

# MANUEL D'HYGIÈNE DES FRUITS DE MER

par P. C. WOOD

*Officer in charge, Fisheries Laboratory,  
Ministry of Agriculture, Fisheries and Food,  
Burnham-on-Crouch, Essex, Royaume-Uni*



ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ  
GENÈVE  
1977

*OMS, Publication offset N° 31*

Les publications offset de l'OMS ont pour objet de diffuser des documents qui, pour des raisons financières, techniques ou autres, ne peuvent trouver place dans le programme ordinaire de publications et risquent ainsi de n'atteindre qu'un public restreint. Elles sont généralement reproduites en offset plutôt qu'imprimées et ne font pas nécessairement l'objet d'une mise en forme aussi soignée que les autres publications de l'OMS.

ISBN 92 4 270031 2

© Organisation mondiale de la Santé, 1977

Les publications de l'Organisation mondiale de la Santé bénéficient de la protection prévue par les dispositions du Protocole N° 2 de la Convention universelle pour la Protection du Droit d'Auteur. Pour toute reproduction ou traduction partielle ou intégrale, une autorisation doit être demandée au Bureau des Publications, Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse. L'Organisation mondiale de la Santé sera toujours très heureuse de recevoir des demandes à cet effet.

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation mondiale de la Santé aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

La mention de firmes et de produits commerciaux n'implique pas que ces firmes et produits commerciaux sont agréés ou recommandés par l'Organisation mondiale de la Santé de préférence à d'autres. Sauf erreur ou omission, une majuscule initiale indique qu'il s'agit d'un nom déposé.

IMPRIMÉ EN SUISSE

TABLE DES MATIERES

	<u>Pages</u>
1. Introduction .....	5
2. Bref aperçu de l'industrie des fruits de mer .....	8
2.1 Fruits de mer exploités commercialement .....	8
2.2 Biologie des espèces commerciales .....	11
2.3 Industrie des mollusques (coquillages) .....	12
2.4 Industrie des crustacés .....	21
3. Maladies transmises par les fruits de mer .....	23
3.1 Infections et intoxications bactériennes .....	23
3.2 Infections virales .....	26
3.3 Intoxications par les biotoxines présentes dans les fruits de mer .....	28
3.4 Infections parasitaires .....	29
3.5 Intoxications par les produits chimiques .....	30
3.6 Allergies .....	30
3.7 Maladies professionnelles .....	30
3.8 Autres maladies liées à la consommation des fruits de mer .....	31
4. Facteurs du milieu marin qui influent sur l'hygiène des mollusques .....	32
4.1 Facteurs physiques .....	32
4.2 Facteurs biologiques .....	35
4.3 Importance de l'environnement marin dans la surveillance des zones de production .....	40
5. Mesures à prendre pour produire et commercialiser des fruits de mer salubres .....	41
5.1 Adoption de mesures législatives .....	41
5.2 Création d'un service d'inspection .....	42

	<u>Pages</u>
5.3 Traitement et manipulation des fruits de mer contaminés .....	43
5.4 Amélioration des conditions sanitaires dans les zones de production .....	43
5.5 Recherche et développement .....	44
6. Surveillance .....	46
6.1 Objectifs .....	46
6.2 Surveillance systématique .....	47
6.3 Surveillance spéciale lors de l'exploitation de nouvelles zones de production de mollusques ...	53
6.4 Interprétation des données d'analyse .....	53
7. Mesures à prendre en cas de maladies transmises par des mollusques .....	57
7.1 Premières enquêtes .....	57
7.2 Mesures immédiates à prendre en cas d'intoxica- tion présumée par les fruits de mer .....	59
Annexe 1. Choix de références bibliographiques sur l'hygiène des fruits de mer .....	62
Annexe 2. Microbiologie des fruits de mer - méthodes de laboratoire et normes appliquées .....	67
Annexe 3. Biotoxines des fruits de mer - méthodes de laboratoire et normes appliquées .....	75
Annexe 4. Détermination du mode de transmission du choléra par des études simples de cas et de témoins .....	79
Collaborateurs et consultants .....	84

## 1. INTRODUCTION

Il a été amplement démontré que la consommation de fruits de mer pollués peut provoquer un certain nombre de maladies chez l'homme. Si ces maladies sont très diverses, les principales sont cependant les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes, la salmonellose, l'infection à Vibrio parahaemolyticus, l'hépatite virale de type A (hépatite infectieuse), l'intoxication paralysante par les fruits de mer et le choléra.<sup>1</sup> Divers facteurs liés à la production des fruits de mer et à leur environnement marin expliquent ce rapport entre la consommation de fruits de mer et la maladie. Ainsi, certains fruits de mer proviennent d'eaux côtières souvent polluées par des effluents d'égouts et d'autres déchets. D'autre part, les fruits de mer sont fréquemment consommés crus, à peine cuits ou en conserve, de sorte qu'ils constituent souvent un milieu favorable à la prolifération d'agents pathogènes et de micro-organismes qui provoquent leur avarie. C'est ce qui explique que la consommation de fruits de mer récoltés dans des zones polluées, mal entreposés ou ayant subi un traitement dans des conditions qui laissent à désirer, puisse être à l'origine de flambées de maladie à une échelle sans doute plus importante qu'on ne le soupçonnerait au vu des quantités totales de fruits de mer consommées.

L'industrie mondiale des fruits de mer est une activité importante (tableau 1) qui, en raison de la pénurie croissante de protéines animales, est appelée à se développer. Alors que la plupart des grandes réserves de poissons du monde sont déjà exploitées, il faut s'attendre à une expansion de l'industrie des fruits de mer, car des techniques simples et éprouvées permettent d'élever un bon nombre d'espèces dans les eaux côtières et dans les estuaires.

---

<sup>1</sup> Voir OMS, Série de Rapports techniques, N° 550, 1974 (rapport d'un Comité d'experts OMS de l'Hygiène du Poisson et des Fruits de Mer).

TABEAU 1. APERCU DE LA PRODUCTION MONDIALE DE MOLLUSQUES ET DE CRUSTACÉS EN 1973

Mollusques <sup>a</sup>		Crustacés	
Type	Quantités pêchées <sup>b</sup>	Type	Quantités pêchées <sup>b</sup>
Mollusques d'eau douce	46	Crustacés d'eau douce	58
Ormeaux, bigorneaux, conques, etc.	62	Crabes, araignées de mer, etc.	365
Huîtres	762	Homards, langoustes, etc.	94
Moules	417	Grandes cigales, langoustines	77
Pétoncles, etc.	205	Crevettes grises, crevettes roses, etc.	1 107
Clams, coques, arches, etc.	625	Divers crustacés marins	83
Divers mollusques marins	250		
<b>Total</b>	<b>2 367</b>		<b>1 784</b>

<sup>a</sup> Non compris les céphalopodes, dont les prises totales ont été de 2 367 000 tonnes.

<sup>b</sup> En milliers de tonnes métriques (poids vif).

Lorsque les fruits de mer proviennent de zones polluées ou sont manipulés dans de mauvaises conditions d'hygiène, ils constituent pour le consommateur un risque important, qui ne fera que s'accroître à mesure qu'augmentera la consommation. C'est pourquoi les fruits de mer posent des problèmes spéciaux aux autorités de la santé publique dans les zones de production et aux stades de la manutention, du traitement et du transport jusqu'au consommateur.

La mise en place d'un contrôle efficace est certes coûteux pour les autorités de la santé publique et pour les producteurs, mais les flambées de maladies transmises par les fruits de mer risquent d'être, à bien des égards, bien plus coûteuses encore pour la collectivité. Aux coûts directs et indirects de la maladie s'ajoutent ses effets négatifs sur l'industrie des fruits de mer (arrêt de la production) et souvent sur le tourisme (effet dissuasif des maladies dues à la consommation des fruits de mer). Aussi

le coût d'un système efficace de contrôle sanitaire de la production et de la commercialisation des fruits de mer est-il négligeable au regard de ses avantages pour la santé publique, l'industrie des fruits de mer, le tourisme et la collectivité en général. En outre, le contrôle de la production des fruits de mer présente un intérêt économique direct pour les producteurs qui sont tributaires de leurs exportations, car celles-ci ne sont possibles que si les normes de production sont acceptables pour le pays importateur.

Les fruits de mer et surtout les coquillages que l'on consomme à travers le monde sont extrêmement divers, se rencontrent dans des climats et des environnements très différents, et sont traités de bien des façons en fonction des habitudes alimentaires de chaque région. Les méthodes de production, de traitement et de préparation et les habitudes alimentaires locales n'ont guère été décrites dans les publications scientifiques, et il ne sera pas possible de les passer toutes en revue ici. Cependant, on est bien renseigné sur la production, le traitement et la préparation des fruits de mer pêchés le long des côtes de l'Amérique du Nord ainsi que sur les côtes atlantiques et méditerranéennes de l'Europe. Aussi le présent manuel portera-t-il essentiellement sur les fruits de mer provenant de ces régions. Si les méthodes qui sont décrites ici en détail ne s'appliquent pas au monde entier, les principes sur lesquels elles reposent sont d'application universelle et présentent un intérêt pour tous ceux qui dans les autres régions du monde ont besoin de conseils en matière d'hygiène des fruits de mer.

Ce manuel résume les informations relatives à l'hygiène des fruits de mer considérée du point de vue de la production en vue de la consommation humaine, de la prévention de maladies transmises par les fruits de mer et de la lutte contre les flambées éventuelles de ces maladies. Il s'adresse aux fonctionnaires et aux spécialistes chargés de la prévention et de la prophylaxie des maladies dues aux fruits de mer.

## 2. BREF APERCU DE L'INDUSTRIE DES FRUITS DE MER

### 2.1 FRUITS DE MER EXPLOITES COMMERCIALEMENT

Nous nous intéresserons surtout aux espèces vivant en mer et dans les estuaires, qui constituent l'essentiel de la consommation humaine. Le terme "fruit de mer" s'entend ici d'une grande diversité d'animaux aquatiques marins caractérisés tous par la possession d'une coquille rigide généralement située à l'extérieur du corps. La plupart sont soit des mollusques soit des crustacés. Les mollusques (fig. 1-3) comprennent a) les bivalves, dotés de deux valves ou coquilles articulées sur une charnière : clams, coques, moules, huîtres, pétoncles, etc.; b) les gastéropodes, qui n'ont qu'une seule valve, généralement spiralée : buccins, bigorneaux, patelles, ormeaux, etc.; et c) les céphalopodes, qui n'ont pas de coquille visible : encornets (calmars) et octopodes. Les crustacés (fig. 4) sont des arthropodes dotés de nombreuses articulations et recouverts d'une carapace; la plupart sont mobiles : crevettes grises, crevettes roses, crabes, homards et langoustes, mais certains se fixent à leur support, par exemple les bernaches. Dans certaines régions du monde, on mange des invertébrés à carapace appartenant à d'autres groupes, par exemple les oursins. Les problèmes d'hygiène traités dans ce manuel concernent essentiellement les mollusques; les chapitres qui concernent l'hygiène générale, le traitement thermique, la manutention, etc. s'appliquent également aux crustacés.

#### FIG. 1. CLAMS D'IMPORTANCE COMMERCIALE

Spisula solidissima (en haut), Tapes philipparum (à gauche), Andara granosa (en bas), Scapharca subcrenata (à droite).

#### FIG. 2. DEUX HUITRES ET UNE MOULE D'IMPORTANCE COMMERCIALE

Ostrea edulis (en haut à gauche), Crassostrea virginica (en haut à droite), Mytilus edulis (en bas).

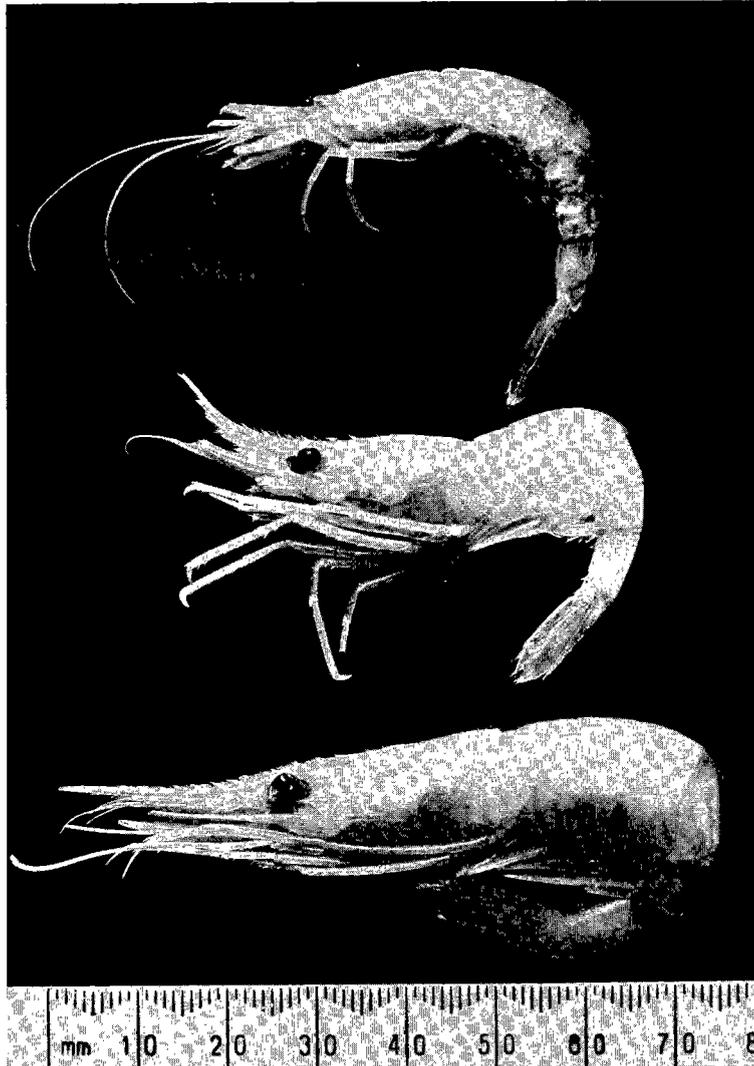
#### FIG. 3. PETONCLES ET GASTEROPODES D'IMPORTANCE COMMERCIALE

Chlamys opercularis (en haut à gauche), Placopecten magellanicus (en haut à droite), Buccinum undatum (en bas à gauche), Haliotis tuberculata (ormeau - en bas à droite).



Fig. 1-3 : British Crown Copyright (source : Ministry of Agriculture, Fisheries and Food - Fisheries Laboratory, Burgham on Crouch, Essex, Royaume-Uni ).

FIG. 4. PETITS CRUSTACES (CREVETTES GRISES ET UNE CREVETTE ROSE)



Crangon crangon (en haut), Pandalus montagui (au milieu), Pandalus borealis (en bas). Les espèces de grande taille comprennent les homards, les langoustes et les crabes.

British Crown Copyright (source : Ministry of Agriculture, Fisheries and Food - Fisheries Laboratory, Burnham on Crouch, Essex, Royaume-Uni).

## 2.2 BIOLOGIE DES ESPECES COMMERCIALES

Les mollusques bivalves sont très répandus dans toutes les mers du monde. Certains vivent en eau profonde loin des côtes (par exemple les pétoncles), d'autres dans des eaux peu profondes ou dans des eaux intercotidales (par exemple, huîtres, coques et moules). La plupart se nourrissent par filtrage, absorbant les algues en suspension dans le courant d'eau qui traverse l'intérieur de la coquille. Les mollusques filtrent de grandes quantités d'eau marine; une huître peut en filtrer jusqu'à quatre litres en une heure. La cadence d'alimentation est fortement influencée par des facteurs d'environnement tels que la salinité de l'eau, sa température et la présence d'aliments acceptables. La plupart des mollusques bivalves sont sessiles ou ne se déplacent que sur de courtes distances. Ils se reproduisent par l'intermédiaire de larves pélagiques (flottantes), qui sont souvent entraînées loin des reproducteurs avant de se déposer au fond de la mer ou sur une autre surface.

Les gastéropodes ont une seule coquille, généralement en forme de spirale conique. Ils sont nombreux tant en eau profonde que dans les eaux côtières. Ils sont soit herbivores (par exemple, le bigorneau), détachant de petites algues aux rochers, soit carnivores (par exemple, le buccin), mangeant de petits animaux vivants et morts. Quelques espèces s'alimentent par filtrage. Bien qu'ils puissent se déplacer, ils ne quittent guère une aire assez limitée. Certains peuvent avoir jusqu'à 20 cm de long. Chez plusieurs espèces, il y a un stade larvaire pélagique; chez d'autres, les jeunes adultes sortent de poches à oeufs déposées par les adultes sur le fond marin.

Les céphalopodes, qui comprennent les poulpes et les encornets, vivent généralement dans des eaux côtières ouvertes ou au large des côtes. Ils peuvent nager sur de grandes distances.

Les crustacés, animaux à carapace possédant de nombreuses articulations, sont très répandus dans les mers du monde entier en eau profonde ou peu profonde. Les espèces les plus grandes, comme le homard et la langouste, vivent généralement dans les rochers, tandis que les crevettes grises et les crevettes roses se déplacent généralement tout près des fonds marins où se trouvent des sédiments meubles. Certaines espèces, comme la langoustine, vivent enfouies dans la vase. Tous les crustacés se nourrissent de petits animaux ou de débris.

### 2.3 INDUSTRIE DES MOLLUSQUES (COQUILLAGES)

Les espèces qui vivent loin des côtes - comme les pétoncles et certains clams - sont pêchées au large par des bateaux qui reviennent généralement au port chaque jour ou bien entreposent les coquillages dans des cales réfrigérées. Elles ne sont donc pas exposées à la pollution des eaux côtières, sauf en cas de contamination secondaire à bord due généralement à l'utilisation de pompes de lavage à l'arrivée dans le port. En général, ces espèces sont exploitées librement, et, si l'on applique dans certains cas des mesures de conservation, elles ne font cependant pas l'objet d'un élevage actif. Dans les eaux côtières peu profondes, d'autres espèces sont exploitées de même sans élevage, par exemple les coques et certains clams, tandis que d'autres, telles les huîtres et les moules, font souvent l'objet d'un élevage intensif qui permet une production en grand. L'élevage consiste en règle générale à recueillir le naissain dans des zones se prêtant à la reproduction et à le déposer dans d'autres zones présentant de meilleures conditions de croissance, où la chair peut s'affiner. Le naissain est déposé sur des radeaux, des casiers ou des cordes jusqu'à ce que le mollusque arrive à maturité. On voit donc qu'il existe dans les eaux côtières d'une intense activité de pêche et d'élevage des mollusques. Les espèces qui vivent en eau peu profonde ne se trouvent généralement que dans des zones où les conditions hydrographiques leur permettent d'accomplir leur cycle biologique; par exemple, les larves pélagiques ne doivent pas vivre trop éloignées de l'espèce adulte. Ces zones - situées généralement sur la côte, à l'embouchure des fleuves ou dans des lagunes - offrent des conditions favorables à une croissance rapide. Mais elles sont souvent exposées à la pollution par les effluents d'égouts, comme les espèces vivant en eau peu profonde s'alimentent par filtrage de l'eau, les micro-organismes des matières fécales se concentrent dans leurs tissus à une densité bien plus forte que dans l'eau de mer.

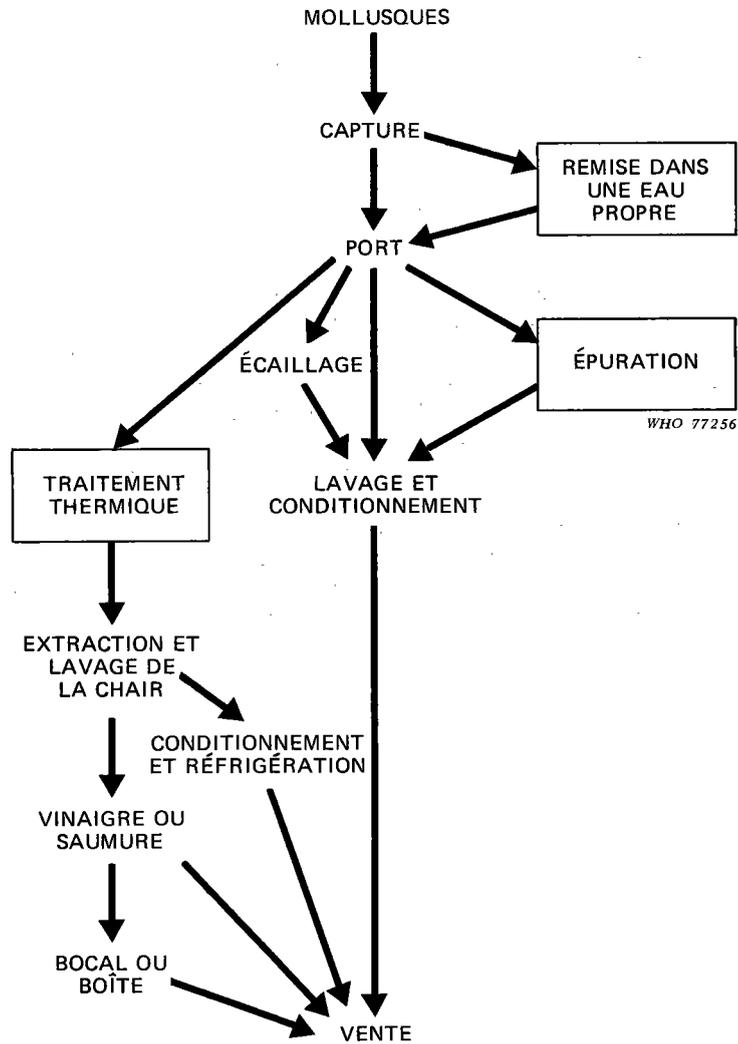
Les mollusques des parcs des estuaires et des eaux côtières sont soit récoltés à la main dans les eaux intercotidales exposées, soit, s'ils se trouvent au fond de la mer, pêchés à la drague. Les mollusques sont généralement ramenés au port chaque jour; on les lave pour enlever la vase, le sable, etc., et on les envoie immédiatement au marché dans de simples caisses. Dans les climats chauds, ils sont souvent placés dans de la glace. Dans certaines régions, les mollusques vivants sont conservés dans des viviers ou des bassins d'eau de mer jusqu'à leur envoi au marché. Ailleurs, ils sont traités à la chaleur ou on les fait séjourner, pour épuration, dans des bassins d'eau de mer propre afin qu'ils puissent satisfaire aux normes de la consommation humaine.

