



AGENCE FRANÇAISE
DE SÉCURITÉ SANITAIRE
DES ALIMENTS

Évaluation du dispositif de surveillance chimique des zones de production conchylicole et du risque lié à la consommation des coquillages, notamment dans la situation du bassin d'Arcachon

- Février 2008 -

- **Coordination scientifique et rédactionnelle**
Nathalie ARNICH

L'objectif de ce rapport est de rassembler les informations sur lesquelles l'Afssa s'est appuyée pour émettre ses conclusions et recommandations présentées dans l'avis relatif à l'évaluation du dispositif de surveillance chimique des zones de production conchylicole et à l'évaluation du risque lié à la consommation des coquillages, notamment dans la situation du bassin d'Arcachon.

Cette évaluation complète l'avis « biotoxines marines » du 27 octobre 2006 et le rapport « microbiologique » de février 2008.

Composition du groupe de travail

- Présidence :

Jean-Paul VERNOUX Laboratoire de Microbiologie – Université de Caen

- Membres du Comité d'experts spécialisé "Résidus et contaminants chimiques et physiques"

Jean-Claude AMIARD Service d'Ecotoxicologie – Université de Nantes
Pierre-Marie BADOT Laboratoire de Biologie Environnementale – Université de
Franche-Comté/INRA – Besançon
Thierry GUERIN LERQAP - AFSSA - Maisons-Alfort
Barbara GOUGET Laboratoire Pierre Süe, CEA/CNRS – Gif-sur-Yvette

- Membre du Comité d'experts spécialisé "EAUX"

Claude CASELLAS Département Sciences de l'Environnement et Santé Publique, IUP
- Faculté de Pharmacie – Montpellier

- Autre expert

Anne THEBAULT PASER – DERNS - AFSSA - Maisons-Alfort

- Coordination scientifique

Nathalie ARNICH UERPC – DERNS - AFSSA - Maisons-Alfort

AGENCE FRANÇAISE DE SECURITÉ SANITAIRE DES ALIMENTS

**Décision n°2006/12/574
portant création du groupe de travail
« Surveillance chimique des coquillages »**

La Directrice générale de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments,

Vu le code de la santé publique, et notamment ses articles L.1323-4 et R.1323-22 ;

Vu l'arrêté du 17 octobre 2006 relatif aux comités d'experts spécialisés placés auprès de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments ;

Vu l'arrêté du 4 août 2006 portant nomination des membres des comités d'experts spécialisés de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments ;

Vu le règlement intérieur de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments,

DECIDE :

Article premier. Il est créé sur proposition de la Directrice générale et en concertation avec le président du comité d'experts spécialisé « Résidus et contaminants chimiques et physiques » (RCCP) un groupe de travail dénommé « Surveillance chimique des coquillages », dans le cadre de la saisine 2006-SA-0254 : « Demande d'avis sur le dispositif de surveillance du milieu et d'évaluation du risque lié à la consommation des coquillages, notamment dans la situation du bassin d'Arcachon », datée du 16 septembre 2006 (« L'agence donnera son avis sur le dispositif de surveillance du milieu et d'évaluation du risque lié à la consommation des coquillages, en prenant en compte les caractéristiques environnementales complexes du bassin d'Arcachon. A la lumière de cet avis, l'Agence fournira également des recommandations sur le dispositif général de la gestion de la sécurité sanitaire des coquillages »).

Le GT « Surveillance chimique des coquillages » a en charge de procéder à une évaluation du dispositif de la surveillance chimique du milieu et à l'évaluation du risque chimique lié à la consommation des coquillages, notamment dans la situation du bassin d'Arcachon.

Article 2. Le groupe mentionné à l'article premier est composé des membres suivants :

- Membres de la liste d'experts :
 - M. Amiard Jean-Claude (CES « RCCP »)
 - M. Badot Pierre-Marie (CES « RCCP »)
 - Mme Budzinski Hélène (liste complémentaire)
 - Mme Casellas Claude (CES « Eaux »)
 - Mme Gouget Barbara (CES « RCCP »)
 - M. Guérin Thierry (CES « RCCP »)
 - M. Vernoux Jean-Paul (CES « RCCP »)
- Personnalités scientifiques :
 - Mme Thébault Anne (Afssa/Paser)

Article 3. M. Vernoux Jean-Paul est nommé président du groupe mentionné à l'article premier.

Article 4. Les coordinateurs du réseau RNO (Ifremer) seront auditionnés par le groupe mentionné à l'article premier.

Article 5. Les conclusions du groupe seront émises sous la forme d'un avis et seront présentées au comité d'experts spécialisé « Résidus et contaminants chimiques et physiques » dans les meilleurs délais.

Article 6. La coordination scientifique du groupe mentionné à l'article premier est assurée par Mme Arnich Nathalie, de la Direction de l'évaluation des risques nutritionnels et sanitaires.

Article 7. La présente décision sera publiée dans le *Bulletin officiel* de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments.

Fait à Maisons-Alfort, le **19 JAN. 2007**

La Directrice générale de l'Agence française de
sécurité sanitaire des aliments



Pascale BRIAND

Glossaire.....	7
Sigles.....	8
Quelques chiffres.....	9
Chapitre I :	
Rappel de la réglementation en vigueur au regard de la sécurité sanitaire des coquillages	10
1. Les dispositions du Paquet Hygiène	10
2. La réglementation nationale.....	10
3. Les autres dispositions.....	11
Chapitre II :	
Identification des dangers chimiques dans le milieu marin.....	12
1. Contaminants inorganiques	12
2. Contaminants organiques	17
Chapitre III :	
Description et analyse du système de surveillance chimique du milieu et des coquillages (RNO)	20
1. Le dispositif de la surveillance chimique du milieu : RNO	20
2. Pertinence des indicateurs chimiques	23
3. Pertinence des espèces sentinelles.....	24
4. Conclusion : RNO et surveillance sanitaire des coquillages.....	25
5. Epuration chimique des coquillages.....	27
Chapitre IV :	
Classification des zones de production conchylicole.....	31
1. S'agissant des contaminants chimiques	31
2. S'agissant du bassin d'Arcachon	32
Chapitre V :	
Organisation et mise en œuvre des dispositifs de surveillance sanitaire et de contrôle des coquillages.....	37
1. Organisation	37
2. La surveillance des établissements conchylicoles : agrément et inspection	37
3. Surveillance au niveau des conchyliculteurs	38
4. Les plans de surveillance des coquillages mis sur le marché	42
5. Analyse historique des décisions de gestion	46
6. Missions OAV.....	47
Chapitre VI :	
Laboratoire communautaire de référence et autres sources de données de contamination chimique des coquillages	48
1. Laboratoire communautaire de référence.....	48
2. Autres sources de données de contamination des coquillages.....	48
Chapitre VII :	
Données d'exposition pour l'homme	49
1. Données de consommation des coquillages	49
a) Données de consommation pour la population générale (INCA)	49
b) Données de consommation pour les forts consommateurs de produits de la mer (CALIPSO)	51
2. Données d'imprégnation	52
CONCLUSIONS GENERALES	54
Références bibliographiques	56

Coquillages

La réglementation entend par « coquillages » les espèces marines appartenant aux groupes des mollusques bivalves, des gastéropodes, des échinodermes et des tuniciers (Décret no 94-340 du 28 avril 1994). Dans le Paquet Hygiène, seuls les mollusques bivalves vivants (MBV) sont visés spécifiquement par l'annexe VII du règlement (CE) n°853/2004.

Masse d'eau

Portion de cours d'eau, canal, aquifère, plan d'eau ou zone côtière homogène. Il s'agit d'un découpage élémentaire des milieux aquatiques destiné à être l'unité d'évaluation de la DCE (Directive cadre sur l'eau). Une masse d'eau de surface est une partie distincte et significative des eaux de surface, telles qu'un lac, un réservoir, une rivière, un fleuve ou un canal, une partie de rivière, de fleuve ou de canal, une eau de transition ou une portion d'eaux côtières. Pour les cours d'eau la délimitation des masses d'eau est basée principalement sur la taille du cours d'eau et la notion d'hydro-écocorégion. Les masses d'eau sont regroupées en types homogènes qui servent de base à la définition de la notion de bon état. Une masse d'eau souterraine est un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères (source : <http://www.eaufrance.fr/glossaire>, un site du Ministère de l'Ecologie et du Développement durable).

OAV : Office Alimentaire et Vétérinaire.

L'OAV est chargé de veiller au respect par les États membres et les pays tiers des législations communautaires vétérinaires, phytosanitaires et d'hygiène des denrées alimentaires. Pour cela, l'OAV effectue des audits, des contrôles et inspections sur place afin de vérifier la conformité aux exigences requises en matière de sécurité et d'hygiène alimentaire tout au long de la chaîne de production, que ce soit dans les États membres ou dans les pays exportant vers l'Union européenne. Il communique ensuite ses résultats et recommandations aux autorités nationales et communautaires ainsi qu'au grand public.

RNO

Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (RNO), coordonné par l'Ifremer (voir chapitre III).

Zone de production

Les zones de production sont définies par des limites géographiques précises par rapport au trait de côte et, chaque fois que nécessaire, vers le large. Elles constituent des entités cohérentes. Pour leur délimitation, sont notamment prises en considération, leurs caractéristiques hydrologiques, l'homogénéité de leur qualité sanitaire, les caractéristiques techniques et socio-économiques des activités de production et leurs conditions d'accès et de repérage (arrêté du 21 mai 1999).

AESA : autorité européenne de sécurité des aliments (*European food safety authority, EFSA*)
Afssa : agence française de sécurité sanitaires des aliments
As : arsenic
BQSPMED : bureau de la qualité sanitaire des produits de la mer et d'eau douce
BRAB : bureau de la réglementation alimentaire et des biotechnologies
CALIPSO : étude des consommations alimentaires des produits de la mer et imprégnation aux éléments traces polluants et oméga 3
Cd : cadmium
CMA : concentration maximale admissible
CSHPF : conseil supérieur d'hygiène publique de France
DCE : Directive cadre sur l'eau
DDAM : direction départementale des affaires maritimes
DDSV : direction départementale des services vétérinaires
DGAI : direction générale de l'alimentation
DGCCRF : direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes
DHTP : dose hebdomadaire tolérable provisoire
DJT : dose journalière tolérable
DPMA : direction des pêches maritimes et de l'aquaculture
EAT : étude de l'alimentation totale (TDS en anglais pour total diet study)
HACCP : *Hazard Analysis Critical Control Point*, analyse des dangers et points critiques pour leur maîtrise
HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques
Hg : mercure
Ifremer : institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
INERIS : institut national de l'environnement industriel et des risques
JECFA : *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*, comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires, administré conjointement par l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'organisation mondiale de la santé (OMS)
LNR : laboratoire national de référence
LCR : laboratoire communautaire de référence
MBV : mollusques bivalves vivants
MCSI : mission de coordination sanitaire internationale
MS : matière sèche
OAV : office alimentaire et vétérinaire
OMS : organisation mondiale de la santé
OSPAR : la Convention OSPAR de 1992 est l'instrument actuel qui oriente la coopération internationale sur la protection du milieu marin de l'Atlantique du nord-est. Il a uni et mis à jour la Convention d'Oslo de 1972 sur les opérations d'immersion de rejets en mer et la Convention de Paris de 1974 sur la pollution marine d'origine tellurique.
P95 : percentile 95, 95^{ème} percentile
Pb : plomb
PCB : polychlorobiphényles
PCBi : polychlorobiphényles indicateurs (somme de 7 congénères : 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)
PCB-DL : polychlorobiphényles de type dioxine (dioxin-like)
PF : poids frais
PH : paquet hygiène
PIF : postes d'inspection frontaliers
RNO : réseau national d'observation de la qualité du milieu marin de l'Ifremer
REMI : réseau de surveillance microbiologique de l'Ifremer
REPHY : réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines de l'Ifremer
TBT : tributylétain

Quelques chiffres

Les données et chiffres clés de la conchyliculture française, selon le Comité National de la Conchyliculture¹ (CNC), pour 2005-2006 sont :

- pour la conchyliculture en général, une production annuelle moyenne de 200 000 tonnes de coquillages, ce qui la situe au 2^{ème} rang européen ;
- pour l'ostréiculture, une moyenne annuelle de 130 000 tonnes d'huîtres, la 1^{ère} place européenne et la 4^{ème} place mondiale après la Chine, le Japon et la Corée ;
- pour la mytiliculture, une moyenne annuelle de 65 000 tonnes, 2^{ème} rang européenne derrière l'Espagne ;
- pour les autres coquillages, la production annuelle est de 3 000 tonnes de palourdes et 2500 tonnes de coques ;
- 650 millions d'euros de chiffre d'affaires annuel,
- 5 451 détenteurs de concessions sur le domaine public maritime,
- 18 000 hectares de parcs,
- 1 600 km de lignes de bouchots,
- 2 500 hectares sur le domaine privé,
- 3 750 entreprises dont 2776 entreprises détiennent un agrément sanitaire d'expédition et 1200 sont agréées centres de purification,
- 20 000 personnes employées soit 10 000 équivalents temps plein.

Une représentation schématique simplifiée de la filière huître est présentée en annexe 1.

¹ <http://www.cnc-france.com/>

Chapitre I :

Rappel de la réglementation en vigueur au regard de la sécurité sanitaire des coquillages

La surveillance sanitaire des zones de production conchylicole est de compétence communautaire et est définie dans le Paquet Hygiène (PH), en vigueur depuis le 1^{er} janvier 2006 par plusieurs règlements spécifiques dont deux s'appliquent aux professionnels (852/2004 et 853/2004) et deux autres concernent les services de contrôles (854/2004 et 882/2006). La directive 91/492/CEE fixant les règles sanitaires régissant la production et la mise sur le marché de mollusques bivalves vivants qui s'appliquait jusqu'alors est abrogée.

1. Les dispositions du Paquet Hygiène

Un descriptif de la réglementation communautaire en matière de surveillance conchylicole (« Paquet Hygiène ») figure déjà dans l'avis du 27 octobre 2006. Seuls les éléments relatifs aux contaminants chimiques et microbiologiques seront développés dans le présent rapport.

Pour rappel, le règlement (CE) n°852/2004 établit des règles générales en matière d'hygiène des denrées alimentaires. Il s'applique à la production primaire (produits issus de l'élevage et de la pêche). Le règlement (CE) n°853/2004 modifié fixe des règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale en complément du règlement (CE) n°852/2004. Son annexe III section VII regroupe les exigences relatives aux mollusques bivalves vivants (MBV).

Les règlements n°854/2004 et 882/2006 s'appliquent aux services de contrôles en définissant un cadre légal pour la fixation des emplacements et des limites des zones de production et de reparcage avec nécessité d'une surveillance de la salubrité via l'échantillonnage qui permettra la recherche de contaminants chimiques et microbiologiques.

Il convient de bien distinguer la production primaire de coquillages des autres opérations permettant la mise sur le marché des coquillages, étant donné les obligations réglementaires différentes :

- La production primaire de coquillages concerne toutes les opérations effectuées avant l'arrivée dans un établissement conchylicole agréé : élevage, récolte et transport des produits qui en sont issus. L'annexe I du règlement (CE) n°852/2004 et certaines dispositions de la section VII de l'annexe III du règlement (CE) n°853/2004 sont applicables à ces exploitants. Ils doivent être enregistrés mais ne sont pas soumis à l'obligation de mettre en place des procédures HACCP.
- Les activités des établissements de purification ou d'expédition (finition, conditionnement, etc.) ne sont plus considérées comme de la production primaire. Les dispositions de l'annexe II du règlement (CE) n°852/2004 et les dispositions de la section VII de l'annexe III du règlement (CE) n°853/2004 sont applicables à ces établissements. Ils doivent être agréés par le Préfet et sont également soumis à l'obligation de mettre en place des procédures HACCP.

2. La réglementation nationale

L'entrée en vigueur du « Paquet Hygiène » (PH) entraîne la révision de l'ensemble de la réglementation nationale majoritairement dérivée de la transposition de la directive 91/492/CEE. L'adaptation nationale est également nécessaire pour définir les compétences entre les différentes administrations, alors que le PH ne fait référence qu'aux « autorités compétentes ».

Les textes français actuels

Le décret n°94-340 du 28 avril 1994 relatif aux conditions sanitaires de production et de mise sur le marché des coquillages vivants définit, dans son article 3, le classement de salubrité des zones de production A, B, C ou D en application de la directive 91/492/CEE aujourd'hui abrogée par le Paquet Hygiène et notamment les règlements (CE) n° 853 et 854/2004. Ce classement repose sur la mesure de la contamination microbiologique et de la contamination chimique des coquillages.

Les zones de production sont classées de la façon suivante :

- a) zones A : zones dans lesquelles les coquillages peuvent être récoltés pour la consommation humaine directe ;
- b) zones B : zones dans lesquelles les coquillages peuvent être récoltés mais ne peuvent être mis sur le marché pour la consommation humaine directe qu'après avoir subi, pendant un

temps suffisant, soit un traitement dans un centre de purification, associé ou non à un reparaçage, soit un reparaçage ;

c) zones C : zones dans lesquelles les coquillages ne peuvent être mis sur le marché pour la consommation humaine directe qu'après un reparaçage de longue durée, associé ou non à une purification, ou après une purification intensive mettant en œuvre une technique appropriée ;

d) zones D : zones dans lesquelles les coquillages ne peuvent être récoltés ni pour la consommation humaine directe, ni pour le reparaçage, ni pour la purification.

L'arrêté du 21 mai 1999 relatif au classement de la salubrité et à la surveillance des zones de production et des zones de reparaçage des coquillages vivants définit les conditions requises pour le classement d'une zone. Selon l'article 7, Les zones de production sont classées sur la base des résultats d'une étude sanitaire préalable, dite étude de zone, complétée, le cas échéant, des résultats des auto-contrôles. Les conditions de mises en œuvre de cette étude en termes de points de prélèvement et de fréquences minimales sont précisées, ainsi que les seuils réglementaires qui définissent la qualité microbiologique et chimique de la zone. Concernant la qualité chimique, une zone est classée en A, si les teneurs relevées dans les coquillages pour les trois indicateurs sont inférieures aux seuils suivants :

- plomb : 2 mg/kg de poids à l'état frais ;
- cadmium : 2 mg/kg de poids à l'état frais ;
- mercure : 0,50 mg/kg de poids à l'état frais ;

Après son classement, la zone de production fait l'objet d'une surveillance sanitaire régulière. Dans les faits, cette surveillance chimique est réalisée pour le milieu par le Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (RNO) coordonné par l'Ifremer (voir chapitre III).

3. Les autres dispositions

Les coquillages doivent également respecter les teneurs maximales pour certains contaminants définis par le règlement (CE) n°1881/2006 du 19 décembre 2006 (qui remplace le règlement (CE) n°466/2001) (cf. annexe 2) :

- plomb : 1,5 mg/kg de poids à l'état frais ;
- cadmium : 1,0 mg/kg de poids à l'état frais ;
- mercure : 0,50 mg/kg de poids à l'état frais ;
- dioxines et PCB de types dioxines (PCB-DL) : 4,0 pg/g de poids à l'état frais pour la somme des dioxines et 8,0 pg/g de poids à l'état frais pour la somme des dioxines et des PCB-DL ;
- benzo(a)pyrène : 10,0 pg/g de poids à l'état frais.

Ces seuils s'appliquent aux parties comestibles des coquillages (article 1^{er} du règlement (CE) n°1881/2006). Les parties comestibles correspondent à la chair des mollusques bivalves : chair totale sauf pour les coquilles Saint-Jacques pour lesquelles la glande digestive, appelée à tort hépatopancréas, n'est pas prise en compte (décision des autorités sanitaires française).

