

Chapitre 1

Introduction

Dans ce manuel, le terme coquillage est utilisé pour désigner les mollusques bivalves.

La purification (dépuración) est une technique adoptée dans de nombreuses parties du monde qui vise à réduire et à éliminer les micro-organismes pathogènes des mollusques bivalves légèrement à modérément contaminés. Les coquillages sont alors placés dans des bassins d'eau de mer propre de façon à ce qu'ils entreprennent leur activité normale de filtration pendant une période comprise entre quelques heures et plusieurs jours (voir le Chapitre 3 pour davantage de détails). En général adoptée parce qu'elle est exigée par la législation régionale, nationale ou locale, la purification peut aussi être appliquée par l'industrie conchylicole pour protéger les consommateurs, pour démontrer l'attention qu'elle porte à ces derniers ou bien pour satisfaire les exigences législatives d'autres régions ou d'autres pays de façon à pouvoir y exporter sa production.

En Europe, on a recours à ce procédé depuis déjà longtemps pour surmonter les problèmes provoqués par la contamination fécale des zones conchylicoles à cause du grand nombre de personnes vivant le long des côtes et de l'élevage extensif d'animaux. Alors que l'histoire de la purification est également longue aux États-Unis d'Amérique, la plus grande disponibilité d'eaux côtières relativement propres dans ce pays est telle que l'attention se concentre davantage sur la récolte de coquillages dans ces zones que sur l'élimination des contaminations après récolte. La purification est aussi pratiquée de façon assez intensive en Australie et au Japon et, de façon plus limitée, en Nouvelle-Zélande. En général, les coquillages commercialisés dans la plupart des autres parties du monde ne sont pas soumis à des règles d'hygiène particulières et la purification n'y est dès lors pas pratiquée.

Le but de ce manuel est de fournir des conseils à l'industrie conchylicole en matière de construction et de fonctionnement de systèmes de purification ainsi que sur les questions de suivi des méthodes de purification. Les principaux facteurs qui affectent l'efficacité de la purification sont la conception du système lui-même, la qualité d'eau de mer utilisée dans celui-ci, le mode de fonctionnement du système et des procédés qui lui sont liés ainsi que la fourniture de conditions permettant aux coquillages de maintenir leur activité physiologique pendant un laps de temps suffisant. Tous ces facteurs seront analysés et les exigences législatives qui leur sont liées seront identifiées dans un certain nombre de pays à travers le monde. On se concentrera cependant sur les exigences de l'Union européenne (UE) et des États-Unis d'Amérique (États-Unis) car ces deux ensembles commerciaux tendent à piloter bon nombre des contrôles pratiqués dans d'autres pays qui souhaitent y exporter des mollusques bivalves.

Même si la purification est basée sur la fourniture de conditions correctes qui permettent aux coquillages d'accomplir leur activité de filtration, les pics d'efficacité en matière d'élimination microbiologique, surtout en ce qui concerne les virus, ont lieu dans un laps de temps plus court que celui au cours duquel le coquillage fait preuve de cette activité. Les limites concernant les variables comme la température ou l'oxygène dissous fournies dans la littérature scientifique ou bien précisées par certains organismes de contrôle ne produiront donc peut être pas une élimination optimale des agents pathogènes. On sait

par exemple que la purification virale des huîtres du Pacifique (*Crassostrea gigas*) est bien plus efficace à 18 °C qu'à 8 °C dans les pays tempérés du nord.

La purification n'élimine que des niveaux faibles à modérés de contaminants microbiologiques et ne peut pas être utilisée pour des coquillages fortement contaminés. Il existe aussi des restrictions à souligner quant aux types de microbes qui peuvent être éliminés avec succès grâce à ce procédé.

En général, la meilleure approche pour produire des coquillages sûrs est de cultiver et/ou de récolter ces derniers dans des zones où l'eau n'est pas sujette à une contamination fécale (Zones approuvées dans le système américain et Zones classées A dans le système européen, voir Section 2.3). En plus d'une récolte dans des zones propres, le recours à la purification garantira que le risque de maladies provoquées par des contaminants d'origine fécale sera aussi faible que possible même si les coquillages sont peu cuits.

D'autres considérations doivent encore être prises en compte au sujet de la production de coquillages sûrs: la présence de vibriions pathogènes d'origine naturelle, de biotoxines liées au phytoplancton et de contaminants chimiques tels que les métaux lourds et les produits chimiques organiques. Ces derniers seront rapidement envisagés dans le Chapitre 3.