2.3.1 Traitement des mollusques en vue de les rendre propres à la consommation humaine (Fig. 5)

Les mollusques provenant des zones côtières peuvent avoir été pollués par des effluents d'égouts et, quand ils sortent de l'eau, ils ne sont pas immédiatement consommables par l'homme. Trois méthodes vont les rendre propres à cette consommation : a) la remise dans une eau de mer naturelle non polluée, b) le traitement thermique ou c) l'épuration dans un vivier ou un bassin spécialement conçu à cet effet. Les pouvoirs publics de certains pays sont toutefois réticents quant à l'emploi des techniques d'épuration (voir plus loin).

a) Remise dans l'eau. Ce procédé, connu depuis longtemps, fait souvent partie des techniques normales d'élevage des mollusques. Lorsque des mollusques bivalves provenant de zones polluées séjournent ensuite dans une eau marine non polluée par les effluents d'égout, ils rejettent leurs bactéries pathogènes et prennent les caractéristiques de l'eau nouvelle dans laquelle ils se trouvent. Dans certaines régions, la remise à l'eau se pratique pour les huîtres, les clams et les moules. L'épuration se fait en principe en quelques jours, mais les mollusques séjournent généralement dans une eau propre pendant au moins deux semaines, car on veut être sûr que ceux qui ont été endommagés au cours de la capture et de la remise à l'eau ont eu le temps de rejeter leurs bactéries. Les pêcheurs qui ont recours à cette technique font en sorte, dans la mesure du possible, que le dernier séjour dans l'eau donne un produit propre à la consommation humaine.

FIG. 5. PRINCIPALES METHODES DE TRAITEMENT DES MOLLUSQUES



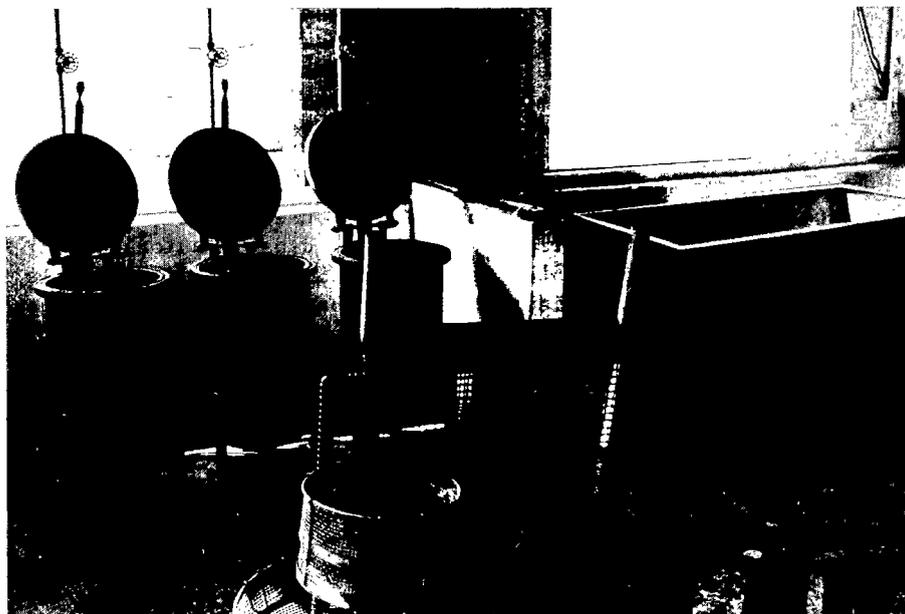
Les rectangles correspondent aux procédés de traitement des mollusques pollués. On traite souvent les coquillages par la chaleur soit pour éviter qu'ils ne s'abîment au stade de la commercialisation, soit parce que le produit se vend cuit.

b) Traitement thermique.<sup>1</sup> Le traitement thermique, lorsqu'il est pratiqué dans de bonnes conditions, inactive la croissance des bactéries pathogènes, des parasites et des virus dans les mollusques. Dans les pays qui l'autorisent, cette technique n'est appliquée que par les grandes entreprises. Mais si ce traitement est efficace dans le cas des mollusques pêchés dans une eau de mer contaminée par des effluents d'égouts, il ne permet pas de détoxifier ceux qui ont absorbé dans l'eau des déchets industriels toxiques. Cependant, dans bien des cas, le traitement thermique réduit le danger d'avarie par les bactéries naturelles présentes au moment de la capture. Le traitement thermique a donc deux fonctions : rendre le produit apte à la consommation humaine et améliorer sa capacité de conservation. De nombreux coquillages sont traités par la chaleur : mollusques bivalves tels que coques, clams, huîtres, moules et pétoncles, et gastéropodes tels que bigorneaux et buccins. Le mollusque entier est lavé extérieurement puis exposé à la vapeur (fig. 6), ou placé dans un autoclave ou plongé dans l'eau bouillante suffisamment long temps pour que la chaleur pénètre à l'intérieur et tue les bactéries non sporogènes. Le temps d'exposition à la chaleur dépend de la taille du récipient, de la vitesse de transmission de la chaleur et de bien d'autres facteurs, mais le temps et la température de traitement thermique doivent obéir à des règles scientifiques. Par exemple, lorsque des coquillages sont plongés dans un volume important d'eau bouillante pour éviter une diminution de la température, les bactéries coliformes sont détruites dans les grandes coques (environ 40 mm de diamètre) après 2 minutes de reprise de l'ébullition et dans les moules (environ 80 mm de longueur) au bout de 2 minutes et demie. En revanche, pour détruire les bactéries coliformes dans l'eau maintenue à une température de 70°C, il faut 4 minutes et 4 minutes et demie, respectivement.

---

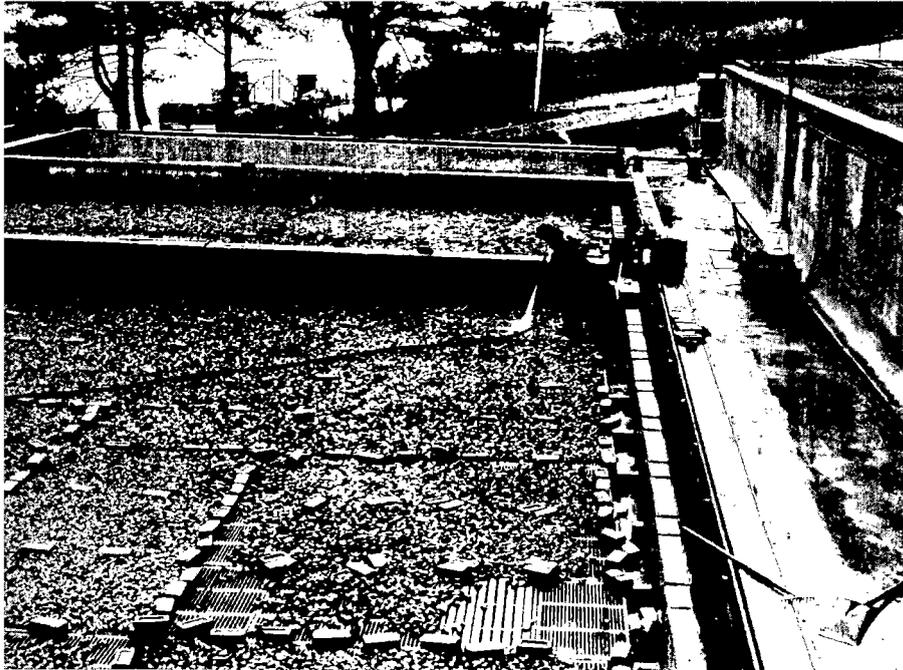
<sup>1</sup> Voir Sherwood, H. P. The sterilisation of cockles and mussels by boiling. Mon. Bull. Minist. Health, 16, 86-89 (1957).

FIG. 6. ATELIER DE TRAITEMENT DES COQUES



On aperçoit sur la photo les bassines et les paniers où sont placées les coques pendant le traitement à la vapeur. Le crible (au centre) est suspendu au-dessus du bac (à droite) où l'on recueille la chair des coques. British Crown Copyright (source : Ministry of Agriculture, Fisheries and Food - Fisheries Laboratory, Burnham on Crouch, Essex, Royaume-Uni).

FIG. 7. BASSINS DE LAVAGE DES MOULES



Lavage des moules au tuyau d'arrosage. On aperçoit sur la photo les grilles de support et (à droite) le caniveau et les vannes utilisés lors du nettoyage du fond du bassin. British Crown Copyright (source : Ministry of Agriculture, Fisheries and Food - Fisheries Laboratory, Burnham on Crouch, Essex, Royaume-Uni).

FIG. 8. INSTALLATION TYPE D'EPURATION PAR ULTRAVIOLET

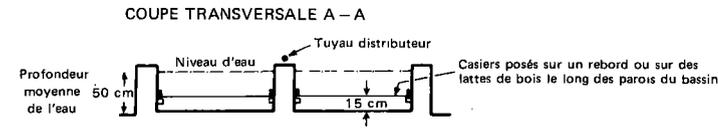
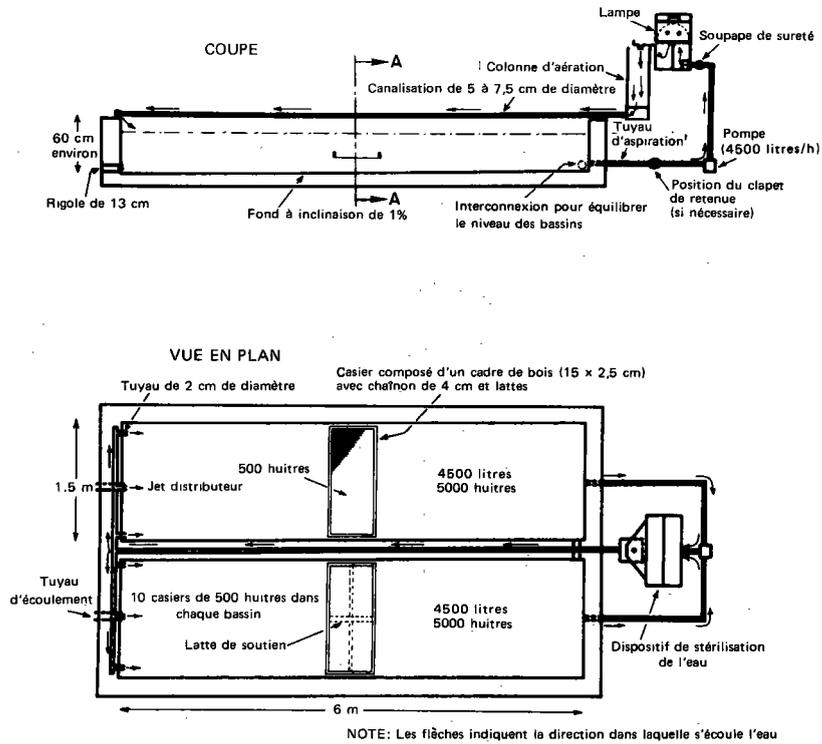


Schéma de bassins en béton permettant de nettoyer chaque jour 5000 huîtres WHO 77260  
 British Crown Copyright (source: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food - Fisheries Laboratory, Burnham on Crouch, Essex, Royaume-Uni)

Schéma de bassins en béton permettant de nettoyer chaque jour 5000 huîtres. British Crown Copyright (source : Ministry of Agriculture, Fisheries and Food - Fisheries Laboratory, Burnham on Crouch, Essex, Royaume-Uni).

D'autres coquillages exigent un temps de traitement différent suivant leur taille, la vitesse de pénétration de la chaleur et les conditions de chauffe. L'ouverture des coquilles n'indique pas que la stérilisation est terminée, car les coquillages s'ouvrent peu après leur plongée dans l'eau. Une fois le traitement à la chaleur terminé, la chair est extraite des coquilles et lavée plusieurs fois dans de l'eau potable pour éliminer le sable, les débris de coquille, etc. La chair est ensuite envoyée au marché dans des récipients étanches réfrigérés ou bien placée directement dans de la glace. Un traitement secondaire est souvent appliqué : la chair est conservée dans la saumure plusieurs jours, puis envoyée au marché dans des filets, ou bien elle est placée dans des bocaux ou des boîtes de conserve contenant du vinaigre ou une eau faiblement salée pour être soumise à un nouveau traitement thermique. Il est difficile d'extraire la chair des bigorneaux, des buccins et autres gastéropodes à coquille en spirale si on ne les soumet pas à la cuisson. Des examens bactériologiques ont montré que la stérilisation est effective lorsque la chair sort facilement de la coquille.

c) Epuration. Tout comme les mollusques mis à séjourner dans une eau de mer propre, ceux que l'on place dans un vivier contenant de l'eau de mer propre qui leur convient rejettent les micro-organismes pathogènes. On se sert à cet effet de bassins ou de viviers spécialement conçus, où les mollusques sont empilés sur le fond ou dans des casiers ou des paniers sur une profondeur de pas plus de 6 cm environ (fig. 7). On les lave tout d'abord au tuyau d'arrosage pour enlever le sable, la vase, etc., puis on remplit le bassin d'eau de mer propre. L'immersion dure deux jours ou plus suivant l'espèce; les micro-organismes pathogènes sont rejetés mais ils restent dans les matières fécales des mollusques. Ces matières fécales, étant insolubles, ne peuvent polluer de nouveau les coquillages, pour autant qu'elles ne soient pas défaites par une agitation excessive de l'eau. Dans tous les procédés utilisés commercialement, les coquillages sont placés dans des casiers ou des paniers suspendus au-dessus du bassin, de sorte que les détritiques fécaux sont rejetés. La manipulation se fait de telle sorte que les matières fécales ne reviennent pas dans les paniers et ne recontaminent pas les mollusques. Encore faut-il maintenir les conditions voulues dans le bassin. Si l'on ne dispose pas d'eau de mer propre, l'eau devra être stérilisée avant et pendant son utilisation. Un procédé très fréquent consiste à traiter l'eau au chlore par une méthode de contact simple, l'excédent de chlore étant enlevé par traitement au thiosulfate de sodium. On se sert aussi d'ozone pour stériliser l'eau, et l'on enlève alors l'excédent d'ozone par agitation ou aération. D'autres installations traitent l'eau de mer par le rayonnement ultraviolet (fig. 8). Dans certains pays, on se méfie

de cette dernière technique à cause de la diminution progressive de la quantité de rayonnement produite au cours d'une utilisation normale de l'installation d'ultraviolet. On peut toutefois tenir compte de cette diminution et, dans certains pays, le rayonnement ultraviolet donne de bons résultats dans les installations commerciales d'épuration des mollusques. Pour qu'il y ait suffisamment d'oxygène dissous pour permettre aux mollusques de respirer, on change l'eau à des intervalles qui varient en fonction de la température de l'eau et de la densité des mollusques par rapport au volume d'eau, ou bien on assure une circulation d'eau continue. Dans ce dernier cas, on utilise pendant presque toute la durée du traitement le rayonnement ultraviolet pour stériliser l'eau. Il faut procéder à des contrôles rigoureux pour s'assurer que l'eau présente la salinité voulue et que sa température ne tombe pas au-dessous du niveau qui convient aux mollusques. Après immersion dans l'eau pendant le temps voulu, les mollusques sont retirés du bassin, débarrassés de leur vase au tuyau d'arrosage, emballés et envoyés au marché. Ceux destinés à être consommés crus sont généralement traités dans une installation d'épuration.

En général, lorsque l'on utilise des installations d'épuration, toutes les opérations, ainsi que les normes de température et de salinité font l'objet d'un code d'usage ou d'un règlement, et l'installation et ses modalités de fonctionnement doivent être agréées par les services de santé publique. Des conditions spéciales de salinité, de température, de densité d'emballage, de volume d'eau, etc. sont prescrites pour chaque type de mollusques, et les services de santé publique doivent s'assurer qu'elles sont connues et respectées. Les producteurs savent surtout comment traiter les mollusques bivalves, notamment les huîtres, les clams et les moules (voir bibliographie, annexe 1), mais il est probable que des techniques analogues d'épuration peuvent s'appliquer à d'autres bivalves. On ne connaît pas de techniques établies d'épuration des gastéropodes à coquille unique (buccins, bigorneaux, etc.), mais s'ils sont conservés dans de l'eau de mer propre dans de bonnes conditions, ils devraient pouvoir eux aussi subir un traitement d'épuration. Il semble toutefois que les techniques actuelles d'épuration soient sans effet sur certains mollusques très fortement pollués.

### 2.3.2 Ecaillage des mollusques

Dans certaines régions du monde, notamment en Amérique du Nord, on extrait de la coquille la chair des bivalves (huîtres et clams surtout);<sup>1</sup> après avoir été lavée et calibrée, elle est envoyée vers

<sup>1</sup> Pour plus de détails sur ce procédé, voir la partie 2 de la publication de l'US Department of Health, Education and Welfare, 1965 (voir annexe 1).

les points de vente en récipients ouverts réfrigérés. Les mollusques soumis à l'écaillage doivent présenter des qualités d'hygiène acceptables à leur sortie de l'eau, car le traitement n'a pas pour but de réduire ou éliminer le nombre des micro-organismes polluants.

Les coquillages sont généralement lavés extérieurement et ouverts à la main. Leur chair est ensuite soumise à plusieurs lavages dans de l'eau courante potable pour éliminer la vase, les débris, etc. Placée dans des récipients contenant un minimum d'eau pour la recouvrir, la chair est ensuite réfrigérée. Les coquillages doivent être amenés à une température interne d'au maximum 8°C dans les cinq heures qui suivent l'écaillage, et la température d'entreposage ne doit pas dépasser 8°C. Il est recommandé de les entreposer à des températures se situant entre 1 et 5°C. Quant aux récipients destinés à la conservation par congélation, ils doivent être maintenus à une température de -20°C. Comme la chair est très périssable, il faut respecter en permanence une hygiène très stricte dans les ateliers d'écaillage.<sup>1</sup>

#### 2.4 INDUSTRIE DES CRUSTACÉS

La plupart des crustacés, en particulier les grandes espèces, sont pêchés très au large des côtes et, lorsqu'ils arrivent sur le pont du navire, ils sont généralement exempts de tout micro-organisme provenant des effluents d'égout. Par contre, les crevettes grises ou roses sont pêchées parfois dans les estuaires et peuvent donc être contaminées par les effluents d'égout, mais, à la différence des mollusques bivalves, elles ne concentrent pas activement les particules en suspension. Les crevettes grises et roses sont très répandues dans les estuaires, dans les eaux côtières, ainsi qu'en haute mer. Souvent pêchées par des navires effectuant de longs voyages, elles sont immédiatement surgelées puis, une fois le navire de retour au port, elles sont acheminées vers l'usine de traitement. Ces crustacés doivent être traités de façon à éviter tout risque de contamination secondaire et de prolifération des bactéries putréfiantes. Pour cela, il faut respecter les principes applicables au traitement du poisson, qui ont été exposés ailleurs

---

<sup>1</sup> Pour plus de détails sur les normes fixées aux Etats-Unis d'Amérique, voir la publication, citée à l'annexe 1, du US Department of Health, Education and Welfare.

en détail.<sup>1</sup> Si les crustacés sont consommés crus, il faut respecter des normes de production particulièrement sévères. Les crevettes grises et les crevettes roses pêchées en eau peu profonde sont normalement débarquées à l'état frais ou congelé, puis traitées ou bien elles sont traitées à la chaleur à bord du navire. Lorsqu'elles sont consommées crues, il faut s'assurer qu'elles ne proviennent pas d'eaux polluées, que les différentes étapes du traitement se sont déroulées de façon satisfaisante, et qu'il n'y a pas eu de contamination secondaire. Généralement, les crevettes grises et les crevettes roses cuites sont bactériologiquement saines après cuisson, mais il faut faire très attention à ce que leur chair ne soit pas recontaminée, notamment au cours du refroidissement et du lavage. Cuites ou crues, les crevettes ne devraient pas être "rafraîchies" par un lavage copieux avec de l'eau du port, qui est souvent très polluée.

Bon nombre de grands crustacés, tels que crabes, homards et langoustes, sont débarqués vivants. Certaines espèces sont acheminées vers des usines ou des ateliers, où on les fait bouillir ou cuire à la vapeur avant toute autre préparation; elles sont réfrigérées et envoyées au marché ou bien leur chair est extraite, puis congelée, réfrigérée ou mise en boîte ou en bocal, puis stérilisée de nouveau. Il faut éviter tout particulièrement que la chair ou le crustacé entier réfrigérés ne soient pas exposés à une contamination secondaire au cours du traitement et de l'entreposage et veiller notamment à ce qu'il n'y ait pas de prolifération bactérienne; on sait en effet que de nombreux crustacés sont porteurs de la bactérie libre Vibrio parahaemolyticus (voir le paragraphe 3.1.3) qui, dans des conditions favorables, peut se multiplier très rapidement dans leur chair. Les homards, les langoustes, certains crabes et d'autres grands crustacés sont débarqués vivants chaque jour dans les heures qui suivent la capture ou bien entreposés vivants à bord du navire dans de l'eau de mer. Ils sont généralement revendus vivants aux détaillants et il y a souvent dans les ports ou sur les marchés des installations qui permettent de les entreposer vivants. Les homards peuvent ainsi être conservés vivants plusieurs semaines et, tant qu'ils restent en vie, leurs mécanismes de défense font que la chair peut être consommée sans danger. Les homards, langoustes et autres crustacés sont généralement cuits ou traités avant d'être consommés. Lorsque cela se fait à une échelle industrielle, il est important d'éviter toute contamination secondaire et toute altération de la chair au cours du traitement, de l'entreposage et du transport.

<sup>1</sup> Voir les publications de l'OMS et de la FAO indiquées dans l'annexe 1. En outre, des codes d'usages pour le poisson frais, le poisson congelé, le poisson en conserve, le poisson fumé, les crevettes grises et roses sont en préparation dans le cadre du Programme FAO/OMS des normes alimentaires.

### 3. MALADIES TRANSMISES PAR LES FRUITS DE MER (tableau 2)

#### 3.1 INFECTIONS ET INTOXICATIONS BACTERIENNES

##### 3.1.1 Fièvres typhoïde et paratyphoïdes

Historiquement les fièvres typhoïde et paratyphoïdes sont des maladies qui, en Europe et en Amérique du Nord, ont été le plus souvent associées à la consommation de coquillages. Les organismes responsables de la maladie pénètrent en général dans la chair des mollusques par filtrage de l'eau de mer polluée par les égouts mais ils peuvent également y pénétrer au cours du traitement (eau douce polluée utilisée pour laver les chairs, matériel, etc.). La maladie se déclare généralement lors de la consommation à l'état cru de mollusques tels que les clams et les huîtres. Il suffit d'une faible dose de bactéries pour provoquer l'infection chez l'homme. Toutefois, il semble bien que seuls des fruits de mer fortement contaminés sont à l'origine de fièvres typhoïde et paratyphoïdes. On supprime habituellement les bactéries qui se trouvent dans la chair des mollusques par la remise en eau propre, par le traitement thermique ou en recourant à des techniques d'épuration.