Les seuils en cadmium et en plomb définis dans l'arrêté du 21 mai 1999 pour le classement des zones de production conchylicole sont supérieurs aux seuils fixés au niveau communautaire par le règlement (CE) n°1881/2006. Il y a donc une nécessité d'harmonisation de l'arrêté de 1999 avec la réglementation européenne, comme préconisé par l'OAV dans son rapport d'inspection de 2004. En pratique, depuis l'entrée en application du règlement (CE) n°466/2001, les seuils appliqués en France ont toujours été ceux du règlement.

Concernant les mollusques non bivalves (gastéropodes, échinodermes, tuniciers), qui ne sont pas couverts par la réglementation européenne, l'arrêté du 21 mai 1999 fixe un seuil en cadmium à 2 mg/kg de poids frais. Dans son avis du 31 octobre 2007, l'Afssa estime qu'il est pertinent de fixer un seuil en cadmium à 2 mg/kg de poids frais pour les bulots. En revanche, pour les échinodermes et les tuniciers, compte tenu de leurs niveaux de consommation particulièrement faible, il ne semble pas nécessaire de fixer un seuil réglementaire mais plutôt une valeur guide de 2 mg/kg de poids frais.

Chapitre II :

Identification des dangers chimiques dans le milieu marin

Pour identifier les dangers consécutifs à la présence dans le milieu marin de contaminants et de résidus chimiques susceptibles d'être transférés aux mollusques bivalves, puis à l'homme, il a été nécessaire de cibler parmi les nombreuses substances potentiellement toxiques celles qui ont une probabilité non négligeable d'être libérées par les activités humaines exercées au voisinage des zones de conchyliculture.

L'identification et l'analyse des dangers ont été limitées aux contaminants qui sont apparus au groupe de travail comme les plus susceptibles d'être présents dans le milieu marin, en fonction des informations disponibles à la date de rédaction du présent rapport. Ceci n'implique donc pas l'existence d'une contamination avérée du milieu et des mollusques bivalves par les substances chimiques étudiées ici². Cela n'exclut pas que d'autres substances puissent être libérées dans le milieu par des sources non identifiées actuellement ou à la suite de déversements accidentels ou de malveillances.

Les sources majeures de contaminants sont principalement d'origine anthropique et concernent :

- les élevages d'animaux et les cultures liés au milieu marin et l'agriculture,
- les agglomérations (production d'énergie, construction/déconstruction, eaux usées, incinération, chauffage, etc.),
- les activités de transport terrestre (infrastructures, véhicules),
- les activités de production d'énergie,
- les activités industrielles (déchets solides, effluents liquides et gazeux, fin de vie des produits, etc.)
- les transports maritimes et activités annexes (activités portuaires, dragages, etc.),
- certaines activités de loisirs (activités nautiques de plaisance, golfs, etc.).

Les élevages animaux et l'agriculture sont à l'origine de la libération dans le milieu de matière organique et de nutriments (N, P, K) qui peuvent contribuer à l'eutrophisation du milieu marin et engendrer des modifications très importantes de la dynamique des communautés. L'agriculture et l'élevage ont utilisé et utilisent de nombreuses molécules : produits phytosanitaires, produits biocides, médicaments vétérinaires, antibiotiques, qui peuvent toutes à un moment ou un autre contaminer le milieu marin.

Les agglomérations peuvent aussi être une source importante de rejets de matière organique dans les milieux aquatiques, notamment en zone côtière via les eaux usées.

Les activités d'incinération ou de chauffage domestique libèrent quant à elles des polluants organiques persistants (POP) : dioxines, PCB, HAP, etc.

Les activités industrielles sont susceptibles de libérer de nombreuses substances chimiques toxiques, de nature très variée.

Les transports et la production d'énergie relarguent des substances telles que des HAP, des métaux, des radionucléides et de nombreux polluants atmosphériques.

Par leurs effets toxiques, ces substances constituent intrinsèquement des dangers pour l'environnement marin, pour les mollusques en culture et pour les consommateurs, ce qui ne signifie pas pour autant qu'un risque existe.

1. Contaminants inorganiques

Les métaux sont présents à l'état naturel dans des minerais. On les retrouve ainsi dans tous les compartiments de l'environnement et notamment dans l'eau de mer. Les métaux ont la propriété de s'accumuler dans les organismes vivants le long des réseaux trophiques et présentent donc un risque pour l'homme, qui constitue l'ultime consommateur.

² L'identification du danger est normalement conduite indépendamment de la probabilité de l'occurrence d'un événement néfaste.

Les coquillages filtrent une importante quantité d'eau pour en extraire leur nourriture : ce sont d'excellents capteurs de polluants. De plus, ils sont capables de concentrer les contaminants qui s'y trouvent, soit naturellement soit du fait d'une pollution, en particulier les métaux (mercure, cadmium, plomb, cuivre, zinc). Les métaux se fixent principalement dans des organes particuliers tels que la glande digestive, qui participent aux fonctions d'assimilation, d'excrétion et de détoxification. Ces organes font généralement partie des chairs consommées³.

Niveaux de contamination dans les coquillages

Deux tableaux synthétiques (tableaux 1 et 2) présentent les principaux contaminants métalliques présents dans l'environnement et leurs origines anthropiques. Les données de contamination utilisées dans ces tableaux sont issues :

- de l'étude de l'alimentation totale (EAT) française réalisée en 2005 (Leblanc *et al.*, 2005) pour ce qui concerne la contamination moyenne des huîtres et des moules. L'étude porte sur l'exposition de la population française générale. Les données de contamination des coquillages sont obtenues à partir d'un échantillon composite individuel de cinq sous-échantillons au maximum, pondérés en fonction du lieu d'approvisionnement majoritaire pratiqué par les consommateurs du panel Sécodip.
- de l'étude CALIPSO pour ce qui concerne la contamination moyenne des autres coquillages. L'étude CALIPSO, réalisée à l'initiative de la DGAI, de l'INRA (Institut national de la recherche agronomique) et de l'Afssa, porte sur l'exposition des personnes fortes consommatrices de produits de la mer. L'Afssa a apporté une contribution méthodologique à l'étude et assuré l'exploitation des résultats. Les données de contamination des coquillages sont issues de prélèvements effectués sur des zones restreintes et un nombre limité d'analyses. Ces données sont parmi les plus précises actuellement disponibles, elles ne sont cependant pas représentatives des niveaux moyens de contamination à l'échelle nationale. En effet, l'objectif de l'étude visait spécifiquement certaines régions côtières et les forts consommateurs français de produits de la mer.

Les niveaux de contamination dans les coquillages sont rapportés en fonction des espèces. Pour les trois contaminants métalliques réglementés (plomb, cadmium, mercure), ces niveaux peuvent être comparés aux valeurs limites fixées pour les produits de la pêche. Ainsi, les limites maximales autorisées en cadmium sont dépassées pour les pétoncles (1,1 mg/kg de poids frais). Les autres mollusques bivalves présentent des teneurs moins importantes, n'excédant pas 0,04 mg/kg de poids frais. Pour le plomb et le mercure, en revanche, les teneurs maximales autorisées ne sont atteintes pour aucune des espèces échantillonnées. Le tableau 2 montre également que les coquillages ont des concentrations élevées en **arsenic** : les teneurs maximales sont relevées chez les bulots (15,8 mg/kg de poids frais). Cependant, les niveaux de contamination des coquillages sont inférieurs à ceux des crustacés, poissons et autres produits de la mer, le poulpe étant l'espèce présentant la plus forte teneur (42 mg/kg de poids frais).

L'arsenic chez les mollusques bivalves marins

Chez les mollusques bivalves (moules, huîtres, coquilles Saint-Jacques), des teneurs moyennes comprises entre 10 et 30 mg/kg sont le plus fréquemment rencontrées, indépendamment des zones géographiques ou des espèces considérées. Il est difficile de rattacher les plus fortes teneurs à d'éventuelles sources de pollution. Ainsi, les organismes des grands estuaires (Seine, Loire, Gironde) sont moins contaminés que ceux de régions côtières adjacentes. Il semble que la teneur en arsenic dans le milieu ait moins d'importance en matière de bioaccumulation que la nature organique ou inorganique de l'arsenic présent (Michel, 1993). Les huîtres auraient une teneur légèrement plus forte que les moules.

Expérimentalement, l'huître *Crassostrea virginica* bioaccumule peu l'arsenic inorganique et seulement une fraction de l'arsenic organique contenu dans le phytoplancton (Sanders *et al.*, 1989). L'arsenic fixé sur les particules de seston inertes est peu bioconcentré chez l'huître *Crassostrea gigas* (Ettajani *et al.*, 1996) mais le peu d'arsenic transitant dans l'animal provoque une érosion intense des crêtes mitochondriales, entraînant à terme une déficience de la respiration cellulaire. Chez la scrobiculaire (Lavignon), *Scrobicularia plana*, les teneurs bioconcentrées en arsenic suivent les contaminations des sédiments (Langston, 1980). De même chez le bigorneau, les teneurs en arsenic varient de 9 à 70 mg/kg de poids sec en fonction de la contamination de leur nourriture (*Fucus*) ou du milieu (Bryan *et al.*, 1983).

³ Sauf coquilles Saint-Jacques

Contribution à l'exposition alimentaire

L'apport moyen en cadmium du aux coquillages est de 2,7 µg/jour chez les adultes (CALIPSO), ce qui représente environ 4% de la dose hebdomadaire tolérable (DHTP) de 7 µg/kg de poids corporel/semaine. Les coquillages consommés chez les hommes adultes, forts consommateurs de produits de la mer, conduisent à un apport en cadmium plus de deux fois supérieur à l'apport moyen chez l'homme adulte via l'alimentation totale (EAT). Les contributions des coquillages ne sont pas les mêmes en fonction des régions considérées. Ainsi, les coquillages contributeurs majeurs sont : la coquille Saint-Jacques (14%) au Havre; le bulot (21%), le pétoncle (19%) et l'huître (11%) à La Rochelle ; les coquilles Saint-Jacques (20%) à Toulon.

Ces dernières années en France, l'apport moyen de plomb est en nette diminution. L'étude EAT indique en 2005 un apport alimentaire moyen à 18 µg/jour, ce qui représente 7% de la DHTP. La consommation de produits de la mer (poissons frais, crustacés et mollusques) représente 3 à 11% de l'apport en plomb via l'alimentation. Les coquillages participent pour 0,7 µg/jour d'apport, soit moins de 1% de la DHTP. Les coquillages contributeurs majeurs sont, selon l'étude CALIPSO : la coquille Saint-Jacques au Havre (22%), les moules à La Rochelle (16%) et l'oursin à Toulon (14%).

Concernant le mercure, le CSHPF et l'Afssa ont reconnu l'existence de groupes sensibles (femmes enceintes ou allaitantes, très jeunes enfants, populations de pêcheurs établis dans des zones fortement contaminées) et ont recommandé la mise en place d'une information spécifique incitant ces groupes particuliers à diversifier les espèces de poissons consommées. En France, les études d'exposition montrent que des valeurs proches ou supérieures à la DHTP de 1,6 µg MeHg/kg de poids corporel peuvent être atteintes chez certaines catégories de forts consommateurs de poissons et notamment chez les plus jeunes enfants et les femmes en âge de procréer. Chez les hommes adultes forts consommateurs de produits de la mer, les données CALIPSO indiquent que les coquillages conduisent à un apport alimentaire moyen de 0,2 µg/jour en Hg ou MeHg, ce qui correspond à 1% de la DHTP. D'une manière générale, les poissons contribuent pour 86% de l'exposition au méthylmercure, les mollusques et crustacés pour 13%.

Si l'apport moyen en arsenic total en Europe était estimé en 2003 (SCOOP 3.2.11) à 125 µg/jour chez les adultes, la contribution des produits de la mer à cette exposition dépassait les 50%. En France, l'apport via les coquillages conduit à une exposition alimentaire moyenne chez l'homme adulte fort consommateur de produits de la mer (CALIPSO) de 8,7 µg d'arsenic total par kg par semaine, avec 0,18 µg d'arsenic inorganique par kg soit 1,2% de la DHTP qui est de 15 µg d'arsenic inorganique (As^{III} + As^V) par kg de poids corporel par semaine. Les denrées qui contribuent le plus à l'exposition de notre population à l'arsenic inorganique sont la coquille St-Jacques (8,6%) et l'huître (7,0%). Dans la population générale, la contribution des coquillages à la DHTP serait de 5% (EAT, 2005).

Tableau 1 : Contaminants inorganiques réglementés par une teneur maximale dans la chair de coquillage (Règlement (CE) n°1881/2006)

Contaminant	Cd	Pb	Hg
Source anthropique	Industrie (colorant ; stabilisant ; cadmiage)	Industrie (imprimerie, métallurgie ...)	Rare dans milieu naturel ; Industrie électrique...
Teneurs moyennes dans environnement			
Eau de mer (µg/L)	0,01-0,1	0,5-5	0,005-0,05
Sédiments (µg/g poids sec)	0,1-1	5-50	0,05-0,5
Contamination des coquillages (µg/g poids frais)			
Seuil réglementaire	1	1,5	0,5
Huître (min-max) (n=6) *	0,07-0,22	0,04-0,08	0,003-0,02
Moule (min-max) (n=6) *	0,06-0,18	0,14-0,26	0,003-0,02
Coque (moyenne) (n = 2) **	0,04	0,04	0,02
Pétoncle (moyenne) (n = 1) **	1,14	0,09	0,01
Bigorneau (moyenne) (n = 3) **	0,19	0,09	0,01
Bulot (moyenne) (n = 3) **	0,78	0,06	0,03
Coquille St Jacques (moyenne) (n = 4) **	0,27	0,07	0,03
DHTP (µg/kg p.c./sem.)	7	25	1,6 (MeHg) et 3,3 Hg total
Contribution des coquillages (% à la DHTP)			
Forts consommateurs (Calipso)	8%	0,5%	3%
Population générale (EAT)	0,3%	0,1%	0,4%
Imprégnation moyenne par rapport à la valeur basale (%)			
Sang (valeur basale)	62% (1 µg/L sang)	42% (90 µg/L sang)	37% (10 µg/L sang)
Urine (valeur basale)	35% (2 µg/g Créat)	23% (25 µg /g Créat)	nd

Contaminant	Cd	Pb	Hg
Classe de risque	T ; Cat. 1 CIRC (cancérogène pour l'homme)	T + N	T
Toxicité	Atteinte rénale ; lésions osseuses ; retard de croissance du fœtus ; diminution de fertilité	Neurotoxicité (saturnisme) ; toxicité hématologique (anémie) ; anomalies congénitales	Atteinte neurologique ; insuffisance rénale ; inflammation du tractus digestif
Références	Merian <i>et al.</i> , 2004 ; CALIPSO ; fiches toxicologiques INRS, EAT		

* Chaque échantillon est composé de 5 sous-échantillons au maximum, pondérés en fonction du lieu d'approvisionnement majoritaire pratiqué par les consommateurs du panel Sécodip. Les analyses ont porté sur une prise d'environ 0,6 g par échantillon composite, et chaque échantillon a été analysé en double.

** Chaque échantillon de produit frais analysé est composé d'environ 1000 g de produit, soit 5 sous-échantillons de 200 g. L'origine et la répartition de ces 5 sous-échantillons ont été déterminées en fonction des lieux d'achat, sélectionnés à partir des données de fréquences d'achat de l'enquête de consommation, qui ont été pondérées par les fréquences de consommation et les quantités consommées.

n : nombre d'échantillons, nd : non déterminé ; T : Toxique ; N : dangereux pour l'environnement

valeur basale : valeur retrouvée pour le 95^{ème} percentile de la population française générale non exposée professionnellement

Tableau 2 : Contaminants inorganiques non réglementés dans les coquillages (tableau en 3 parties)

Contaminants <i>1^{ère} partie</i>	As	Ni	Cr	V
Source anthropique	Rare dans milieu naturel ; Industrie métallurgie...	Industrie (production d'acier inox, catalyse...)	Industrie (anti-corrosion, catalyse, pigments...)	Industrie du titane, ports, pétrochimie
Teneurs moyennes dans environnement				
Eau de mer (µg/L)	1-2	0,6	0,2	1,9
Sédiments (µg/g poids sec)	5-3000	45	60	252
Contamination moyenne des coquillages (µg/g poids frais)				
Huitre (min-max) (n=6) *	0,003	0,03-0,17	0,02-0,15	6,3 (moyenne RNO)
Moule (min-max) (n=6) *	0,88-3,39	0,20-0,53	0,07-0,25	7,3 (moyenne RNO)
Coque (moyenne) (n = 2) **	1,78			
Pétoncle (moyenne) (n = 1) **	2,42			
Bigorneau (moyenne) (n = 3) **	6,39			
Bulot (moyenne) (n = 3) **	15,8			
Coq St Jacques (moy) (n = 4) **	2,96			
DHTP (µg/kg p.c./sem.) Ou Dose à ne pas dépasser	15 (As inorg) 140-250 µg AsTotal/jour	nd	nd	100 µg/jour
Contribution des coquillages (% à la DHTP)				
forts consommateurs (Calipso) population générale (EAT)	1,2 % (As inorg) 0,1 % (estimé***)			
Apport alimentaire d'origine coquillage chez homme adulte				
	7,99 µg/jour	0,76 mg/jour	0,23 µg/jour	nd
Imprégnation moyenne par rapport à la valeur basale % (valeur basale)				
Sang Urine	nd 280% (10 µg/g Créat, pour As inorg)			
Classe de risque	T + N ; Cat. 1 CIRC	Xn + T (monoxyde)	T + N ; Cr(VI) Cat. 1 CIRC (cancérogène pour l'homme)	Xn (pentaoxyde de divanadium) ; combustible (trioxyde de vanadium)
Toxicité	Aigu : troubles digestifs ; Chronique : cancers peau, poumon, vessie, rein, troubles cutanés	Troubles digestifs ; effet cancérogène probable	Cr(VI) : troubles digestifs ; insuffisance rénale	Symptômes d'empoisonnement systémique sévère et mort (pentaoxyde de divanadium) ; maux de tête, vomissements (trioxyde de vanadium)
Références	Merian <i>et al.</i> , 2004 ; CALIPSO ; Afssa 2001 ; fiches toxicologiques INRS ; EAT ; Saavedra <i>et al.</i> , 2004 ; Roux <i>et al.</i> , 2001 ; fiches internationales de sécurité chimique			

Contaminants <i>2^{ème} partie</i>	Mn	Cu	Zn	Co	Se
Source	Industrie (catalyse, fabrication de piles...)	Industrie électrique, construction...	Industrie (revêtement anti-corrosion, alliages...)	Industrie (alliages, pigments, fertilisants...)	Industrie (électrique métallurgique...)
Teneurs moyennes dans environnement					
Eau de mer (µg/L)	0,01	0,005-0,05	0,5-5	0,002	0,09
Sédiments (µg/g poids sec)	1,2	5-50	50-500	0,045	1,7 10 ⁻⁴
Contamination moyenne des coquillages (µg/g poids frais)					
Huitre (min-max) (n=6) *	3,18-7,07	6,90-30,1	111-312	0,01-0,05	0,011
Moule (min-max) (n=6) *	1,32-3,68	0,89-2,39	8,23-26,7	0,07-0,18	0,011
Apport nutritionnel conseillé	2-3 mg/jour ^a	0,8-2 mg/jour	6-19 mg/jour	0,6 µg/jour	20-80 µg/jour
Dose à ne pas dépasser	4,2-10 mg/jour	nd	15-40 mg/jour	200 µg/jour	150 µg/jour
Apport alimentaire d'origine coquillage chez homme adulte					
	0,01 mg/jour	0,02 mg/jour	0,11 mg/jour	0,12 µg/jour	0,03 µg/jour
Classe de risque	Xn (dioxyde Mn)	Xn	C (chlorure) ; Xi (sulfate) ; T (chromate) + N	T + N (sulfate Co) ; Xn (cobalt)	T + N
Toxicité	Chronique : Troubles nerveux et respiratoires	Chronique : hépatite ; troubles neurologiques	Troubles digestifs	Syndrome irritatif respiratoire	Troubles digestifs ; signes neurologiques
Références	EAT ; Mérian <i>et al.</i> , 2004 ; fiches toxicologiques INRS, Afssa 2001				