Tableau 1.1: Purification dans quelques pays sélectionnés (décembre 2006)

Pays	Estimation du nombre de stations approuvées	Principales espèces purifiées	Type de système	Type de désinfection d'eau de mer
Chine	7	Clams et huîtres	à circuit fermé (<i>recirculating</i>); à circuit ouvert (<i>flow-through</i>)	UV; ozone
France	1422	<i>Crassostrea gigas</i> ; <i>Mytilus edulis</i> ; <i>Mytilus galloprovincialis</i> ; <i>Ostrea edulis</i> ; <i>Cerastoderma edule</i> ; <i>Ruditapes decussatus</i> ; <i>Tapes philippinarum</i>	statique; à circuit fermé; à circuit ouvert	UV; ozone; chlore; aération
Irlande	20	<i>Crassostrea gigas</i> ; <i>Mytilus edulis</i> ; <i>Ostrea edulis</i>	à circuit fermé	UV; puits
Italie	114	<i>Tapes philippinarum</i> ; <i>Mytilus galloprovincialis</i> ; <i>Chamelea gallina</i>	à circuit fermé; à circuit ouvert	UV; ozone; chlore
Malaisie	2	<i>Crassostrea iredalei</i> ; <i>Crassostrea belcheri</i>	à circuit fermé	UV
Maroc	2	<i>Crassostrea gigas</i> ; <i>Ruditapes decussatus</i> ; <i>Mytilus galloprovincialis</i> ; <i>Perna perna</i>	statique; circuit fermé	UV; chlore
Pays-Bas	10	<i>Mytilus edulis</i> ; <i>Crassostrea gigas</i> ; <i>Ostrea edulis</i>	à circuit fermé; à circuit ouvert	UV ou pas de désinfection
Philippines	1	<i>Crassostrea iredalei</i> ; <i>Perna viridis</i>	statique; à circuit ouvert?	UV; ozone; chlore; iode PVP
Portugal	22	<i>Ruditapes decussatus</i> ; <i>Ostrea</i> spp.; <i>Crassostrea angulata</i> ; <i>Mytilus</i> spp.	statique; à circuit fermé; à circuit ouvert	UV; chlore
Royaume-Uni	82	<i>Mytilus</i> spp.; <i>Crassostrea gigas</i> ; <i>Ostrea edulis</i> ; <i>Tapes philippinarum</i> ; <i>Ruditapes decussatus</i> ; <i>Cerastoderma edule</i>	à circuit fermé; à circuit ouvert	UV
Japon	>1000	Huîtres et peignes	statique; à circuit fermé; à circuit ouvert	UV; ozone; chlore; électrolyse
Espagne - Galice	60	Moules, clams, coques, huîtres.	à circuit fermé; à circuit ouvert	Chlore

Quelques informations générales sur l'étendue et le type de purification mis en pratique dans certains pays sont résumées dans le Tableau 1.1.

Ce manuel est tout d'abord prévu pour fournir des informations aux membres actuels ou futurs de l'industrie conchylicole qui ne disposent pas d'expérience dans le domaine de la purification mais envisagent de mettre en place une station de purification (Figure 1.1). Il peut également constituer une base d'informations supplémentaires



AQUA&CO SRL, ITALIA



ALESSANDRO LOVATELLI (FAO)

Figure 1.1: Vue intérieure de deux grandes stations de purification mécanisée de mollusques bivalves en Italie

pour les membres de cette industrie dont l'expérience est limitée quant à la variété des systèmes et des pratiques possibles. Il entend aussi fournir une information de base aux fonctionnaires des pêches et aux agents chargés de la santé publique qui s'occupent de l'industrie conchylicole.

Chapitre 2

Pourquoi purifier?

2.1 MALADIES LIÉES AUX MOLLUSQUES BIVALVES	6
2.2 QUELLES ESPÈCES NÉCESSITENT UNE PURIFICATION?	10
2.3 EXIGENCES LÉGISLATIVES	10
2.4 BIOSÉCURITÉ	13

Au niveau mondial, les principaux risques liés à la consommation de coquillages proviennent des contaminations microbiologiques des eaux dans lesquelles ils se développent, surtout si les mollusques bivalves sont consommés crus. Comme ces mollusques sont des filtreurs, ils peuvent accumuler les contaminants dans des concentrations supérieures à celles de l'eau ambiante. La contamination bactérienne ou virale des zones conchylicoles détermine dès lors le processus auquel les coquillages doivent être soumis pour éliminer ou au moins réduire les risques avant leur consommation. De nombreux pathogènes, comme les virus à l'origine de certaines gastro-entérites et hépatites ou les bactéries qui causent des typhoïdes, sont liés à une contamination des eaux par des rejets domestiques non suffisamment traités. D'autres, comme les bactéries provoquant des gastro-entérites (*Salmonellae* non-Typhi et *Camphylobacter*), peuvent être liées aussi bien aux eaux usées d'origine domestique qu'aux rejets agricoles (excréments des animaux). Ces derniers peuvent contaminer les zones conchylicoles quand les terres sont lavées par les pluies.

D'autres dangers sont liés à des organismes naturellement présents dans l'environnement marin. Il s'agit d'infections dues aux biotoxines et bactéries pathogènes des vibriens marins produits par des algues unicellulaires qui peuvent provoquer différentes formes d'intoxications comme l'intoxication paralysante par les mollusques (IPM), l'intoxication neurotoxique par les mollusques (INM), l'intoxication amnésique par les mollusques (IAM) et l'intoxication diarrhéique par les mollusques (IDM).