##### 3.1.2 Salmonellose

Les salmonelles sont très répandues dans le milieu naturel par suite de la contamination par les matières fécales. Dans bien des endroits, la présence de Salmonella est fréquente dans les communautés animales et humaines et les égouts qui se déversent dans la mer peuvent en contenir de grandes quantités. Les mollusques et les crustacés des eaux côtières polluées peuvent donc contenir des salmonelles. Ces organismes peuvent aussi pénétrer dans la chair au cours de la manutention et du traitement par contamination secondaire par l'eau ou le sol pollués, par les animaux domestiques porteurs de germes ou par le personnel qui manipule les fruits de mer. Bien que ces organismes ne se trouvent qu'en petit nombre dans les mollusques qui sortent de l'eau ou qui viennent de subir une contamination secondaire, le stockage et la manutention dans de mauvaises conditions d'hygiène peuvent multiplier les micro-organismes et provoquer l'intoxication alimentaire. On peut prévenir la salmonellose par une bonne hygiène et on peut, par des techniques d'épuration, éliminer les salmonelles présentes dans les mollusques bivalves.

##### 3.1.3 Infection à *Vibrio parahaemolyticus*

*Vibrio parahaemolyticus* se rencontre naturellement dans le milieu marin et est très répandu dans les sédiments, l'eau, les

TABLEAU 2. CARACTÉRISTIQUES DES PRINCIPALES MALADIES BACTÉRIENNES ET VIRALES TRANSMISES À L'HOMME PAR LES FRUITS DE MER<sup>a</sup>

	Agent étiologique	Principaux animaux aquatiques comestibles pouvant constituer une source d'infection	Sources d'infection des animaux aquatiques comestibles	Mode de transmission à l'homme	Maladies et manifestations les plus courantes chez l'homme	Prophylaxie
Infections bactériennes	<u>Salmonella</u> spp. a) <u>S. typhi</u> <u>S. paratyphi</u> b) autres espèces (p. ex. <u>S. typhimurium</u> , <u>S. enteritidis</u> )	Fruits de mer ayant subi une contamination secondaire sous l'effet d'eaux polluées ou d'une mauvaise manutention	a) Fèces humaines et eaux souillées par des fèces humaines b) Fèces humaines et animales, eaux polluées	Ingestion, à l'état cru ou après une cuisson insuffisante, de fruits de mer contaminés	a) Fièvres typhoïde et paratyphoïdes, septicémie b) Salmonellose : gastro-entérite	- Evacuation hygiénique des eaux d'égout - Manipulation hygiénique - Cuisson et réfrigération suffisantes - Restriction de la pêche ou de la récolte dans les eaux polluées - Remise à l'eau et purification des fruits de mer en provenance d'eaux polluées
	<u>Vibrio cholerae</u>	Fruits de mer ayant subi une contamination secondaire sous l'effet d'eaux polluées ou d'une mauvaise manutention	Fèces humaines et eaux souillées par des fèces humaines	Ingestion, à l'état cru ou après une cuisson insuffisante, de fruits de mer contaminés	Choléra : diarrhée profuse, vomissements, déshydratation	- Evacuation hygiénique des eaux d'égout - Manipulation hygiénique - Cuisson et réfrigération suffisantes - Restriction de la pêche ou de la récolte dans les eaux polluées - Remise à l'eau et épuration des espèces provenant d'eaux polluées
	<u>Vibrio parahaemolyticus</u>	Fruits de mer	Le micro-organisme se trouve naturellement dans le milieu marin	En général par ingestion, à l'état cru ou après une cuisson insuffisante, de fruits de mer mal réfrigérés	Diarrhée, douleurs abdominales	- Manipulation hygiénique - Préparation correcte - Cuisson et réfrigération suffisantes
Intoxications bactériennes	<u>Clostridium botulinum</u>	Poisson fermenté, salé et fumé	Sédiments, eaux, fèces animales	Ingestion de poisson ou de fruits de mer mal préparés	Botulisme : symptômes neurologiques avec fort taux de létalité	- Préparation correcte - Cuisson immédiatement avant la consommation
	<u>Staphylococcus aureus</u>	Fruits de mer ayant subi une contamination secondaire sous l'effet d'une mauvaise manutention	Origine humaine - excréctions rhinopharyngées, lésions cutanées	Ingestion de fruits de mer ayant subi après cuisson une contamination croisée	Intoxication staphylococcique : nausées, vomissements, douleurs abdominales, prostration	- Manipulation hygiénique - Réfrigération suffisante
Toxi-infections alimentaires <sup>b</sup>	<u>Clostridium perfringens</u>	Fruits de mer ayant subi une contamination secondaire sous l'effet d'eaux polluées ou d'une mauvaise manutention	Eaux polluées, fèces humaines ou animales, sédiments	Ingestion de fruits de mer cuits qui n'ont pas été correctement réfrigérés	Diarrhées, douleurs abdominales	- Réfrigération rapide après cuisson
Infections virales	Virus de l'hépatite infectieuse	Fruits de mer ayant subi une contamination secondaire sous l'effet d'eaux polluées ou d'une mauvaise manutention	Fèces humaines et eaux polluées par les fèces humaines	Ingestion de fruits de mer contaminés crus ou insuffisamment cuits	Hépatite infectieuse	- Evacuation hygiénique des eaux d'égout - Cuisson suffisante - Restriction des prises dans les eaux polluées - Remise à l'eau et épuration des espèces provenant d'eaux polluées

<sup>a</sup> Adaptation du volume 550, 1974, p. 60 de la Série de Rapports techniques de l'OMS.

<sup>b</sup> Intoxication par une toxine produite dans l'organisme par des bactéries présentes dans les aliments fortement contaminés.

invertébrés et les poissons. Il n'est généralement pas associé aux rejets pollués des égouts mais il semble que l'eau de mer voisine des points de déversement des rejets des ateliers de traitement des crevettes contienne cet organisme en proportions supérieures à la moyenne. Bien que les données dont on dispose à ce sujet soient incomplètes, il y a lieu de penser qu'il faut de grandes quantités de bactéries pour produire une intoxication alimentaire. Cette bactérie est surtout fréquente chez les crustacés, mais on a constaté également sa présence chez les mollusques. L'intoxication alimentaire se produit surtout lorsque les produits de la mer ne sont pas préparés dans de bonnes conditions d'hygiène, ce qui permet la prolifération du Vibrio. Il est possible que l'infection se propage à partir des ustensiles et du matériel utilisés dans les ateliers de préparation et qu'il ait une multiplication massive de bactéries lorsque le poisson ou les fruits de mer sont mis en conserve et entreposés dans de mauvaises conditions. Les expériences réalisées indiquent que l'on ne peut pas éliminer l'infection par épuration ou remise à l'eau. Si de bonnes conditions de manutention (surtout en ce qui concerne la température) sont respectées aux stades du traitement et de l'entreposage - surtout des chairs de crustacés - V. parahaemolyticus ne devrait pas poser de problème de santé publique. La présence en petit nombre de ces bactéries dans le produit final ne signifie pas que le produit est impropre à la consommation humaine mais qu'il faut assurer de bonnes conditions de traitement et d'entreposage jusqu'au moment où il est consommé. Si donc on trouve constamment V. parahaemolyticus dans des fruits de mer en provenance d'un endroit donné, il faudra procéder à une enquête pour s'assurer que ces organismes n'existent pas en grand nombre dans les fruits de mer destinés à la consommation humaine.

#### 3.1.4 Choléra

On a constaté récemment que les fruits de mer peuvent transmettre l'infection à Vibrio cholerae. Cet organisme ne se trouve généralement pas dans la nature, sauf lorsque des cas de choléra se produisent. A ce moment V. cholerae peut pénétrer par les eaux d'égout dans les eaux côtières où il survit pendant des périodes de durée variable. Les mollusques peuvent donc être contaminés par cet organisme en raison de la façon dont ils se nourrissent (voir la section 2.2), tandis que les crevettes et probablement d'autres crustacés capturés dans les eaux polluées des côtes ou des estuaires peuvent être contaminés directement. En outre, les fruits de mer peuvent être contaminés à tous les stades de la manutention, du traitement, du transport ou de l'entreposage car, pendant les épidémies de choléra, cette bactérie peut être très répandue et peut survivre quelques jours dans les ateliers de préparation, dans la matière organique humide ou sur du matériel mal lavé. De ce fait, des fruits de mer propres et d'autres denrées alimentaires

apportées dans ces ateliers peuvent être contaminés par V. cholerae présent dans les lots précédents. Il semble probable que les fruits de mer vivants ou les chairs contaminées peuvent, durant le transport de la zone de pêche aux marchés et aux détaillants, contaminer d'autres denrées alimentaires, l'eau, les surfaces absorbantes, etc., car l'exsudat des fruits de mer stockés est riche en matière organique et permet à Vibrio cholerae de proliférer lorsque la température est trop élevée.

En raison du caractère extrêmement contagieux de V. cholerae, les fruits de mer sujets à la pollution par les eaux usées contenant cet organisme devraient être interdits à la consommation humaine. Lorsqu'il n'est pas possible d'interdire la pêche ou lorsque la contamination est intermittente, les fruits de mer doivent être soumis à un traitement thermique contrôlé avant d'être mis en vente et il faut s'assurer que les chairs ne sont pas contaminées après traitement. Pour empêcher la contamination et la prolifération de V. cholerae dans les fruits de mer, il faut que le traitement thermique et l'emballage dans des récipients stériles se fassent, sous surveillance étroite, sur les lieux mêmes de la production et non au stade du grossiste, du détaillant ou du consommateur. On ne sait pas encore si les techniques d'épuration peuvent supprimer dans les mollusques le vecteur de la maladie.

### 3.2 INFECTIONS VIRALES

#### 3.2.1 Hépatite virale de type A<sup>1</sup>

L'hépatite virale de type A est la seule maladie virale pour laquelle on a démontré que les mollusques constituent une source d'infection. Le manque de bonnes méthodes d'isolation du virus et la longue période d'incubation (en général 20 à 40 jours) expliquent que l'on ne soit pas pleinement en mesure de comprendre le rôle joué par les mollusques. Selon des données en provenance de Suède et d'Amérique du Nord, l'absorption de clams ou d'huîtres fortement pollués, à l'état cru ou après cuisson insuffisante, peut provoquer l'hépatite. Il est vraisemblable que l'organisme pénètre dans les mollusques lorsque ceux-ci s'alimentent, le virus étant probablement présent dans les eaux usées rejetées par les collectivités où sévit l'hépatite infectieuse. Il semble que dans certaines conditions, des particules de virus survivent dans l'eau de mer durant des périodes beaucoup plus longues que les bactéries d'origine fécale telles que les Escherichia coli. Une contamination secondaire des mollusques peut également se produire au cours de la

---

<sup>1</sup> Voir la Série de Rapports techniques de l'OMS, N° 512, 1973.

manutention et du traitement (eaux de lavage polluées, manipulation par du personnel infecté, etc.). On ne connaît aucun cas d'hépatite causé par la consommation de crustacés. Il ne semble pas que la réfrigération ou la congélation des mollusques contaminés réduise le risque d'infection.

Les mollusques en provenance d'une zone contaminée par les égouts d'une communauté où il y a eu des cas d'hépatite virale devraient être interdits à la consommation humaine, même après traitement thermique, car le virus peut résister à une température de 100°C pendant plusieurs minutes. Comme il n'existe pas de méthodes spécifiques d'isolation de l'agent de l'hépatite de type A, il n'est pas encore possible de dire si les techniques d'épuration réussissent ou non à éliminer, chez les mollusques, l'agent responsable de la maladie. Les expériences réalisées avec d'autres virus (entérovirus) ont montré que, dans certaines conditions, les virus restaient présents dans les mollusques après traitement par des techniques d'épuration simulées. Mais, pour l'instant, aucune indication ne permet d'affirmer que les mollusques provenant d'installations d'épuration commerciales aient provoqué une hépatite virale.

### 3.2.2 Entérovirus

Si de nombreuses constatations permettent d'affirmer que l'hépatite virale de type A se transmet par l'intermédiaire de mollusques provenant d'eaux contaminées par les égouts, il n'existe pas de preuves concluantes d'une transmission des entérovirus par les mollusques. On sait toutefois que ces virus se trouvent dans des mollusques ramassés dans les eaux contaminées par les égouts. Etant donné qu'un seul entérovirus infectieux peut causer l'infection chez l'homme, il faut considérer que la présence d'entérovirus dans des mollusques constitue un risque potentiel de maladie pour les personnes qui absorbent le produit contaminé. On a décelé des poliovirus, des échovirus, des virus coxsackie et des réovirus dans les huîtres en provenance des eaux côtières des Etats-Unis ainsi que dans des moules achetées sur un marché en Italie. On a également décelé des poliovirus dans des huîtres exportées du Japon. On a constaté que des moules, des huîtres et des clams provenant de diverses parties du monde pouvaient accumuler les entérovirus présents dans l'eau où ils s'alimentent. Des crabes peuvent, dans des conditions expérimentales, être contaminés quand ils se nourrissent de clams contaminés par des entérovirus. Autre fait inquiétant : dans certains cas, des indicateurs bactériologiques tels que les numérations de coliformes et de coliformes fécaux n'offrent que peu ou n'offrent pas d'indications sur la présence de virus dans l'eau ou dans des échantillons de fruits de mer.

Il a été démontré que les entérovirus survivent longtemps dans les huîtres réfrigérées et congelées. De même, les poliovirus survivent dans des huîtres qui n'ont pas été suffisamment cuites à l'étouffée, à la poêle, au four ou à la vapeur. Ainsi donc, si l'on découvre des entérovirus dans des mollusques, il faudrait exclure le produit des marchés commerciaux.

### 3.3 INTOXICATION PAR LES BIOTOXINES PRESENTES DANS LES FRUITS DE MER

Les biotoxines - c'est-à-dire les toxines provenant de tissus vivants - se rencontrent chez de nombreux invertébrés, mais seul un petit nombre d'entre elles posent un problème de santé publique. Du point de vue de l'hygiène des produits alimentaires, l'accident le plus important est l'intoxication paralytique. Le poison est une neurotoxine produite par les dinoflagellés marins qui sont des protozoaires, principalement de l'espèce Gonyaulax, présents dans le plancton. G. catanella est l'espèce responsable des intoxications sur la côte pacifique de l'Amérique du Nord et G. tamarensis serait à l'origine d'épidémies d'intoxication paralytique par fruits de mer de part et d'autre de l'Océan Atlantique. Le poison paralysant extrait du clam Saxidomus est la saxitoxine, nom que l'on utilise souvent comme synonyme de poison paralysant des fruits de mer. Des recherches récentes indiquent que G. excavata pourrait être l'espèce toxique de l'Océan Atlantique. Des épidémies d'intoxication paralytique par fruits de mer ont été signalées dans de nombreux endroits, mais surtout sur les côtes est et ouest de l'Amérique du Nord, dans les Iles britanniques et dans l'Europe du Nord.

On trouve, selon les saisons, des mollusques toxiques dans certaines régions comme la Baie de Fundy, dans l'est du Canada, où l'on n'a pas constaté la présence de floraisons rouges de plancton toxique. Toutefois on a noté, dès 1972, la présence de plancton rouge pendant l'été ou au début de l'automne dans les eaux côtières du Maine, du New Hampshire et sur la côte nord du Massachusetts, dans des zones où aucun cas d'intoxication paralytique par fruits de mer n'avait été signalé auparavant. L'apparition de ces planctons rouges peut être due à une combinaison des facteurs d'environnement suivants : élévation de la température de l'eau de mer, courants ascendants, eau de ruissellement et fortes précipitations le long des régions côtières.

Les premiers symptômes sont "un picotement ou une brûlure des lèvres, de la langue et de la figure, qui progresse peu à peu vers le cou, les bras, le bout des doigts, les jambes et les orteils". Les cas d'affection gastro-intestinale et de vomissements sont moins fréquents. Il peut y avoir mort par paralysie, généralement dans

les 12 heures. Il n'existe pas d'antidote du poison, mais le vomissement provoqué, le lavage d'estomac et des lavements peuvent diminuer ou empêcher l'absorption continue de la toxine. Il peut être nécessaire de recourir à la respiration artificielle ou à l'emploi de respirateurs mécaniques en cas de détresse respiratoire. Sur la base de neuf épidémies et de 103 cas d'intoxication paralytique par fruits de mer, le taux de létalité a été de 18 %. Pendant les 12 heures qui suivent les premiers signes d'intoxication aiguë, le pronostic doit rester réservé. Ce temps écoulé, la guérison se produit généralement sans complications ni séquelles durables.

Une espèce de dinoflagellés très voisine, Gymnodinium brevis, se rencontre dans le Golfe du Mexique. La présence du plancton rouge toxique de G. brevis s'accompagne d'une mortalité élevée chez les poissons.

L'infection respiratoire est courante chez ceux qui vivent au voisinage des côtes au moment où apparaît le plancton rouge de G. brevis. Les premiers cas de neuro-intoxication résultant de la consommation de fruits de mer contaminés par G. brevis ont été signalés en Floride en 1973.

Il semble que d'autres groupes d'invertébrés peuvent devenir toxiques pour l'homme à certaines époques, mais la cause précise de cette toxicité n'est pas connue. Des observations locales ont souvent été faites concernant ces incidents toxiques et le fonctionnaire de la santé publique qui doit déterminer si telle catégorie de fruits de mer est à l'origine d'intoxications chez l'homme devrait tenir compte de ces observations.

#### 3.4 INFECTIONS PARASITAIRES

Etant donné que les mollusques vivent parfois dans des eaux qui reçoivent les effluents d'égouts, on peut y trouver des organismes parasitaires (protozoaires et métazoaires), tout particulièrement là où les maladies parasitaires sont endémiques; mais il semble pour l'instant que le rôle des fruits de mer dans la propagation des maladies parasitaires soit limité. Toutefois, la distomatose pulmonaire causée par Paragonimus westermani pourrait être due à la consommation de crabes d'eau douce à l'état cru. Dans les pays en développement où les maladies parasitaires sont courantes, il est possible que les fruits de mer crus contaminés par des eaux d'égouts propagent ces maladies.

### 3.5 INTOXICATIONS PAR LES PRODUITS CHIMIQUES

Lorsqu'on cherche à déterminer la cause d'une maladie consécutive à l'ingestion de fruits de mer, il ne faut pas exclure la possibilité d'une intoxication par des produits chimiques introduits par accident dans la nourriture. L'intoxication aiguë peut survenir à la suite d'une contamination des fruits de mer par des substances chimiques introduites au stade de l'entreposage, du traitement, du transport ou de la préparation précédant immédiatement la consommation. La consommation régulière de grandes quantités de mollusques ou de crustacés contenant des substances chimiques accumulées (certains métaux lourds, par exemple) peut provoquer une intoxication chronique chez le consommateur, surtout lorsque les fruits de mer constituent une part importante de son alimentation. Il conviendra de passer en revue toutes ces causes lorsqu'on fait des recherches sur l'origine de la maladie.

### 3.6 ALLERGIES

Dans les enquêtes sur les intoxications alimentaires provoquées par les fruits de mer, on tiendra compte aussi du fait que les mollusques et les crustacés sont une cause fréquente d'allergies alimentaires. L'allergie ou l'érythème classiques peuvent causer des vomissements, des nausées et des diarrhées tout comme l'infection ou l'intoxication virale ou bactérienne. Toutefois, en plus ou au lieu des symptômes gastro-intestinaux, l'allergie se manifeste fréquemment par de l'urticaire, de l'asthme et des oedèmes.

### 3.7 MALADIES PROFESSIONNELLES

Des cas de maladie professionnelle ont été signalés dans l'industrie des fruits de mer. Les pêcheurs, en particulier ceux qui pêchent dans les eaux tropicales, sont souvent exposés aux morsures et piqûres des poissons, des mollusques, des crustacés et autres invertébrés, qui peuvent provoquer des dermatites. Ceux qui manipulent les mollusques sont parfois sensibles aux liquides sécrétés par certaines espèces. On ne connaît aucun remède à ces infections; ces personnes devraient être employées ailleurs dans l'usine de traitement de façon à éviter d'entrer en contact direct avec les mollusques. Des vêtements protecteurs tels que gants de caoutchouc, tabliers et bottes peuvent aider à protéger les parties sensibles de la peau.

### 3.8 AUTRES MALADIES LIEES A LA CONSOMMATION DES FRUITS DE MER

D'autres maladies transmises par les fruits de mer sont moins courantes ou restent mystérieuses. Etant donné que l'industrie traite un si grand nombre d'invertébrés marins et que les différentes espèces sont préparées et consommées d'une multitude de façons, il n'est pas possible d'exposer ici en détail de quelle manière cela retentit sur la santé du consommateur. Même dans les pays développés où on procède généralement à des enquêtes bactériologiques et épidémiologiques à la suite d'épidémies transmises par les fruits de mer, il arrive fréquemment que l'on ne puisse pas déterminer la cause précise d'une maladie. On a essayé d'établir une corrélation entre la maladie d'une part et d'autre part la présence de micro-organismes comme les streptocoques fécaux, Clostridia, et Pseudomonas spp, la présence de bactéries sur une plaque (estimation du nombre de bactéries sur un gel de gélose à 30°C ou 37°C) et la présence d'entérovirus pathogènes. A l'heure actuelle, on ne dispose pas d'informations suffisantes pour affirmer que l'un de ces groupes d'organismes joue un rôle important dans la propagation des maladies transmises par les fruits de mer.

Les fruits de mer, tout comme n'importe quel autre produit alimentaire, peuvent être contaminés lors de la manutention, du traitement, de l'entreposage, de la congélation, de la commercialisation, etc. Manutentionnés selon des méthodes peu hygiéniques, ils peuvent véhiculer tous les organismes habituels de l'intoxication alimentaire : Staphylococcus spp, Clostridium perfringens, Salmonella spp, par exemple. Il faut respecter scrupuleusement les règles d'hygiène alimentaire pour éviter la contamination et ses conséquences.

#### 4. FACTEURS DU MILIEU MARIN QUI INFLUENT SUR L'HYGIENE DES MOLLUSQUES

Ainsi qu'il ressort du chapitre 3, le principal risque pour la santé est la consommation des mollusques à l'état cru. Aussi un bon nombre d'enquêtes ont-elles porté sur les facteurs du milieu marin qui influent sur la qualité sanitaire des mollusques. Tout fonctionnaire de la santé publique qui enquête sur les circonstances d'un accident de santé devrait avoir connaissance des principes de l'hygiène des produits de la mer. Ces connaissances sont également nécessaires lorsqu'on entreprend une enquête sanitaire systématique sur une zone, existante ou envisagée, de production de fruits de mer. Les facteurs à prendre en considération sont, grosso modo, les facteurs physiques et les facteurs biologiques.

##### 4.1 FACTEURS PHYSIQUES

La pollution des zones de production, par les bactéries fécales, peut se produire partout où l'eau est souillée par des fèces humaines, des rejets d'égout ou des cours d'eau pollués. De plus, la contamination des zones de production par l'eau en provenance de lieux où se trouvent des animaux domestiques peut créer des conditions sanitaires inacceptables. Il s'agit surtout de la pollution provoquée par les animaux domestiques à sang chaud : bovins, ovins, porcins, caprins, canards, poulets. Tous ces animaux excrètent des Escherichia coli, qui sont des indicateurs de la pollution fécale et peuvent transmettre à l'homme des germes pathogènes.

