil de probabilité du développement d'une maladie.

Les réductions de densité des semis, la pratique de culture dans le biotope original de l'huître plate (eau profonde), l'absence de stockage prolongé ont donné à Cancale, comme nous l'avons mentionné précédemment des résultats très encourageants. La croissance des huîtres a été excellente et la maladie ne s'est pas propagée.

### 5.3.3. Prophylaxie médicale

La prophylaxie médicale est, en l'état des connaissances, difficilement envisageable.

La notion de traitement individuel est à proscrire en raison des coûts, de même qu'il paraît, peu concevable, pour la même raison, d'envisager des traitements thérapeutiques répétitifs.

Les recherches dans ce domaine sont d'ailleurs rares et elles n'ont jamais été retenues comme solution pour essayer d'enrayer une maladie.

Par contre, ce type de traitement peut-être conçu en milieu semi-fermé ou fermé, tel les écloseries. Cependant, même dans ce cas la chimiothérapie doit être envisagée avec prudence, les répercussions sur l'environnement général étant assez mal connues et les pathogènes faisant preuve de grandes capacités d'adaptation aux traitements.

Pour l'avenir, l'amélioration des connaissances sur les mécanismes de défense des mollusques pourra éventuellement ouvrir des voies à ce type de prophylaxie.

## **6 - CONCLUSIONS**

La pathologie des mollusques marins est un domaine récent et difficile à explorer surtout en raison de l'anatomie des animaux et du milieu d'élevage.

Les connaissances doivent pourtant progresser car les maladies coûtent très chers aux éleveurs, menacent certaines espèces de disparition et remettent en cause des métiers de la mer.

Plusieurs voies essentielles sont à explorer pour aboutir à des résultats, en particulier les recherches en épidémiologie qui sont les plus susceptibles d'apporter des solutions concrètes à la régulation des maladies.

Pour cela la création d'équipes pluridisciplinaires est indispensable pour aborder des programmes complexes portant soit sur l'écopathologie, soit sur la génétique soit encore sur la physiologie des mollusques.

Il en est de même pour l'avancement des techniques scientifiques manquantes à l'heure actuelle. La mise en place, d'un réseau des surveillance zoosanitaire est également important. Elles devra se faire simultanément à l'élaboration de textes juridiques et à un renforcement des moyens de contrôle d'application des règlements. Enfin, il paraît tout aussi primordial que les premiers concernés, les éleveurs, soient également motivés et participent à l'élaboration des programmes de prévention. Leur savoir est nécessaire. Il convient de leur faire comprendre par une large information la nécessité de l'application de ces programmes qui leur apparaissent parfois comme des contraintes.