Les contaminants chimiques comme les métaux lourds, les pesticides, les composés organochlorés ou encore les substances pétrochimiques constituent des dangers potentiels dans certaines zones. Il n'est cependant pas établi de façon évidente dans les rapports épidémiologiques ou dans la littérature scientifique que les maladies dues à la consommation de coquillages contaminées avec des substances chimiques constituent un problème majeur.

De façon à maîtriser ces dangers, l'identification et la surveillance des zones conchylicoles sont très importantes. Les coliformes fécaux ou *Escherichia coli* peuvent servir d'indicateurs d'une contamination fécale et permettent d'évaluer la présence d'agents pathogènes bactériens et viraux. Considéré comme un indicateur plus précis de contamination fécale, le recours à *E. coli* commence à être plus largement diffusé. Pour déterminer le risque lié à la présence de biotoxines, on peut évaluer la présence des algues susceptibles de produire ces toxines, estimer directement la présence de biotoxines dans les coquillages ou bien mener ces deux actions en même temps. Le suivi des coquillages peut aussi être entrepris pour les contaminants chimiques.

Type de risque	Contaminant	
Infections	Bactéries	<i>Salmonella</i> spp., <i>Shigella</i> spp., <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>Vibrio vulnificus</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Campylobacter</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i>
	Virus	Norovirus, virus de l'hépatite A
Intoxications	Produits chimiques	Métaux lourds: notamment le mercure (Hg), le cadmium (Cd) et le plomb (Pb).
	Biotoxines	Organiques: dioxines, diphényles polychlorés, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), pesticides Intoxication paralysante par les mollusques (IPM), intoxication diarrhéique par les mollusques (IDM), intoxication amnésique par les mollusques (IAM) et intoxication neurotoxique par les mollusques (INM)

Le risque de maladies microbiennes provenant de la consommation de coquillages produits dans des eaux sujettes à de faibles niveaux de contamination microbiologique peut être réduit en procédant au reparcage des mollusques bivalves dans une zone moins contaminée, en purifiant ces derniers dans des bassins d'eau de mer propre ou bien en combinant ces deux opérations. La purification seule et comme elle est actuellement pratiquée a un effet limité sur la réduction des virus et des vibrions marins dans les coquillages. Elle n'est pas appropriée pour les coquillages produits dans des zones davantage contaminées ou sujettes à des contaminations d'hydrocarbures, de métaux lourds, de pesticides ou de biotoxines. Le Tableau 2.1 dresse la liste des principaux risques liés à la consommation de mollusques bivalves.

2.1 MALADIES LIÉES AUX MOLLUSQUES BIVALVES

Depuis des centaines d'années, nous savons que certaines gastro-entérites sont liées à la consommation de mollusques bivalves. Les micro-organismes impliqués dans les maladies liées aux mollusques bivalves sont fournis dans le Tableau 2.2. Nombre d'entre eux sont liés à une contamination fécale des zones conchylicoles. Dans de nombreux pays tempérés et développés, les maladies les plus généralement liées à la consommation de mollusques bivalves sont les gastro-entérites virales provoquées par les norovirus. Aux Etats-Unis d'Amérique, un nombre significatif d'infections est aussi dû aux vibrions pathogènes, notamment *V. parahaemolyticus* et *V. vulnificus*. Les norovirus provoquent des infections limitées dont la période d'incubation est comprise entre 12 et 48 heures (en moyenne 36 heures). Ces «grippes intestinales» durent habituellement 12 à 60 heures (en moyenne 48 heures). Les personnes touchées guérissent en général sans avoir à subir d'effets secondaires de longue durée. Les principaux symptômes sont des nausées, des vomissements, des crampes abdominales et des diarrhées. Cependant, même si les gastro-entérites virales sont des maladies bénignes avec un taux de mortalité d'environ 0,1 pour cent (la plupart des décès concernent des sujets en bas âge ou au contraire très âgés), leur grande diffusion au sein de la population constituent chaque année une lourde charge tant financière que sanitaire pour la communauté. La majorité des cas sont dus à une transmission de personne à personne et la nature des systèmes de signalisation de la maladie est telle qu'il est difficile d'estimer dans quelle proportion sa manifestation est due à une transmission par des aliments comme les coquillages. Il n'est pas non plus facile de saisir dans quelle mesure des contagions sont dues à un contact avec des personnes tombées malades à la suite d'une consommation de coquillages.