Les rejets d'égouts constituent la principale source de pollution des côtes. Le degré de contamination des zones de production est fonction de plusieurs facteurs.

##### 4.1.1 Lieu de déversement des effluents

L'emplacement du point de déversement des effluents par rapport aux zones de production de fruits de mer est important. Le déversement devra, chaque fois que possible, être effectué loin de ces zones.

##### 4.1.2 Quantité et concentration des effluents d'égout

L'étendue de la zone polluée par les rejets d'égout dépend de la quantité des effluents déversés. Comme les bactéries fécales se concentrent dans les organismes filtrants, les

bactéries fécales présentes dans l'eau de mer même en très faibles quantités jouent néanmoins un rôle important et l'effet des effluents d'égout se fait sentir loin du point de déversement. En Amérique du Nord, les zones approuvées de production de fruits de mer ne doivent pas contenir plus de 70 coliformes par 100 ml d'eau de mer.

#### 4.1.3 Qualité des effluents d'égout

Le nombre de bactéries fécales et de bactéries pathogènes présentes dans les eaux d'égout diminue avec le traitement des effluents. Les tableaux 3 et 4 donnent des indications sur la teneur moyenne en coliformes et sur les effets du traitement des eaux usées domestiques. Un effluent ayant subi un traitement primaire et secondaire (sédimentation et traitement biologique) conserve encore un nombre considérable de bactéries fécales et de virus. Une bonne chloration des effluents ayant fait l'objet d'un traitement secondaire peut réduire très sensiblement le nombre des bactéries et des virus.

TABLEAU 3. REDUCTION MOYENNE DES COLIFORMES PRESENTS  
DANS LES EAUX D'EGOUT APRES TRAITEMENT

	Coliformes/100 ml	Pourcentage approximatif de réduction
Eaux non traitées	$10^6$	-
Traitement primaire (sédimentation)	$5 \times 10^5$	50
Traitement secondaire (filtration biologique, etc.)	$10^4 - 10^5$	90-99
Traitement tertiaire (chloration <sup>a</sup> )	$10^3 - 10^2$	99-99
<sup>a</sup> On suppose que toutes les étapes du traitement se sont bien déroulées.		

TABLEAU 4. POURCENTAGES DE REDUCTION DES BACTERIES, OBTENUS PAR DIFFERENTS PROCEDES DE TRAITEMENT DES EAUX D'EGOUT

Type de traitement des eaux d'égout	Pourcentages de réduction des bactéries
1. Sédimentation (suivant la durée)	25-75
2. Filtres percolateurs (suivant la charge du filtre)	80-95
3. Boues activées, traitement rapide	80-95
4. Boues activées, traitement lent	90-98
5. Filtration intermittente sur sable	95-98
6. Chloration des eaux usées brutes ou décantées	90-95
7. Chloration des eaux usées épurées biologiquement, c'est-à-dire traitées par les méthodes 2, 3 et 4 ci-dessus	98-99

Source : Imhoff, K. & Fair, G. M. Sewage treatment, New York, Wiley, 2ème édition, 1956.

#### 4.1.4 Capacité de dilution et de dispersion des eaux réceptrices

Les eaux usées déversées dans la mer subissent en général une dilution initiale près du point de déversement. Cette dilution dépend de nombreux facteurs et on peut généralement en augmenter l'effet en rejetant les effluents dans de l'eau profonde et en se servant de moyens additionnels, par exemple de diffuseurs placés à l'extrémité des conduits d'évacuation. Au point de déversement, les eaux usées diluées dans l'eau de mer montent à la surface, formant souvent une nappe stable en raison de la différence de densité entre les eaux usées et les eaux réceptrices. Après cette première dilution, il se produit une nouvelle dilution due principalement au remous provoqué par les courants et les marées. Dans certaines régions côtières, les courants de marée constituent le principal facteur de dilution et peuvent provoquer une dispersion très rapide en entraînant les eaux usées. Dans les étendues d'eau sans façade maritime - telles que les lagunes - ou dans certaines mers comme la Méditerranée ou la

Baltique, la marée joue un rôle insignifiant mais de faibles courants peuvent être provoqués par les variations barométriques, les vents dominants et les gradients de densité.

Dans les zones caractérisées par des eaux profondes et des courants de marée rapides, on peut souvent choisir les points de rejet des effluents de telle sorte que la contamination des zones de production soit évitée ou réduite au minimum.

#### 4.2 FACTEURS BIOLOGIQUES

Le degré de contamination des zones de production et des fruits de mer par les rejets d'égout dépend de plusieurs facteurs.

##### 4.2.1 Teneur en bactéries des eaux d'égout

La question de la quantité de bactéries fécales et d'agents pathogènes présents dans les eaux usées a déjà été examinée à la section 4.1. La fréquence et le type d'agents pathogènes pour l'homme présents dans les eaux usées varient en fonction des différentes maladies que l'on rencontre dans la collectivité d'où proviennent ces eaux usées. Dans toute collectivité, il existe des vecteurs de maladies, de sorte que des agents pathogènes comme les salmonelles (notamment S. typhi), les virus, etc. peuvent être déversés dans les réseaux d'égout. De plus, leur nombre et leur variété peuvent s'accroître et de nouveaux organismes (par exemple, le choléra) peuvent pénétrer dans les eaux d'égout pendant les épidémies. Ces organismes ne sont pas toujours complètement éliminés lors du traitement des eaux usées et ils continuent à vivre dans les effluents rejetés dans la mer. Naturellement, lorsque les maladies provoquées par les germes pathogènes intestinaux sont endémiques, il y a de plus fortes chances de rencontrer, chez les mollusques et les crustacés, l'organisme responsable de la maladie en raison de la contamination des eaux d'égout.

##### 4.2.2 Viabilité, dans le milieu marin, des micro-organismes des eaux d'égout

Nos connaissances sur la viabilité des bactéries fécales humaines dans le milieu marin proviennent pour la plupart de l'étude - tant en laboratoire que sur le terrain - d'organismes indicateurs tels que les coliformes et Escherichia coli. On a démontré que la mortalité des coliformes, de E. coli et des salmonelles varie selon les conditions ambiantes, car elle augmente avec la lumière solaire incidente et la température. Des rapports signalent que les valeurs du  $T_{90}$  (temps nécessaire à

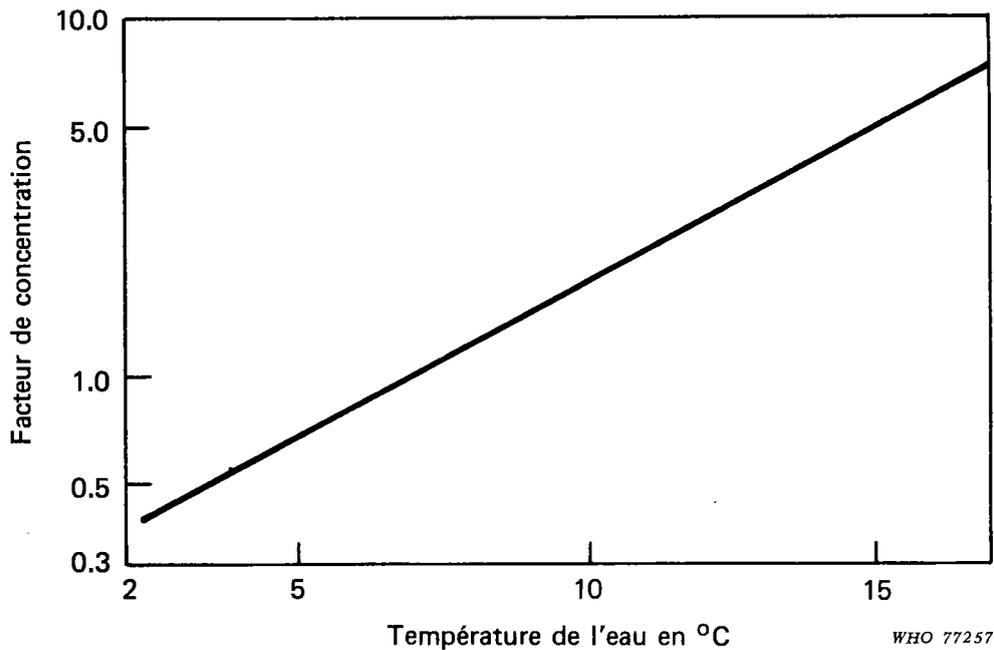
une réduction de 90 % d'une population bactérienne) varient entre une demi-heure et 20 heures, selon les conditions. On a quelque raison de croire que la salinité de l'eau de mer et les produits métaboliques du phytoplancton exercent un effet bactéricide sur les germes fécaux. En outre, ces derniers sont sujets à divers processus - absorption par les animaux marins, sédimentation, agglomération sur des particules en suspension, etc. - qui ont tous pour résultat de réduire leur nombre. Les virus entéropathogènes provenant des eaux usées paraissent être considérablement plus résistants que les bactéries fécales, mais comme ces dernières sont beaucoup plus nombreuses dans les eaux usées, elles semblent convenir comme indicateurs de la pollution fécale.

#### 4.2.3 Comportement des mollusques et des crustacés

La contamination des mollusques et des crustacés dans l'eau de mer polluée est influencée aussi par leur processus biologique. La plupart des gastéropodes (ou mollusques à coquille spiralée), exploités commercialement, se nourrissent soit d'algues marines sessiles, soit - pour les carnivores - de petits invertébrés. Ils n'ont donc pas de mécanisme leur permettant de concentrer les bactéries fécales dans leurs tissus. Toutefois, ils entrent en contact intime avec l'eau de mer du fait de leurs échanges respiratoires et sont ainsi directement contaminés par les bactéries fécales. De leur côté, les mollusques qui s'alimentent par filtration de l'eau de mer concentrent activement les bactéries fécales dont ils débarrassent l'eau. Une huître, par exemple, peut absorber chaque heure les matières en suspension dans environ 4 litres d'eau de mer, de sorte que la teneur en bactéries de son intestin est considérablement supérieure à celle de l'eau dans laquelle on la trouve (fig. 9). Les bactéries fécales absorbées par ces mollusques bivalves ne pénètrent pas dans les tissus mais traversent l'intestin de la même manière que les aliments et les autres matières en suspension; les excréta consistent principalement en débris alimentaires, vase et bactéries fécales. Par conséquent, lorsque des mollusques et crustacés contaminés sont placés dans une eau marine non polluée, dans des conditions qui leur permettent de fonctionner normalement, les bactéries fécales sont excrétées. Il en résulte deux conséquences importantes pour l'hygiène des fruits de mer : 1) comme la qualité sanitaire des mollusques est celle de l'eau dans laquelle ils vivent, leur teneur en bactéries fécales varie avec les modifications du taux de pollution de l'eau marine, par exemple celles résultant des changements de courant liés aux marées (fig. 10); 2) si des mollusques pollués séjournent dans des conditions contrôlées dans un bassin d'eau de mer non contaminée, ils rejettent les bactéries fécales et sont donc purifiés et rendus propres à la consommation. Certains organismes tels que les streptocoques fécaux

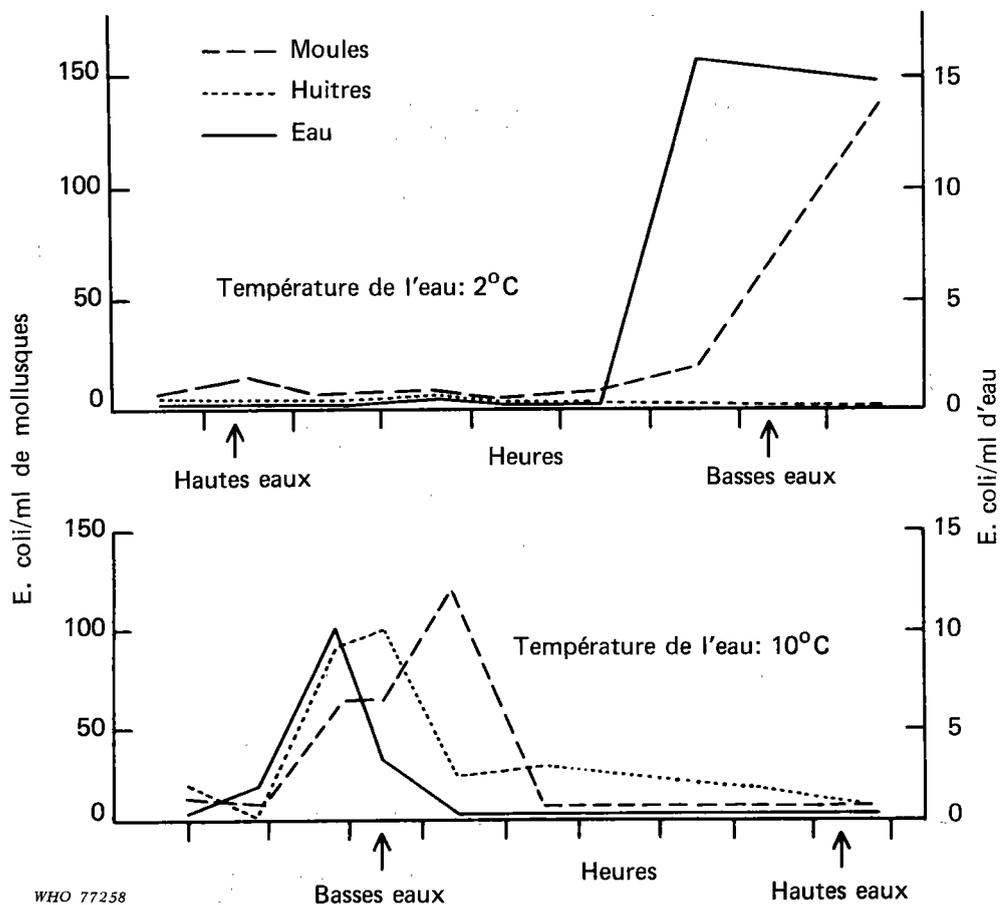
et les virus semblent être retenus plus longtemps que les coliformes. En ce qui concerne les virus, la corrélation entre les indicateurs bactériens et la présence virale est moins grande au cours de l'épuration qu'au cours de la phase d'absorption; lorsque des virus intestinaux humains risquent d'être présents du fait de la contamination des zones de production par les eaux usées, il convient de prévoir une période d'épuration suffisamment longue.

FIG. 9. EFFETS DE LA TEMPERATURE DE L'EAU SUR LA CONCENTRATION DE E. COLI DANS L'HUITRE PLATE EUROPEENNE



Le facteur de concentration est le nombre de E. coli dans les huîtres par rapport au nombre de E. coli dans l'eau de mer. British Crown Copyright (source : Ministry of Agriculture, Fisheries and Food - Fisheries Laboratory, Burnham on Crouch, Essex, Royaume-Uni).

FIG. 10. VARIATIONS DU NOMBRE DE BACTERIES FECALES DANS L'EAU, LES MOULES ET LES HUITRES, AU COURS D'UNE MAREE



WHO 77258

La pollution était maximale à la marée basse, sauf pour les huitres dans l'eau à 2°C. British Crown Copyright (source : Ministry of Agriculture, Fisheries and Food - Fisheries Laboratory, Burnham on Crouch, Essex, Royaume-Uni).

La cadence d'alimentation et par conséquent de contamination des mollusques varie en fonction d'un certain nombre de facteurs. La cadence d'alimentation est en corrélation directe avec la température de l'eau; de ce fait, dans les pays où la température de l'eau de mer connaît des variations saisonnières, on observe chez les mollusques une pollution bactérienne plus forte en été qu'en hiver; dans certaines zones polluées, des mollusques comme les clams (*Mercenaria mercenaria*), qui ne s'alimentent pas lorsque la température de l'eau est basse, n'accumulent pas de bactéries fécales pendant les mois d'hiver. La salinité de l'eau de mer agit également sur la cadence d'alimentation : pour la plupart des mollusques, il existe une limite inférieure de salinité en dessous de laquelle ils ne s'alimentent pas. Etant donné que, dans beaucoup d'estuaires, de lagunes et d'eaux côtières, la salinité varie en fonction de l'écoulement des cours d'eau, on y observe une variation saisonnière de la contamination des mollusques liée à la salinité. Le fait que les mollusques bivalves ne s'alimentent pas de manière normale dans les eaux faiblement salines est d'une importance considérable pour le fonctionnement des installations d'épuration, où l'on est obligé, à certaines époques de l'année, de faire des contrôles spéciaux de la salinité.

#### 4.2.4 Algues toxiques

Le phénomène naturel le plus révélateur d'une production rapide de toxines planctoniques ("flore toxique") est l'apparition d'une "marée rouge" le long de la grève; toutefois, tous les planctons rouges ne sont pas toxiques et tous les accidents d'intoxication paralytique par fruits de mer ne s'accompagnent pas de proliférations planctoniques. Lorsque des oiseaux marins (comme les mouettes et les canards plongeurs) ou des mammifères (comme les babouins des côtes de l'Afrique du Sud) susceptibles de se nourrir de mollusques et crustacés se mettent à mourir subitement, il faut soupçonner l'intoxication paralytique par les fruits de mer et y voir un avertissement. En cas de prolifération planctonique de *Gymnodinium brevis*, la mortalité chez les poissons est généralement élevée. Certaines espèces d'algues marines non toxiques peuvent également produire des boues colorées, allant du rouge au brun. Elles sont très courantes dans certaines zones et ne posent aucun problème de santé publique. Toutefois, dans les zones où l'on sait qu'il existe du plancton toxique, il est indispensable d'analyser les flores non toxiques et de bien les identifier.

#### 4.3 IMPORTANCE DE L'ENVIRONNEMENT MARIN DANS LA SURVEILLANCE DES ZONES DE PRODUCTION

Les sections 4.1 et 4.2 ont montré que de nombreux facteurs agissent sur l'environnement marin, les organismes fécaux et la salubrité des fruits de mer. Dans toute enquête sur les eaux côtières ou sur la qualité des fruits de mer, il convient de tenir compte d'un certain nombre de facteurs lorsqu'on recueille des échantillons. Voici les questions les plus importantes qu'il convient de se poser :

- a) Quelles maladies infectieuses trouve-t-on dans la collectivité dont les eaux d'égout se déversent en mer ?
- b) Les installations de traitement des eaux usées fonctionnent-elles normalement ou non ?
- c) Le taux de décharge est-il élevé ou faible en fonction du moment de la journée, de la saison ou des précipitations ?
- d) Les déversoirs d'orage fonctionnent-ils ?
- e) Les courants de marées amènent-ils ou éloignent-ils au moment du prélèvement les eaux usées de la zone de production ?
- f) La salinité est-elle élevée ou faible, autrement dit les mollusques s'alimentent-ils ou non ?
- g) La température de l'eau est-elle élevée ou faible ?
- h) La viabilité des organismes fécaux au moment du prélèvement a-t-elle des chances d'être faible du fait de la lumière solaire, de la température élevée de l'eau, de la salinité, etc. ?

Certains de ces facteurs sont étudiés au chapitre 6 qui traite de la surveillance.

5. MESURES A PRENDRE POUR PRODUIRE ET COMMERCIALISER  
DES FRUITS DE MER SALUBRES

De nombreux pays, en particulier l'Amérique du Nord et l'Europe, ont mis sur pied des systèmes efficaces d'inspection, comportant des services de soutien auxquels on peut faire appel en cas de besoin. Un service d'inspection devrait exister partout où il y a une industrie des fruits de mer de quelque importance, et le contrôle devrait s'exercer à tous les stades de la production, depuis l'élevage ou la pêche jusqu'à la manutention, le traitement et la vente en gros et au détail. La production et l'épuration des fruits de mer exigent un personnel très spécialisé tandis qu'aux autres stades il suffit de fonctionnaires de la santé publique bien au courant des principes généraux de l'hygiène alimentaire pour résoudre les problèmes d'hygiène des fruits de mer à mesure qu'ils se posent. Pour établir ou améliorer les services d'hygiène des fruits de mer, les mesures à prendre sont les suivantes.

5.1 ADOPTION DE MESURES LEGISLATIVES

Des mesures législatives doivent être prises pour créer un service d'hygiène qui s'occupera des aspects sanitaires, de l'industrie des fruits de mer. Ce service surveillera les parcs, les lieux de pêche et les installations de transformation et de manipulation. Les fonctionnaires du service d'hygiène seront autorisés à pénétrer dans les zones de production ou dans les locaux industriels aux fins d'inspection et de prélèvement d'échantillons. Il faut aussi qu'une autorité soit habilitée à prescrire la fermeture immédiate des zones polluées et à interdire le ramassage des fruits de mer pour la consommation humaine, sauf sous certaines conditions comme, par exemple, l'obligation de les soumettre à un processus agréé de purification. Parmi ces processus figurent :

- a) la remise à l'eau des mollusques et crustacés dans des eaux propres et naturelles agréées pendant un temps suffisamment longtemps pour qu'ils puissent retrouver leur qualité sanitaire (voir section 2.3.1);
- b) l'épuration dans une installation agréée (voir section 2.3.1);
- c) le traitement thermique dans une installation agréée (voir section 2.3.1).

## 5.2 CREATION D'UN SERVICE D'INSPECTION

Comme on l'a vu dans la section précédente, il conviendra de créer un service d'inspection et un service de contrôle sanitaire. Le service d'inspection, qui sera particulièrement important dans les zones côtières riches en produits de la mer, devra être épaulé par des laboratoires locaux. Le personnel d'inspection devra être bien au courant de l'industrie des fruits de mer, de la microbiologie et de l'hygiène des mollusques et des crustacés ainsi que des facteurs physiques et biologiques affectant leur salubrité. Il devra être autorisé à inspecter les zones de production et les installations d'épuration et de transformation, et à prélever des échantillons d'eau de mer et de fruits de mer. Le service d'inspection et le service de contrôle sanitaire devront avoir des effectifs suffisants pour surveiller à tous les stades la production et la commercialisation des fruits de mer. La coordination sera assurée à tous les échelons du service de contrôle sanitaire, qui devra entretenir d'étroites relations avec les services de laboratoire, les services responsables de l'évacuation des eaux usées, les fonctionnaires des pêcheries et les autres organes compétents. D'autre part, il devra surveiller les mollusques et les crustacés à tous les stades de la production (voir chapitre 6). Si des produits sont jugés impropres à la consommation, le service de contrôle devra être habilité à fermer les zones de production, les ateliers de traitement, etc. et à saisir les produits incriminés. Pour que ce service puisse agir efficacement en cas d'accidents morbides graves, il conviendra de constituer un groupe de spécialistes de toute une série de disciplines, que l'on pourra alerter rapidement pour qu'ils procèdent à des enquêtes spéciales.