Contaminants <i>3^{ème} partie</i>	Mg	Mo	Radionucléides ⁹⁹ Tc, ¹²⁹ I, ²²⁶ Ra, ²¹⁰ Po, ²³⁸ U, ²³⁹ Pu, ²⁴⁰ Pu, ²⁴¹ Am
Source	Industrie (chimique, alliages...)	Industrie (alliages, catalyse, pigments...)	Industrie nucléaire ; Fabrication d'engrais ; Activités minières
Teneurs moyennes dans environnement			
Eau de mer (µg/L)	1,3 10 ⁶	nd	¹³⁷ Cs 0,002 – 0,500 Bq/L ⁹⁹ Tc 0,350 Bq/L ²¹⁰ Po 1 - 5 Bq/m ³ ²¹⁰ Po 9 - 125 Bq/kg
Sédiments (poids sec)	45	8. 10 ^{-4b}	
Contamination moyenne des coquillages µg/g poids frais			
Huitre (min-max) (n=6) *	590-957	0,02-0,20	nd
Moule (min-max) (n=6) *	160-673	0,05-0,51	²¹⁰ Po 150 - 600 Bq/kg poids sec ²¹⁰ Po 80 - 1200 Bq/kg poids sec ²¹⁰ Po 15 Bq/kg poids sec
Pétoncle	nd	nd	
Mollusques (moy mondiale)	nd	nd	
Apport nutritionnel conseillé (limite à ne pas dépasser)	80-420 mg/jour 750 mg/jour	30-50 µg/jour ^a 350 µg/jour	Homme 2 mSv/an (dose individuelle maximum probable)
Apport alimentaire d'origine coquillage chez homme	1,2 mg/jour	0,33 µg/jour	²¹⁰ Po 160 µSv/an*
Classe de risque	Xi (chlorure Mg)	Xi	Risque radiologique et chimique
Toxicité	Tétanie musculaire, troubles digestifs	Diarrhées, anémies, immaturité érythrocytaire, uricémie	Irradiation, contamination, cancers
Références	Afssa 2001 ; EAT ; fiches toxicologiques INRS ; Mérian <i>et al.</i> , 2004 ; OSPAR ; IRSN, Pradel <i>et al.</i> , 2001		

* Les données de contamination des coquillages sont obtenues à partir d'un échantillon composite individuel de 5 sous-échantillons au maximum, pondérés en fonction du lieu d'approvisionnement majoritaire pratiqué par les consommateurs du panel Sécodip. Les analyses ont porté sur une prise d'environ 0,6 g par échantillon composite, et chaque échantillon a été analysé en double.

** Chaque échantillon de produit frais analysé est composé d'environ 1000 g de produit, soit 5 sous-échantillons de 200 g. L'origine et la répartition de ces 5 sous-échantillons ont été déterminées en fonction des lieux d'achat, sélectionnés à partir des données de fréquences d'achat de l'enquête de consommation, qui ont été pondérées par les fréquences de consommation et les quantités consommées.

nd : non déterminé ; T : Toxique ; N : dangereux pour l'environnement ; Xn : nocif ; C : corrosif ; Xi : irritant ; ^a besoins estimés chez l'adulte, n'ayant pas de valeur d'ANC ; ^b concentration estimée

*apport alimentaire en ²¹⁰Po pour un européen consommant chaque année 100 kg de poisson et 10 kg de fruits de mer provenant de l'Atlantique du nord-est.

Le Polonium²¹⁰ est l'un des radionucléides qui peut éventuellement avoir un impact sanitaire : l'exposition par ingestion n'est pas négligeable, les doses annuelles pouvant atteindre quelques centaines de microsievverts (µSv) par an chez les adultes (seuil d'exposition 1 millisievert (mSv)/an, Pradel *et al.*, 2001).

2. Contaminants organiques

Les mollusques bivalves peuvent être exposés à une multitude de contaminants organiques persistants ou non, appartenant à des familles chimiques très variées. Deux tableaux synthétiques (tableaux 3 et 4) fournissent un bref descriptif des principales données disponibles dans la littérature concernant les polluants identifiés dans les eaux, les sédiments et les mollusques bivalves (Calipso, OSPAR, etc.)

Concernant les organoétains

Parmi la centaine de composés organostanniques existants, les composés de l'étain mono-, di- et tributylés (MBT, DBT et TBT) et mono-, di- et tri-phénylés (MPT, DPT et TPT) sont plus particulièrement retrouvés dans les produits de la pêche. Les octylétains ne sont pas détectés dans ces denrées. En France, l'exposition moyenne et au P95 des forts consommateurs des produits de la mer aux 9 composés organostanniques sont très inférieures à la dose journalière tolérable (8 à 19 % de la DJT) de 0,25 µg/kg p.c./ pour la somme des quatre composés tributylétain (TBT), dibutylétain (DBT), triphénylétain (TPT) et di-octylétain (DOT). Il convient de noter cependant qu'aucune donnée de contamination sur des denrées autres que les produits de la mer n'est disponible, notamment concernant les denrées végétales.

Au regard de l'ensemble des résultats disponibles, l'Afssa a conclu dans son avis du 18 avril 2006 que l'exposition aux organoétains au travers des produits de la mer ne semble pas présenter un risque pour le consommateur.

Tableau 3 : Contaminants organiques réglementés par une teneur maximale dans la chair de coquillage (Règlement (CE) n°1881/2006)

Contaminants	PCB	Dioxines et furanes	HAP
Sources	Produits industriels : huiles de transformateurs et condensateurs Plastifiants peinture et matières plastiques, étanchéité	Incinération. Procédés métallurgiques Utilisation de chlore actif dans blanchiment de la pâte à papier Moteurs à explosion, feux de forêts, combustion du bois	Constituants du pétrole brut, incinération et combustion incomplète de matières organiques : bois, charbon, mazout. Production de pétrole. Activités offshore. Revêtement goudron de houille, gaz d'échappement, Feux de forêts, éruptions volcaniques
	Réservoirs actuels : sols, sédiments, décharges publiques et équipements anciens Remobilisation des sédiments anciens (dragage) Apports fluviaux, atmosphériques et courants océaniques, activités nautiques de plaisance ou professionnelle		
Teneurs moyennes dans l'environnement			
Eau de mer (ng/L)	0,001	Non disponible	Benzo[a]pyrène 0,001 – 0,005 Fluoranthène 0,036 – 0,285 Benzo[b+k]fluoranthène 0,001 – 0,017 Pyrène 0,011 – 0,053 HAP totaux < 0,0001 - 8500
Sédiments (µg/kg poids sec)	PCB congénères (28/52/101/138/153/180) < 0,010 – 0,116	0,020	Benzo[a]pyrène 0,2 – 112 Fluoranthène 0,72 – 160 Benzo[b+k]fluoranthène 1,1 - 434 Pyrène 0,6 – 128 HAP totaux estuariens 200 - 6000
Contamination moyenne des coquillages pg/g masse fraîche			
Huîtres	ΣPCB-DL 0,324	ΣPCBi 2700	(ΣPCDD/F) 0,272
Moules	0,334	3950	(ΣPCDD/F) 0,228
Coq St Jacques	0,193	4977	(ΣPCDD/F) 0,199
Seuils réglementaires (mg/kg PF)	Σ(PCDD/F+PCB-DL) 8,0	ΣPCDD/F 4,0	Benzo[a]pyrène 10
DJT (ng/kg p.c./j.)	ΣPCB 20 (eq Aroclor) ΣPCBi 10	0,001 – 0,004	
DMTP (pg/kg p.c./mois)		ΣPCDD/F+ ΣPCB-DL 70 (JECFA)	
Apport alimentaire journalier		Σ(PCDD/F+PCB-DL) : 1,8 pg TEQ _{OMS} /kg p.c./j	Σ(6 HAP) : 1,4 ng TEQ _{OMS} /kg p.c./j
Toxicité Ecotoxicité	perturbateur endocrinien neurotoxique, immunotoxique	Chloracné Immunodépresseur Cancérogène (2,3,7,8 TCDD)	perturbateur endocrinien Benzo[a]pyrène : cancérogène. Moins bioaccumulatifs et biomagnifiants que les organo-chlorés,

Contaminants	PCB	Dioxines et furanes	HAP
			Métabolisation lente par moule / poisson
Statut	Principales applications interdites en France (1987), abandon total en 2010		
Références	CALIPSO ; OSPAR ; Afssa ; fiches toxicologiques INRS ; règlement (CE) N°1881/2006 ; AESA ; INERIS ; OMS ; JECFA		

Tableau 4 : Contaminants organiques non réglementés dans les coquillages (tableau en 3 parties)

Contaminants <i>1^{ère} partie</i>	TBT, Organostanniques	HCB
Sources	Procédés antisalissures, agent antifouling, Réservoirs actuels : sols, sédiments, décharges publiques et équipements anciens, remobilisation des sédiments anciens (dragage) Apports directs, fluviaux, atmosphériques et courants océaniques, activités nautiques de plaisance ou professionnelle	Agriculture, fongicide, décharges
Teneurs moyennes dans l'environnement		
Eau de mer (ng/L)	0,6	≈ 1
Sédiments (µg/kg poids sec)	0,001	0,040 – 0,070
DJT (ng/kg p.c./j.)	Σ(organoSn) 250	160
% contribution coquillages / apport alimentaire total		
AAJ / (DJT x 60)	0,0034	
Classe de risque	T, N	
Toxicité Ecotoxicité	TBT, perturbateur endocrinien TPT, toxique pour reproduction et développement DBT, TBT, TPT : immunotoxique	
Statut	Interdiction totale au 01/01/08	
Références	CALIPSO ; OSPAR ; Afssa ; AESA	

TBT : tributylétain, TPT : triphénylétain, DBT : dibutylétain ; HCB : hexachlorobenzène, T : Toxique, N : dangereux pour l'environnement

Contaminants <i>2^{ème} partie</i>	Dieldrine	DDT /DDE /DDD DDT total	Lindane α-, β-, γ-HCH
Sources	Stocks environnementaux		Agriculture, protection des bois, médecine vétérinaire et usage domestique Lutte contre les phytophages, les parasites du bétail et les insectes commensaux
Teneurs moyennes dans environnement			
Eau de mer ou sédiments	nd	nd	nd
Moule (mg/kg poids sec)			
Eau (µg/L)	0,005 – 0,05	0,005 – 0,05	0,0005 – 0,005
Sédiments (mg/kg poids sec)	0,0005 – 0,005	0,0005 – 0,005	
Contamination moyenne des coquillages			
Moule (µg/kg poids sec)		DDE 5 – 50	
Moule (µg/kg poids frais)			≈ 1
DJT ou VTR	aldrine + dieldrine 0,0001 mg/kg p.c./j		0,005 mg/kg p.c./j
Apport alimentaire journalier d'origine coquillage chez homme adulte (µg/j)			
	nd	nd	nd
Classe de risque			R23/24/25, R36/38
Toxicité Ecotoxicité			Troubles neurologiques
Propriétés physico-chimiques et phénomènes déterminant le devenir des contaminants			Très peu hydrosoluble, très soluble dans les solvants organiques
Statut	Interdit	Interdit	
Références	CALIPSO ; OSPAR ; Afssa ; fiches toxicologiques INRS, OMS		

DDT, dichlorodiphényltrichloroéthane, DDE, dichlorodiphényldichloroéthylène, DDD, dichlorodiphényldichloroéthane, HCH, hexachlorocyclohexane, PCB, polychlorobiphényles ; nd : non déterminé ; R23/24/25 : toxique par inhalation, contact avec la peau, ingestion) ; R36/38 : irritant pour les yeux et la peau

Contaminants <i>5^{ème} partie</i>	Toxaphène	Triazines Atrazine, simazine	Dichlorvos	Retardateurs de flamme bromés, PBDE, Polybromodiphényles éthers	Paraffines chlorées
Sources	Pesticide, mélange complexe d'organochloré	Pesticide	Utilisé dans les élevages de saumon : parasiticide du pou de mer, insecticide – acaricide	Capitonnage automobile et aéronautique, adjuvants textiles et polymères, purifications d'eau photographie	Plastifiants, adjuvants des fluides de travail des métaux, retardateurs de flamme, industrie du cuir
Teneurs moyennes dans l'environnement					
Eau de mer (ng/L)		< 2 - 42		DEBDE 1 - 1700	10
Sédiments (µg/kg poids sec)					
Critères d'évaluation écotoxicologique*					
(mg/kg poids frais)	10				
Contamination moyenne des coquillages µg/g masse fraîche					
	nd	nd	nd	nd	nd
DJT (ng/kg p.c./j.) ou autres VTR		Atrazine 500 ng/kg p.c./j Simazine 520 ng/kg p.c./j	80 ng/kg p.c./j DL50 rat 17 – 80 mg/kg p.c. DL50 souris 61 -135 mg/kg p.c. DL50 lapin 10 – 12,5 mg/kg p.c. DL50 chien 100 mg/kg p.c.	Aucune VTR existante LOAEL octoBDE : 8 mg/kg p.c./j LOAEL pentaBDE 72 mg/kg p.c./j	
Apport alimentaire journalier d'origine coquillage chez homme adulte					
(ng/personne/j)				Poissons + produits mer : 85 150	
Classe de risque			R24/25		
Toxicité			Inhibiteur Acétylcholinestérase Mutagène, Cancérogène, Reprotoxique	Perturbateur endocrinien Neurotoxique, Potentiellement cancérogène	
Propriétés physico- chimiques et phénomènes déterminant le devenir des contaminants			Peu hydrosoluble, soluble dans les solvants organiques	Très lipophiles, très peu hydrosolubles Adsorption forte sur sédiments	
Statut	Non utilisé dans zone Ospar	Interdit en France Utilisations limitées			Fin d'utilisation prévue pour paraffines à chaîne courte
Références	CALIPSO ; OSPAR ; Afssa ; fiches toxicologiques INRS ; INERIS				

R24/25 : toxique par inhalation, contact avec la peau, ingestion

A cette liste de contaminants organiques, s'ajoutent les composés suivants, dont les données limitées ne permettent pas de renseigner les éléments du tableau :

- les muscs synthétiques, nitro-muscs et muscs polycycliques, issues de la parfumerie ;
- OPE, éthoxylates octylphénoliques et NPE, éthoxylates nonylphénoliques, issus du nettoyage industriel et des lieux publics, traitement des textiles et du cuir ;
- hydrocarbures, BTEX et phénols, issus de l'industrie pétrolière offshore, boues et déblais de forage, eau de production, déversements accidentels ou illégaux ;
- les substances faisant partie des 33 substances prioritaires listées dans le domaine de l'eau (annexe X de la directive 2000/60/CE), qui ne figurent pas dans les tableaux présentés ci-dessus :alachlore, benzène, chloroalcanes, chlorfenvinphos, chlorpyrifos, dichloroéthane, dichlorométhane, di(2-éthylhexyl)phthalate (DEHP), diuron, endosulfan, hexachlorobutadiène, isoproturon, pentachlorobenzène, pentachlorophénol, trichlorobenzène, trichlorométhane (chloroforme), trifluraline.

Concernant les pesticides, il conviendrait d'évaluer si les coquillages ont la capacité de les accumuler à des niveaux qui pourraient représenter un risque pour l'homme, sachant que les molécules lipophiles persistantes peuvent s'accumuler dans les coquillages à des niveaux de concentrations qui fluctuent avec le cycle de la reproduction (ex : DDT) et donc la teneur en graisse des coquillages.

Chapitre III : Description et analyse du système de surveillance chimique du milieu et des coquillages (RNO)

1. Le dispositif de la surveillance chimique du milieu : RNO

Le Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (RNO) a pour objectif d'évaluer les niveaux et les tendances de la contamination chimique du littoral et des paramètres généraux de la qualité du milieu. Il intègre également des mesures d'effets biologiques des contaminants. Créé en 1974 par le Ministère chargé de l'Environnement, il est coordonné par l'Ifremer.

Surveillance des contaminants

Compte tenu des difficultés de collecte d'échantillons valides pour des analyses de traces dans l'eau et de la faible représentativité spatiale et temporelle de ceux-ci, cette surveillance porte en priorité sur des matrices intégratrices, organismes et sédiments. Les mollusques bivalves, moules et huîtres, sont utilisés comme indicateurs quantitatifs de contamination.

Tableau 5 : Contaminants mesurés par l'Ifremer dans la matière vivante.

Métaux : argent (Ag), cadmium (Cd), chrome (Cr), cuivre (Cu), mercure (Hg), nickel (Ni), plomb (Pb), vanadium (V), zinc (Zn)
Organochlorés : DDT, DDD, DDE, lindane (γ -HCH), α -HCH, polychlorobiphényles : PCB indicateurs (28, 52, 101, 138, 153, 180) et PCB de type dioxine (105, 118, 156, 180)
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) : naphtalène, mono, di, tri et tétra méthyles naphtalènes, acénaphthylène, acénaphthène, fluorène, mono et di méthyles fluorènes, phénanthrène, anthracène, mono, di et tri méthyles phénanthrènes/anthracènes, fluoranthène, pyrène, mono et di méthyles pyrènes/fluoranthènes, benzo[a]anthracène, triphénylène, chrysène, mono et di méthyles chrysène, benzofluoranthènes, mono méthyle benzofluoranthènes, benzo[e]pyrène, benzo[a]pyrène, pérylène, dibenzo[a,h]anthracène, benzo[g,h,i]pérylène, indéno[1,2,3-cd]pyrène. Hétérocycles soufrés : dibenzothiophène, mono, di et tri méthyles dibenzothiophène, benzonaphtothiophènes, monométhyle benzonaphtothiophènes.

Actuellement, le RNO comprend environ 90 points de prélèvements, dont 9 dans les DOM, échantillonnés par les agents de l'Ifremer présents localement 2 fois par an en métropole et 4 fois par an aux Antilles. Le littoral métropolitain est découpé en 43 sites incluant 119 bassins, chaque site ayant 1 à 4 points de prélèvements (bulletin RNO, 1997).

A l'origine, en 1978, la majorité des sites comportaient au moins l'estuaire d'un fleuve d'un débit moyen annuel supérieur à 20 m³/s ou un versant de fleuve côtier (Morel, 1999⁴). En 1993, le zonage du RNO a été revu pour être harmonisé avec la notion de bassin hydrologique définie pour le REMI et le REPHY, pour former un découpage unique cohérent à 2 niveaux (site et bassin) utilisés dans la base de données QUADRIGE, et analysables sur SIG (Système d'Information Géographique). Les raisons du découpage répondent donc au départ à des contraintes physiques, qui ont ensuite été étendues aux critères administratifs (limites intercommunales et interrégionales) pour faciliter la collaboration avec les décideurs et les usagers.