Dans certains pays, l'hépatite A constitue aussi un sérieux problème. On estime par exemple que la consommation de coquillages est impliquée dans plus de 70 pour cent des cas de cette maladie en Italie. La cuisson des clams dans les restaurants ou chez soi ne s'avère être que partiellement efficace pour réduire les risques de maladie. La période

Tableau 2.2: Causes microbiennes des maladies liées aux coquillages bivalves

Micro-organisme	Période d'incubation	Durée	Principaux signes et symptômes	Principales sources de contamination des coquillages
Bactéries				
<i>Salmonella typhi</i> et <i>S. paratyphi</i>	<i>Typhi</i> : 1 à 3 semaines <i>Paratyphi</i> : 1 à 10 jours Autres sources: 7 à 28 jours (en moyenne 14 jours)	<i>Typhi</i> : plus de 4 semaines <i>Paratyphi</i> : 2 à 3 semaines	Malaises, maux de tête, fièvres, toux, nausées, vomissements, constipations, douleurs abdominales, frissons, boutons, selles sanguinolentes	Fèces humaines/ eaux usées
Autres <i>Salmonella</i>	6 à 72 heures (en moyenne 18 à 36 heures)	4 à 7 jours	Douleurs abdominales, diarrhées, frissons, fièvres, nausées, vomissements, malaises	Fèces humaines/ eaux usées ou déjections animales/fientes d'oiseaux/lisier
<i>Campylobacter</i>	2 à 7 jours	3 à 6 jours	Diarrhées (souvent sanguinolentes), douleurs abdominales aiguës, fièvre, anorexie, malaises, maux de tête, vomissements	Déjections animales/fientes d'oiseaux/lisier
<i>Shigella</i>	24 à 72 heures	5 à 7 jours	Douleurs abdominales, diarrhées, selles sanguinolentes et mucoïdes, fièvres	Fèces humaines/ eaux usées
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	2 à 48 heures (en moyenne 12 heures)	2 à 14 jours (en moyenne 2 jours et demi)	Douleurs abdominales, diarrhées, nausées, vomissements, fièvres, frissons, maux de tête	Environnement marin
<i>Vibrio vulnificus</i>	16 heures (en moyenne < 24 heures)	2 à 3 jours	Malaises, frissons, fièvres, prostration, lésions cutanées,	Environnement marin
<i>Vibrio cholerae</i> sérotypes O1 et O139	1 à 5 jours (en général 2-3 jours)	2 à 5 jours	Diarrhées aqueuses et abondantes (selles ayant l'aspect de l'eau de cuisson du riz), vomissements, douleurs abdominales, déshydratation	Fèces humaines/ eaux usées
<i>Vibrio cholerae</i> Sérogroupe non-O1/non-O139	2 à 3 jours	Jusqu'à 1 semaine	Diarrhées aqueuses (des selles molles jusqu'à la diarrhée cholérique)	Environnement marin
Virus				
Norovirus	1 à 3 jours (en moyenne 36 heures)	20 à 72 heures	Diarrhées, nausées, vomissements, douleurs abdominales, crampes abdominales	Fèces humaines/ eaux usées
Virus de l'hépatite A	10 à 50 jours (en moyenne 25 jours)	10 à 30 jours 10 % des personnes infectées sont victimes de symptômes ou de rechutes pendant 6 à 9 mois	Fièvres, malaises, lassitude, anorexie, nausées, douleurs abdominales, jaunisse	Fèces humaines/ eaux usées
Astrovirus ¹	1 à 2 jours	48 à 72 heures	Diarrhées parfois accompagnées d'un ou plusieurs symptômes ou manifestations entériques	Fèces humaines/ eaux usées

¹ Seul un petit nombre d'infections astrovirus liées aux coquillages ont été enregistrées

d'incubation est comprise entre 2 et 6 semaines (environ 4 semaines en moyenne) et les séquelles peuvent durer plusieurs mois. Les principaux symptômes sont des fièvres, des maux de tête, des nausées, des vomissements, des diarrhées, des douleurs abdominales

et des jaunisses. Même si ces effets sont plus graves et durent plus longtemps que ceux des norovirus, le taux de mortalité reste relativement faible, à environ 0,2 pour cent.

À l'origine des fièvres typhoïdes et paratyphoïdes, *Salmonella* spp. contamine les coquillages via les fèces humaines, notamment par l'intermédiaire des eaux usées, quand la population locale compte des personnes excréant cette bactérie (également dans le cas de porteurs sains). Les autres espèces provoquant des gastro-entérites sont liées aux fèces à la fois humaines et animales. Alors qu'elles constituaient un grave problème sanitaire en Europe et en Amérique du Nord par le passé, les infections liées aux coquillages avec *Salmonella* spp. sont désormais moins fréquentes. Cela est en partie dû aux progrès réalisés en matière de santé publique, qui ont réduit la fréquence des typhoïdes et paratyphoïdes au sein de la population et par conséquent limité le risque de contamination des coquillages par la bactérie qui en est la cause via les eaux usées, et en partie dû à l'efficacité des contrôles sanitaires désormais menés sur la production conchylicole. Les gastro-entérites provoquées par des salmonelles liées à la consommation de coquillages apparaissent encore dans ces pays dans certaines circonstances, quand des individus ramassent des coquillages pour leur propre consommation et quand des coquillages sont vendus sans que tous les contrôles d'hygiène aient été effectués. Ce sont certainement ces bactéries qui provoquent un grand nombre de maladies liées aux coquillages dans les pays tropicaux et subtropicaux mais les systèmes de veille sanitaire dans ces pays tendent à être limités et il est difficile d'établir l'ampleur du problème. On sait aussi que des formes d'infections intestinales bactériennes provoquées par *Shigella* spp. et *Campylobacter* spp. sont liées à la consommation de coquillages aux États-Unis d'Amérique mais pas en Europe. On ne connaît pas la raison de cette différence.