En premier lieu, toutes les zones de production devront être recensées et classées en fonction de la qualité sanitaire des fruits de mer qu'elles produisent (voir chapitre 6). Dans les principaux centres de production, on établira des laboratoires bactériologiques, ou l'on renforcera les laboratoires existants, qui seront dotés de bactériologistes spécialisés. Ce personnel déterminera les zones de production salubres, inspectera les zones de pêche et d'élevage, et surveillera la qualité bactériologique des mollusques et crustacés ramassés en mer et de ceux qui sortent des bassins d'épuration ou des installations de traitement thermique. La présence d'un service officiel, procédant activement à la collecte d'échantillons, effectuant des épreuves bactériologiques, et entretenant d'étroites relations avec l'industrie fera beaucoup pour garantir la haute qualité sanitaire des mollusques et crustacés sortant des zones de production. Lorsque l'industrie des fruits de mer est importante, le coût d'un

tel service se justifie en raison des avantages directs et indirects qui en résultent : amélioration de la santé publique, levée des restrictions frappant l'industrie des fruits de mer, confiance des consommateurs dans la qualité du produit, et élimination du risque de perte économique résultant d'une régression du tourisme. Le service d'inspection devra également se charger de l'éducation sanitaire de ceux qui manipulent les produits de la mer; il le fera surtout par le contact quotidien des inspecteurs avec les pêcheurs, le personnel des installations de traitement et de conditionnement, etc. Au besoin, le service d'inspection organisera des cours à l'intention de ceux qui sont appelés à manipuler les produits alimentaires.

### 5.3 TRAITEMENT ET MANIPULATION DES FRUITS DE MER CONTAMINES

En cas de contamination des mollusques et crustacés, il faut envisager d'installer des bassins d'épuration et des ateliers de traitement, qui appartiendront soit à des firmes privées, soit à des coopératives, soit encore aux pouvoirs publics locaux. Lorsque les pêcheurs sont nombreux, ils n'auront pas intérêt à construire et à gérer chacun une installation de traitement. Dans certains ports, les grossistes achètent toute la prise et se chargent de la traiter avant de la vendre; ailleurs, il peut être souhaitable que les pêcheurs se réunissent en coopérative ou que les pouvoirs locaux fournissent les installations. Lorsque de telles installations publiques ou coopératives existent, le traitement des produits est effectué contre rémunération.

Dans les pays chauds, les installations de traitement ne suffisent pas; il faut encore conserver le produit en bon état depuis le moment où il est débarqué jusqu'à celui de sa consommation : il faut donc de la glace, des installations de réfrigération, des congélateurs et des moyens de transport rapide sous réfrigération ou congélation. Dans la mesure du possible, on devra trouver ces installations même au stade des détaillants en raison de leurs avantages sur le plan économique et sanitaire.

### 5.4 AMELIORATION DES CONDITIONS SANITAIRES DANS LES ZONES DE PRODUCTION

La pollution des zones d'élevage et de pêche par les déversements des eaux usées ou les rejets des navires est la cause principale de contamination des mollusques et des crustacés. Les effets d'une décharge polluante peuvent se faire sentir à une très grande distance du point de déversement; cette distance

dépend du volume des effluents déchargés, de la distance de la zone de production et de ses caractéristiques de dilution et de dispersion. L'expérience a montré que, dans maints endroits, on pouvait réduire ou éliminer la pollution des zones de production de fruits de mer en traitant l'effluent et en veillant à bien choisir l'emplacement de la décharge. Le traitement primaire et secondaire d'un effluent réduit le nombre des bactéries fécales mais, même après un traitement secondaire, un effluent peut encore polluer les eaux d'élevage si les installations de traitement des eaux usées ont été mal conçues ou si elles sont mal situées ou mal utilisées. Toutefois, le traitement des eaux usées, en divisant par deux à trois le nombre des bactéries, réduit l'étendue de la zone polluée. Par ailleurs, la chloration de l'effluent peut également réduire sensiblement le nombre des bactéries fécales.

Dans certaines régions, on obtiendra les meilleurs résultats en choisissant rationnellement le lieu de déversement des eaux d'égout pour éviter la pollution des lieux de production ou pour améliorer la dilution et la dispersion des organismes fécaux. Le déversement en eau profonde, l'emploi de diffuseurs et l'obligation de ne déverser les effluents qu'à certains moments de la marée (par exemple, lors du reflux, qui entraîne les effluents vers la mer) peuvent améliorer sensiblement la qualité sanitaire des zones de production.

De toute évidence, il faut tenir compte d'une part des aspects économiques de l'installation d'un système efficace de traitement et d'évacuation des eaux usées et, d'autre part, du volume et de l'importance de la zone de production, en particulier si des déversements importants ont déjà lieu. En revanche, lorsqu'il s'agit de nouveaux déversements, on pourra souvent protéger les mollusques et les crustacés en réglementant les conditions de la décharge.

Toute étude technique sur le traitement et l'évacuation des eaux usées dans les zones de production de mollusques et de crustacés devra donc comporter une planification à court et à long terme ainsi que des enquêtes sur place visant à déterminer la meilleure technique d'élimination des eaux usées.

## 5.5 RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT

La plupart des informations dont on dispose sur l'hygiène des mollusques et crustacés sont le fruit de l'expérience acquise au cours des ans en Amérique du Nord et en Europe. Dans les autres parties du monde, on consomme des espèces qui sont

inconnues dans ces deux continents et, par ailleurs, l'environnement marin et le climat y sont très différents. Certes, les méthodes d'épuration de certaines des espèces exploitées en Europe, telles les huîtres (Ostrea edulis, Crassostrea gigas), les moules (Mytilus edulis), et les clams (Mercenaria mercenaria), sont bien connues; en revanche, on ne sait pas grand-chose des conditions d'épuration des autres espèces. L'expérience a montré qu'il pouvait y avoir des différences entre des espèces très voisines (en particulier les clams) et que dans une même espèce les exigences pouvaient différer du fait d'une adaptation aux conditions locales, de salinité par exemple. On est mal informé de ce qu'il faudrait faire pour épurer les gastéropodes (mollusques à coquille spiralée) et les nombreux autres invertébrés qui sont consommés dans les pays tropicaux. Dans les endroits où des mollusques et des crustacés pêchés dans les eaux côtières polluées font l'objet d'un commerce important et sont consommés crus, des recherches s'imposent pour mettre au point de bonnes méthodes de traitement. Les techniques européennes d'épuration peuvent être insuffisantes ou exiger des modifications pour être applicables aux pays tropicaux; en effet, à cause des hautes températures de l'eau, la demande d'oxygène de ces installations sera élevée, de sorte que leurs conditions de fonctionnement pourront nécessiter une adaptation. De même, la remise à l'eau des espèces locales de mollusques et de crustacés devra peut-être se faire dans des conditions spéciales. Des recherches pourraient donc être nécessaires pour déterminer les conditions de commercialisation des fruits de mer provenant de ces régions.

## 6. SURVEILLANCE

### 6.1 OBJECTIFS

Tout programme de surveillance a pour objet de garantir à tout moment aux consommateurs un produit inoffensif et sain. Outre la protection de la santé, qui est son objectif principal, la surveillance doit empêcher que le produit ne subisse un dommage ou une dégradation; elle comporte donc un avantage économique direct. Une surveillance pleinement efficace comprend les aspects suivants.

#### 6.1.1 Codes d'usages

La surveillance des opérations de production, de traitement et de commercialisation des fruits de mer ne peut être entreprise sans un code de bonne pratique bien compris par les milieux professionnels intéressés et sur lequel l'accord s'est fait entre ces milieux et le service de contrôle. Les codes d'usages peuvent avoir un caractère obligatoire ou facultatif, suivant les circonstances. On aura souvent intérêt à donner un caractère obligatoire à certains aspects importants de la surveillance (par exemple, restrictions concernant la pêche ou le fonctionnement des installations d'épuration), des codes facultatifs étant conjointement par l'industrie, les producteurs individuels et le service de contrôle pour les questions moins importantes.

#### 6.1.2 Procédures d'inspection

L'inspection doit porter sur tous les stades de la production et de la distribution; elle veillera à ce que l'industrie et les producteurs individuels respectent les règlements obligatoires et les accords volontaires. Des contrôles à la fois périodiques et inopinés - quotidiens, hebdomadaires ou mensuels - porteront sur les installations, l'équipement, les conditions sanitaires et la tenue des documents de l'entreprise (quantités de fruits de mer traitées, origine et destination des produits, traitement thermique, etc.). On tiendra registre des dates des inspections.

#### 6.1.3 Prélèvement d'échantillons et examens de laboratoire

L'inspection sera étayée par la collecte d'échantillons et par des examens de laboratoire, en particulier, s'il y a lieu, par des examens bactériologiques, comme par exemple l'analyse du produit aux divers stades de la production, ou l'analyse de l'eau de mer.

#### 6.1.4 Liaison

Le service d'inspection sera en contact avec les autres autorités de santé publique tout au long de la chaîne de production et de distribution pour être en mesure, s'il se pose un problème de santé publique, de fournir des informations sur l'origine du produit, les méthodes de production et la qualité sanitaire probable des fruits de mer de diverses provenances.

### 6.2 SURVEILLANCE SYSTEMATIQUE

Une surveillance systématique est nécessaire à tous les stades ou aux stades principaux de la production et de la distribution; elle portera sur les domaines suivants :

- a) zones de production ou de débarquement des fruits de mer;
- b) installations de traitement;
- c) conditionnement, entreposage et transport depuis le moment de la capture jusqu'au stade de la consommation;
- d) installations de vente au détail.

On trouvera au tableau 5, page 49, les types de surveillance qui sont recommandés à chaque stade de production.

#### 6.2.1 Surveillance des zones de production

La surveillance des zones de production peut être assurée par les moyens suivants :

- a) examen topographique et bactériologique de l'eau des zones de production; et/ou
- b) examen bactériologique des mollusques et crustacés au débarquement.

Certains pays (par exemple, les Etats-Unis d'Amérique) classent les zones de production en zones agréées ou non d'après les résultats d'une étude détaillée de la topographie et de la qualité de l'eau. Ces études comprennent une évaluation de l'emplacement et de l'importance des points de déversement des eaux d'égout, des sources de pollution accidentelle, de la fiabilité des installations de traitement des eaux usées et des effets des eaux d'orage, toutes ces études étant entreprises dans des conditions très diverses. D'autres pays, notamment la France et le Royaume-Uni, se préoccupent plutôt de la qualité des mollusques provenant de tel ou tel endroit, mais tiennent compte des facteurs topographiques

et de la qualité bactériologique de l'eau quand il s'agit d'évaluer si une zone donnée convient à la production. Lorsqu'on examine l'eau de mer pour déterminer si une zone convient à la production de mollusques, l'une des difficultés qui surgissent est l'absence de corrélation directe entre la teneur en bactéries de l'eau et la teneur en bactéries des mollusques. Néanmoins, certains pays ont pu exercer un contrôle d'hygiène efficace en se fondant principalement sur une évaluation de la qualité de l'eau dans les zones de production.

La salubrité des eaux dans la zone de production est vérifiée par le prélèvement d'échantillons d'eau de mer, qui sont ensuite analysés pour déterminer leur teneur en organismes indicateurs de la pollution fécale (voir annexe 2). Le programme d'échantillonnage devra comprendre, si possible, des études hydrographiques, et devra tenir compte de toutes les variations naturelles décrites à la section 4.1 : variations saisonnières, courants de marée, effets des pluies d'orage, effets du fonctionnement défectueux des systèmes d'évacuation des eaux usées. Une fois l'enquête achevée, la zone pourra être classée et agréée ou non comme zone de production de fruits de mer destinés à la consommation humaine. Les zones de production agréées seront ensuite surveillées grâce à des prélèvements d'eau périodiques en des emplacements témoins et l'on s'assurera constamment qu'il ne se produit aucune modification importante dans l'écoulement des eaux d'égout.

La surveillance des fruits de mer au point de débarquement est un moyen plus direct de contrôler la qualité de ceux qui proviennent d'une zone déterminée. Au départ, des enquêtes seront entreprises pour déterminer la qualité des produits provenant de zones représentatives dans des conditions représentatives (de marée, de météorologie, etc.). Les résultats de ces enquêtes permettront de déterminer quelles zones conviennent à une production destinée directement à la consommation humaine et quelles zones doivent être interdites ou faire l'objet de restrictions. Ensuite, les fruits de mer provenant des zones agréées feront l'objet de prélèvements systématiques au point de débarquement, destinés à vérifier que les conditions d'hygiène demeurent satisfaisantes sur les lieux de production.

Si l'analyse bactériologique de l'eau de mer ou des produits débarqués révèle une détérioration de la qualité bactérienne, des enquêtes répétées seront nécessaires. S'il se confirme que la qualité de l'eau est inacceptable ou que les produits sont pollués, des mesures devront être prises pour limiter les prises ou imposer des traitements appropriés.

TABEAU 5. GUIDE POUR LES ACTIVITES DE SURVEILLANCE

	Eau de mer - recherche des :	Fruits de mer - recherche des :	Vérification des documents	Inspection des installations
Zones de production	Bactéries fécales	Bactéries fécales Biotoxines (contrôle saisonnier)	Non	Oui <sup>a</sup>
Installations de traitement				
Bassins de parcage	Bactéries fécales	Bactéries fécales	Non	Oui
Installations d'épu- ration	Bactéries fécales	Bactéries fécales	Oui	Oui
Installations de trai- tement thermique	-	Bactéries fécales et putréfiantes <sup>b,c</sup>	Oui	Oui
Autres installations de traitement	-	Bactéries fécales et putréfiantes <sup>b</sup>	Oui	Oui
Commerce de gros	-	Bactéries fécales et putréfiantes <sup>b</sup>	-	Oui
Distribution	-	Bactéries fécales et putréfiantes <sup>b</sup>	-	Oui
Commerce de détail	-	Bactéries fécales et putréfiantes <sup>b</sup>	-	Oui

<sup>a</sup> - Inspection topographique des zones de production pour déterminer les sources de pollution.  
<sup>b</sup> - Lorsque des contaminants secondaires, par exemple des staphylocoques, risquent d'être introduits après le traitement, les activités de surveillance devront porter également sur ces contaminants.  
<sup>c</sup> - Bactéries proliférant dans les tissus des fruits de mer, dont elles altèrent la qualité; elles sont généralement déterminées par numération sur plaque.

### 6.2.2 Problèmes pratiques de la surveillance des zones de production

La pollution des zones de production peut exiger des mesures de surveillance spéciales destinées à éviter que les fruits de mer ne soient pas envoyés directement vers les lieux de consommation. On aura recours notamment à des bateaux patrouilleurs rapides et à d'autres méthodes de surveillance telles que l'observation des mouvements de bateaux, l'arraisonnement, l'examen des produits débarqués, et l'inspection des moyens de transport à terre. L'expérience montre qu'il est très difficile, voire impossible, d'assurer dans certaines zones la surveillance des zones polluées interdites aux pêcheurs, surtout parce que les bancs non exploités contiennent souvent de très grandes quantités de mollusques qui représentent une valeur considérable du point de vue économique. Cependant, dans certains pays, on a constaté que si les zones polluées sont exploitées dans des conditions agréées - c'est-à-dire avec remise à l'eau, épuration, ou traitement thermique - les stocks peuvent être maintenus à un niveau qui n'incite plus les pêcheurs à les exploiter dans des conditions illégales. Les zones polluées ne nécessitent plus dès lors une surveillance aussi étroite que celles qui sont totalement interdites.

### 6.2.3 Surveillance des installations de traitement

La surveillance doit comporter l'inspection et l'échantillonnage des installations de traitement.

a) Viviers. Des échantillons d'eau doivent être prélevés lors de l'aménagement d'un vivier puis à différents intervalles pour vérifier que l'eau de mer qui y pénètre soit d'une qualité satisfaisante. Il faudra soumettre périodiquement à un examen bactériologique des spécimens de mollusques provenant du vivier. Les mesures de surveillance comprendront des enquêtes pour déterminer que seuls sont placés dans les viviers des mollusques provenant de zones non polluées agréées.

b) Installations d'épuration. La surveillance doit comprendre le prélèvement périodique de spécimens épurés et l'inspection du fonctionnement et des registres de l'installation. Pour être agréée, une installation d'épuration devra tenir des registres détaillés indiquant :

- i) les quantités de mollusques placés dans les viviers, avec les dates d'entrée et de sortie;
- ii) les dates auxquelles les viviers sont remplis d'eau, et la salinité;

- iii) la température des viviers (relevé quotidien);
- iv) le fonctionnement du matériel de stérilisation de l'eau : rendement de la lampe à ultraviolets, mesure du chlore résiduel, concentration d'ozone, etc.

c) Traitement thermique. La surveillance devra comporter à intervalles réguliers, à la sortie de l'atelier de traitement, le prélèvement de spécimens et l'analyse bactériologique des produits ayant subi un traitement thermique, pour déterminer s'il y a présence de bactéries fécales ou non spécifiques. En outre, on inspectera les livres, les installations techniques, l'approvisionnement en eau et les conditions générales d'hygiène. Le cas échéant, on notera en détail le traitement thermique subi par chaque lot et l'on compulsera les livres.

d) Autres installations de traitement. La surveillance devra comporter le prélèvement de spécimens du produit final pour analyse bactériologique, ainsi que l'examen de l'eau, du matériel et des produits traités aux stades de traitement les plus importants.

#### 6.2.4 Surveillance générale des grossistes, des marchés et du commerce de détail

Les services de santé publique ne surveilleront pas seulement la production et le traitement des fruits de mer, mais veilleront aussi à la stricte application des principes généraux d'hygiène alimentaire depuis la capture jusqu'au moment où les produits parviennent au consommateur. Ces principes ne seront pas rappelés ici puisqu'ils sont bien connus et décrits ailleurs.<sup>1</sup> Le cas échéant, il faudra instituer une réglementation obligatoire ou des codes d'usages et veiller à ce qu'ils soient respectés. Outre l'inspection générale, il conviendra de prélever des spécimens pour examen bactériologique à tous les stades de la distribution, de la commercialisation et de l'entreposage, afin de déterminer si la qualité a baissé ou non par suite d'une contamination secondaire ou de conditions de stockage défectueuses. On accordera une attention particulière à l'échantillonnage et à l'inspection sur les marchés et dans les commerces de détail, où les fruits de mer risquent d'être exposés longtemps à des conditions peu satisfaisantes.

---

<sup>1</sup> Voir notes pp. 20-21.

#### 6.2.5 Contrôle des fruits de mer pour déceler les biotoxines

L'origine de ces toxines est indiquée dans la section 3.3. Des proliférations d'algues provenant d'organismes planctoniques susceptibles de produire des toxines peuvent apparaître dans l'eau de mer lorsque les conditions sont propices. Fort heureusement, à l'exception de quelques zones peu nombreuses, la prolifération d'organismes toxiques est rare. En général, il n'est pas possible de prédire à quel moment ces organismes se développeront et, dans la plupart des zones de production de fruits de mer, la surveillance systématique du plancton n'est pas possible. Cependant, dans les régions où la production de biotoxines a déjà été constatée dans le passé, il est possible d'exercer une surveillance pour en déceler l'apparition des planctons dès les tout premiers stades, particulièrement aux époques de l'année où la toxicité s'est déjà manifestée, soit au printemps et au début de l'été. Par conséquent, avant l'époque où la toxicité risque de se manifester, on prélèvera toutes les semaines des spécimens de mollusques dans les zones de production marchande et l'on dosera les toxines provenant des algues (voir annexe 3).

On a utilisé avec des résultats satisfaisants la méthode des points de prélèvement pour contrôler les prises dans les zones qui sont notoirement exposées - de façon intermittente ou à certaines époques de l'année - à l'intoxication paralytique par fruits de mer. Quelques "emplacements témoins" sont choisis et les mollusques sont analysés pour déceler la présence de poison dans les zones qui risquent d'être exposées les premières à la biotoxine. Dès que la toxine est décelée, d'autres postes de surveillance sont mis en place. Si le niveau de toxicité dépasse 80 microgrammes pour 100 grammes de chair comestible, il faut immédiatement interdire la pêche. Si l'on ne dispose pas de laboratoire permettant d'assurer une surveillance efficace dans les zones où prolifèrent habituellement les organismes toxiques, il pourra être nécessaire d'interdire la pêche des mollusques à certaines époques ou toute l'année dans une grande partie des eaux côtières. L'interdiction sera levée quand l'examen de spécimens de chair indiquera que les quantités de toxine présentes ne dépassent plus le seuil de sécurité. Des gastéropodes comme les buccins et les naticidés, qui se nourrissent de mollusques bivalves, peuvent aussi devenir toxiques. On interdira également la pêche de ces espèces dans les zones où la toxine est signalée:

La rapidité avec laquelle la toxicité diminue varie selon les espèces. Les espèces telles que la mye (Mya), qui accumulent vite la toxine, la perdent généralement en quelques semaines. En revanche, la palourde jaune (Saxidomus) et la mactre (Spisula) peuvent conserver la toxine pendant plusieurs mois.

La décoloration de l'eau de mer ou la découverte de cadavres d'oiseaux de mer, dont certains sont sensibles aux toxines contenues dans les algues, sont d'autres signaux d'alarme justifiant l'application ou le renforcement des mesures de surveillance. Les endroits les plus propices au développement des algues toxiques sont ceux où la température de l'eau est élevée et les nutriments végétaux abondants : lagunes, estuaires et régions côtières. Les algues toxiques peuvent aussi proliférer au large dans les zones de remontée saisonnière.

### 6.3 SURVEILLANCE SPECIALE LORS DE L'EXPLOITATION DE NOUVELLES ZONES DE PRODUCTION DE MOLLUSQUES

Avant la mise en exploitation de nouveaux bancs de mollusques, le service de contrôle ou tout autre organe compétent devra entreprendre une enquête pour déterminer les conditions d'hygiène dans la zone de production. On étudiera la distribution des bactéries fécales dans la zone en tenant compte de la topographie, de l'emplacement des sources de pollution connues et de l'effet que la marée, les courants et les pluies peuvent avoir sur la dispersion des eaux usées. On mettra en oeuvre un programme détaillé d'échantillonnage bactériologique de l'eau de mer et des mollusques, afin de déterminer la répartition de la pollution fécale et de pouvoir ainsi délimiter les zones de production qui seront agréées. Lorsqu'une zone est polluée, il faudra, si possible, repérer et agréer des zones de remise à l'eau et choisir le lieu d'implantation des installations d'épuration. Celles-ci devront être inspectées et l'on vérifiera si elles fonctionnent d'une manière satisfaisante.