Il apparaît que **les sites du RNO englobent les zones de production conchylicole mais que le ou les points de prélèvement ne s'y trouvent pas forcément, la localisation des points de prélèvement étant définie sur un critère de représentativité du site.**

⁴ Morer, 1999, Surveillance de la qualité de l'environnement littoral, Ifremer édition, 72 p.

Jusqu'en 2002, la fréquence de prélèvement était de 4 fois par an (février, mai, août, novembre), pour intégrer les variations saisonnières dues principalement au métabolisme des organismes (bulletin RNO, 1991). Depuis 2003, Ifremer a abaissé cette fréquence à 2 fois par an pour les métaux (février, novembre) et 1 fois par an pour les contaminants organiques (novembre), en se basant sur leur connaissance des variations saisonnières après plus de 20 ans de suivi trimestriel.

La diminution du nombre de points analysés dans une zone (de 6 points en 1979 à 3 points depuis 1997 pour le bassin d'Arcachon) est la conséquence d'opérations régulières d'optimisation du RNO menées par l'Ifremer. La dernière optimisation concernant la répartition spatiale de l'échantillonnage a eu lieu en 1996, sur la base de tests statistiques de redondance (niveaux et tendances).

L'ensemble des analyses chimiques est effectué par le département DCN/BE de l'Ifremer, au centre de Nantes. Une partie aliquote des échantillons y est conservée pour constituer une banque d'échantillons couvrant l'ensemble du littoral depuis 1981.

A noter que la mesure du taux d'humidité est réalisée sur chaque échantillon lyophilisé, ce qui permet de convertir les teneurs exprimées en poids sec en poids frais afin de pouvoir les comparer aux seuils réglementaires (règlement (CE) n° 1881/2006).

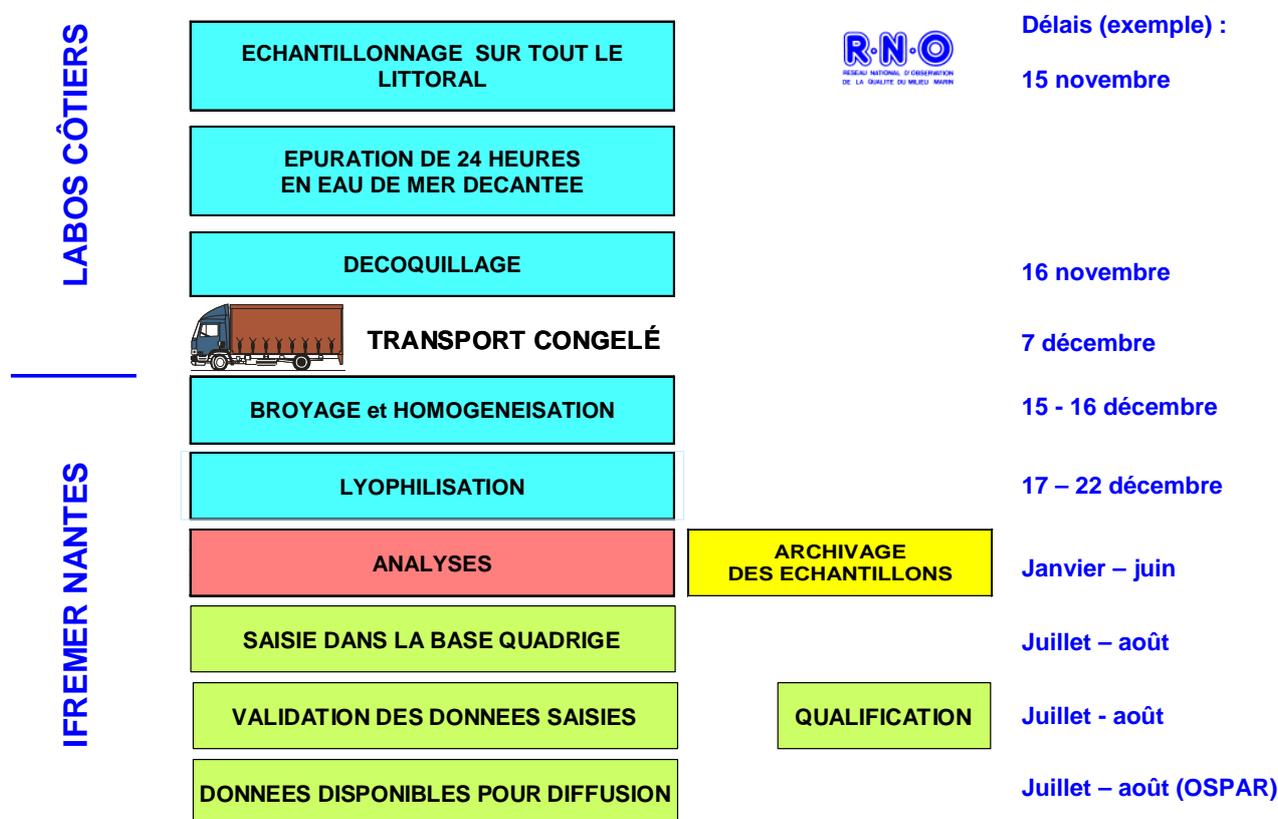


Figure 1 : Calendrier des analyses des contaminants chimiques par l'Ifremer

Les échantillons ne sont pas analysés en temps réel, **le RNO n'étant pas un réseau d'alerte mais un système de veille.**

Un système d'alerte se justifie lorsqu'il y a un risque de toxicité aiguë (intoxication suite à l'ingestion d'agents toxiques en une seule prise), comme cela est le cas pour les phycotoxines et les bactéries mais pas dans le cas des substances chimiques.

Tendances

Le suivi des contaminants dans les mollusques bivalves ayant aujourd'hui 30 ans d'existence, il permet à l'Ifremer d'évaluer les tendances évolutives des contaminations locales (augmentation,

diminution) et de les situer par rapport à la contamination nationale (médiane de l'ensemble des données) pour identifier les zones à risque et rechercher les sources de contamination chimique.

L'espèce indicatrice (moule ou huître) est sélectionnée selon sa présence naturelle dans la zone étudiée. Pour comparer les niveaux de contamination des différents sites suivis, l'Ifremer a établi des facteurs correctifs entre ces 2 espèces pour chaque contaminant (RNO 2006).

A noter que sur le bassin d'Arcachon, l'espèce indicatrice est l'huître creuse (carte en annexe 5).

Etudes spécifiques

En plus du suivi annuel des contaminants chimiques listés, le RNO met en place des études spécifiques.

Par exemple, une étude sur la contamination métallique des principales espèces d'intérêt halieutique en baie de Seine a été lancée en 2000. L'objectif était d'évaluer les niveaux de contamination par le plomb, le mercure, le cadmium, le chrome et l'argent chez cinq espèces d'intérêt commercial : le bulot, la coquille Saint-Jacques, la plie ou la sole, le cabillaud et la roussette.

Cette étude a montré une forte contamination des bulots par le cadmium, au-delà du seuil sanitaire chez les individus de très grande taille (supérieure à 70 mm). Suite à ce constat, un arrêté inter-préfectoral de classement en " D " des bulots de plus de 70 mm, et en " A provisoire " pour les bulots de moins de 70 mm a été pris en juillet 2002 sur l'ensemble de la baie de Seine et des côtes de Seine Maritime.

Au cours des années 2002 et 2003, les prélèvements ont été intensifiés sur les bulots, et notamment sur les individus de petite taille afin de valider la taille à partir de laquelle le seuil de 2 mg Cd/kg de chair humide est dépassée en moyenne, comme le stipule la norme sanitaire.

L'assurance qualité des résultats

Les séries d'analyse sont encadrées par des Contrôles Qualités Internes (CQI) qui comportent généralement un blanc de protocole et un standard interne subissant l'ensemble de la procédure analytique, un contrôle de la dérive de la sensibilité, un contrôle de la justesse par un matériau de référence (Interne, externe ou certifié), si possible certifié dont la matrice et la concentration en éléments d'intérêts doivent être les plus proches possibles des échantillons analysés. Il convient cependant de noter que l'assurance qualité intra-laboratoire doit être complétée par des essais inter-laboratoires d'aptitude.

Les laboratoires du RNO (ou ses prestataires) sont actuellement dans une démarche de formalisation de leur système d'assurance qualité (méthodes à valider selon les normes en vigueur, procédures à rédiger, habilitation du personnel, etc.) afin d'obtenir l'accréditation COFRAC qui leur permettra alors répondre à l'échéance 2009 pour obtenir le nouvel agrément mis en place en 2006 par le Ministère de l'Environnement.

L'Ifremer et certains laboratoires partenaires sont impliqués dans les programmes européens QUASIMEME (*Quality Assurance for Information from Marine Environmental Monitoring in Europe*) ou BEQUALM (*Biological Effects QUALity assurance in marine Monitoring*). L'inclusion de matériaux de référence certifiés (CRM) dans les séries analytiques est systématique lors des analyses dans la matière vivante et le sédiment.

Aspects internationaux

La convention OSPAR pour la protection du milieu marin de l'Atlantique Nord Est s'intéresse à la réduction des pollutions. Les travaux de surveillance du RNO permettent de satisfaire une partie des obligations françaises concernant cette convention. Au sein d'OSPAR, le comité sur les substances dangereuses (HSC) s'occupe de hiérarchiser les substances à surveiller, en tenant compte de celles qui sont déjà considérées par d'autres instances, telles que la DCE.

La "convention de Barcelone pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution", a mis en œuvre la phase III du programme de surveillance MED POL dans le cadre du Plan Action Méditerranée (PAM) du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE). Le RNO est également amené à fournir des données dans ce cadre.

Evolution du RNO en 2007 et 2008

En 30 ans, toutes les adaptations du RNO aux demandes internationales ont été menées en préservant son objectif premier de connaissance patrimoniale et d'acquisition de séries à long terme

dans le domaine environnemental marin. Le nombre de contaminants mesurés est ainsi passé en 30 ans de 9 à 59.

Il doit maintenant s'adapter à la mise en œuvre de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (2000/60/CE) en ce qui concerne la surveillance chimique. Actuellement, la DCE fixe une liste de substances qui implique d'élargir celle des contaminants actuellement surveillés. Une des évolutions majeures sera de s'intéresser aux contaminants "hydrophiles" (essentiellement les pesticides). Pour les contaminants hydrophobes, la couverture spatiale du RNO sera modifiée pour s'adapter aux masses d'eau identifiées par les bassins dans la frange littorale. Les réseaux de surveillance existants, dont le RNO, participent déjà à cette couverture mais il sera parfois nécessaire de créer de nouveaux points d'échantillonnage ou de déplacer des points existants. D'autres points pourront être supprimés dans un but d'optimisation du réseau de surveillance chimique.

La circulaire DCE 2007/20 du 5 mars 2007 du Ministère de l'écologie prévoit qu'à partir de 2008, le RNO ne réponde plus qu'aux obligations OSPAR et soit donc réduit au suivi dans les coquillages sur seulement 50% des masses d'eau surveillées pour la DCE. D'un point de vue pratique, cela résultera en la suppression de 19 points de surveillance en Manche-Atlantique ainsi que tous les points de Méditerranée (20) (en effet, MEDPOL n'est pas cité dans la circulaire).

Un projet de directive établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau et modifiant la DCE est à l'étude au niveau européen (projet du 7 juillet 2006, (COM(2006) 398 final). Ce texte prévoit une mise à jour de la liste des substances prioritaires et pour chacune d'elle une concentration maximale admissible (qui vise à éviter les conséquences irréversibles graves de l'exposition aiguë à court terme pour les écosystèmes) ainsi qu'une concentration moyenne annuelle (qui vise à éviter les conséquences irréversibles à long terme).

En conclusion, l'objectif du RNO est d'évaluer les niveaux et les tendances de la contamination chimique du littoral et des paramètres généraux de la qualité du milieu.

Ses principaux acquis sont :

- une ligne de base nationale sur 9 métaux, 14 organochlorés et 37 HAP
- des sites de référence et "points chauds" identifiés⁵
- des tendances temporelles établies pour 33 contaminants et 4 nutriments
- une banque d'échantillons mollusques depuis 1981
- des collaborations nationales et internationales
- une assurance qualité, effet moteur dans l'état de l'art analytique.

Ses perspectives sont :

- une adaptation aux grandes directives internationales (DCE, OSPAR...)
- une extension aux Départements d'Outre-Mer (en cours)
- une optimisation permanente.

2. Pertinence des indicateurs chimiques

Afin de répondre à cette question, il est nécessaire de préciser à quoi doivent faire référence ces indicateurs chimiques : s'agit-il d'indicateurs de la qualité du milieu ou bien d'indicateurs de qualité sanitaire de la denrée que sont les coquillages ?

Les indicateurs suivis par le RNO répondent à la première définition tandis que les indicateurs des plans de surveillance de la DGAI répondent à la seconde.

Le RNO suit un large éventail de contaminants chimiques, le nombre de contaminants mesurés est passé 9 à 59 en 30 ans. Il répond donc bien à son objectif de détection de dangers émergents en suivant également les substances chimiques qui ne sont pas réglementées dans le domaine des coquillages.

S'agissant de la pertinence des contaminants chimiques suivis par les plans de surveillance de la DGAI, ce point sera abordé dans le chapitre V.

⁵ Site de référence = site où les niveaux de présence des contaminants recherchés peuvent être considérés comme proches du bruit de fond naturel pour les substances existant dans la nature, ou tout au moins non représentatifs d'apports significatifs pour les substances artificielles.

"Point chaud" = site particulièrement contaminé. Par exemple, la Gironde est un hot spot pour le cadmium, la Seine pour les PCB.

Importance de la biodisponibilité et de la spéciation des contaminants inorganiques

Il convient de signaler que les seuils réglementaires en plomb, cadmium et mercure du règlement (CE) n° 1881/2006 sont basés sur des concentrations globales de ces contaminants dans les denrées alimentaires. Or, seule la fraction biodisponible est susceptible d'être transférée du coquillage à l'homme lors de la digestion. Cette fraction varie selon une multitude de facteurs et ne correspond généralement pas à 100% de la quantité présente dans le produit consommé.

Les produits de la mer (coquillages et poissons) et la viande sont les principales sources d'exposition à l'arsenic via l'alimentation. La toxicité de l'arsenic est fonction de la forme chimique et de la disponibilité biologique. Les formes inorganiques de l'arsenic sont plus toxiques que les formes organiques. Une proportion importante de l'arsenic organique dans les produits de la mer se trouve sous des formes qui sont peu toxiques comme l'arsénobétaïne et la triméthylarsine, et rapidement excrétées (ATSDR, 2000 ; Santé Canada, 2006). L'OMS indique qu'il existe des données limitées spécifiant que 25% de l'arsenic total serait sous forme inorganique dans les aliments. Les données de l'étude française (Noel *et al.*, 2000) suggéreraient une valeur de 10% sous forme inorganique pour les produits de la pêche et CALIPSO une valeur de 2% pour les coquillages.

Pour le mercure, c'est la forme méthylée qui est prédominante dans les produits de la mer et c'est aussi sous cette forme organique qu'il est le plus toxique. La bioaccumulation du mercure s'effectue à tous les niveaux de la chaîne trophique.

En conclusion, pour ces deux éléments, il est difficile d'interpréter le risque en terme de santé publique à partir de leur dosage sous forme totale, sans différencier la forme inorganique de la forme organique.

Fluctuations saisonnières des concentrations en contaminants et surveillance/vigilance

Au cours de l'année, les concentrations des contaminants chimiques fluctuent chez les mollusques bivalves. Pour les composés inorganiques, ceci se traduit par une « dilution biologique » au moment de la maturité sexuelle ayant pour conséquence une diminution de la concentration métallique (la quantité de contaminant est inchangée mais la masse de l'animal augmente). Ce phénomène a été constaté chez la moule pour le cadmium, le cuivre, le plomb et le zinc (Amiard *et al.*, 1986). Les concentrations les plus élevées sont observées en hiver-printemps et les plus faibles en été-automne, avec des rapports pouvant atteindre 1 à 4 selon les contaminants et les espèces (données Ifremer ; Devier *et al.*, 2005). Pour les composés organiques lipophiles, comme le DDT chez l'huître *Crassostrea virginica*, le phénomène est inverse avec une augmentation de la concentration au moment de la maturité sexuelle avec la fabrication des gamètes très lipidiques (Butler, 1973).

Par ailleurs, à contamination constante d'une masse d'eau, les coquillages ont des teneurs dans les tissus variables en fonction de leur cycle biologique : en période de reproduction, l'augmentation de la masse des gonades dilue les contaminants. La variabilité saisonnière doit être prise en compte. De ce fait la surveillance ne permet pas de rendre compte d'un événement à une échelle de temps réduite par rapport à la variabilité biologique. De plus le délai de réponse d'un organisme à une contamination ponctuelle ne permet pas de rendre compte de l'événement. Pour les rejets accidentels, le signal d'alarme est généralement la mortalité en fonction des stades de développement et de la sensibilité des espèces.

3. Pertinence des espèces sentinelles

Le RNO ne suit pas l'ensemble des espèces de coquillages, mais uniquement l'huître et la moule, en tant qu'espèces sentinelles (ou espèces indicatrices).

L'Ifremer, dans un objectif de déterminer la qualité du milieu, a sélectionné ces espèces selon les critères suivants:

- sédentarité
- abondance (nombre, taille)
- durée de vie
- tolérance aux variations de salinité
- résistance aux stress
- caractère intégrateur

L'un des critères fondamentaux d'une espèce sentinelle est sa capacité à concentrer les contaminants présents dans le milieu. Ceci renvoie à la notion de **facteur de bioaccumulation**. Pour survivre à ces fortes concentrations en contaminants, ces animaux s'appuient sur des systèmes de détoxication (voir annexe 4) permettant à l'espèce d'occuper une zone moins peuplée.

Outre l'avantage que présentent ces concentrations plus élevées en termes analytique, le suivi de la contamination du milieu par l'intermédiaire d'espèces indicatrices permet de s'affranchir des fluctuations en contaminants dans la masse d'eau, ce qui répond à la notion de caractère intégrateur. Ce point est d'autant plus important lorsqu'il s'agit d'évaluer des tendances de contamination d'une zone.

Toutefois, le RNO s'appuyant sur deux espèces indicatrices, l'Ifremer a dû établir des facteurs correctifs entre ces deux espèces pour chaque contaminant, afin de comparer les niveaux de contamination des différents sites suivis. En effet, à niveau de contamination égal du milieu, les moules et les huîtres ne concentrent pas tous les contaminants dans la même proportion. Les différences sont minimales et non significatives pour les contaminants organiques. Par contre, pour certains métaux, ces différences sont telles qu'elles interdisent la comparaison directe entre les deux bivalves. Ainsi le rapport des concentrations huîtres sur moules est de 50 pour l'argent, de 2,5 pour le cadmium, de 10 pour le cuivre et de 15 pour le zinc (Claisse *et al.*, 2006). Pour le plomb et le mercure, aucun facteur correctif n'est nécessaire car leurs minima (qui peuvent être considérés comme le bruit de fond géochimique) coïncident assez bien (une différence est observée pour le mercure, mais elle est non significative).

Concernant les autres espèces de coquillages que celles suivies par le RNO, il conviendrait de réaliser une étude spécifique des niveaux de contamination chimique dans l'objectif d'établir des facteurs correctifs par rapport aux niveaux de contamination chez les huîtres et les moules. En effet, selon les contaminants, l'huître ou la moule ne sont pas nécessairement les espèces qui présentent les niveaux les plus élevés de contamination. En fonction des résultats, il pourra être jugé pertinent de suivre d'autres espèces dans les zones de production ou de pêche des coquillages.