Pathogènes *Vibrio* spp. Plusieurs espèces de *Vibrio* provoquent des maladies à la suite d'une consommation de coquillages. Les deux plus importants en termes d'infections et/ou de morts sont *Vibrio parahaemolyticus* et *Vibrio vulnificus*. La plupart de ces vibrions sont naturellement présents dans les environnements côtiers et dans les estuaires sans être liés à une contamination provoquée par des eaux usées. Les différents types de *Vibrio cholerae* qui provoquent des épidémies de choléra sont en général liés à une contamination fécale humaine même si certaines souches, notamment celles qui causent des gastro-entérites non cholériques, peuvent apparaître naturellement dans l'environnement marin. Mettre à refroidir les coquillages le plus vite possible après leur récolte et les maintenir à de basses températures (à 10 °C ou moins) s'est révélé important pour éviter que les vibrions pathogènes se multiplient et atteignent des concentrations élevées. Dans les régions sujettes à ce genre de problèmes, on peut contrôler la récolte ainsi que les conditions de transport ou les traitements post-récolte (pasteurisation, traitement par haute pression, congélation ou irradiation) pendant les mois d'été, c'est-à-dire quand le risque est le plus élevé.

Vibrio parahaemolyticus provoque des gastro-entérites. Il a longtemps été la cause la plus fréquente d'intoxication alimentaire au Japon à la suite d'une consommation de poissons et de fruits de mer crus. On a aussi enregistré des cas de maladies liées à ce micro-organisme dans d'autres pays d'Asie ainsi qu'aux États-Unis d'Amérique, au Canada, en Afrique et en Europe du Sud, mais des cas importés peuvent se produire partout. En dehors du Japon, ces infections sont le plus souvent liées à la consommation d'huîtres crues. Elles peuvent aussi être dues à une consommation de crustacés insuffisamment cuits ou à des contaminations croisées. Les principaux symptômes sont des nausées, des vomissements, des diarrhées, des crampes abdominales et des fièvres. La période d'incubation est comprise entre 4 et 96 heures (en moyenne 15 heures) et la maladie dure en moyenne 2 jours et demi. Toutes les souches de *V. parahaemolyticus* ne sont pas pathogènes. La majorité de celles qui se trouvent dans l'environnement et

dans les fruits de mer ne provoquent pas de gastro-entérites. Le caractère pathogène d'une souche dépend de la présence de gènes spécifiques. Des tests moléculaires spécifiques sont donc nécessaires pour confirmer qu'un gène particulier du fruit de mer peut provoquer une maladie. La FAO et l'Organisation mondiale de la santé ont mené une étude internationale des risques liés à la présence de *V. parahaemolyticus* dans les huîtres. Ce document devrait bientôt être publié.

Vibrio vulnificus peut provoquer des infections par le biais de plaies ouvertes qui entrent en contact avec d'eau de mer ou des surfaces contaminées par cet organisme. Il peut aussi causer une septicémie primaire s'il pénètre dans le corps par voie intestinale, généralement après la consommation d'huîtres contaminées, et infecte ensuite le sang. Les infections de blessures tout comme les septicémies primaires peuvent être mortelles, les premières avec un taux de mortalité compris entre 7 et 25 pour cent et les secondes d'environ 50 pour cent. La septicémie provoquée par *V. vulnificus* est en général associée à des maladies préexistantes comme le diabète, des maladies hépatiques ou rénales ou encore à un problème du système immunitaire. La période d'incubation varie entre 7 heures et plusieurs jours. Sans un rapide traitement spécifique, la mort peut survenir dès les premières heures qui suivent l'apparition des symptômes. La plupart des cas et des décès liés à cet organisme ont été enregistrés le long des côtes du Golfe du Mexique aux États-Unis d'Amérique mais d'autres l'ont aussi été en Asie. On pense que les souches diffèrent dans leur capacité à provoquer des maladies mais cela n'a pas encore été prouvé de façon définitive. Des infections de blessures liées à la manipulation de poissons (notamment d'anguilles) ont également été constatées en Europe du Nord et en Israël mais aucun cas de septicémie primaire liée aux huîtres n'a été enregistré dans ces régions. Une évaluation internationale du risque a été réalisée sur *V. vulnificus* dans les huîtres crues (FAO/OMS [2005]: www.fao.org/docrep/008/a0252e/a0252e00.htm).