### 6.4 INTERPRETATION DES DONNEES D'ANALYSE

#### 6.4.1 Contamination microbiologique

Les fruits de mer destinés à la consommation humaine ne doivent pas en principe contenir d'organismes fécaux. Cependant, les bactéries fécales sont très largement répandues et, en Amérique du Nord et en Europe, il a été amplement démontré que les fruits de mer contenant de petits nombres de coliformes ou de E. coli, ou qui proviennent d'eaux contenant de faibles quantités de ces organismes, peuvent être consommés sans danger par l'homme.<sup>1</sup>

Normes relatives à l'eau de mer. Aux Etats-Unis d'Amérique, les zones de production des mollusques sont classées comme suit :

---

<sup>1</sup> L'annexe 2 contient des précisions sur les méthodes et les normes.

zones agréées, zones agréées sous condition, zones suspectées, zones interdites. Le MPN (nombre le plus probable) médian pour les coliformes dans les eaux agréées ne doit pas dépasser 70 coliformes par 100 ml et la proportion d'échantillons où le MPN est supérieur à 230 coliformes par 100 ml avec l'épreuve de dilution décimale à 5 tubes et à 300 par 100 ml avec la technique à 3 tubes ne doit pas normalement dépasser 10 %. En France, l'eau des zones de production est classée en quatre catégories : classe I, satisfaisante (absence de E. coli); classe II, acceptable (1-60 E. coli par 100 ml); classe III, suspecte (60-120); classe IV, inacceptable (plus de 120). Les valeurs indiquées ne doivent pas être acceptées comme des normes rigoureuses, mais doivent être considérées en fonction de la topographie. L'eau de mer est analysée pour vérifier que sa salubrité n'a pas diminué dans telle zone connue pour produire des coquillages de qualité acceptable. En Italie, la réglementation exige que les zones de production agréées ne contiennent pas plus de 2 E. coli par 100 ml dans 90 % des échantillons d'eau prélevés au cours d'une année; la proportion des échantillons prélevés au cours d'une année qui contiennent plus de 6 E. coli par 100 ml ne doit pas dépasser 10 %.

Normes applicables aux mollusques crus. L'annexe 2 indique les normes bactériologiques en vigueur dans six pays. Ces données ne concernent que les enquêtes systématiques. Tous les pays recherchent la présence de coliformes ou de E. coli, mais certains pays recherchent aussi les salmonelles et procèdent systématiquement à la numération des germes totaux sur plaque.

a) E. coli et coliformes. Dans la plupart des pays, E. coli et les coliformes fécaux sont les principaux indicateurs de pollution fécale, mais aux Etats-Unis d'Amérique et dans plusieurs autres pays on a recours avec succès aux coliformes simples. En France et en Italie, les normes applicables ne sont pas les mêmes pour les mollusques dans la zone d'élevage et sur les marchés. En dépit des grandes différences qui existent dans les méthodes de numération des bactéries et bien que les techniques MPN varient considérablement, les normes adoptées concordent en général. Néanmoins, certains estiment que les coliformes ne sont pas des indicateurs suffisamment spécifiques et que les E. coli sont plus représentatifs de la pollution fécale.

b) Salmonelles. La recherche de ce groupe de bactéries n'est pas effectuée systématiquement dans tous les pays, mais elle est indispensable dans les régions où les infections à Salmonella sont endémiques ou lors de flambées de salmonellose. Il n'est pas nécessaire de rechercher systématiquement des salmonelles dans les mollusques qui doivent subir un traitement thermique dans des conditions d'hygiène satisfaisantes.

c) Numération des germes totaux sur plaque. Si la numération des germes totaux sur plaque n'est pas acceptée partout comme absolument valable, certains pays appliquent une norme fondée sur cette méthode. L'examen des mollusques pêchés en mer révèle l'importance numérique des bactéries qui sont naturellement présentes dans le milieu marin ou dans les estuaires. Dans certaines régions, la numération des germes totaux sur plaque donne souvent un chiffre supérieur à  $10^6$  par gramme pour les chairs de mollusques fraîchement pêchés dans une mer non polluée. Aussi, les services de contrôle devraient-ils d'abord procéder à une numération des germes totaux sur plaque pour les zones agréées avant d'imposer une norme fondée sur cette méthode. Quand les mollusques font l'objet d'un traitement ultérieur ou sont soumis à des conditions d'entreposage et de transport peu satisfaisantes, la numération des germes totaux sur plaque révèle une augmentation importante du nombre des bactéries. Cette méthode peut donc être utile pour juger les conditions de manutention, de stockage, etc. Toutefois, avant d'adopter des normes applicables au niveau local, il est indispensable de procéder à de nombreux échantillonnages et examens bactériologiques.

d) Autres normes. Le nombre des examens bactériologiques auxquels on peut soumettre les mollusques est manifestement limité. Etant donné les grandes variations qui se produisent dans le milieu marin et qui influent sur la numération des bactéries présentes dans les mollusques, il est généralement plus avantageux de soumettre un grand nombre de spécimens à une même épreuve (par exemple, la numération des E. coli) plutôt que d'effectuer une série complète d'épreuves sur un petit nombre de spécimens. On a beaucoup étudié la question de savoir si d'autres bactéries fécales ne seraient pas utiles comme indicateurs de pollution (par exemple, les streptocoques fécaux et Cl. perfringens), mais on n'en a trouvé aucune qui soit aussi valable que E. coli. Néanmoins, dans certaines conditions, par exemple à la suite d'un cas de maladie due à l'ingestion de mollusques, on élargira l'éventail des épreuves, qui porteront alors sur les agents pathogènes présumés. Parmi ceux qui devront alors faire l'objet d'une détermination qualitative figurent Salmonella typhi, d'autres Salmonella spp., V. parahaemolyticus et V. cholerae. En raison des difficultés techniques que l'on éprouve à démontrer la présence de virus dans les denrées alimentaires, il est probable que, dans un avenir prévisible, seuls quelques laboratoires spécialisés dans le monde pourront rechercher systématiquement ces virus.

#### 6.4.2 Contamination par des biotoxines

Il conviendra de prélever périodiquement des spécimens de mollusques aux fins de surveillance de l'intoxication paralytique par fruits de mer et de leur faire subir les examens de laboratoire

décrits à l'annexe 3. Sont jugés impropres à la consommation humaine les mollusques contenant plus de 400 unités-souris de toxine par 100 g (équivalant à 80  $\mu$ g de toxine par 100 g). Si l'on décèle de faibles quantités de toxine, le prélèvement de spécimens devra être plus fréquent.

## 7. MESURES A PRENDRE EN CAS DE MALADIES TRANSMISES PAR DES MOLLUSQUES

La figure 11 montre comment les mollusques peuvent devenir impropres à la consommation. Bien que la contamination secondaire puisse se produire à n'importe quel stade du circuit de distribution, la contamination bactériologique est surtout observée dans des coquillages qu'on pêche dans l'eau de mer polluée par les égouts. Des mollusques pollués peuvent aussi, comme l'indique la figure, parvenir au consommateur en cas de mauvais fonctionnement des installations d'épuration ou de traitement thermique.

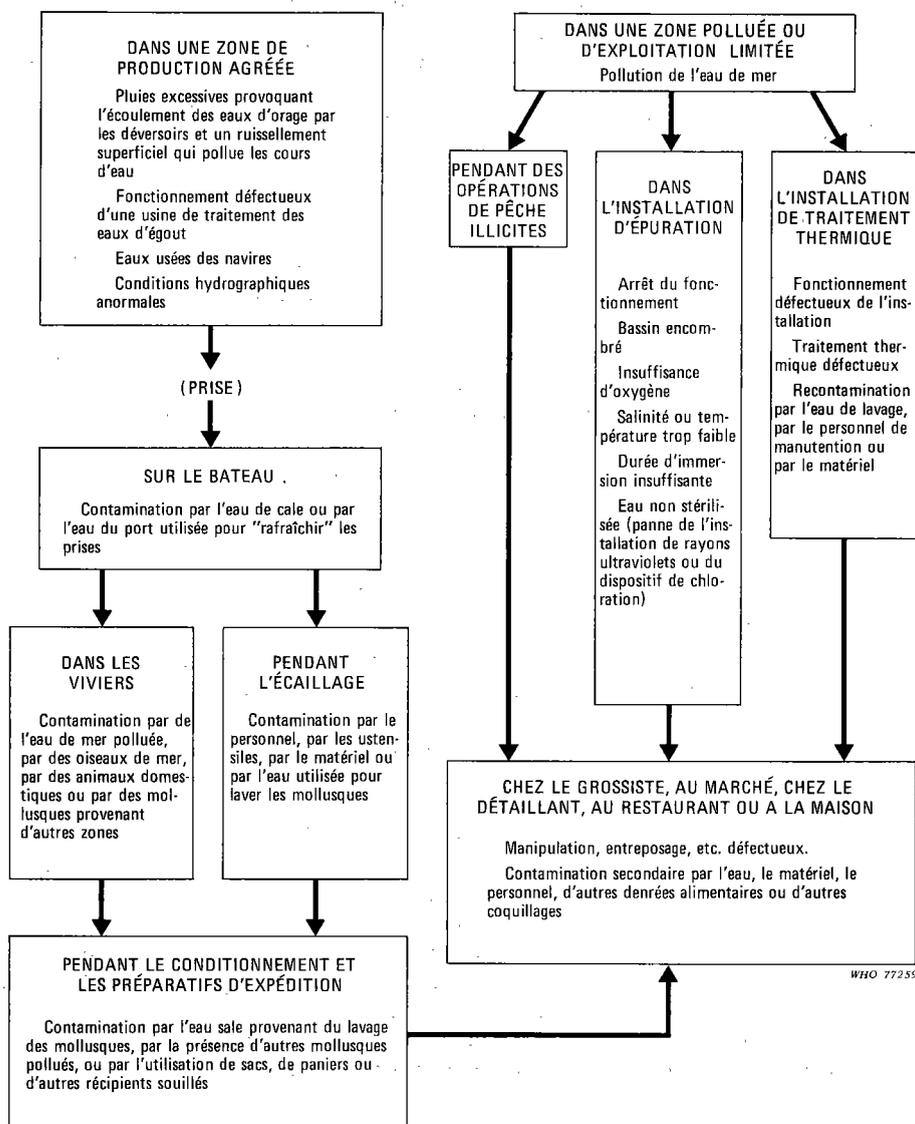
### 7.1 PREMIERES ENQUETES

Lorsqu'on se trouve en présence de cas d'intoxication alimentaire, il convient de procéder immédiatement à des enquêtes épidémiologiques et bactériologiques pour déterminer la cause. Les principes de l'épidémiologie étant bien connus, il n'est pas nécessaire de décrire ici en détail de quelle manière ces enquêtes doivent être menées. Il faut cependant rechercher dans l'immédiat :

- a) si un même aliment a été consommé par toutes les personnes atteintes;
- b) si cet aliment contient des agents pathogènes ou autres;
- c) si le même agent pathogène a été prélevé sur tous les malades; et
- d) si les symptômes observés ont pu être produits par les agents pathogènes isolés à partir de l'aliment ou des malades.

Il est rare que l'on puisse répondre directement à toutes ces questions, car il arrive souvent que de nombreuses personnes ayant consommé l'aliment incriminé ne sont pas infectées et qu'il ne soit pas possible de trouver des restes de cet aliment. Toutefois, des enquêtes plus approfondies et le prélèvement d'échantillons permettent souvent d'attribuer la cause de l'épidémie à un seul ou à un petit nombre d'aliments consommés. Si l'on pense que des fruits de mer sont la cause des intoxications, il faudra procéder à des enquêtes portant en particulier sur l'origine de ces fruits de mer et sur les méthodes de manipulation. Il peut être utile, pour déterminer si l'aliment ou les aliments incriminés sont la cause des intoxications, d'effectuer une étude de cas et de témoins appariés (voir annexe 4).

FIG. 11. STADES OU LES MOLLUSQUES PEUVENT DEVENIR IMPROPRES A LA CONSOMMATION HUMAINE



7.2 MESURES IMMEDIATES A PRENDRE EN CAS D'INTOXICATION PRESUMEE  
PAR LES FRUITS DE MER

a) Restrictions. Si l'enquête épidémiologique fait penser que l'intoxication peut être due à la consommation de fruits de mer contaminés, il conviendra d'imposer, si possible, des restrictions temporaires immédiates à la pêche commerciale et à la récolte par les particuliers de fruits de mer destinés à la consommation, en attendant le résultat d'enquêtes plus poussées (voir c) ci-dessous).

b) Surveillance des transports. Des enquêtes devront être faites sur tous les envois à partir des zones de production incriminées. Comme on l'a vu à la section 2.3, le transport du naissain d'une zone vers l'autre joue un rôle important dans l'industrie des fruits de mer. Des enquêtes devront être faites pour s'assurer que seul est transporté le naissain et non les coquillages ayant atteint une dimension les rendant propres à la consommation, sauf sur autorisation et sous surveillance du service de santé publique.

c) Méthodes différentes de manipulation des mollusques. Les restrictions imposées à la pêche et la fermeture des installations d'épuration et de traitement thermique peuvent représenter une lourde charge financière pour les pêcheurs, les grossistes, etc. Les pêcheurs, qui tirent la totalité de leurs revenus des produits de la pêche, sont alors particulièrement touchés. Pour remédier à ces difficultés, des dispositions spéciales devront être prises dans la mesure du possible pour retirer les mollusques, sous surveillance, des zones polluées interdites et les remettre à l'eau dans de l'eau de mer non polluée ou les diriger vers des installations d'épuration ou de traitement thermique. Il pourra être nécessaire d'instituer à cet effet un système d'autorisation provisoire.

d) Notification. Des avis au public pour lui recommander de ne pas ramasser de mollusques pour la consommation devraient être affichés près des zones de pêche. Les revendeurs de fruits de mer, grossistes et détaillants, les restaurateurs et le public en général devraient être avertis que les mollusques en provenance des zones suspectes sont impropres à la consommation. Par les divers moyens d'information, on fera connaître au public les précautions à prendre pour éviter la propagation de l'épidémie. On redoublera d'efforts pour assurer l'éducation sanitaire de ceux qui manipulent les denrées alimentaires. Si des mollusques en provenance des zones incriminées se trouvent encore dans la chaîne de distribution et ne peuvent être aisément localisés, il faudra avertir le public que tout mollusque suspect devra être détruit.

e) Détermination de l'origine des contaminants. Les restrictions imposées à la pêche commerciale devraient s'accompagner immédiatement d'examen bactériologiques des mollusques et d'échantillons d'eau de mer, afin de déterminer avec précision l'origine de la contamination. Des échantillons de fruits de mer ou de préparations contenant des fruits de mer suspects, ainsi que les produits se trouvant encore dans la chaîne de distribution ou dans les zones de production devront être saisis aussitôt que l'on soupçonnera les fruits de mer d'être à l'origine des intoxications. On examinera si les intoxications ne pourraient pas être dues à des substances chimiques, et des épreuves seront réalisées pour le vérifier.

f) Examens des conditions de traitement thermique et d'épuration. Lorsque les mollusques ont été traités par la chaleur ou épurés, il sera nécessaire d'examiner en détail les relevés des opérations de manière à pouvoir déterminer après coup si les installations ont fonctionné de manière satisfaisante. Dans le cas d'installations de traitement thermique, les relevés seront examinés pour savoir si l'approvisionnement en eau douce a subi des coupures ou a été irrégulier, si d'autres changements sont intervenus dans le traitement ou dans les matériels utilisés et s'il n'y a pas eu de contamination secondaire. Dans le cas des installations d'épuration, on examinera notamment s'il y a eu des modifications de la salinité de l'eau ou de la température, une panne dans le système de pompage qui a pu faire baisser la quantité d'oxygène dissous, une déficience du système ou du matériel de stérilisation, la présence de substances inhibitrices, un surchage des installations ou un temps d'immersion insuffisant. Dans les deux cas, on notera les mouvements de personnel qui ont pu survenir dans la direction ou l'encadrement, car les deux procédés exigent beaucoup de personnel et une grande attention aux détails.

g) Levée sélective des restrictions. S'il ressort de ces enquêtes que l'introduction dans les mollusques de l'agent pathogène était due à une contamination secondaire ou au mauvais fonctionnement d'une seule installation - celle d'épuration ou celle de traitement thermique - les restrictions frappant les zones de production pourront être levées et ne s'appliquer qu'au seul point responsable de la contamination. Dans certains cas, l'examen bactériologique d'échantillons permettra de réduire l'étendue de la zone de production soumise à des restrictions.

h) Mesures à prendre en présence de biotoxines. Si l'intoxication alimentaire est due à la présence de toxines provenant des algues (par exemple intoxication paralytique par fruits de mer), la zone de production devra être fermée et l'on devra vérifier constamment le taux de toxines présentes dans les mollusques. On ne connaît pas de méthode permettant de débarrasser les fruits de mer de leurs

toxines; aussi les prises devront-elles cesser jusqu'au moment où la surveillance constante aura démontré que le taux de toxines est tombé au-dessous du seuil d'interdiction (400 unités souris pour 100 g dans le cas de l'intoxication paralytique par fruits de mer). Les fruits de mer qui se trouvent dans la chaîne alimentaire ne devront pas être consommés, même après cuisson, et le public devra en être averti (voir section 3.3).

i) Méthodes de diagnostic en laboratoire. Les agents pathogènes isolés à partir des maladies, des fruits de mer ou du personnel de manutention devront être identifiés aussi exactement que possible afin de déterminer l'origine du micro-organisme. Des souches représentatives devront être envoyées à des laboratoires de référence et l'on consultera des experts nationaux et, si nécessaire, des experts internationaux. Toutes les souches devront être conservées de manière à permettre plus tard un examen plus détaillé.

j) Activités de liaison. Immédiatement après l'apparition d'une poussée épidémique importante, la liaison devra être établie entre les services de santé publique, les laboratoires et les instituts de recherche des zones de production d'une part et les réseaux de distribution et de consommation d'autre part. Le groupe d'éminents spécialistes de la santé publique, de l'épidémiologie, de l'industrie de la pêche, du génie sanitaire et de la microbiologie dont il est question à la section 5.2 devra, le cas échéant, être alerté et des recherches concertées ou coordonnées devraient être entreprises. Un service central d'information devrait être créé afin que l'on puisse mettre à la disposition des chercheurs tous les renseignements disponibles. Dans le cas d'épidémies provoquées par des agents pathogènes d'importance internationale (par exemple, les agents pathogènes du choléra ou de la fièvre typhoïde), l'OMS devra être informée pour qu'au besoin une action internationale puisse être entreprise.

ANNEXE 1

CHOIX DE REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES  
SUR L'HYGIENE DES FRUITS DE MER

BACTERIES PRESENTES DANS LES FRUITS DE MER ET DANS L'EAU

(Quelques-uns des articles énumérés ci-dessous traitent également des normes microbiologiques et de la surveillance sanitaire des fruits de mer.)

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Recommended procedures for the examination of seawater and shellfish, New York, 4<sup>e</sup> éd., 1970
- ANDREWS, W. H. ET AL. Comparative validity of members of the total coliform and fecal coliform groups for indicating the presence of Salmonella in the eastern oyster, Crassostrea virginica. Journal of Milk and Food Technology, 38(8), 453-456 (1975)
- BELIN, J. Coquillages et fièvres typhoïdes, Paris, Presse universitaire, 1934, Vol. 1
- BONDE, G. J. Bacterial indicators of water pollution: a study of quantitative estimation, Copenhagen, Teknisk Forlag, 1963
- BRISOU, J.-F. Microbiologie du milieu marin, Paris, Flammarion, 1955, Vol. 1
- BRISOU, J.-F. Infections et intoxications transmises par les coquillages. Ouest médical, 27(14), 1321-1329 (1974)
- CLEGG, L. F. L. & SHERWOOD, A. P. The bacterial examination of molluscan shellfish. Journal of Hygiene (Cambridge), 45, 504-521 (1947)
- GELDREICH, E. E. ET AL. Fecal-Coliform-Organism Medium for the membrane filter technique. Journal of the American Water Works Association, 57, 208-214 (1965)
- HALLS, S. & AYRES, P. A. A membrane filtration technique for the enumeration of Escherichia coli in seawater. Journal of Applied Bacteriology, 37, 105-109 (1974)
- MACKENZIE, E. S. W. ET AL. Experiences in the rapid identification of B. coli type 1. Journal of General Microbiology, 2, 197 (1948)

OMS, Série de Rapports techniques N° 399, 1968. Les aspects microbiologiques de l'hygiène des denrées alimentaires (Rapport d'un comité d'experts de l'OMS réuni avec la participation de la FAO)

REYNOLDS, N. & WOOD, P. C. Improved techniques for the bacteriological examination of molluscan shellfish. Journal of Applied Bacteriology, 19(1), 20-25 (1956)

ROYAUME-UNI, DEPARTEMENT DE LA SANTE. Report No. 71: The bacteriological examination of water supplies, 4<sup>e</sup> éd., Londres, Her Majesty's Stationery Office, 1969

SWAROOP, S. Estimation of bacterial density of water samples. Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé, 14, 1089-1107 (1956)

THATCHER, F. S. & CLARK, D. S., ed. Microorganisms in foods: their significance and methods of enumeration, Toronto, University of Toronto Press, 1968

WINDLE TAYLOR, E. & BURMAN, N. P. The application of membrane filtration techniques to the bacteriological examination of water. Journal of Applied Bacteriology, 27(2), 294-303 (1964)

WOOD, P. C. The principles and methods employed for the sanitary control of molluscan shellfish. In: Ruivo, M., ed. Marine pollution and sea life, Londres, Fishing News (Books), 1972, pp. 560-565

#### HYGIENE DES FRUITS DE MER : NORMES ET SURVEILLANCE

BOURY, M. Appréciation de la qualité bactériologique des coquillages. Science de Pêche, 103, 1-3 (1962)

BOURY, M. & BORDE, J. Méthodes d'examen bactériologique de l'eau de mer et des coquillages, essais comparatifs. Science de Pêche, 51, 8 (1957)

COPPINI, R. Sanitary regulations for molluscs. Studies and Reviews of the General Fish Council for the Mediterranean, 29, 1-16 (1965)

ETATS-UNIS D'AMERIQUE, DEPARTEMENT DE LA SANTE, DE L'EDUCATION ET DE LA PREVOYANCE SOCIALE, Public Health Service, National Shellfish Sanitation Program. Manual of Operations, Washington, DC, 1965