Par exemple, pour le suivi de la radioactivité autour de La Hague, la patelle est l'espèce comestible qui a été retenue. Elle est peu mais localement consommée. En plus de la concentration des principaux radionucléides, une étude est en cours concernant les métaux.

4. Conclusion : RNO et surveillance sanitaire des coquillages

1) Si le RNO remplit bien ses objectifs en tant que réseau de surveillance environnementale, au regard du suivi de la qualité chimique du littoral, à travers des mesures :

- i) de la contamination des sédiments marins,
- ii) de l'imprégnation de deux espèces sentinelles, la moule et l'huître, forts bioaccumulateurs de la majorité des polluants,
- iii) de quelques effets biologiques, bien que l'on puisse regretter que ce dernier aspect ait été abandonné ces dernières années,

il n'est cependant pas en charge d'un programme de surveillance sanitaire de la production conchylicole.

2) Néanmoins, les données produites par le RNO ont souvent été utilisées pour le classement des zones conchylicoles et rejoignent l'aspect sanitaire sur les aspects suivants :

- exclusion des zones impropres à la production conchylicole, sur la base des trois contaminants chimiques réglementés (Pb, Cd, Hg) ;
- identification des origines de la contamination afin de permettre au gestionnaire d'agir sur la source de contamination ;
- acquisition de données sur des contaminants non réglementés pour identifier les dangers émergents
- connaissance sur les tendances spatio-temporelles des contaminations permettant d'identifier des zones à surveiller préférentiellement en cas de tendance à la hausse et donc d'adapter les contrôles officiels qui sont réalisés en aval de la filière.

En conséquence, le RNO contribue à la protection du consommateur. Cependant, les données étant générées dans un objectif environnemental, elles ne sont pas nécessairement utilisables à des fins d'estimation de l'exposition alimentaire.

3) La représentativité spatiale du RNO ne prend pas en compte, à priori, l'ensemble des zones de production et de pêche des coquillages mais plutôt des grandes aires de conchyliculture (côte normande ou Marennes Oléron par exemple). D'un point de vue temporel, le suivi actuel (tel que mis en place depuis 1997) ne permet plus de prendre en compte la variabilité saisonnière marquée mais il reste représentatif d'une contamination sur l'année. En outre, il convient de noter qu'une fréquence de prélèvement de 1 ou 2 fois par an ne permet pas de mettre en évidence une contamination

ponctuelle par des composés à demi-vie courte (de quelques jours à quelques mois) alors que les coquillages sont consommés tout au long de l'année.

Enfin, le délai d'analyse des échantillons est de 6 mois (le RNO étant un système de veille, il n'y a pas d'urgence à rendre des résultats comme cela est le cas pour un réseau d'alerte). Il conviendrait d'évaluer dans quelle mesure le délai d'analyse pourrait être raccourci pour répondre à un objectif sanitaire.

4) Dès lors qu'une espèce de coquillages produite localement est commercialisée, il conviendrait de s'assurer que la ou les espèces indicatrices de la zone du RNO concernée est bien représentative du niveau de contamination chimique ainsi que des variations spatio-temporelles. Dans le cas contraire, il serait souhaitable que cette espèce fasse partie des espèces indicatrices de cette zone du RNO. Une telle démarche permettrait d'autoriser la production d'espèces conformes tandis que d'autres, non conformes sur une même zone (du fait des différences de bioaccumulation), seraient interdites.

5) Afin que les données issues du RNO puissent être comparées aux seuils réglementaires en plomb, cadmium, mercure (et autres contaminants réglementés), il serait utile que l'Ifremer mette à disposition les niveaux de concentration dans les mollusques en poids frais, en plus du poids sec, même s'il est observé que le poids sec se justifie par une plus faible variabilité de la mesure.

6) Il serait souhaitable d'acquérir des données à l'aide de biomarqueurs pour compléter les analyses chimiques et avoir une estimation globale de l'état sanitaire des organismes et de la qualité des zones conchylicoles.

L'utilisation du RNO pour la prise en charge d'un programme de surveillance sanitaire au regard du risque lié aux contaminants chimiques nécessiterait une adaptation :

- de son plan d'échantillonnage concernant :
 - d'un point de vue spatial, le positionnement des points de prélèvement et du zonage afin de s'assurer de la représentativité des zones de production et de pêche ;
 - d'un point de vue temporel, la fréquence de prélèvement afin de prendre en compte l'aspect saisonnier des concentrations en polluants dans les organismes ;
- des délais de rendu des résultats des analyses chimiques.

Suggestion pour un futur réseau de surveillance sanitaire des coquillages : la biosurveillance active

La biosurveillance active a été utilisée par de nombreux chercheurs pour de nombreuses espèces de coquillages. Divers programmes de routine, comme Rinbio (Ifremer) en Méditerranée, le mettent en œuvre depuis plusieurs années. La biosurveillance active présente plusieurs avantages par rapport à une surveillance classique (Andral *et al.*, 2003). Les animaux transplantés ont un historique connu, le temps d'exposition est contrôlé, le choix de l'emplacement des stations est indépendant de la bathymétrie et le positionnement des individus dans la colonne d'eau est contrôlé. De plus, les mesures sont optimisées car les échantillons sont plus homogènes grâce à une sélection des individus mis en expérimentation (origine parentale, taille, âge, originaire d'un site sain...). Diverses contraintes existent comme une logistique lourde, une interprétation des données dépendante de la variabilité physico-chimique et trophique des sites de stabulation et oblige à la détermination de paramètres biométriques complémentaires. La littérature abondante dans ce domaine permet d'avoir des protocoles de transplantation qui prennent en compte le temps nécessaire à l'équilibre avec le milieu de transplantation, le stress initial et les facteurs trophiques du site d'implantation.

Rinbio a été développé sur la façade méditerranéenne pour évaluer la qualité des masses d'eau dans lesquelles les coquillages sont absents. Ce qui est généralement le cas pour le champ moyen⁶ alors que le RNO est conçu pour étudier le champ proche. Cette méthodologie a été étendue à l'ensemble de la Méditerranée à travers des programmes européens (Mytilos et Mytimed) appuyé par le PNUE (Programme des Nations-Unies pour l'Environnement, MED POL). Les coquillages sont exposés pendant 3 mois ; cette période d'exposition a été estimée nécessaire pour atteindre la phase d'équilibre entre la concentration de contaminants dans l'eau et les coquillages pour l'ensemble des contaminants. Les contaminants suivis sont identiques à ceux du RNO auxquels certains radionucléides ont été ajoutés ainsi que trois éléments (Ni, As, Cr). En premier lieu, ces études ont

⁶ Champs moyen = zone au large par opposition à zone côtière

permis d'identifier des zones contaminées comme l'avait fait le RNO lors de sa mise en place (1978) pour l'évaluation de la contamination de la matière vivante. A terme il sera possible de déterminer des tendances d'évolution de contamination. Sur le plan de la surveillance environnementale, Rinbio est complémentaire du RNO par une extension vers le large. Sur le plan sanitaire, Rinbio n'apporte pas d'éléments d'informations puisqu'il se situe très largement à l'écart des zones de production.

Il serait donc nécessaire de s'assurer que Rinbio traduise bien la contamination des organismes issus de production à des niveaux comparables, d'autant plus qu'il peut exister des différences physiologiques entre la population Rinbio et celle produite. Rinbio serait un système complémentaire, à visée explicative et de détermination de tendance, mais il serait judicieux de garder une surveillance sur les productions qui seront réellement consommées.

5. Epuration chimique des coquillages

Au cours des différentes étapes de la production des coquillages, des opérations de purification sont réalisées afin de réduire les risques de contamination microbiologique. La question qui se pose est de savoir si cette épuration microbiologique contribue à une épuration des contaminants chimiques présents dans les coquillages.

Description des dispositifs de purification microbiologique

L'opération de purification microbiologique consiste à immerger des coquillages vivants dans des bassins alimentés en eau de mer propre pendant le temps nécessaire à l'élimination des contaminants microbiologiques pour les rendre aptes à la consommation humaine. Cette opération concerne les coquillages provenant de zones de production classées B ou C qui peuvent être récoltés mais ne peuvent pas être remis directement aux consommateurs.

Selon les systèmes, les temps de purification varient de deux à plusieurs jours. En France, le principe retenu est celui **des 48 heures** (recommandations de la profession). Il peut être inférieur pour certaines espèces de coquillages plus fragiles (tellines, palourdes...) mais il faut noter qu'aucun délai minimum n'est imposé par la réglementation.

L'épuration chimique des contaminants

Lorsqu'ils sont maintenus dans un grand volume d'eau de mer propre, les organismes marins contaminés s'épurent, c'est-à-dire qu'ils éliminent les contaminants chimiques accumulés dans les parties molles. Le paramètre permettant de quantifier l'élimination est la demi-vie biologique, qui correspond au temps que met la moitié de la quantité d'une substance pour disparaître de l'organisme ou de l'organe.

Cette décontamination suit une cinétique qui dépend non seulement du différentiel de concentrations mais aussi de trois grands types de facteurs :

- facteurs propres à la contamination chimique du milieu (nature des contaminants, niveau de contamination et son évolution temporelle, voie de contamination),
- facteurs physiologiques de l'organisme (effet de la croissance, de l'amaigrissement, de la reproduction et de la condition physiologique, effet d'espèce)
- facteurs environnementaux (température, quantité et qualité nutritive) (Casas, 2005).

La voie de contamination

Dans le cas des mollusques filtreurs, la voie de contamination est le seston (particules inertes ou vivantes). Comme pour les particules inertes, la contamination du phytoplancton se fait par adsorption des composés chimiques à la surface et diffusion à l'intérieur des cellules. La contamination par voie alimentaire (phytoplancton) conduit généralement à des demi-vies plus longues que la contamination directe par l'eau.

Le temps de contamination

Plus le temps de contamination est long, plus la vitesse de décontamination sera lente.

Le niveau de contamination

Plus le niveau de contamination est élevée, plus le temps de décontamination sera long.

La nature des contaminants

La nature organique ou inorganique des contaminants influence leur répartition dans l'organisme (composé lipophiles dans les tissus gras) et leur élimination.

L'espèce

La moule a la capacité d'éliminer les organites cellulaires impliqués dans la détoxification de divers contaminants (lysosomes), tandis que l'huître les conserve toute sa vie. Certains toxiques sont dits cumulatifs car ils s'accumulent tout le long de la vie chez certaines espèces ; c'est le cas du zinc chez l'huître.

Exemples de demi-vies

Quelques exemples de demi-vies pour les contaminants chimiques chez les mollusques bivalves sont rapportés dans le tableau 6. Même si ce tableau est loin d'être exhaustif, il souligne la grande variabilité des demi-vies selon les contaminants, les espèces et les niveaux de contamination atteints par les individus et permet de donner des ordres de grandeur. Rappelons qu'après une période de demi-vie, la concentration du polluant diminue de moitié dans l'organisme, après dix périodes, la concentration est divisée par mille.

Tableau 6 : Exemples de demi-vies de contaminants chimiques chez les mollusques bivalves

Espèce	Nom commun	Contaminant chimique	Demi-vie biologique (jours)	Références
<i>Mytilus edulis</i>	Moule	TBT	21 - 36	Yang <i>et al.</i> , 2006
		TBT	69	Page <i>et al.</i> , 1995
		DBT	115	Page <i>et al.</i> , 1995
		Fluoranthène	30	Pruel <i>et al.</i> , 1986
		Benzo(a)anthracène	18	Pruel <i>et al.</i> , 1986
		Chrysène	14	Pruel <i>et al.</i> , 1986
		Benzo(e)pyrène	14	Pruel <i>et al.</i> , 1986
		Benzo(a)pyrène	15	Pruel <i>et al.</i> , 1986
		Indenol(1,2,3-cd)pyrène	16	Pruel <i>et al.</i> , 1986
		PCB 28	16	Pruel <i>et al.</i> , 1986
		PCB 101	28	Pruel <i>et al.</i> , 1986
		PCB 128	37	Pruel <i>et al.</i> , 1986
		PCB 153	46	Pruel <i>et al.</i> , 1986
	Zn	76	In : Bryan, 1976	
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Moule	Hg	1000	In : Bryan, 1976
<i>Mya arenaria</i>	Mye	TBT	71 - 94	Yang <i>et al.</i> , 2006
<i>Gafrarium tumidum</i>	Clam	Ni	35 ± 7	Hédouin <i>et al.</i> , 2007
<i>Venerupis decussata</i>	Clam	TBT	17 - 38	Gomez-Ariza <i>et al.</i> , 1999
<i>Crassostrea gigas</i>	Huître	Cu	11,6 – 25,1	Han <i>et al.</i> , 1993
		Zn	16,7 – 30,1	Han <i>et al.</i> , 1993
		Cd	137	Geffard <i>et al.</i> , 2002
		Cu	430	Geffard <i>et al.</i> , 2002
		Hg	44	In : Bryan, 1976
		Zn	335	Geffard <i>et al.</i> , 2002
		Zn	255	In : Bryan, 1976
<i>Crassostrea virginica</i>	Huître	Fluoranthène	26 - 32	Sericano <i>et al.</i> , 1996
		Pyrène	10 – 12	Sericano <i>et al.</i> , 1996
		Benzo(a)anthracène	13 – 15	Sericano <i>et al.</i> , 1996
		Chrysène	12 – 16	Sericano <i>et al.</i> , 1996
		Benzo(e)pyrène	12 – 16	Sericano <i>et al.</i> , 1996
		Benzo(a)pyrène	9 – 10	Sericano <i>et al.</i> , 1996
		Indenol(1,2,3-cd)pyrène	10 – 11	Sericano <i>et al.</i> , 1996
		PCB 26	22	Sericano <i>et al.</i> , 1996
		PCB 118	73 – 299	Sericano <i>et al.</i> , 1996
		PCB 149	130 - > 365	Sericano <i>et al.</i> , 1996
PCB 153	51 - 102	Sericano <i>et al.</i> , 1996		
<i>Ostrea edulis</i>	Huître	Zn	890	In : Bryan, 1976
<i>Crassostrea belcheri</i>	Huître	Cd	5 - 16	Lim <i>et al.</i> , 1998
		Cu	5 - 9	Lim <i>et al.</i> , 1998
		Pb	4 - 14	Lim <i>et al.</i> , 1998
<i>Crassostrea iredaleii</i>	Huître	Cd	4	Lim <i>et al.</i> , 1998
		Cu	6	Lim <i>et al.</i> , 1998
		Pb	6	Lim <i>et al.</i> , 1998
<i>Isognomon isognomon</i>	Huître	Ni	infini	Hédouin <i>et al.</i> , 2007

Certaines des espèces du tableau sont des espèces exotiques non présentes en France, comme *Crassostrea virginica* qui est une huître creuse américaine.

Les principales productions conchylicoles en France sont par ordre d'importance commerciale : *Crassostrea gigas*, *Mytilus edulis* et *Mytilus galloprovincialis* (deux variétés d'une même espèce de moules qui s'hybrident en particulier sur la côte Atlantique), *Ostrea edulis*, *Ruditapes philippinarum* et *decussatus* (palourdes), *Cerastoderma edule* (coques), divers pectinidés et gastéropodes. Les études de demi-vie sur ces espèces produites et consommées en France seraient donc utiles, sur les différents contaminants d'intérêt, compte tenu de la variabilité inter-spécifique mise en évidence dans ce tableau. Les conditions environnementales (température, salinité, oxygène, taille des coquillages) pourraient aussi être précisées afin de comparer des résultats obtenus dans d'autres conditions.

Ostrea edulis est l'huître plate (ou de Belon) et les valeurs d'élimination seront proches de celles de l'huître creuse (ou japonaise) *Crassostrea gigas* ou de l'huître américaine *Crassostrea virginica* (ces 2 dernières étant très proches car elles appartiennent au même genre).

Exemples de cinétiques d'épuration chimique

L'exemple de la figure 2 ci-dessous montre les résultats d'une transplantation croisée effectuée avec des huîtres originaires soit de l'estuaire de la Gironde, soit de la baie de Bourgneuf (Geffard, 2001). Les huîtres autochtones de l'estuaire de la Gironde (GG) ont des teneurs en cadmium toujours supérieures à la concentration maximale admissible (CMA). Au contraire, celles originaires de la baie de Bourgneuf (BB) ont systématiquement des concentrations inférieures à cette CMA. Les huîtres de la baie de Bourgneuf transplantées dans l'estuaire de la Gironde (BG) se contaminent très rapidement en cadmium et ont des teneurs dépassant la CMA au bout de deux mois environ. Les huîtres de Gironde transplantées en baie de Bourgneuf (GB) éliminent le cadmium relativement lentement et ne retrouvent des concentrations de Cd inférieures à la CMA qu'après environ six mois.

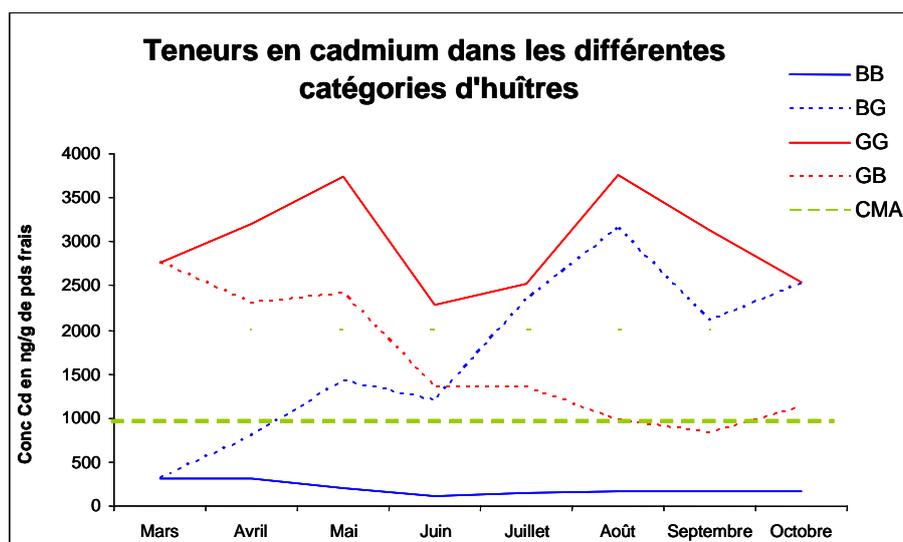


Figure 2 : Teneurs en cadmium de quatre lots d'huîtres en fonction du temps, au cours d'une expérience de transplantation croisée (Geffard, 2001).

Un autre exemple concernant la cinétique de décontamination du zinc, du cuivre, du plomb et du cadmium dans les huîtres (*Crassostrea iredalei*) est illustré par la figure 3. Il est important de noter que les concentrations initiales de plomb et de cadmium sont trois fois inférieures aux teneurs maximales définies par la réglementation. Néanmoins, cette cinétique montre que, pour ces deux éléments les concentrations décroissent rapidement durant les 10 premiers jours.