Les souches de *Vibrio cholerae* varient considérablement dans leurs caractéristiques. La plupart ne peuvent probablement pas causer d'infections gastro-intestinales chez les humains mais quelques unes provoquent des diarrhées aqueuses aiguës qui peuvent être mortelles et provoquer une épidémie ou une pandémie de la maladie du choléra. D'autres peuvent provoquer des gastro-entérites qui ressemblent davantage à celles causées par *Salmonella*. Elles se limitent en général à quelques cas individuels et se diffusent très peu. Les souches liées au choléra (*V. cholerae* O1 entérotoxigène) sont généralement transmises par une contamination fécale des eaux potables ou des denrées alimentaires. Ces dernières sont souvent contaminées par les eaux de rinçage, etc. La transmission peut être aussi le fait de coquillages consommés crus ou insuffisamment cuits. Les autres souches pathogènes (*V. cholerae* non-O1) peuvent apparaître naturellement dans l'environnement marin et on a constaté aux États-Unis d'Amérique qu'elles étaient liées à la consommation de coquillages crus.

L'existence de maladies gastro-intestinales liées à *Shigella* spp. et *Campylobacter* spp. n'a été relevée qu'aux États-Unis d'Amérique. Leur absence dans le reste du monde s'explique peut-être davantage par des différences dans l'efficacité des laboratoires de détection et des systèmes de veille épidémiologique que par de véritables différences géographiques dans l'apparition de ces infections.

En plus de ces micro-organismes que l'on sait être à l'origine d'infections ou de foyers infectieux liés aux coquillages, il existe d'autres agents pathogènes humains dont des formes infectieuses ont été détectées dans des coquillages mais pour lesquels le lien entre la consommation de ces derniers et la maladie apparue chez l'être humain n'est pas évident pour le moment. C'est notamment le cas des parasites protozoaires *Cryptosporidium*, *Giardia* et des microsporides.

Jusqu'à présent, les maladies dues à *Listeria monocytogenes* n'ont été liées qu'à la consommation de mollusques bivalves fumés (en particulier les moules) et non à celle de coquillages vivants ou cuits non fumés.

2.2 QUELLES ESPÈCES NÉCESSITENT UNE PURIFICATION?

En règle générale, toutes les espèces de mollusques bivalves peuvent être sujettes à la purification de façon à éliminer des micro-organismes. Les huîtres, les moules et les clams sont celles pour lesquelles on a le plus recours à ce procédé (les espèces concernées dépendant des régions du monde). Certaines espèces comme les coques, les peignes et les couteaux posent quant à elles des problèmes particuliers. La mobilité des peignes est telle qu'il est par exemple difficile de les conserver dans des paniers et de les empêcher d'agiter les détritiques sédimentés. Des solutions ont été trouvées pour régler nombre de ces problèmes. Alors que la purification est la seule stratégie qui permet de réduire les risques pour les espèces consommées crues comme les huîtres, elle constitue une garantie supplémentaire pour de nombreuses autres espèces de mollusques bivalves qui sont légèrement cuites avant d'être mangées. Cependant, selon les habitudes alimentaires, une espèce consommée plutôt bien cuite dans certains pays peut être mangée crue ou seulement légèrement cuite dans d'autres et l'augmentation du commerce international complique l'évaluation du risque que représente chaque espèce de coquillage.

L'information contenue dans ce manuel concerne les espèces les plus largement purifiées et celles pour lesquelles on dispose de données vérifiées. Il faut cependant souligner que les besoins physiologiques d'une même espèce varient nettement d'une région à l'autre et, éventuellement, dans un même lieu (par ex. selon la salinité). Des informations relatives à d'autres espèces que celles traitées dans ce manuel peuvent être disponibles au niveau national ou régional.

2.3 EXIGENCES LÉGISLATIVES

La politique actuelle en matière de salubrité des aliments vise à fonder le contrôle alimentaire sur l'analyse des risques. Cette dernière comprend trois éléments:

- l'évaluation du risque, c'est-à-dire l'évaluation scientifique des effets négatifs sur la santé, connus ou potentiels, résultant de l'exposition humaine à des dangers transmis par les aliments;
- la gestion du risque, c'est-à-dire le processus de délibération d'alternatives politiques en vue d'accepter, de minimiser ou de réduire les risques estimés, puis de sélectionner et de mettre en œuvre des options appropriées;
- la communication du risque, c'est-à-dire le processus interactif d'échange d'informations et d'opinions sur les risques de la part de responsables de l'évaluation et de la gestion des risques ainsi que d'autres parties concernées.

Le *Codex Alimentarius* fournit un cadre général pour les contrôles réalisés dans le contexte du commerce international. La partie du «Code d'usages pour les poissons et les produits de la pêche» consacrée aux mollusques bivalves est fournie dans l'Annexe 1 de ce manuel. Elle compte plusieurs points pertinents au sujet de la purification et notamment des recommandations spécifiques sur cette question dans la Section 7.5. Son contenu doit être complété de façon à fournir les détails nécessaires à la mise en pratique d'un système de contrôle complet ou à la définition de bonnes pratiques. La «Norme pour les mollusques bivalves vivants et crus transformés destinés à la consommation humaine directe ou à une transformation ultérieure» du *Codex Alimentarius* est quant

à lui fourni dans l'Annexe 2 de cet ouvrage. Il n'y est pas spécifiquement question de la purification mais il aborde des points en relation avec l'hygiène et la qualité des produits.