- FISHBEIN, M. & WENTZ, B. Vibrio parahaemolyticus: methodology for isolation from seafoods and epidemic specimens. Journal of Milk and Food Technology, 36(2), 118-123 (1973)
- MAZIERIES, J. Les coliformes dans les eaux marines et les huîtres : application à l'hygiène ostréicole. Revue des Travaux de l'Institut de Pêches maritimes, 27(1), 1-111 (1963)
- MAZIERIES, J. Les germes-tests de contamination et de l'appréciation de la qualité bactériologique des huîtres. In: Pollutions marines par les micro-organismes et les produits pétroliers, Symposium de Monaco (avril 1964), Monaco, 1965, Commission internationale pour l'Exploration scientifique de la Mer Méditerranée, 1965, pp. 265-275
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE. Guide pour le diagnostic de laboratoire du choléra, Genève, 1974
- OMS, Série de Rapports techniques N° 550, 1974. Hygiène du poisson et des fruits de mer (Rapport d'un comité d'experts de l'OMS réuni en coopération avec la FAO)
- REYNOLDS, N. Bacteriological standards for mussels. Public Health Inspector, September 1968, 524-527
- SHERWOOD, H. P. & THOMSON, S. Bacteriological examination of shellfish as a basis for sanitary control. Monthly Bulletin of the Ministry of Health, 12, 103-111 (1953)
- THOMAS, K. L. & JONES, A. M. Comparison of methods of estimating the number of Escherichia coli in edible mussels and the relationship between the presence of Salmonella and E. coli. Journal of Applied Bacteriology, 34(4), 717-725 (1971)
- TRAITEMENT ET PREPARATION DES FRUITS DE MER
- DODGSON, R. W. Report on mussel purification. Fisheries Investigations (series 2), 10(1), 1-498 (1928)
- MACMILLAN, R. B. & REDMAN, J. H. Hard clam cleansing in New York. Commercial Fisheries Review, 33(5), 25-33 (1971)
- INSTITUTE OF MARITIME FISHERIES. Use of ozone in seawater for cleansing shellfish. Effluent Water Treatment Journal, 12(5), 260-262 (1972)
- REYNOLDS, N. A simplified system of mussel purification. Fisheries Investigations (series 2), 20(8), 1-18 (1956)

- REYNOLDS, N. The effect of heat on the Bact. coli content of periwinkles. Monthly Bulletin of the Ministry of Health, 16, 80-85 (1957)
- SHERWOOD, H. P. The sterilisation of cockles and mussels by boiling. Monthly Bulletin of the Ministry of Health, 16, 86-89 (1957)
- WOOD, P. C. The principles of water sterilisation by ultra-violet light and their application to the purification of oysters. Fisheries Investigations (series 2), 23(6), 1-48 (1961)
- LES VIRUS DANS LES FRUITS DE MER
- CROVARI, P. Sur la dépuración des moules vis-à-vis du virus poliomyélique. Igiene moderna, 51, 22-32 (1958)
- LIU, O. ET AL. Viral depuration of the northern quahog. Applied Microbiology, 15, 307-315 (1967)
- MASON, J. O. & MACLEAN, W. R. Infectious hepatitis traced to the consumption of raw oysters. American Journal of Hygiene, 75(1), 90-111 (1962)
- METCALF, T. G. & STILES, W. C. Survival of enteric viruses in estuary waters and shellfish. In: Berg, G., ed. Transmission of viruses by the water route, New York, Interscience, 1967, pp. 439-447
- METCALF, T. G. & STILES, W. C. Enteroviruses within an estuarine environment. American Journal of Epidemiology, 88(3), 379-391 (1968)
- MITCHELL, J. R. ET AL. Accumulation and elimination of poliovirus by the eastern oyster. American Journal of Epidemiology, 84(1), 40-50 (1966)
- ROOS, B. Hépatite transmise par les huîtres. Svenska Läkartidningen, 53, 989-1003 (1956)
- CONSIDERATIONS GENERALES SUR LES BIOTOXINES
- BAGNIS, R. ET AL. Problèmes posés par la présence de substances toxiques dans les produits alimentaires d'origine marine :  
1. Biotoxines. Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé, 42, 69-88 (1970)

- HALSTEAD, B. W. & COURVILLE, D. A. Poisonous and venomous marine animals of the world, Washington, DC, Government Printing Office, 1965, Vol. 1
- LO CICERO, V. Proceedings of the First International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms, Boston, 4-6 November 1974, Wakefield, MA, Massachusetts Science and Technology Foundation, 1975
- LES BIOTOXINES MARINES : INTOXICATION PARALYTIQUE PAR FRUITS DE MER
- BATES, H. A. & RAPOPORT, H. A chemical assay for saxitoxin, the paralytic shellfish poison. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 23(2), 237-239 (1975)
- INGHAM, H. R. ET AL. Dinoflagellate crop in the North Sea. Nature (London), 220, 25-27 (1968)
- MCCOLLUM, J. P. K. ET AL. An epidemic of mussel poisoning in north-east England. Lancet, 2, 767-770 (1968)
- PRAKASH, A. ET AL. Paralytic shellfish poisoning in Eastern Canada. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, 177, 1-87 (1971)

ANNEXE 2

MICROBIOLOGIE DES FRUITS DE MER - METHODES DE LABORATOIRE  
ET NORMES APPLIQUEES

EXAMEN MICROBIOLOGIQUE DES MOLLUSQUES

On a recours à de nombreuses techniques pour l'examen microbiologique systématique des mollusques. L'annexe 1 donne une liste d'ouvrages à consulter et l'on trouvera dans le tableau ci-après un bref exposé des méthodes d'examen microbiologique des mollusques appliquées dans six pays qui possèdent de bons laboratoires de contrôle sanitaire.<sup>1</sup>

EXAMEN MICROBIOLOGIQUE DES CRUSTACES

Ainsi qu'il ressort des chapitres précédents, les mollusques posent un problème particulier de santé publique en raison de leur mode d'alimentation et parce qu'ils sont fréquemment consommés crus ou après cuisson légère. Les crustacés, eux, ne présentent pas ce risque en raison de leur mode d'alimentation et parce que de toute façon ils sont généralement cuits avant d'être consommés. Dès lors, aucune technique particulière d'examen bactériologique n'a été prévue pour les crustacés et l'on aura recours, d'une manière générale, aux méthodes et aux normes appliquées aux autres denrées alimentaires. Par exemple, la recherche des salmonelles, les numérations totales sur plaque et la recherche des coliformes, coliformes fécaux et E. coli pourront être faites sur des extraits macérés et par les techniques de laboratoire classiques.

Il n'existe pas de normes spéciales d'application universelle mais il va de soi que les crustacés doivent, au stade du consommateur, ne pas contenir un nombre excessif de coliformes; les organismes pathogènes tels que V. cholerae, Salmonella et Staphylococcus devraient être absents. V. parahaemolyticus risque davantage de se trouver dans les crustacés que dans les autres

---

<sup>1</sup> La consultation d'experts FAO/OMS sur les spécifications microbiologiques pour les aliments, tenue à Genève du 7 au 11 avril 1975, a estimé que les spécifications microbiologiques devraient comporter : 1) des prises d'échantillons pour l'analyse microbiologique, 2) des méthodes d'analyse microbiologique et 3) des limites microbiologiques.

fruits de mer, notamment après traitement ou du fait d'un entreposage défectueux, mais s'ils sont en petit nombre, ils ne semblent pas présenter de danger sur le plan de la santé publique.

Les crustacés n'accumulent en général pas de toxines d'algues et on ne les soumet donc pas habituellement à des épreuves pour déterminer la présence de biotoxines.

TABLEAU. MOLLUSQUES - METHODES DE LABORATOIRE ET NORMES APPLIQUEES DANS SIX PAYS<sup>a</sup>

DANEMARK

Echantillonnage pour l'analyse microbiologique

Dix huîtres choisies au hasard sont examinées une à une. Chacune est pesée avec l'eau adhérente, puis diluée avec quatre fois son poids de soluté physiologique (ce qui donne une solution au 1/5e). On procède ensuite aux dilutions suivantes : à 1 ml de la dilution au 1/5e on ajoute 9 ml de soluté physiologique (pour obtenir une dilution au 1/50e) et à 5 ml de la dilution au 1/5e on ajoute 5 ml de soluté physiologique (ce qui donne une dilution au 1/10e).

Méthodes d'analyse microbiologique

1. Numération totale sur plaque : on inocule 1 ml de la dilution au 1/10e dans de la gélose pour numération sur plaque et on fait incuber à 20°C pendant 5 jours.

2. E. coli : on inocule 1 ml de la dilution au 1/5e dans de la gélose biliée au rouge violet à l'intérieur d'une boîte de Pétri et 1 ml de la dilution au 1/50e dans de la gélose biliée au rouge violet à l'intérieur d'une seconde boîte de Pétri, puis on fait incuber pendant 48 heures à 44°C.

---

<sup>a</sup> Informations basées en partie sur le projet de code d'usages pour les mollusques du Codex Alimentarius.

3. Salmonella : on inocule 1 ml de dilution au 1/5e dans un milieu enrichissant. L'enrichissement, qui dure 24 et 48 h, est suivi d'un étalement sur gélose au vert brillant ou tout autre substrat spécifique.

Limites microbiologiques

Limites provisoires pour les huîtres vivantes :

1. Moyenne de la numération totale sur plaque :  $\leq 100\ 000$  par gramme.
2. E. coli type 1 : aucun dans les 10 huîtres (c'est-à-dire  $\leq 5$  par gramme dans chacune des 10 huîtres).
3. Salmonella : aucune dans les 10 huîtres (absente dans 2 grammes).

FRANCE

Echantillonnage pour l'analyse microbiologique

Cinq à dix échantillons sont choisis au hasard dans chaque lot de mollusques puis lavés, brossés et rincés en surface à l'alcool. La chair est séparée des coquilles de façon aseptique. La chair et le jus du mollusque sont transvasés dans un flacon stérile où on les dilacère finement et uniformément (si le mélange est trop épais, on le dilue à parts égales avec de l'eau stérile peptonée).

Méthodes d'analyse microbiologique

Sur les lieux de production, le contrôle vise à déterminer la présence de E. coli. Aux stades de la vente, on recherche la présence de E. coli et de Salmonella.

1. E. coli : 1,0 ml, 0,5 ml, 0,2 ml et 0,1 ml du mollusque dilacéré sont inoculés dans un bouillon bilié lactosé au vert brillant réparti dans des tubes de fermentation. On fait incuber à 30°C

pendant 24 à 48 heures. L'identification se fait selon la méthode de Mackenzie, Taylor et Gilbert pour chaque culture primaire déclenchant la fermentation du lactose avec production de gaz.

2. Salmonella : 25 ml de mollusques dilacérés sont placés dans un flacon contenant 100 ml d'eau peptonée (40 grammes par litre). Après incubation pendant six heures à 37°C, deux portions de 25 ml sont transvasées dans deux flacons contenant 225 ml d'un mélange enrichissant pour les Salmonella (sélénite ou tétrathionate); l'une est incubée à 43°C et l'autre à 37°C pendant 24 à 48 heures. L'isolement des Salmonella est effectué selon la méthode classique.

Limites microbiologiques<sup>a</sup>

1. E. coli : <1 par ml pour les huîtres et les mollusques habituellement mangés crus. <2 par ml pour les moules et les mollusques habituellement mangés cuits.

2. Salmonella : aucune dans 25 ml d'échantillon (chair plus jus).

ITALIE

Echantillonnage pour l'analyse microbiologique

On prélève en différents points de la zone de production des échantillons représentatifs d'eau ou de coquillages. Si l'échantillon ne peut pas être analysé dans les six heures qui suivent son prélèvement, on le surgèle et on le conserve à moins 20°C jusqu'au moment de l'examen. Les échantillons décongelés sont entreposés à 4°C jusqu'au moment de

---

<sup>a</sup> Il est envisagé de rechercher aussi la présence de streptocoques D.

l'examen. Pour l'examen des coquillages, on porte à 200 ml le volume total de 10 mollusques (chair et jus mélangés) par dilution avec un soluté physiologique stérile. L'échantillon est homogénéisé pendant 3 à 5 minutes à 10 000 t/min., puis filtré sur de la gaze stérile.

Méthodes d'analyse  
microbiologique

Pour E. coli on emploie la technique de détermination de l'indice MPN<sup>a</sup> avec trois tubes et trois dilutions. La chair homogénéisée des coquillages est inoculée dans du bouillon lactosé et incubée à 37°C pendant 24 à 48 heures. Le contenu de tous les tubes où s'est formé du gaz est versé dans du bouillon bilié lactosé au vert brillant et dans du bouillon tryptosé, et les sous-cultures sont incubées à 44°C pendant 48 heures. Si le bouillon bilié lactosé au vert brillant indique une formation de gaz et si l'épreuve de production d'indole est positive, on considère que E. coli est présent. Les résultats sont exprimés en indice MPN de E. coli dans 100 ml d'échantillon.

Limites  
microbiologiques

E. coli :

1. Eau des zones de production agréées : Indice MPN  $\leq 2$  pour 100 ml dans 90 % des échantillons prélevés au cours d'une année et  $\leq 6/100$  ml dans 10 % des échantillons prélevés au cours d'une année.
2. Mollusques provenant d'une zone agréée : Indice MPN  $\leq 160/100$  ml dans 90 % des échantillons prélevés au cours d'une année et  $\leq 500/100$  ml dans 10 % des échantillons prélevés au cours d'une année.

---

<sup>a</sup> MPN = nombre le plus probable.

3. Normes commerciales pour les coquillages : Indice MPN  $\leq$  600/100 grammes d'échantillon.

PAYS-BAS, ROYAUME-UNI

Echantillonnage pour l'analyse microbiologique

1. Eau de la zone de production : les échantillons sont prélevés dans diverses conditions hydrographiques et à des saisons différentes.

2. Mollusques : des échantillons de 10 mollusques sont prélevés au hasard et examinés individuellement ou ensemble. On procède à des dilutions égales à deux fois le volume de tissu de mollusque avec de l'eau peptonée à 0,1 %.

Méthodes d'analyse microbiologique

Coli fécaux :

1. Détermination de l'indice MPN sur bouillon de MacConkey avec 15 tubes et trois dilutions (Ministère de la Santé, 1957) et technique de filtration sur membrane avec du bouillon lactosé au teepol (Ministère de la Santé, 1969).

2. Mollusques : on inocule 1 ml d'extrait de tissu de mollusque dilué avec de l'eau peptonée dans 10 tubes roulants de gélose N° 3 de MacConkey (Reynolds & Wood, 1956). Les résultats sont exprimés en nombre moyen de E. coli par ml de tissu sur la base du dénombrement de 10 tubes d'épreuves parallèles.

Limites microbiologiques

Pour les fruits de mer, les recommandations de Sherwood & Thomson (1953), faites après comparaison de la méthode des tubes roulants à 44°C et du test de la Société Fishmonger, ont été d'une façon générale approuvées par les services d'inspection.

<u>E. coli/ml tissu</u>	<u>Décision prise</u>
0-4	Vente autorisée
5-15	Interdiction provisoire
16 et au-dessus	Vente interdite

A l'heure actuelle, les normes en vigueur sont plus sévères, et les mollusques en provenance d'une zone de production qui contiennent constamment plus de 2 E. coli par ml sont considérés comme douteux en attendant l'analyse de nouveaux échantillons ou une nouvelle expertise. Il n'existe pas de normes pour évaluer la salubrité des zones de production. Les informations fournies par l'examen de l'eau sont utilisées conjointement avec les observations faites sur les fruits de mer.

#### ETATS-UNIS D'AMERIQUE

##### Echantillonnage pour l'analyse microbiologique et méthodes microbiologiques

Les méthodes de laboratoire se fondent sur les procédures décrites dans Recommended Procedures for the Examination of Sea Water and Shellfish, 4ème édition, American Public Health Association, 1970. Normes applicables à l'eau des zones de production : des échantillons sont prélevés dans les parties de la zone qui sont probablement le plus exposées à la contamination fécale durant les périodes où les conditions hydrographiques et de pollution sont les plus défavorables.

##### Limites microbiologiques

##### Coliformes

Eau des zones de production agréées :  
Indice MPN médian  $\leq 70/100$  ml, et  
 $<10$  % des échantillons avec un indice MPN  $\leq 230/100$  ml.

Coliformes fécaux

Normes applicables aux marchés en gros : produit acceptable = Indice MPN  $\leq$  230/100 grammes et numérations sur plaque à 35°C  $\leq$  500 000 par gramme (si l'échantillon provient d'eaux agréées); produit accepté sous condition = Indice MPN  $>$  230/100 grammes et/ou numération sur plaque à 35°C  $>$  500 000/g (le produit pourra être rejeté).

ANNEXE 3

BIOTOXINES DES FRUITS DE MER - METHODES DE LABORATOIRE  
ET NORMES APPLIQUEES

RECHERCHE DE BIOTOXINES DANS LES MOLLUSQUES

La détermination des biotoxines dans les mollusques se fait généralement par la méthode du titrage biologique sur souris. Si l'on connaît généralement bien les méthodes employées pour déterminer les bactéries de l'eau et des fruits de mer ou si l'on peut adapter à cet effet des techniques locales, la détermination des biotoxines est une méthode très spéciale qu'il faut décrire ici. De plus amples détails figurent dans les documents dont la liste est donnée à l'annexe 1.

DETERMINATION, PAR TITRAGE BIOLOGIQUE, DU POISON PARALYSANT CHEZ LES MOLLUSQUES

1. Ouvrir un nombre suffisant de mollusques pour obtenir 100 à 150 grammes de chair comestible et laisser le liquide s'écouler. Faire macérer dans un mélangeur pour obtenir une mixture homogène et prélever 100 grammes du mélange en utilisant un bécher taré.
2. Acidifier en ajoutant 100 ml d'HCl 0,1N, remuer longuement et vérifier que le pH se situe entre 3 et 4. L'ajuster si nécessaire en ajoutant HCl 5N ou NaOH 0,1N. Faire digérer le mélange en le faisant bouillir modérément pendant 5 minutes. Retirer du feu et faire tiédir à la température de la pièce. Amener le pH à 2,0-4,0 avec NaOH 0,1N ou HCl 5N et en remuant constamment. Ajouter une nouvelle quantité de HCl 0,1N de manière à porter le volume du mélange à 200 ml.
3. Centrifuger 20 ml environ du mélange à 3000 t/min pendant 5 minutes et décanter le surnageant.
4. Choisir des souris femelles pesant entre 19 et 21 grammes et inoculer, par voie intrapéritonéale, 1 ml de l'extrait acide dans chaque animal d'expérience.
5. Noter le temps qui s'écoule entre l'inoculation et la mort des animaux d'expérience indiquée par le dernier souffle. Les souris qui reçoivent la toxine paralysante des mollusques ont des spasmes violents et finissent par mourir de défaillance respiratoire. On peut utiliser une seule souris pour le titrage initial, mais il est

préférable d'en prendre deux ou trois. Si le délai de mort est inférieur à 5 minutes, il convient de diluer l'extrait de manière à obtenir un délai de mort de 5 à 7 minutes (toutes les dilutions étant préparées avec HCl 0,1N.

6. Déterminer le délai de mort médian pour la dilution choisie et calculer le nombre d'unités-souris en utilisant le tableau ci-après et en apportant les corrections nécessaires pour tenir compte du poids des animaux d'expérience.

La concentration de toxine dans l'échantillon, exprimée en unités-souris, s'obtient en multipliant la dose (indiquée dans le tableau en regard du délai de mort) par la dilution. On corrige ensuite pour tenir compte du poids de la souris en appliquant le facteur approprié du tableau. Finalement, on multiplie la valeur obtenue par 200 pour avoir le nombre d'unités-souris dans 100 grammes de tissu.

#### NORMES APPLICABLES AUX BIOTOXINES PRESENTES DANS LES FRUITS DE MER

On considère qu'une valeur de 400 unités-souris de toxine pour 100 grammes de tissu est le maximum admissible dans les fruits de mer destinés à la consommation humaine. Elle équivaut à 80<sup>µ</sup>g de toxine pour 100 grammes de tissu.

RELATION ENTRE LE DELAI DE MORT ET LES UNITES-SOURIS  
POUR LES EXTRAITS ACIDES DE POISON PARALYSANT

Souris de 20 g		Souris de 20 g		Souris d'autres poids	
Délai de mort (minutes et secondes)	Unités-souris	Délai de mort (minutes et secondes)	Unités-souris	Poids de la souris (g)	Unités-souris
1:08	100	5:00	1,92	10	0,50
10	66,2	05	1,89	10,5	,53
15	38,3	10	1,86	11	,56
20	26,4	15	1,83	11,5	,59
25	20,7	20	1,80	12	,62
30	16,5	30	1,74	12,5	,65
35	13,9	40	1,69	13	,675
40	11,9	45	1,67	13,5	,70
45	10,4	50	1,64	14	,73
50	9,33	6:00	1,60	14,5	,76
55	8,42	15	1,54	15	,785
2:00	7,67	30	1,48	15,5	,81
05	7,04	45	1,43	16	,84
10	6,52	7:00	1,39	16,5	,86
15	6,06	15	1,35	17	,88
20	5,66	30	1,31	17,5	,905
25	5,32	45	1,28	18	,93
30	5,00	8:00	1,25	18,5	,95
35	4,73	15	1,22	19	,97
40	4,48	30	1,20	19,5	,985
45	4,26	45	1,18		
50	4,06	9:00	1,16	20	1,000
55	3,88	30	1,13		
3:00	3,70	10:00	1,11	20,5	1,015
05	3,57	30	1,09	21	1,03
10	3,43	11:00	1,075	21,5	1,04
15	3,31	30	1,06	22	1,05
20	3,19	12:00	1,05	22,5	1,06
25	3,08	13	1,03	23	1,07
30	2,98	14	1,015		
35	2,88				
40	2,79	15	1,000		
45	2,71				
50	2,63	16	0,99		
55	2,56	17	0,98		
4:00	2,50	18	0,972		

RELATION ENTRE LE DELAI DE MORT ET LES UNITES-SOURIS  
POUR LES EXTRAITS ACIDES DE POISON PARALYSANT

Souris de 20 g			
Délai de mort (minutes et secondes)	Unités- souris	Délai de mort (minutes et secondes)	Unités- souris
4:05	2,44	19	0,965
10	2,38	20	0,96
15	2,32	21	0,954
20	2,26	22	0,948
25	2,21	23	0,942
30	2,16	24	0,937
35	2,12	25	0,934
40	2,08	30	0,917
45	2,04	40	0,898
50	2,00	60	0,875
55	1,96		

ANNEXE 4

DETERMINATION DU MODE DE TRANSMISSION DU CHOLERA  
PAR DES ETUDES SIMPLES DE CAS ET DE TEMOINS<sup>a</sup>

Nous proposons ci-après une méthode simplifiée permettant de déterminer, par l'étude de cas et de témoins appariés, le mode de transmission du choléra. Nous n'aborderons pas les problèmes théoriques, dont l'examen serait trop long. Ceux qui voudront approfondir cette technique pourront consulter avec profit un manuel d'épidémiologie comme celui de MacMahon et Pugh.<sup>1</sup>

SELECTION DES CAS

On pourra retenir soit la totalité soit un échantillon aléatoire des cas - confirmés en laboratoire - survenant au cours d'une période de temps donnée dans un secteur géographique précis. Si les cas confirmés au laboratoire sont trop peu nombreux, on pourra retenir une autre définition du cas, par exemple un ensemble complexe de symptômes cliniques. Si l'on constate plusieurs cas dans un même ménage, seul le premier cas sera retenu.