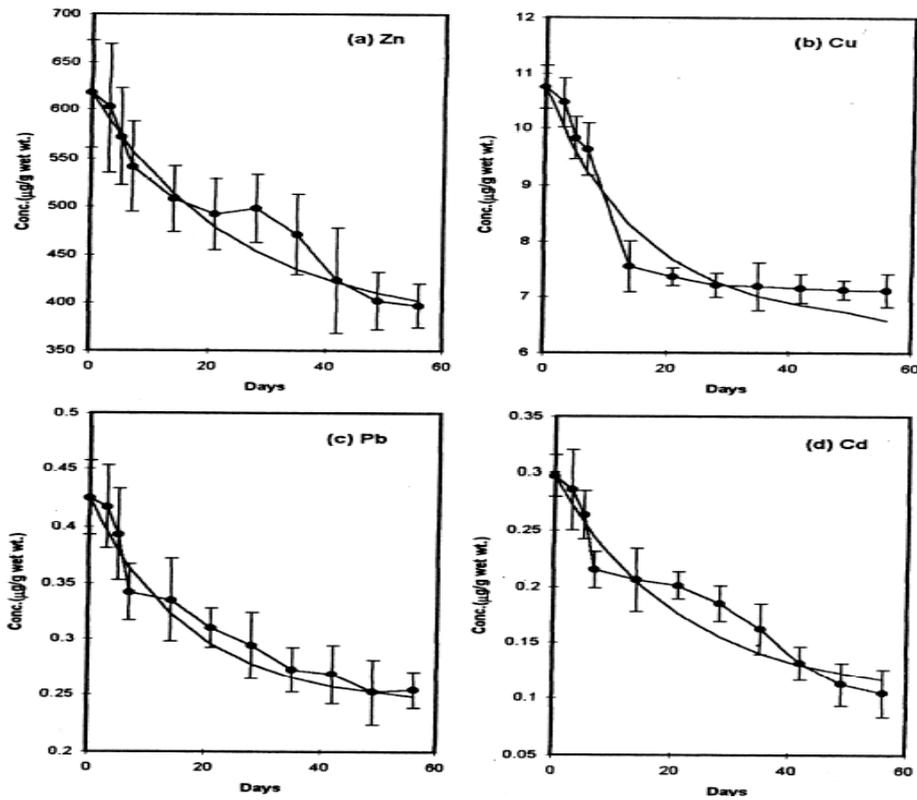


Figure 3 : Exemples de cinétiques d'épuration chimique chez l'huître (source : Lim *et al.*, 1998)

En conclusion, le temps d'immersion des coquillages pour l'épuration microbiologique de 48h est insuffisant pour l'élimination des contaminants chimiques (organiques et métaux).

Dans un objectif d'acquisition de connaissances du milieu marin, il serait souhaitable de réaliser des études afin d'obtenir des estimations fiables des demi-vies des principaux contaminants du milieu marin dans les espèces de coquillages. De telles données se révéleraient très utiles en cas de pollution chimique accidentelle, pour déterminer dans quel délai et dans quelles conditions la commercialisation des coquillages pourrait reprendre.

1. S'agissant de la réglementation générale

Comme précisé dans le chapitre I, le décret n°94-340 du 28 avril 1994 définit le classement de salubrité des zones de production A, B, C ou D, en application de la directive 91/492/CEE aujourd'hui abrogée par le Paquet Hygiène et notamment les règlements (CE) n°853 et 854/2004.

Au niveau communautaire, le Paquet Hygiène fixe les obligations suivantes :

- le classement des zones de production en 3 classes (A, B, C) sur la base de la contamination microbiologique moyenne de la zone de production
- la surveillance des zones de production lors de l'exploitation (854/2004, annexe II, chapitre II.b) sur les 3 types de risques : microbiologique, phytoplanctonique/phycotoxinique et chimique.

Ainsi, il n'y a pas d'obligation d'analyse des contaminants chimiques pour le classement des zones de production dans le Paquet Hygiène mais il y a une obligation lors de la surveillance. Les autorités françaises ont jugé pertinent de prendre en compte un critère chimique dès l'étude pour le classement de la zone. Au niveau national, c'est l'arrêté du 21 mai 1999 qui propose, sur la base de la directive 91/492, la méthodologie pour le classement et la surveillance des zones de production : en plus du classement microbiologique, il introduit un classement sur la base de la contamination chimique de trois métaux lourds : une concentration en plomb, cadmium ou mercure dans les coquillages supérieure au seuil fixé par le règlement (CE) n°466/2001 et maintenant le règlement (CE) n°1881/2006 à 1,5 mg/kg en poids humide pour le plomb, 1 mg/kg en poids humide pour le cadmium et 0,5 mg/kg en poids humide pour le mercure entraîne un classement en zone D, quelle que soit la valeur du critère microbiologique. Le respect de ces seuils permet un classement en zone A, B ou C selon la qualité microbiologique.

Dans la pratique, il y a une certaine souplesse dans un classement en zone D, avec la notion de zonage par espèce, c'est-à-dire qu'une dérogation peut être accordée pour récolter une espèce dont les teneurs en métaux sont conformes à la réglementation : exemple déjà cité des bulots page 15 dans « Etudes spécifiques ».

L'arrêté du 21 mai 1999 prévoit que le classement des zones de production soit établi sur la base **d'une étude de zone** réalisée par l'Ifremer, portant sur un ou plusieurs points de prélèvement, considérés comme représentatifs de la zone concernée, échantillonnés à raison d'un minimum de 26 prélèvements par point, sur des coquillages ayant séjourné sur zone au moins 15 jours (étude de la contamination microbiologique) ou 6 mois (contamination chimique). Si le classement concerne une zone qui a déjà fait l'objet de surveillance, les résultats disponibles peuvent être pris en compte. Les résultats servant au classement doivent être échelonnés sur une période minimale de un an, afin de tenir compte des phénomènes de variabilité saisonnière.

Le classement de salubrité des zones de production, définies par leurs limites géographiques précises, est prononcé par arrêté du préfet du département concerné sur proposition du directeur départemental des affaires maritimes, après avis du directeur départemental des affaires sanitaires et sociales. Cet arrêté est publié au Recueil des actes administratifs de la préfecture. Les DDSV ne sont pas directement compétentes mais dans le cadre des commissions annuelles de classement, elles peuvent mettre à disposition du DDAM et du Préfet les résultats des autocontrôles réalisés dans les établissements portés à leur connaissance ainsi que tout résultat d'analyses officielles.

Fréquence de révision du classement

La révision du classement d'une zone donnée est une notion permanente. Si les résultats de contamination microbiologique ou chimique laissent apparaître une dégradation ou une amélioration de la qualité, une procédure de révision du classement peut être entamée à tout moment par les Affaires Maritimes. Par contre, l'application du Paquet Hygiène devrait conduire à la révision du classement de toutes les zones françaises, mais cette procédure ne semble pas avoir été initiée pour l'instant.

2. S'agissant du bassin d'Arcachon

Les données relatives aux contaminants chimiques prises en compte lors du classement initial du bassin d'Arcachon étaient celles produites par le RNO, sur 5 points de prélèvement en 1979 puis 4 de 1980 à 1997 (localisation des points en annexe 5).

Il est important de noter que les résultats d'un même point RNO peuvent être utilisés pour classer plusieurs zones de production. L'Ifremer justifie cette démarche par le fait que les niveaux de contamination métallique (Pb, Cd, Hg) des coquillages sont très inférieurs aux seuils réglementaires et que, selon ses données, la variabilité spatiale de la contamination métallique est très faible.

Le RNO donne donc le bruit de fond de la contamination métallique du bassin d'Arcachon, alors que le REMI mesure la contamination microbiologique de chaque zone.

La classification du bassin d'Arcachon est présentée dans la figure 4. Les zones référencées par exemple en "zone 33-02", "zone 33-10a" ou "zone 33-10B" sont les zones de production conchylicole faisant l'objet d'un classement sanitaire. Chaque zone est un polygone :

- dont les limites ont été définies en fonction de caractéristiques locales (importance de la production, sources de pollution microbiologique éventuelle, délimitations permettant une gestion individuelle de la zone, etc.)
- dont le statut (A, B..) est défini par les données issues de la surveillance microbiologique (REMI).

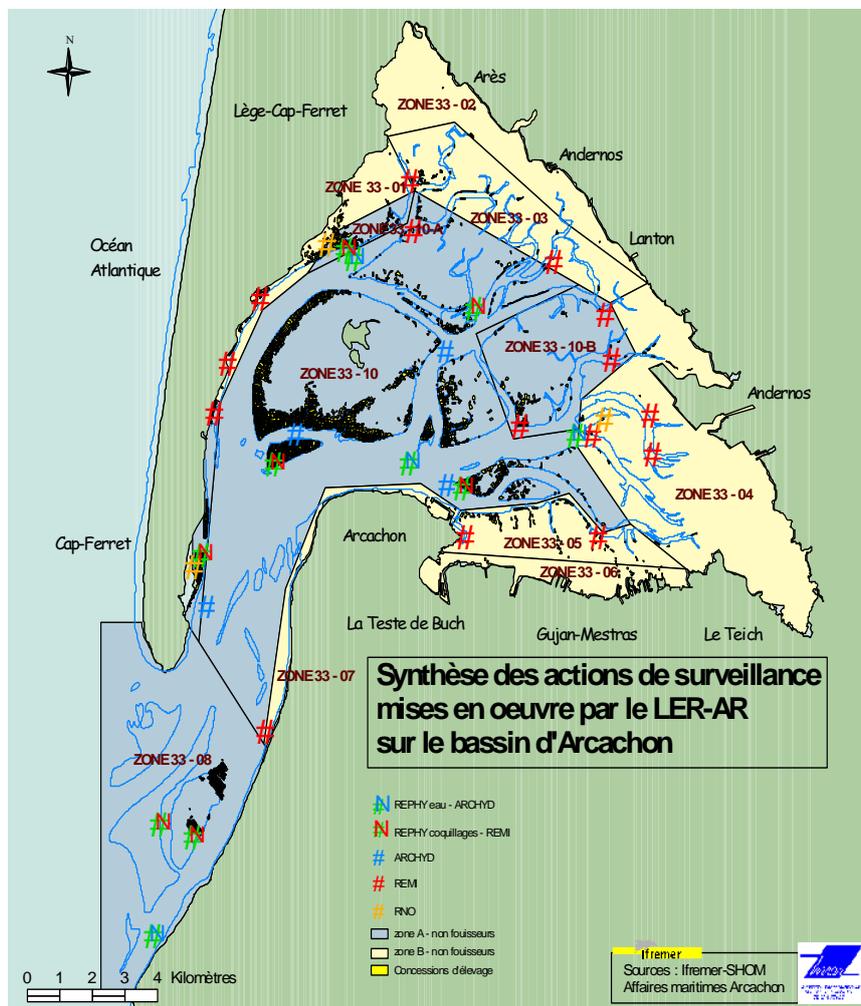


Figure 4 : Classification du bassin d'Arcachon (source : Ifremer)

L'Ifremer a transmis à l'Afssa une extraction de sa base de données relative aux teneurs en métaux observées par le RNO dans les huîtres du bassin d'Arcachon, pour 203 prélèvements, répartis entre janvier 1990 et novembre 2005 sur 5 points de prélèvements, soit 609 analyses au total.

Les moyennes des concentrations en plomb, cadmium et mercure sont présentées dans le tableau 7 (détail de la distribution des concentrations en annexe 6) et celles des autres contaminants dans le tableau 8 (avec d'autres données pour plomb, cadmium et mercure).

Tableau 7 : Concentrations (en mg/kg de poids frais) en plomb, cadmium et mercure observées par le RNO dans les huîtres du bassin d'Arcachon entre janvier 1990 et novembre 2005.

Contaminants	Seuils réglementaires en mg/kg PF	Moyenne des concentrations en mg/kg PF	Ecart-type	Nombre de prélèvements
Plomb	1,5	0,19	0,06	203
Cadmium	1	0,25	0,10	203
Mercure	0,5	0,03	0,01	203

Les concentrations maximales relevées par le RNO dans les huîtres du bassin d'Arcachon sont (en poids frais) de 0,43 mg/kg pour le plomb, 0,61 mg/kg pour le cadmium et 0,08 mg/kg pour le mercure, donc très largement inférieures aux seuils réglementaires.

Tableau 8 : Concentrations d'autres contaminants (en poids frais)* observées dans les huîtres du bassin d'Arcachon par le RNO (02/2000-11/2005) et dans les moules par Devier *et al.* 2005.

Contaminants inorganiques (en mg/kg de poids frais)	Huîtres (n) (moyenne ± écart type)	Moules (n) (min-max des moyennes selon les sites)
Cadmium	0,23 ± 0,09 (54)	0,14 – 0,18 (15)
Plomb	0,18 ± 0,04 (54)	0,25 – 0,31(15)
Mercure	0,03 ± 0,01 (54)	nd
Arsenic	nd	2,5 – 2,9 (15)
Nickel	0,21 ± 0,04 (18)	0,20 – 0,25 (15)
Chrome	0,17 ± 0,08 (42)	0,23 – 0,34 (15)
Vanadium	0,33 ± 0,12 (18)	nd
Cuivre	24,51 ± 9,62 (54)	1,1 – 4,1 (15)
Zinc	372,02 ± 112,54 (54)	28 – 42 (15)
Sélénium	nd	1,6 – 2,2 (15)
Argent	0,79 ± 0,33 (18)	nd
Contaminants organiques (en µg/kg de poids frais)	Huîtres (n)	Moules (n)
Organoétains (somme en Sn)	nd	7,2 – 394
PCB (somme de 6 congénères)	5,2 ± 3,6 (21)	5,4 – 7,0
HAP (somme HAP-EPA)	40 ± 11 (15)	13,3 – 262
DDT / DDE / DDD (somme des 3)	2,3 ± 1,3 (24)	nd
Lindane (α-, γ-HCH) (somme des 2)	0,23 ± 0,10 (24)	nd
Référence	RNO, données Arcachon	Devier <i>et al.</i> 2005

* poids frais obtenu en multipliant la valeur en poids sec par 18% ; nd : non déterminé

Les concentrations en cuivre dans les eaux du bassin d'Arcachon ont globalement augmenté depuis les 20 dernières années, probablement en raison de son utilisation dans les peintures antisalissure en remplacement du TBT. D'après les données écotoxicologiques, les concentrations atteintes dans la Baie resteraient inférieures aux seuils toxiques pour les larves d'huîtres (Auby et Maurer, 2004).

Dans l'étude de Devier *et al.* (2005), des moules ont été placées dans des cages en 6 points du bassin d'Arcachon et collectées mensuellement pendant 1 an pour étudier les niveaux de contamination en organoétain, métaux (Cr, Ni, Cu, Zn, As, Se, Cd, Pb), PCB et HAP. Les 6 points étaient répartis de la manière suivante : un site de référence (Moulleau), 3 sites dans des parcs à huîtres et 2 sites en zone portuaire (figure 5).

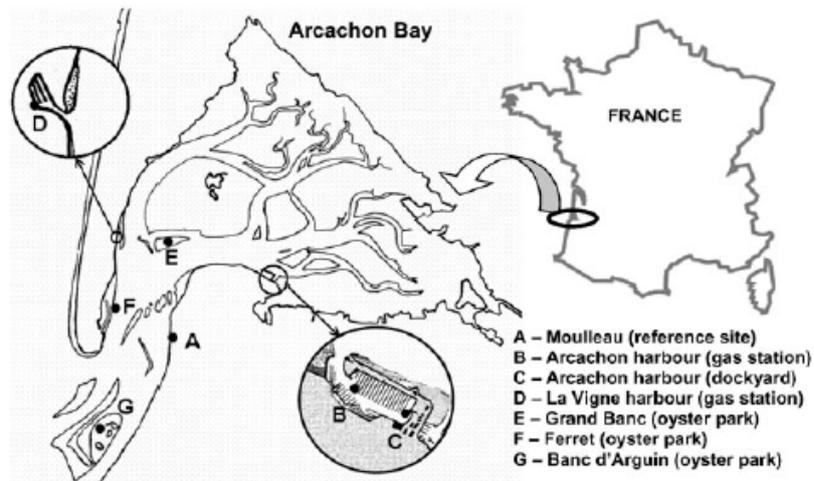


Figure 5 : Sites de transplantation des moules dans l'étude de Devier *et al.*, 2005

Concernant le TBT, les moules transplantées dans les parcs à huîtres ont montré des concentrations de l'ordre de 30 ng/g poids sec (avec une augmentation en juillet et août). Aucune trace de TBT n'était détectée dans l'eau. Les moules transplantées dans les zones portuaires ont montré des concentrations allant de 800 à 2400 ng/g poids sec avec des maximums observés entre avril et septembre. Les auteurs attribuent cette augmentation à une activité nautique élevée durant le printemps et l'été. Les concentrations en TBT mesurées dans l'eau de surface du port d'Arcachon allaient de **2 à 7 ng/l** (échantillons prélevés de mai à août) ; les facteurs de bioconcentration (concentration dans la moule divisée par la concentration dans l'eau de mer) correspondant allant de **$2,8 \cdot 10^5$ à plus de $1,3 \cdot 10^6$** . Ces facteurs représentent les valeurs les plus élevées reportées dans la littérature pour la moule *Mytilus sp.* Selon les auteurs, les teneurs en TBT de 400 ng Sn/g de poids sec mesurées dans les sédiments sont responsables des niveaux de contamination relevés dans les moules, par un phénomène de remise en suspension.

La vitesse de bioaccumulation du TBT observée dans cette étude est donc rapide et cohérente avec les données de la littérature (stabilisation après 25 jours).

Les auteurs concluent que le port d'Arcachon est hautement contaminé en organoétains de par la persistance de ces composés dans les sédiments, plusieurs années après l'interdiction de leur utilisation en temps que produits anti-salissures des bateaux. **Les concentrations relevées dans les moules transplantées dans le port soulignent le rôle que joue ce « point chaud » de contamination locale et le risque qu'il représente pour tout le bassin d'Arcachon.**

Ces données confirment les travaux de Auby et Maurer (2004) qui avaient montré des teneurs en TBT dans les eaux du bassin d'Arcachon entre 1997 et 2003 allant de 5,7 à 21,9 ng/l au niveau de la station service du port.

Tableau 9 : Concentrations en composés organostanniques (ng/l) dans les eaux du bassin d'Arcachon entre 1997 et 2003 (Auby et Maurer, 2004)

Station	Localisation	TBT									
		08/97	08/98	07/00	08/00	07/01	08/01	07/02	08/02	07/03	08/03
1	Entre bouée 13 et Cap Ferret	1,1	-	0,3	2,4	<0,4	0,8	1,27	<0,35	0,49	<0,34
2	Port d'Arcachon station service	21,9	8,4	15,2	6,0	17,9	5,7	14,20	12,16	8,54	5,84
3	Part d'Arcachon face criée	12,7	4,5	20,9	14,3	11,1	7,1	11,65	14,00	7,36	11,50
4	Chenal Teychan entre J0 et 18	<0,6	<0,4	0,4	0,4	1,5	1,7	0,51	<0,35	<0,38	<0,38
5	Chenal Teychan entre 3 et 12	<0,6	<0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	0,52	<0,35	<0,38	<0,38
6	Entre bouée 15 et Grand Banc	2,4	<0,4	0,2	0,6	<0,4	1,1	1,48	<0,35	<0,38	<0,38
7	Chenal Piqueu Villa algérienne	0,7	<0,4	0,1	0,4	<0,4	0,8	0,93	<0,35	0,78	<0,38
8	La Teste Port- Fond darse est	<0,6	-								
9	Chenal d'Arès estey Jacquets	<0,6	<0,4	0,5	0,9	0,4	0,6	0,84	<0,35	0,51	<0,38
10	Chenal Girouasse entre 8 et E1	4,2	<0,4	0,3	0,3	0,5	0,5	0,53	<0,35	<0,38	0,00
11	Andernos port ostréicole	1,2	-								
12	Milieu port Bétey Andernos	<0,6	<0,4	0,3	0,7	1,5	3,1	3,62	2,49	1,09	0,68

Les effets toxiques sur le plancton et les mollusques associés à ces niveaux de concentration en TBT dans l'eau de mer sont présentés dans la figure 6, d'après Alzieu et Michel (1998).