La suite de cette section présente brièvement quelques considérations générales en matière de contrôle sanitaire public de la production commerciale de coquillages et fournit des exemples au sujet des systèmes de l'Union européenne (UE) et les États-Unis d'Amérique qui se révèlent importants sur le plan du commerce international car ces derniers dictent les normes que les autres pays doivent respecter pour y exporter leurs produits.

À la fin du XIXe siècle et au début du XXe, le principal problème de santé identifié lié à la consommation de mollusques bivalves était la fièvre typhoïde. Cette dernière n'a pas seulement eu pour conséquence une grande diffusion de la maladie mais a aussi provoqué un nombre significatif de morts. Ces cas de typhoïde ont fini par provoquer la mise en place de contrôles réglementaires dans un certain nombre de pays et notamment au Royaume-Uni, en France, en Italie et aux États-Unis d'Amérique. Des méthodes de purification visant à réduire les risques de maladie à la suite d'une consommation de coquillages se sont développées à la fin du XIXe siècle alors que des contrôles législatifs ont été introduits en Europe comme aux États-Unis d'Amérique dès les premières années du XXe siècle.

De façon générale, ces contrôles réglementaires ont permis de maîtriser efficacement les maladies bactériennes liées aux eaux usées même si la réduction des fièvres typhoïdes et paratyphoïdes liées à la consommation de coquillages, en Europe comme aux États-Unis d'Amérique, est pour une bonne part due à des progrès d'ensemble en matière de santé publique qui ont notamment réduit la présence de ces organismes dans les eaux usées et par conséquent dans les zones conchylicoles touchées.

Dans certains systèmes législatifs, les obligations en matière de purification ou de recours à d'autres moyens de réduction des contaminations microbiologiques après la récolte sont dictées par le classement des zones conchylicoles à partir de l'analyse des bactéries indicatrices de contamination fécale dans un certain nombre d'échantillons prélevés pendant une longue période (un an ou plus).

Dans l'UE, les critères fixés dans la Directive relative à l'hygiène des coquillages ont été remplacés le 1^{er} janvier 2006 par des critères analogues (mais pas identiques) fournis dans les Règlements en matière d'hygiène alimentaire qui couvrent tous les aliments d'origine animale. Les exigences que doivent satisfaire les acteurs du secteur alimentaire sont fournies dans le Règlement (CE) N° 853/2004 qui établit des règles d'hygiène spécifiques en matière d'aliments d'origine animale.

Dans l'UE, le classement des zones de production conchylicole est défini dans le Règlement (CE) n° 854/2004 qui établit des règles spécifiques pour l'organisation de contrôles officiels sur les produits d'origine animale destinés à la consommation humaine. Ce classement est basé sur les niveaux d'*Escherichia coli* dans des échantillons de coquillages. Le Tableau 2.3 présente les critères UE de classement et les exigences en matière de transformation qui leur sont associées.

Les règlements UE contiennent peu de détails quant à la façon de mettre en œuvre la dépuración. La principale exigence relative au système lui-même est la suivante: «Le fonctionnement du système de purification doit permettre que les mollusques bivalves retrouvent rapidement leur activité d'alimentation par filtration, éliminent la contamination résiduaire, ne soient pas recontaminés et soient capables de rester

Tableau 2.3: Critères UE de classement des zones de production conchylicole		
Classement des zones conchylicoles	Norme microbiologique pour 100 g de chair et de liquide intervalvaire du mollusque bivalve ¹	Traitement nécessaire
classe A	≤ 230 <i>E. coli</i> /100 g de chair et de liquide intervalvaire ²	Aucun
classe B	Les mollusques bivalves vivants issus de ces zones ne peuvent pas dépasser la limite, basée sur une analyse du nombre le plus probable (NPP) à cinq tubes et trois dilutions, de 4 600 <i>E. coli</i> /100 g de chair et de liquide intervalvaire dans plus de 10 % des échantillons ³ .	Purification, reparcage en zone A ou bien cuisson suivant des méthodes approuvées
classe C	Les mollusques bivalves vivants provenant de ces zones ne doivent pas dépasser la limite basée sur une analyse du nombre le plus probable (NPP) à cinq tubes et trois dilutions, de 46 000 <i>E. coli</i> /100 g de chair et de liquide intervalvaire.	Reparcage de longue durée ou bien cuisson suivant des méthodes approuvées
classe D (zone interdite)	> 46 000 <i>E. coli</i> /100 g de chair et de liquide intervalvaire ⁴	Récolte interdite

¹ Méthode de référence fournie dans le Règlement est ISO TS 16649-3

² En référence au Règlement (CE) n° 854/2004, au Règlement (CE) n° 853/2004 et au Règlement (CE) de la Commission n° 2073/2005 sur les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires.