SELECTION DES TEMOINS

La sélection des témoins est tout aussi importante que celle des cas; un groupe de témoins mal choisi peut ôter toute valeur à l'étude. La fréquence d'exposition des cas et des témoins aux modes potentiels de transmission peut varier avec leurs caractéristiques personnelles (âge, sexe, origine ethnique, niveau socio-économique, etc.), avec le lieu (par exemple, le domicile) et avec le temps; par conséquent, il faudra tenir compte de ces facteurs et veiller à appairer chaque cas avec un témoin qui lui soit comparable sous ces différents points de vue. Il semble que la meilleure façon de

---

<sup>a</sup> Par P. A. Blake, Medical Epidemiologist, Enteric Diseases Branch, S. M. Martin, Chief, Statistical Services Branch, and E. J. Gangarosa, Deputy Director, Bacterial Diseases Division, Bureau of Epidemiology, United States Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service, Center for Disease Control, Atlanta, GA, Etats-Unis d'Amérique.

trouver un témoin convenant à chaque cas est de se rendre systématiquement d'une maison à l'autre selon un plan préétabli, jusqu'à ce qu'on trouve une maison où réside un témoin de même sexe, de même origine ethnique et de même groupe d'âge (par exemple, n'ayant pas plus de cinq ans de différence d'âge) ayant vécu dans la maison pendant la période couverte par le questionnaire. Si le témoin ne se trouve pas chez lui, il faudra revenir plus tard; si l'on ne s'en tient pas strictement à cette règle, on s'expose à réunir un groupe de témoins comprenant une proportion anormalement élevée de chômeurs et d'infirmités. En théorie, il faudrait pouvoir prouver par la culture des selles et l'examen sérologique que le témoin n'est pas infecté, mais cela n'est généralement pas possible dans la pratique.

#### ETABLISSEMENT DU QUESTIONNAIRE

On trouvera un spécimen de questionnaire à la fin de cette annexe. Les questions doivent porter sur les principales données d'état civil et sur les causes possibles de l'épisode cholérique. Elles ne porteront pas seulement sur les vecteurs traditionnels du choléra, comme l'eau, mais aussi sur tous les autres vecteurs potentiels suggérés par les réponses à l'interrogatoire poussé auquel auront été soumis certains cholériques.

On pourra faire appel à plusieurs enquêteurs pour remplir le questionnaire, mais chaque couple formé par un cas et un témoin devra être interrogé par le même enquêteur, qui s'efforcera de poser les questions à chaque sujet exactement dans les mêmes termes. Les sujets, exception faite des jeunes enfants, seront toujours interrogés directement, les membres de la famille ou les amis risquant de donner des réponses moins précises. Si le sujet est trop jeune pour répondre, on s'adressera à l'adulte qui s'occupe le plus directement de lui.

Si l'étude porte sur un grand nombre de sujets et de variables et que l'on dispose d'un ordinateur ou d'un autre matériel de traitement automatique des données, on pourra établir le questionnaire de telle sorte que les données puissent être directement perforées sur carte (voir la figure à la fin de cette annexe). L'enquêteur devra mettre les questionnaires en forme avant le passage à la perforatrice pour s'assurer qu'ils ont été convenablement remplis. En même temps, il pourra affecter des numéros de code aux villes, aux régions, à la profession des sujets, et porter ces numéros en regard de chaque question.

ANALYSE DES DONNEES

Une fois les questionnaires remplis, les résultats obtenus pour les différents couples appariés seront totalisés, chaque cas étant comparé avec son témoin sur une feuille de pointage, comme ci-dessous :

Exposition <sup>a</sup>	Couples cas-témoin			
	Cas (+) Témoin (+)	Cas (+) Témoin (-)	Cas (-) Témoin (+)	Cas (-) Témoin (-)
1. Aux fruits de mer	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>
2. A l'eau de source	a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>
<sup>a</sup> (+) = Exposé, (-) = non exposé.				

Si, par exemple, ni le cas ni son témoin n'ont bu de l'eau de source, le chiffre "1" sera porté dans la case d<sub>2</sub>; le chiffre "1" représente en fait deux sujets, le cas et son témoin. Un tableau à quatre colonnes respectant l'appariement est dressé pour chaque cause incriminée, comme suit :

Cas	Témoin		Total des couples
	Exposé	Non exposé	
Exposé	a	b	a + b
Non exposé	c	d	c + d
Total des couples	a + c	b + d	n

La signification de la différence constatée entre le cas et les témoins pour telle cause incriminée peut être déterminée par le test de McNemar, test chi-carré (X<sup>2</sup>) pour des valeurs appariées<sup>1,2</sup> :

$$X^2 = \frac{(|b - c| - 1)^2}{b + c} \text{ avec un degré de liberté.}$$

La probabilité que la différence constatée soit due au seul hasard est déterminée par une table de chi-carré. On admet, par hypothèse, qu'une probabilité inférieure à 0,05 représente une constatation statistiquement "significative"; pour savoir s'il s'agit d'une constatation significative à d'autres égards, il faut évaluer toutes les autres données disponibles. Une forte probabilité devra être interprétée avec prudence; on ne peut pas automatiquement admettre qu'elle suffit à mettre hors de cause tel agent étiologique suspecté.

Le risque de choléra chez les personnes exposées à une cause possible de transmission, comparé au risque de choléra chez ceux qui n'y ont pas été exposés, s'appelle "risque relatif" (RR) et peut être déterminé au moyen de la formule<sup>1</sup> :

$$RR = \frac{b}{c}$$

La proportion des cas imputables à la cause incriminée peut s'obtenir en calculant la "fraction étiologique" (EF)<sup>3</sup> :

$$EF = \frac{(RR - 1) (a + b)}{(RR) (n)}$$

#### BIBLIOGRAPHIE

1. MacMahon, B. & Pugh, T. F. (1970) Epidemiology, Boston, Little Brown, pp. 241-282
2. McNemar, Q. (1962) Psychological statistics, New York, Wiley, 3rd ed., p. 227
3. Miettinen, O. (1974) Proportion of disease caused or prevented by a given exposure, trait, or intervention. Am. J. Epidemiol., 99 : 325-332



COLLABORATEURS ET CONSULTANTS

- Dr M. ABDUSSALAM, Chef du service de la Santé publique vétérinaire,  
Division des Maladies transmissibles, OMS, Genève, Suisse
- Dr F. A. ASSAAD, Maladies à virus, Division des Maladies transmissibles,  
OMS, Genève, Suisse
- Dr D. ASTON, Fonctionnaire technique, Santé publique vétérinaire,  
Division des Maladies transmissibles, OMS, Genève, Suisse
- Dr G. BACHMANN, Ingénieur sanitaire, Planification préinvestissement,  
Division de l'Hygiène du Milieu, OMS, Genève, Suisse
- Dr D. BARUA, Médecin, Maladies bactériennes, Division des Maladies  
transmissibles, OMS, Genève, Suisse
- Dr P. A. BLAKE, Medical Epidemiologist, Enteric Diseases Branch,  
Bacterial Diseases Division, Center for Disease Control,  
Atlanta, GA, Etats-Unis d'Amérique
- Dr A. D. BOSTOCK, Senior Medical Officer, Department of Health and  
Social Security, Londres, Royaume-Uni
- Dr I. D. CARTER, Médecin, Surveillance épidémiologique des maladies  
transmissibles, Division des Maladies transmissibles, OMS,  
Genève, Suisse
- M. J. D. CLEM, Chief, Shellfish Sanitation Branch, Department of  
Health, Education, and Welfare, Food and Drug Administration,  
Washington, DC, Etats-Unis d'Amérique
- Dr B. CVJETANOVIC, Chef du service des Maladies bactériennes,  
Division des Maladies transmissibles, OMS, Genève, Suisse
- M. R. F. DAVIES, Technicien de l'Assainissement, Approvisionnement  
public en eau et hygiène des collectivités, Division de  
l'Hygiène du Milieu, OMS, Genève, Suisse
- Dr G. ELLEMANN, Fiskeriministeriets Industritilsyn, Copenhague,  
Danemark
- Dr E. J. GANGAROSA, Deputy Director, Bacterial Diseases Division,  
Bureau of Epidemiology, Center for Disease Control, Atlanta,  
GA, Etats-Unis d'Amérique

M. R. GARM, Spécialiste des industries de la pêche (qualité),  
Service de la Production et de la Commercialisation du Poisson,  
Division des Industries de la Pêche, FAO, Rome, Italie

Professeur P. GHITTINO, Istituto Zooprofilattico Sperimentale del  
Piemonte e della Liguria, Turin, Italie

Dr P. HAGEL, Ministerie van Landbouw en Visserij, Rijksinstituut  
voor Visserijonderzoek, Haringkade, Pays-Bas

M. Poul F. JENSEN, Directeur du Service d'Inspection des Produits  
de la Pêche, Fiskeriministeriets Industritilsyn, Copenhague,  
Danemark

Dr K. KOJIMA, Directeur du Laboratoire des Plantes médicinales,  
Institut national des Sciences de l'Hygiène, Saitama-Ken,  
Japon

Dr C. A. M. LIMA DOS SANTOS, Directeur, Divisão de Inspeção de  
Pescado e Derivados, Brasília, Brésil

Dr S. M. MARTIN, Chief, Statistical Services Branch, Bureau of  
Epidemiology, Center for Disease Control, Atlanta, GA, Etats-  
Unis d'Amérique

Professeur J. L. MELNICK, Centre collaborateur OMS de référence  
et de recherche pour les virus, Department of Virology and  
Epidemiology, Baylor College of Medicine, Houston, TX, Etats-  
Unis d'Amérique

M. M. N. MISTAKIDIS, Fonctionnaire principal - Ressources halieu-  
tiques (aquaculture), Service de l'Amélioration des Ressources  
aquatiques et de l'Environnement, Division des Ressources  
halieutiques et de l'Environnement, FAO, Rome, Italie

M. R. PAVANELLO, Ingénieur sanitaire en Chef, Bureau du Directeur,  
Division de l'Hygiène du Milieu, OMS, Genève, Suisse

Dr L. REINIUS, Hygiéniste alimentaire, Santé publique vétérinaire,  
Division des Maladies transmissibles, OMS, Genève, Suisse<sup>1</sup>

Dr E. ROELSGAARD, Chef du service de la Surveillance épidémiolo-  
gique des maladies transmissibles, Division des Maladies  
transmissibles, OMS, Genève, Suisse

---

<sup>1</sup> Pour toutes questions ou observations concernant la présente  
publication, s'adresser au Dr Reinius.

Dr I. A. RONQUILLO, Chief, Fisheries Research Division, Bureau of Fisheries and Aquatic Resources, Manille, Philippines

Dr O. SOBESLAVSKY, Médecin, Maladies à virus, Division des Maladies transmissibles, OMS, Genève, Suisse

Mlle F. SOUDAN, Chef du Service de Technologie et des Contrôles, Institut scientifique et technique des Pêches maritimes, Nantes, France

Dr A. H. WAHBA, Fonctionnaire régional responsable des services de laboratoire de santé, Bureau régional OMS de l'Europe, Copenhague, Danemark

Dr Y. WATANABE, Chef d'équipe, Maladies bactériennes, Division des Maladies transmissibles, OMS, Genève, Suisse

#### REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement le Programme des Nations Unies pour l'Environnement qui a financé en partie la publication du présent manuel.

\* \* \*

Les publications de l'OMS peuvent être commandées, soit directement,  
soit par l'intermédiaire d'un libraire, aux adresses suivantes :

AFRIQUE DU SUD	Van Schaik's Bookstore (Pty) Ltd, P.O. Box 724, PRETORIA.
ALGERIE	Société Nationale d'Édition et de Diffusion, 3 bd Zirout Youcef, ALGER.
ALLEMAGNE, RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE D'	Govi-Verlag GmbH, Ginnheimerstrasse 20, Postfach 5360, 6236 ESCHBORN — W. E. Saarbach, Postfach 1510, Follerstrasse 2, 5 COLO- GNE 1 — Alex. Horn, Spiegelgasse 9, Postfach 3340, 62 WIESBADEN.
AUSTRALIE	Mail Order Sales, Australian Government Publishing Service, P.O. Box 84, CANBERRA A.C.T. 2600 : <i>or over the counter from Australian</i> Government Publications and Inquiry Centres at : 113 London Circuit, CANBERRA CITY ; 347 Swanston Street, MELBOURNE ; 309 Pitt Street, SYDNEY ; Mr. Newman House, 200 St. George's Terrace, PERTH ; Industry House, 12 Pirie Street, ADELAIDE ; 156-162 Macquarie Street, HOBART — Hunter Publications, 58A Gipps Street, COLLINGWOOD, Vic. 3066.
AUTRICHE	Gerold & Co., I. Graben 31, VIENNE 1.
BANGLADESH	Représentant de l'OMS, G.P.O. Box 250, DACCA 5 — The Association of Voluntary Agencies, P.O. Box 5045, DACCA.
BELGIQUE	Office international de Librairie, 30 avenue Marnix, BRUXELLES — Abonnements à <i>Santé du Monde</i> seulement : Jean de Lannoy, 112 rue du Trône, 1050 BRUXELLES.
BIRMANIE	<i>voir Inde</i> , Bureau régional de l'OMS.
BRÉSIL	Biblioteca Regional de Medicina OMS/OPS, Unidad de Venta de Publicaciones, Caixa Postal 20.381, Vila Clementino, 01000 SÃO PAULO, S.P.
CANADA	<i>Pour toute commande hors abonnement</i> : Canadian Public Health Assa- ciation, 1335 Carling Avenue, Suite 306, OTTAWA, Ont. Canada K1Z 8N8. <i>Abonnements</i> : Les demandes d'abonnement, accompagnées d'un chèque au nom de la Banque Royale du Canada, Ottawa, compte Organisation mondiale de la Santé, doivent être envoyées à l'Organisa- tion mondiale de la Santé, P.O. Box 1800, Postal Station B, OTTAWA, Ont. K1P 5R5. La correspondance concernant les abonnements doit être adressée à l'Organisation mondiale de la Santé, Distribution et Vente, 1211 GENÈVE 27, Suisse.
CHINE	China National Publications Import Corporation, P.O. Box 88, PÉKIN.
COLOMBIE	Distriblibros Ltd, Pío Alfonso García, Carrera 4a, N° 36-119, CARTHA- GÈNE.
DANEMARK	Ejnar Munksgaard, Ltd, Nørregade 6, COPENHAGUE.
ÉGYPTE	Nabaa El Fikr Bookshop, 55 Saad Zaghloul Street, ALEXANDRIE.
EL SALVADOR	Librería Estudiantil, Edificio Comercial B N° 3, Avenida Libertad, SAN SALVADOR.
ÉQUATEUR	Librería Científica S.A., P.O. Box 362, Luque 223, GUAYAQUIL.
ESPAGNE	Comercial Atheneum S.A., Consejo de Ciento 130-136, BARCELONE 15 ; General Moscardó 29, MADRID 20 — Librería Díaz de Santos, Lagasca 95, MADRID 6 ; Balmes 417 y 419, BARCELONE 6.
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE	<i>Pour toute commande hors abonnement</i> : WHO Publications Centre USA, 49 Sheridan Avenue, ALBANY, NY 12210. <i>Abonnements</i> : les demandes d'abonnement, accompagnées d'un chèque au nom de Chemical Bank, New York, Account World Health Organization, doivent être envoyées à World Health Organization, P.O. Box 5284, Church Street Station, NEW YORK, NY 10249. La correspondance concernant les abonnements doit être adressée à l'Organisation mon- diale de la Santé, Distribution et Vente, 1211 GENÈVE 27, Suisse. <i>Les</i> <i>publications sont également disponibles auprès de United Nations Book-</i> <i>shop, NEW YORK, NY 10017 (vente au détail seulement).</i>
FIDJI	Représentant de l'OMS, P.O. Box 113, SUVA.
FINLANDE	Akateeminen Kirjakauppa, Keskuskatu 2, HELSINKI 10.
FRANCE	Librairie Arnette, 2, rue Casimir-Delavigne, 75006 PARIS.
GRÈCE	G. C. Eleftheroudakis S.A., Librairie internationale, rue Nikis 4, ATHÈNES (T. 126).
HAÏTI	Max Bouchereau, Librairie « A la Caravelle », Boîte postale 111-B, PORT-AU-PRINCE.
HONG KONG	Hong Kong Government Information Services, Beaconsfield House, 6th Floor, Queen's Road, Central, VICTORIA.
HONGRIE	Kultura, P.O.B. 149, BUDAPEST 62 — Akadémiai Könyvesbolt, Váci utca 22, BUDAPEST V.
INDE	Bureau régional de l'OMS pour l'Asie du Sud-Est, World Health House, Indraprastha Estate, Ring Road, NEW DELHI 1 — Oxford Book & Stationery Co., Scindia House, NEW DELHI ; 17 Park Street, CAL- CUTTA 16 (Sous-agent).
INDONÉSIE	M/s Kalman Books Services Ltd, Jl. A. Yani, P.O. Box 3105, JAKARTA.
IRAN	Iranian Amalgamated Distribution Agency, 151 Khiaban Soraya, TÉHÉRAN.
IRLANDE	The Stationery Office, DUBLIN 4.
ISLANDE	Snaebjörn Jonsson & Co., P.O. Box 1131, Hafnarstraeti 9, REYKJAVIK.
ISRAËL	Heiliger & Co., 3 Nathan Strauss Street, JÉRUSALEM.
ITALIE	Edizioni Minerva Medica, Corso Bramante 83-85, TURIN ; Via Lamar- mora 3, MILAN.

Prix : Fr. s. 12.—

Prix sujets à modification sans préavis.

Les publications de l'OMS peuvent être commandées, soit directement,  
soit par l'intermédiaire d'un libraire, aux adresses suivantes :

JAPON	Maruzen Co. Ltd, P.O. Box 5050, Tokyo International, 100-31.
KENYA	The Caxton Press Ltd, Gathani House, Homa Bay Road, P.O. Box 41742, NAIROBI.
KOWEÏT	The Kuwait Bookshops Co. Ltd, Thunayan Al-Ghanem Bldg, P.O. Box 2942, Koweït.
LIBAN	Documenta Scientifica/Redico, P.O. Box 5641, BEYROUTH.
LUXEMBOURG	Librairie du Centre, 49 bd Royal, LUXEMBOURG.
MALAISIE	Représentant de l'OMS, Room 1004, Fitzpatrick Building, Jalan Raja Chulan, KUALA LUMPUR 05-02 — Jubilee (Book) Store Ltd, 97 Jalan Tuanku Abdul Rahman, P.O. Box 629, KUALA LUMPUR — Parry's Book Center, K. L. Hilton Hotel, KUALA LUMPUR.
MAROC	Editions La Porte, 281 avenue Mohammed V, RABAT.
MEXIQUE	La Prensa Médica Mexicana, Ediciones Científicas, Paseo de las Facultades 26, MEXICO 20, D.F.
MONGOLIE	voir Inde, Bureau régional de l'OMS.
MOZAMBIQUE	INLD, Caixa Postal 4030, MAPUTO.
NÉPAL	voir Inde, Bureau régional de l'OMS.
NIGÉRIA	University Bookshop Nigeria, Ltd, University of Ibadan, IBADAN.
NORVÈGE	Johan Grundt Tanum Bokhandel, Karl Johansgt. 43, OSLO 1.
NOUVELLE-ZÉLANDE	Government Printing Office, Government Bookshops at: Rutland Street, P.O. Box 5344, AUCKLAND; 130 Oxford Terrace, P.O. Box 1721, CHRISTCHURCH; Alma Street, P.O. Box 857, HAMILTON; Princes Street, P.O. Box 1104, DUNEDIN; Mulgrave Street, Private Bag, WELLINGTON — R. Hill & Son Ltd, Ideal House, Cnr. Gilles Avenue & Eden Street, Newmarket, AUCKLAND S.E. 1.
PAKISTAN	Mirza Book Agency, 65 Shahrah Quaid-E. Azam, P.O. Box 729, LAHORE 3.
PAYS-BAS	N. V. Martinus Nijhoff's Boekhandel en Uitgevers Maatschappij, Lange Voorhout 9, LA HAYE.
PHILIPPINES	Bureau régional de l'OMS pour le Pacifique occidental, P.O. Box 2932, MANILLE — The Modern Book Company Inc., P.O. Box 632, 926 Rizal Avenue, MANILLE.
POLOGNE	Skladnica Ksiegarska, ul. Mazowiecka 9, VARSOVIE (sauf périodiques) — BKWZ Ruch, ul. Wronia 23, VARSOVIE (périodiques seulement).
PORTUGAL	Livraria Rodrigues, 186 Rua Aurea, LISBONNE.
RÉPUBLIQUE DE CORÉE	Représentant de l'OMS, Central P.O. Box 540, SÉOUL.
RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE ALLEMANDE	Buchhaus Leipzig, Postfach 140, 701 LEIPZIG.
RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE POPULAIRE LAO	Représentant de l'OMS, P.O. Box 343, VIENTIANE.
ROYAUME-UNI	H.M. Stationery Office: 49 High Holborn, LONDRES WC1V 6HB; 13a Castle Street, EDIMBOURG EH2 3AR; 41 The Hayes, CARDIFF CF1 1JW; 80 Chichester Street, BELFAST BT1 4JY; Brazennose Street, MANCHESTER M60 8AS; 258 Broad Street, BIRMINGHAM B1 2HE; Southey House, Wine Street, BRISTOL BS1 2BQ. Toutes les commandes postales doivent être adressées de la façon suivante: P.O. Box 569, Londres SE1 9NH.
SINGAPOUR	Select Book Ltd, c/o 5982 Golden Mile Shopping Centre, Beach Road, SINGAPOUR 7.
SRI LANKA	voir Inde, Bureau régional de l'OMS.
SUÈDE	Aktiebolaget C.E. Fritzes Kungl. Hovbokhandel, Fredsgatan 2, STOCKHOLM 16.
SUISSE	Medizinischer Verlag Hans Huber, Länggass Strasse 76, 3012 BERNE 9.
TCHÉCO-SLOVAQUIE	Artia, Smecky 30, 111 27 PRAGUE 1.
THAÏLANDE	voir Inde, Bureau régional de l'OMS.
TUNISIE	Société Tunisienne de Diffusion, 5 avenue de Carthage, TUNIS.
TURQUIE	Librairie Hachette, 469 avenue de l'Indépendance, ISTANBUL.
URSS	Pour les lecteurs d'URSS qui désirent les éditions russes: Komsomolskij prospekt 18, Medicinskaja Kniga, MOSCOU — Pour les lecteurs hors d'URSS qui désirent les éditions russes: Kuzneckij most 18, Mezhdunarodnaja Kniga, MOSCOU G-200.
VENEZUELA	Editorial Interamericana de Venezuela C.A., Apartado 50785, CARACAS — Librería del Este, Av. Francisco de Miranda 52, Edificio Galipán, CARACAS.
YOUgosLAVIE	Jugoslovenska Knjiga, Terazije 27/II, BELGRADE.

Dans les pays où un dépositaire n'a pas encore été désigné, les commandes peuvent être adressées également à l'Organisation mondiale de la Santé, Service de distribution et de Vente, 1211 Genève 27, Suisse, mais le paiement doit alors être effectué en francs suisses, en livres sterling ou en dollars des Etats-Unis d'Amérique.