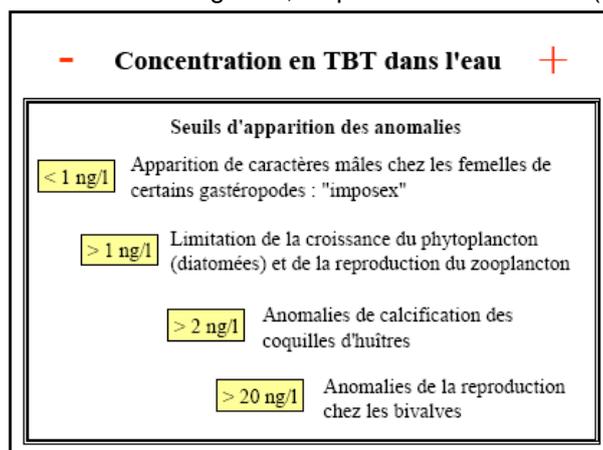


Figure 6 : Seuils (en ng TBT/l) d'apparition des anomalies provoquées par le TBT sur différents groupes végétaux et animaux (d'après Alzieu et Michel, 1998).

Concernant les HAP, des niveaux élevés ont été mesurés dans les moules placées dans le port d'Arcachon, avec des pics en mai-juin et août (moyennes annuelles les plus élevées de 1450-1620 ng/g de poids sec selon les HAP pris en compte et les sites et un maximum de 2698 ng/g de poids sec, étude de Devier *et al.*, 2005).

Concernant les PCB indicateurs, les niveaux mesurés dans les moules étaient bas (moyennes annuelles de 30 à 40 ng/g de poids sec sans différence entre port et parcs à huîtres, étude de Devier *et al.*, 2005).

Concernant les pesticides et les biocides, 21 molécules ont été détectées dans l'eau du bassin d'Arcachon au cours des étés 1999 à 2003, avec des concentrations allant de quelques ng/L à quelques centaines de ng/L. Il s'agissait principalement d'herbicides, dont certains sont interdits aujourd'hui (étude Auby et Maurer, 2004). Selon les auteurs, il peut y avoir un impact de la présence de ces molécules sur le développement du petit phytoplancton servant de nourriture pour les larves, mais probablement pas sur le développement larvaire des huîtres.

En conséquence, les travaux de Auby et Maurer (2004) et de Devier *et al.* (2005) soulignent la nécessité de suivre les niveaux de contamination en TBT et HAP dans les zones de production conchylicoles du bassin d'Arcachon, pour s'assurer qu'il n'y a pas une migration de la pollution depuis le port vers les parcs à huîtres.

Ces recommandations, basées sur l'exemple du bassin d'Arcachon, valent pour l'ensemble du littoral français. D'autres zones géographiques, de même type semi-fermé, sont concernées par la présence de composés organostanniques. Les concentrations les plus élevées en TBT et ses produits de dégradation sont logiquement observées à proximité des zones portuaires, comme la rade de Brest (1500 ng/g de TBT) et la rade de Lorient (440 ng/g) en Atlantique, le golfe de Fos (1100 ng/g), la rade de Toulon (4100 ng/g) et le golfe de Saint-Tropez (1550 ng/g) en Méditerranée (Averty *et al.*, 2005). Des valeurs relativement élevées sont aussi trouvées dans des zones côtières comme l'estuaire de la Seine, le long du Pays Basque et dans l'étang de Thau.

En conclusion :

1) Les critères de classement des zones de production conchylicole mis en place au niveau français offrent un niveau de protection du consommateur plus élevé que celui fixé par la réglementation européenne, car il prend en compte le risque lié à la contamination chimique des coquillages dès le stade de classement des zones (alors que la réglementation européenne n'envisage la surveillance des coquillages qu'au stade de la remise aux consommateurs). La catégorie D, qui semble être une spécificité française, permet d'exclure des zones de production dont les coquillages présenteraient des non-conformités systématiques en métaux lourds dans les plans de surveillance.

Toutefois, comme l'ont fait remarquer les inspecteurs de l'Office Alimentaire et Vétérinaire (OAV), les teneurs maximales en poids frais dans les mollusques pour le plomb (2 mg/kg) et le cadmium (2 mg/kg) autorisées par l'arrêté du 21 mai 1999 sont supérieures aux limites fixées par le règlement (CE) n°1881/2006 (respectivement 1,5 et 1,0 mg). L'arrêté du 21 mai 1999 devrait donc être rectifié.

2) Concernant les données utilisées pour définir le classement sanitaire des zones de production conchylicole, il semble que les Affaires Maritimes n'utilisent que les données fournies par le RNO. En l'absence de point de prélèvement RNO dans la zone à classer, les données considérées comme les plus représentatives sont alors utilisées, un même point pouvant servir au classement de plusieurs zones. **L'extrapolation d'un point RNO pour plusieurs zones ne garantit pas une sécurité sanitaire suffisante**, à moins d'être justifiée par des études spécifiques.

- S'agissant des données nécessaires pour définir le classement d'une zone, les données de surveillance du RNO pourraient être utilisées lorsqu'un (ou plusieurs) point(s) de prélèvement se trouve dans la zone de production conchylicole. Dans le cas contraire, une étude spécifique devrait être entreprise.

- S'agissant de la fréquence de révision du classement des zones de production, l'arrêté du 21 mai 1999 prévoit, dans son article 7, que la validité des arrêtés de classement ne peut excéder 10 ans. Dans la pratique, selon les informations transmises à l'Agence, il n'y aurait pas de procédure de révision périodique des classements mais la prise en compte des résultats annuels du RNO, susceptible de conduire à une modification du classement. Il serait souhaitable que la procédure de révision des classement des zones de production soit clarifiée, en tenant compte tout particulièrement des situations où les zones de production n'incluent pas de point de prélèvement du RNO.

Dans ces conditions, il serait souhaitable que soient revus les critères de prélèvement, l'emplacement des points, la fréquence et les méthodes d'analyse pour répondre aux objectifs de surveillance sanitaire des zones de production conchylicole, de pêche professionnelle et de pêche à pied.

Comme cela a été dit dans le chapitre III, la représentativité spatiale et temporelle du RNO n'est pas censée répondre, actuellement, à cet objectif.

3) Au vu des éléments mis en évidence dans le chapitre relatif à l'identification des dangers chimiques dans le milieu marin, **il apparaît souhaitable que les paramètres chimiques pris en compte pour le classement des zones de production soient complétés par les dioxines, les PCB et les HAP, des seuils applicables aux coquillages pour ces paramètres étant fixés par le règlement (CE) n°1881/2006.**

Il est également souhaitable de suivre les niveaux de contamination en organoétain (TBT) et en arsenic, afin de recueillir des données qui permettront, le cas échéant, de définir des seuils sanitaires dans les coquillages. Cette liste pourrait être complétée par les retardateurs de flammes bromés.

4) Il conviendrait également de prendre en compte, lors du classement d'une zone, le niveau de contamination chimique **de toutes les espèces de coquillages produites dans cette zone et qui sont commercialisées**, afin de s'assurer que ces espèces respectent toutes les seuils réglementaires. Ceci offrirait également la possibilité au gestionnaire d'autoriser, sur une même zone, la production d'espèces ayant donné des résultats conformes et d'interdire d'autres espèces ayant donné des résultats non conformes (du fait de capacités de bioaccumulation différentes).

Chapitre V :

Organisation et mise en œuvre des dispositifs de surveillance sanitaire et de contrôle des coquillages

1. Organisation

L'autorité compétente dans le domaine de la surveillance sanitaire des coquillages est le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche. Les compétences sont cependant réparties entre deux directions :

- la Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture (DPMA) assure la surveillance sanitaire **des zones de production conchylicoles** et coordonne l'action des Affaires Maritimes et est maître d'œuvre du REMI. La mise en œuvre du dispositif repose localement sur des laboratoires de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer), pour la partie prélèvements et analyses, et des Directions Départementales des Affaires maritimes (DDAM) qui, sous l'autorité des Préfets, assurent l'application locale de la réglementation sur la base des données récoltées par les laboratoires. Les DDAM sont donc chargées de proposer au Préfet de département les mesures de gestion qui s'imposent (fermeture et réouverture) et de veiller à leur application.
- La Direction Générale de l'Alimentation (DGAI) assure **la surveillance sanitaire des coquillages** dès lors qu'ils sont considérés comme des produits destinés à la consommation et font l'objet d'une manipulation, d'un traitement préalable (purification par exemple) ou d'un conditionnement en vue de leur commercialisation dans les établissements conchylicoles. Localement, ce sont les Directions Départementales des Services Vétérinaires (DDSV) qui sont chargées de l'application de la réglementation. Les services vétérinaires ont également compétence pour inspecter les établissements qui mettent sur le marché des mollusques bivalves vivants et mettre en œuvre les plans de surveillances programmés par la DGAI.

L'organigramme actuel fait intervenir un grand nombre d'acteurs y compris au niveau des administrations, suite au partage de la surveillance sanitaire des zones de production conchylicole (Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture) de celle des coquillages remis aux consommateurs (Direction Générale de l'Alimentation).

Pour faciliter la collecte, l'analyse, la gestion et la diffusion des informations et pour assurer une meilleure cohérence et une plus grande lisibilité du dispositif de surveillance, il est souhaitable de centraliser les compétences avec un **interlocuteur unique** qui assurerait la surveillance des coquillages depuis la production jusqu'à la mise sur le marché.

2. La surveillance des établissements conchylicoles : agrément et inspection

L'agrément des établissements conchylicoles

Les coquillages vivants ne peuvent être mis sur le marché en vue de la vente au détail que par un centre d'expédition, où une marque d'identification doit être appliquée, que ce soit pour les coquillages d'élevage ou de pêche (navires expéditeurs). Les pectinidés de pêche peuvent passer par une criée, un centre d'expédition ou par un établissement de transformation.

Les établissements conchylicoles de purification et d'expédition doivent avoir un agrément, accordé par le préfet du département.

La procédure d'agrément, précisée par l'arrêté du 8 juin 2006, implique à la fois la DDAM et la DDSV :

la DDAM (qui peut solliciter l'Ifremer), adresse un avis dans le domaine de ses compétences au préfet,

la DDSV vérifie la conformité aux conditions sanitaires des installations, des équipements et du fonctionnement.

Concernant les centres de purification, la demande d'agrément est suivie d'une période d'agrément provisoire de trois mois, au cours de laquelle 5 à 8 analyses de l'eau de mer sont réalisées, afin de montrer la maîtrise de sa qualité bactériologique. Le prélèvement d'eau est réalisé immédiatement après son introduction dans les bassins (c'est-à-dire après sa désinfection, lorsqu'elle existe, et avant de purifier les coquillages). Cinq lots de coquillages sont également analysés avant et après traitement.

Les inspections des établissements

Chaque DDSV établit annuellement une programmation de ses inspections en fonction d'une analyse de risque (activité, produits, volume, fonctionnement, notation de l'inspecteur). Comme souligné par l'OAV, il n'y a donc **pas d'harmonisation nationale**, mais une différence selon les départements sur les points inspectés et sur la fréquence d'inspection, notant que pour ce qui est de leur année d'inspection en 2004, l'ensemble des établissements n'ont pas été inspectés, faute de moyens humains suffisants.

Une fréquence d'inspection est alors définie par établissement en fonction du nombre d'établissements à inspecter, des priorités définies soit au niveau central soit localement et des ressources disponibles. Lors des inspections, une attention particulière est portée à la vérification du plan de maîtrise sanitaire.

Les contrôles officiels concernent l'établissement conchylicole mais aussi les claires ostréicoles (affinage), les bassins de stockage, de purification et de finition.

Pour les établissements conchylicoles, la note de service du 19 août 1998 détermine les contrôles officiels prioritaires à effectuer, qui comportent notamment les points clés suivants :

- la traçabilité des coquillages : enregistrement des coquillages entrants (auto-production ou achat) et sortants (expédition) ; présence et conservation des copies des documents d'enregistrement correspondant aux lots arrivants dans l'établissement...
- la qualité de l'eau et les modalités d'approvisionnement des établissements ;
- les autocontrôles.

Enfin, des contrôles à l'import sont réalisés au sein des Postes d'Inspection Frontalier (PIF) pour tous les lots rentrants, incluant des prélèvements pour analyse (microbiologique et chimique). Par ailleurs, les établissements recevant des coquillages provenant d'autres Etats membres doivent se déclarer en tant qu'établissement « premier destinataire » et sont susceptibles d'être contrôlés (arrêté du 11 mars 1996).

Afin de répondre aux exigences communautaires en matière de contrôles vétérinaires à l'importation, une instruction de la DGAI établit les procédures d'échantillonnage et de prélèvement. Ainsi, les lots de produits d'origine animale soumis au contrôle par sondage sont tirés au sort parmi ceux qui sont soumis à un contrôle physique en appliquant le taux national en vigueur de 3%.

L'objectif principal du contrôle à l'importation est de s'assurer que les produits importés sont d'une qualité sanitaire équivalente à celle exigée pour les produits mis sur le marché communautaire. Concernant les mollusques bivalves, les contaminants chimiques contrôlés sont ceux du règlement (CE) n°1881/2006.

Un guide technique d'inspection des établissements d'expédition et de purification agréés permettrait **une harmonisation nationale**. En outre, un bilan des inspections menées par les DDSV permettrait d'avoir des éléments sur la situation globale ou régionale.

3. Surveillance au niveau des conchyliculteurs

Au regard de la réglementation du Paquet Hygiène, la qualité sanitaire des coquillages livrés aux consommateurs devient de la responsabilité des conchyliculteurs.

En dehors des activités humaines et de leur impact sur la qualité des produits, il convient d'insister sur la qualité des eaux utilisées, l'entretien, la gestion des bassins, des installations mais aussi sur la gestion raisonnée des transferts qui sont intervenus avant la phase de purification et /ou de finition.

Un guide de bonnes pratiques est un outil proposant aux professionnels des moyens d'assurer les objectifs de la réglementation pour la maîtrise de la qualité des produits et la prévention de tout risque sanitaire pour le consommateur.

Une première version d'un guide de bonnes pratiques a été élaborée en 2003 et concernait les établissements de purification et d'expédition de coquillages vivants. Suite à un avis défavorable rendu par l'Afssa, les professionnels préparent une nouvelle version du guide, qui devra également prendre en compte le nouveau contexte réglementaire (application du paquet hygiène) et les recommandations de l'Afssa dans la définition et l'usage de l'eau de mer propre pour les produits de la pêche (avis du 26 juillet 2007).

Il convient de souligner ici que les centres conchylicoles agréés ne sont pas contraints à la mise en œuvre d'autocontrôles vis-à-vis de la qualité de leur eau, tel que celui demandé en phase d'agrément provisoire. La DGAI leur recommande d'entretenir des analyses régulières ou orientées en fonction des conditions environnementales locales et de leurs pratiques, afin de vérifier que la qualité de l'eau est correctement maîtrisée, en particulier en l'absence de désinfection de l'eau de mer pompée en zone de qualité B. Les paramètres à analyser ainsi que la fréquence minimale (selon l'activité et les quantités de coquillages expédiés) figurent dans une note de service de la DGAI (du 31 juillet 1995) pour les autocontrôles concernant les coquillages expédiés, les coquillages en tant que matière première (notamment lorsque l'exploitant diversifie ses origines) et, pour la purification, les coquillages avant et après purification. Cette note ne concerne que les **contaminants microbiologiques, les contaminants chimiques n'étant pas contrôlés en routine**.

Bien qu'il ne rentre pas dans le cadre de ce travail d'analyser tous les points du guide de bonnes pratiques, il convient de rappeler quelques éléments importants.

Autocontrôles

Les autocontrôles permettent de vérifier l'efficacité des mesures entreprises au cours de la production, des conditions de transport, de la purification, de l'affinage, de la finition et du produit fini. Ces autocontrôles doivent porter sur l'eau et sur les coquillages, sur les contaminants microbiologiques et chimiques.

Certains points devraient être précisés :

- âge de coquillages ;
- contrôle au moment du transfert (coquillages venant d'autres zones, d'autres pays) ;
- modalité de prélèvement ;
- fréquence ;
- identification des situations à risque ;
- préciser le nombre de prélèvements requis pour un lot (exprimée en quantité de produit et/ou en nombre d'unités élémentaires) et pour cela définir à quoi correspond un lot ;
- historique des grandes étapes (comme un transfert) ;
- définir précisément les mesures de gestion envisagées en fonction de la nature des résultats obtenus, ainsi que les mesures d'information auprès des services compétents ;
- conservation des résultats issus des autocontrôles, pour examen lors des visites d'inspection.

Les DDSV pourraient réaliser des bilans de ces autocontrôles, en vue de faire ressortir certaines difficultés.

La traçabilité des produits

La traçabilité permet de gérer au mieux le retrait de lots défectueux, de faciliter les contrôles et de garantir une meilleure transparence de la qualité des produits au consommateur. La traçabilité devrait donc suivre en théorie la production du coquillage en relation avec le risque pour le consommateur, c'est-à-dire, dans l'état actuel des connaissances, le plus tôt possible, selon par exemple un critère de taille.

La traçabilité concerne bien évidemment les relations avec un fournisseur ou un autre établissement, mais devrait concerner également les transferts entre zones d'un même établissement, même au stade de la production. **Un enquête de la DGCCRF souligne en effet l'existence de très nombreux flux inter-bassins en phase finale d'élevage des huîtres** (Note d'information n°2006-250, compte rendu de la TN 741 P sur l'origine et la qualité des huîtres). Ces flux convergent essentiellement des bassins normands et bretons vers les affineurs et expéditeurs du bassin de Marennes Oléron au cours des semaines qui précèdent la période des fêtes de fin d'année, afin de pouvoir satisfaire la forte demande des distributeurs, alors que les possibilités et les surfaces d'élevage sur ce bassin sont limitées.

Un registre devrait permettre de suivre cette traçabilité des produits. L'origine géographique comme le classement doivent y être précisés. Il conviendra de déterminer le niveau de précision pour définir l'origine géographique, s'il s'agit de la localisation d'une concession ou plutôt d'un secteur de production. En cas d'importation de pays tiers ou d'échanges communautaires, la même précision serait requise. Cette traçabilité dans la production est d'ailleurs requise dans le cadre zoosanitaire (directive 2006/88/EC du 24 octobre 2006 qui dans son article 15 et 17 insistent sur l'amélioration de la traçabilité et l'enregistrement dans les établissements pour tous les stades de production).

La qualité sanitaire d'un coquillage est le produit d'un historique et d'un environnement complexe. Cette traçabilité qui irait de la production à l'expédition devrait être suivie et contrôlée par les services compétents, en complémentarité entre les Affaires Maritimes et les Services Vétérinaires, permettant d'établir des bilans sur l'efficacité du suivi de cette traçabilité complète. Pour les établissements de purification et d'expédition, ceci est fait via le contrôle des bons de transport.

Le suivi et la gestion des mortalités de coquillages

Les mortalités de plus de 20 % dans un intervalle de 15 jours doivent être déclarées par les professionnels auprès des Affaires Maritimes. Une enquête est alors menée par l'Ifremer en vue de déterminer l'origine de ces mortalités, qu'elles soient d'origine environnementale, microbiologique ou zootechnique (souvent microbiologique : *Vibrio*, virus, champignon ou parasites). Pour des raisons zoosanitaires, l'Ifremer établit des bilans périodiques de ces mortalités d'huîtres à l'échelle nationale et régionale, entre autre via le réseau REPAMO. Les mortalités se répartissent en tâches au sein d'une même zone et affectent en général une seule espèce. Elles sont suspectées d'être d'origine pluri-factorielles (programmes MOREST, REPAMO) où interviennent la physiologie des huîtres, le milieu (il faut une température minimale de 19°C) et des facteurs aggravants (virus, bactéries). Selon les travaux de Gagnaire (2005), les pesticides pourraient faire partie des facteurs déclencheurs.