³ Cette tolérance de 10 % est autorisée pendant une période de transition dans le cadre du Règlement (EC) n° 1666/2006.

⁴ Ce niveau n'est pas spécifiquement indiqué dans le Règlement mais ne satisfait pas les critères des classes A, B ou C. L'autorité compétente a le pouvoir d'interdire toute production et récolte de mollusques bivalves dans les zones considérées comme impropres pour des raisons sanitaires.

en vie dans de bonnes conditions après purification en vue du conditionnement, de l'entreposage et du transport avant d'être mis sur le marché». Ces dispositions renvoient aux principes généraux de purification décrits dans le Chapitre 3 de ce manuel. Il est en outre stipulé que les coquillages doivent être soumis à une purification continue pendant une période suffisante pour respecter les critères microbiologiques du produit fini (*E. coli* ≤ 230/100 g; absence de *Salmonella* dans 25 g de chair et de liquide intervalvaire). Les États membres de l'UE ont eu tendance à établir que les principes de purification ainsi que les autres critères généraux d'ordre législatif devaient être satisfaits en appliquant la législation dans le cadre de procédures d'inspection et d'approbation nationales.

Aux États-Unis d'Amérique, les exigences en matière de purification sont fournies dans le Chapitre XV de l'Ordonnance du Programme national en matière d'hygiène conchylicole (US NSSP; USDA 2006) (voir Annexe 4). Il y est spécifié que chaque Etat des États-Unis doit mettre en œuvre une législation conforme aux exigences de l'Ordonnance si son industrie doit obtenir une autorisation pour pouvoir commercer avec d'autres États des États-Unis. La même exigence s'applique aux pays qui entendent commercer avec les États-Unis d'Amérique. Aux États-Unis d'Amérique, le classement des zones de production conchylicole se fonde sur la quantité de coliformes fécaux présente dans les échantillons d'eau de mer. Le Tableau 2.4 présente les critères de classement des Etats-Unis d'Amérique et les exigences en matière de transformation qui leur sont associées. Les exigences relatives à la purification présentes dans l'US NSSP sont plus détaillées que celles de la législation de l'UE. On y trouve notamment des exigences plus précises quant à la construction des centres de purification ainsi qu'au fonctionnement et au contrôle des systèmes de purification.

Tableau 2.4: Critères de classement des zones de production conchylicole du Programme national en matière d'hygiène conchylicole des États-Unis d'Amérique

Classement	Coliformes totaux (100 ml d'eau)		Coliformes fécaux (100 ml d'eau)		Traitements requis
	Moyenne géométrique	Intervalle de confiance à 90 % ¹	Moyenne géométrique	Intervalle de confiance à 90 % ¹	
Zones approuvées	≤70	≤230	≤14	≤43	Aucun
Zones soumises à des restrictions	≤700	≤2300	≤88	≤260	Purification ou reparcage dans une zone approuvée
Zones interdites	Aucune analyse ou condition sanitaire correspondant aux zones approuvées ou soumises à des restrictions n'est satisfaite ²				Récolte interdite

¹ Valeurs obtenues à partir de la méthode de numération en milieu liquide avec 5 tubes par dilution – les valeurs différentes relatives à l'intervalle de confiance à 90 % sont fournies pour les tests avec 3 tubes avec membrane de filtration NPP et mTEC.

² D'autres éléments que la concentration en contaminants peuvent être utilisés pour déclarer une zone interdite.

Au Japon, la préfecture d'Hiroshima est la plus grande zone ostréicole du pays (environ 57 pour cent de la production d'huîtres en 2004). On y récolte 13 000 tonnes d'huîtres qui seront consommées crues et 7 000 tonnes destinées à être transformées et cuisinées. Les huîtres qui seront mangées crues doivent être récoltées dans des eaux où le nombre le plus probable de coliformes ne dépasse pas 70 dans 100 ml d'eau de mer. Si les huîtres sont récoltées dans des eaux ne satisfaisant pas cette exigence, elles doivent être purifiées.

Dans de nombreux plans d'hygiène alimentaire, les contrôles concernant la purification traitent des exigences suivantes:

- utilisation d'eau de mer propre (avec désinfection si la source d'eau n'est pas d'une qualité appropriée);
- conception et construction du système;
- fonctionnement du système;
- démonstration de performances appropriées dans l'élimination des indicateurs bactériens;
- contrôle de la qualité;
- analyse du produit final.

2.4 BIOSÉCURITÉ

Les opérations menées dans une station de purification doivent être réalisées en respectant les principes généraux de biosécurité en matière de santé publique et de salubrité des coquillages. Les procédures de nettoyage et de désinfection doivent empêcher la contamination du produit dans la station en provenance de l'extérieur alors que l'eau rejetée et les déchets de la station ne doivent pas provoquer de contamination de l'environnement, notamment des zones conchylicoles, avec des agents pathogènes humains ou propres aux coquillages.