L'aspect épidémiologique de ces mortalités, le contexte zootechnique et environnemental, permettent d'orienter le diagnostic ; par exemple, si plusieurs espèces sont atteintes simultanément, une origine environnementale ou toxique sera fortement suspectée. Des mortalités liées à des efflorescences de *Gymnodinium*, des stress de transfert ou d'anoxie sont connus pour provoquer des mortalités. Il est cependant difficile de déterminer précisément l'origine de ces mortalités, car le suivi des professionnels est parfois assuré à intervalle de 2 semaines voire plus, par exemple lorsque certaines concessions ne sont accessibles qu'à de forts coefficients de marée. L'autre problème de ces mortalités est la gestion des coquillages en décomposition, qui peut affecter la qualité microbiologique notamment en milieu confiné.

Des mortalités estivales d'huîtres creuses sont régulièrement décrites sur le littoral français, sans menacer l'espèce, qui est même classée d'invasive. Des mortalités saisonnières récurrentes sont aussi décrites chez les palourdes et les coques, mais pas au même moment de l'année (au printemps chez les palourdes, et après des périodes orageuses chez les coques).

Il faut noter qu'il n'y pas de zoonose, d'agents infectieux pathogènes pour les huîtres connus pour être aussi pathogènes pour l'homme. Les mortalités anormales d'espèces marines (par exemple affectant plusieurs espèces de façon soudaine, simultanée, massive) pourraient dans certains cas faire l'objet d'investigation toxicologique plus approfondies au regard de certains pesticides ou biocides. Des programmes de recherche de l'Ifremer s'intéressent aux effets subléthaux, en tant qu'effets non spécifiques de polluants, qui pourraient être utilisés en tant que système sentinelles d'une dégradation de l'environnement.

La qualité de l'eau de mer d'approvisionnement des établissements

La définition réglementaire de l'eau de mer propre figure au point h de l'article 2 du règlement (CE) n°852/2004. Cette définition, très vague, présente des objectifs à atteindre sans définir clairement les critères à rechercher. Dans ce contexte, la DGAI a demandé à l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments de proposer des critères de qualité de l'eau de mer propre **pour la manipulation des produits de la pêche**, l'Afssa a rendu un avis le 26 juillet 2007.

L'eau utilisée dans les établissements conchylicoles est généralement pompée dans la mer, après un stockage éventuel dans une réserve d'eau. Les conditions d'approvisionnement en eau de mer propre des établissements conchylicoles ne sont pas fixées par la réglementation communautaire. Aussi, la réglementation nationale visant à transposer la directive 91/492/CEE a introduit certaines pratiques de décontamination afin de disposer d'eau propre dans les établissements de purification (Note de service DGAL/SDSSA/N2003-8058 du 27 mars 2003). L'arrêté du 25 juillet 1994 fixant les règles sanitaires de la purification et de l'expédition des coquillages vivants indique ainsi, dans son article 8 que :

- l'eau pompée en zone classée A peut être utilisée, même sans traitement préalable ;
- l'eau pompée en zone classée B, peut être utilisée soit après passage dans une réserve d'eau, soit après pompage directe dans la zone au moment où le niveau de la mer fournit une eau de la meilleure qualité possible, soit après utilisation de tout autre système permettant de disposer d'eau de mer propre ;
- l'eau pompée en zone C ou D doit être désinfectée par un système autorisé.

Le pompage de l'eau de mer dans le Domaine Public Maritime (DPM) **doit faire l'objet d'une autorisation délivrée par le service des Affaires Maritimes** compétents, conformément au décret n°83-228. Le pompage peut alors avoir lieu dans une zone classée pour la production de coquillages (zone A, B, C ou D). Le point de pompage doit être déterminé selon l'avis de la DDAM fondé sur les recommandations de l'Ifremer. L'avis de la DDAM est notamment requis, lors de l'instruction du dossier d'agrément, pour statuer sur « la qualité des eaux d'approvisionnement, l'opportunité et les moyens éventuels de les rendre propres, le rejet des eaux usées et, d'une façon générale, l'impact de l'environnement sur les centres et des rejets des centres sur l'environnement », (note de service DGAL/SDHA/N94/N°8060 du 29 mars 1994). L'eau alimentant un établissement conchylicole peut également provenir de forage (eau salée ou saumâtre).

En l'absence de critères d'eau de mer propre, l'évaluation de l'efficacité des systèmes de traitement pour la rendre propre est délicate. A l'heure actuelle, seuls sont reconnus et utilisés des dispositifs de traitement de l'eau pour réduire voire éliminer les **contaminants microbiologiques**.

En outre, la directive 91/492/CEE, désormais abrogée, indiquait que tout système de traitement de l'eau de mer doit être autorisé après que l'autorité compétente ait vérifié son efficacité. La transposition de cette disposition se trouve dans l'article R. 231-51 du code rural, indiquant que l'autorisation de ces traitements fait l'objet d'un arrêté conjoint du ministre chargé des pêches maritimes et des cultures marines et du ministre chargé de l'agriculture, pris après avis de l'Afssa (décret 2006-1675, annexe 3). **Dans les faits, aucun système de traitement n'a été évalué** par l'Afssa.

Néanmoins, l'entrée en application du Paquet Hygiène entraîne l'abrogation des dispositions prescriptives de la réglementation puisque le partage des responsabilités entre les professionnels et les services de contrôle est clarifié : le professionnel doit apporter la preuve que les produits qu'il met sur le marché sont sans risque. Cette évolution réglementaire entraînant un passage **d'une obligation de moyens à une obligation de résultats** a pour conséquence de ne pas conditionner l'utilisation d'un traitement de l'eau à une autorisation par l'autorité compétente. La charge de la preuve de cette efficacité revient au professionnel.

Dans ce contexte, **l'Afssa pourrait aider les professionnels en établissant des lignes directrices afin d'évaluer l'efficacité** des systèmes de traitement pour rendre l'eau de mer propre.

Si certains traitements comme l'application de rayonnements ultra-violets sont reconnus pour l'inactivation des différents pathogènes, dans les conditions normales d'utilisation, l'efficacité d'autres systèmes de traitement ou mode d'approvisionnement reste à évaluer.

La DGAI a transmis à l'Afssa, pour information, les dossiers techniques de deux dispositifs de traitements de l'eau de mer (annexe 7).

Le CES « Eaux », réuni le 3 avril 2007, a constaté l'insuffisance des données transmises et noté l'intérêt d'élaborer de lignes directrices pour l'évaluation de l'efficacité et de l'innocuité des traitements de l'eau de mer.

Les échanges d'information

Afin de gérer au mieux leur production et d'identifier les lots de coquillages à rappeler, les conchyliculteurs doivent être tenus informés des événements de contamination le plus tôt possible, par Ifremer et par les services de l'Etat. A l'inverse, des résultats d'autocontrôles non satisfaisants devraient être transmis à l'ensemble des acteurs de la filière.

En Conclusion :

1) Dans l'état actuel de la réglementation, les conditions d'approvisionnement en eau de mer dans les établissements conchylicoles ne prennent pas en compte le risque lié à une contamination chimique puisque le pompage en zone D est autorisé sans traitement adapté à ce type de paramètres. En conséquence, les conditions d'approvisionnement devraient être complétées, particulièrement au regard des recommandations émises par l'Afssa pour la définition de l'eau de mer propre pour les produits de la pêche (avis du 26 juillet 2007).

En outre, les critères de qualité ne concernent que l'eau de mer utilisée pour la purification. Il serait souhaitable d'étendre ces exigences à l'ensemble des utilisations de l'eau au contact des coquillages, quel que soit le but de la ré-immersion (stockage, maintien en vie, finition...).

2) Concernant les autocontrôles, qui constituent l'outil grâce auquel les professionnels peuvent s'assurer de la qualité sanitaire des coquillages livrés aux consommateurs et répondre aux exigences du Paquet Hygiène, plusieurs points apparaissent perfectibles. L'Afssa recommande de finaliser le Guide de bonnes pratiques d'hygiène dans les meilleurs délais. Un effort devrait porter sur les autocontrôles concernant les contaminants chimiques retenus pour la classification des zones de production (Pb, Cd, Hg) et ceux recommandés par l'Afssa dans le présent avis (PCB, dioxines, HAP, TBT, As, retardateurs de flamme bromés), ainsi que sur la traçabilité des coquillages.

4. Les plans de surveillance des coquillages mis sur le marché

Les mollusques bivalves sont soumis aux contrôles officiels prévus à l'annexe II du règlement (CE) n°854/2004. Des plans de surveillance annuels sont mis en place par la DGAI, depuis 1998, pour évaluer la contamination des coquillages au stade de leur mise sur le marché.

S'agissant des contaminants chimiques

Deux bureaux de la DGAI sont concernés par la surveillance chimique des coquillages :

- le bureau de la qualité sanitaire des produits de la mer et d'eau douce (BQSPMED) pour le plan de surveillance des contaminants chimiques dans les mollusques bivalves ;
- le bureau de la réglementation alimentaire et des biotechnologies (BRAB) pour le plan de surveillance communautaire dioxines.

La mission de coordination sanitaire internationale (MCSI) est également concernée pour les prélèvements à l'importation.

Pour chaque plan, la DGAI édite tous les ans une note de service détaillant les instructions aux DDSV pour l'année. Le nombre d'échantillons par catégorie de coquillage et par analyte est établi annuellement pour chaque département, en fonction de la production nationale.

La mise en œuvre des prélèvements est laissée au département, pour ce qui concerne la répartition sur l'année, le nombre de prélèvements par espèce de coquillage et les sites de prélèvement.

Pour les importations et les produits en provenance de l'UE, ceux-ci sont effectués au niveau des PIF ou au niveau des établissements.

Les prélèvements sont réalisés dans les centres expéditeurs agréés ou, pour les pectinidés, dans les criées constituant le premier stade de mise sur le marché de ces coquillages.

Les contaminants chimiques recherchés sont :

- les métaux : plomb, cadmium, mercure
- les PCB indicateurs : 7 congénères 28, 52, 101, 118, 138, 153 et 180
- les HAP : 15 depuis 2006, 11 HAP en 2005

Les pesticides ainsi que les antibiotiques ont été recherchés dans des plans de surveillance et de contrôle précédents (1998-2002).

Les seuils réglementaires sont rappelés dans le tableau 10. Pour rappel, ces seuils s'appliquent aux parties comestibles des coquillages (article 1^{er} du règlement (CE) n°1881/2006), c'est-à-dire la chair totale sauf pour les coquilles Saint-Jacques pour lesquelles la glande digestive, appelée à tort hépatopancréas, n'est pas prise en compte (décision des autorités sanitaires française).

Tableau 10 : Teneurs maximales applicables aux mollusques bivalves, selon le règlement (CE) n°1881/2006

Analytes		Teneur maximale (matière fraîche)
Métaux lourds	Plomb	1,5 mg/kg
	Cadmium	1 mg/kg
	Mercure	0,5 mg/kg
Dioxines et PCB	Dioxines	4 pg/g
	Dioxines + PCB-DL	8 pg/g
HAP	Benzo(a)pyrène	10 µg/kg

Concernant les HAP, les seuils d'exclusion égaux à deux fois les valeurs guides définies par l'Afssa sont également appliqués⁷ (valeur guide de 0,2 mg/kg de matière sèche pour 6 HAP).

⁷ Avis de l'Afssa du 20/01/03 relatif à l'évaluation des risques sanitaires qui pourraient résulter de la contamination des produits de la mer destinés à la consommation humaine ; Avis de l'Afssa du 29/07/03 relatif à une demande d'avis sur l'évaluation des risques présentés par le benzo(a)pyrène (B(a)P) et par d'autres hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), présents dans diverses denrées ou dans

Concernant les PCB indicateurs, la DGAI applique des seuils de confirmation de 20 µg/kg de poids frais et d'exclusion de 40 µg/kg de poids frais pour la somme des 7 congénères. Ces valeurs avaient été proposées, à titre indicatif, par le laboratoire des contaminants chimiques du CNEVA suite à une demande de la DGAI en 1994-1995, dans le cadre des plans de surveillance européens. Ces seuils ne reposent pas sur une évaluation du risque sanitaire. Il conviendrait de reconsidérer ces seuils en veillant notamment à la cohérence avec les réflexions communautaires en cours sur les PCB qui ne sont pas de type dioxine (PCB-NDL).

Modalités de prélèvement

Les modalités de prélèvement sont établies en tenant compte de la directive 2001/22/CE modifiée (transposée par l'arrêté du 24 juillet 2002) ainsi que la Directive 2005/10/CE. Le prélèvement est composé d'échantillons élémentaires (un échantillon élémentaire correspond à une quantité de coquillages prélevés en un seul point du lot). Dans la mesure du possible, les échantillons élémentaires sont donc prélevés en divers points du lot (caisses différentes par exemple). Par ailleurs, le nombre d'échantillons élémentaires à agréger pour constituer le prélèvement global est fonction de la taille du lot. Le tableau 11 indique les nombres de ces échantillons.

Tableau 11 : Nombre d'échantillons à prélever selon la taille du lot de coquillages

Poids du lot (en kg)	Nombre minimal d'échantillons élémentaires à prélever
< 50	3
50 à 500	5
> 500	10

La quantité minimale à prélever est de 1 kg de coquillages ou de 300 g de chair décoquillée par lot et par famille de **contaminants physico-chimiques** (métaux lourds/pesticides/ hydrocarbures).

Concernant le plan de surveillance des contaminants chimiques dans les mollusques bivalves, le nombre d'analyses d'échantillons de coquillages demandées chaque année est de **400**, toutes espèces de coquillages et tous contaminants chimiques confondus, pour les coquillages de conchyliculture (huîtres, moules, coques et palourdes) et les coquillages de pêche d'origine nationale, de type pectinidés (coquilles Saint-Jacques et pétoncles).

En pratique, les analyses sont réparties de la manière suivante : 40% pour les huîtres, 30% pour les moules, 20% pour les coquilles Saint-Jacques, 7% pour les pétoncles, 1% pour les coques et 0,5% pour les palourdes.

A titre d'exemple, le tableau 12 montre la répartition des analyses pour l'année 2005.

Tableau 12 : Répartition des analyses de contaminants chimiques pour l'année 2005.

Coquillages	Métaux : Pb, Cd, Hg	HAP	PCBi	Total
Huîtres	72	48	40	160
Moules	59	19	30	108
Coques	1	3	-	4
Palourde	1	1	-	2
Coquilles St Jacques	31	25	21	77
Pétoncles	14	6	6	26
Total	178	102	97	377

Suites éventuelles à donner concernant les métaux lourds, les HAP et les PCB indicateurs :

Les résultats positifs confirmés sont transmis sans délai par la DDSV à la Direction Générale de l'Alimentation, à la DDAM et à l'IFREMER et font l'objet d'une enquête afin d'en identifier les sources et les mesures correctives qui peuvent être mises en œuvre.

Plans de contrôle/plans de surveillance

A l'origine (en 1998), les prélèvements étaient ciblés sur les espèces les plus susceptibles d'être contaminées, ce qui correspond à la définition des plans de contrôle.

certaines huiles végétales, ainsi que sur les niveaux de concentration en HAP dans les denrées au-delà desquels des problèmes de santé risquent de se poser.

Depuis 2006, le **mode d'échantillonnage est aléatoire**, ce qui correspond à la définition des plans de surveillance. L'Afssa encourage, en effet, les plans de surveillance dont les résultats peuvent être exploités dans les calculs d'exposition alimentaire, contrairement à ceux des plans de contrôles.

Bilans des plans de contrôle ou de surveillance

- Non-conformités en cadmium

Un récapitulatif des non-conformités en cadmium relevées dans les bilans des plans de surveillances de la DGAI de 2002 à 2005 est présenté dans le tableau 13.

Tableau 13 : Récapitulatif des non-conformités en cadmium dans les bilans des plans de surveillances de la DGAI de 2002 à 2005

Pétoncles	Année du plan de surveillance DGAI	Zone de pêche	Résultat de dépistage en cadmium (mg/kg de poids frais)	Résultat de confirmation en cadmium (mg/kg de poids frais) (Afssa/LERQAP)
<i>Chlamys varia</i>	2005 Nb total d'échantillons de pétoncles = 14	Pertuis Breton	1,18	1,26 ± 0,18
		Pertuis Breton	1,65	1,64 ± 0,23
		Pertuis Breton	1,12	1,05 ± 0,21
		Pertuis Breton	1,12	1,07 ± 0,21
		Pertuis Breton	1,40	1,07 ± 0,21
		Baie de Quiberon	1,54	1,62 ± 0,23
		Baie de Quiberon	1,5	1,56 ± 0,22
		Baie de Quiberon	1,06	1,13 ± 0,16
<i>Aequipecten opercularis</i>	2004 Nb total d'échantillons de pétoncles = 3	Manche ouest	1,13	1,33
<i>Chlamys varia</i>	2002 Nb total d'échantillons de pétoncles = 9	Non précisée	1,5	1,7
			1,6	1,7

Conformément à la directive 2001/22/CE, les résultats grisés sont considérés comme conformes, compte tenu de l'incertitude analytique

Au vu des résultats de 2005, la DGAI a réalisé un plan de contrôle de 5 prélèvements en mars 2006 afin de vérifier le niveau de contamination de ce gisement, ainsi que du gisement voisin plus petit du Pertuis d'Antioche. **Les 5 prélèvements ont également rendu des résultats en cadmium non conformes confirmés** par le LNR de l'Afssa/LERQAP (3 originaires du Pertuis Breton et 2 provenant du Pertuis d'Antioche). Face à l'ensemble de ces résultats, des mesures de gestion sont actuellement à l'étude en lien avec la DPMA et la DGS.

- Non-conformités en PCBi

Un prélèvement de moules (*Mytilus galloprovincialis*) réalisé en 2005 dans un établissement conchylicole du Var a montré un résultat en PCB indicateurs en analyse de dépistage à 22,7 µg/kg de poids frais. Ce résultat a été confirmé par l'Afssa/LERQAP à 82,3 µg/kg de poids frais. Le plan DGAI 2007 doit fournir des résultats supplémentaires qui permettront de conclure par rapport à la zone de production considérée.

- Non-conformités en HAP

Un lot d'huîtres (*Crassostrea gigas*), prélevé en 2003, dans un centre agréé pour l'expédition, a révélé une teneur en HAP (6 HAP préconisés par l'Afssa dans son avis du 20 janvier 2003) de 0,36 mg/kg de matière sèche. Ce résultat est supérieur à la valeur guide de 0,2 mg/kg préconisé par l'Afssa dans ce même avis, mais inférieur au seuil d'exclusion du plan (deux fois la valeur guide).

Ce résultat a été transmis près de 3 mois après analyse : aucune investigation n'a pu être menée à posteriori.

- Pesticides

La recherche des pesticides a été abandonnée en 2003. Au vu des résultats obtenus depuis 1998, la DGAI a estimé que les mollusques bivalves vivants mis sur le marché en France ne sont pas exposés à l'accumulation de ce type de contaminants.

- Dioxines

Les mollusques bivalves font partie des matrices concernées par les plans de surveillance communautaire des dioxines. Aucun dépassement du seuil réglementaire n'a été observé pour la période 2002-2005, avec respectivement 31, 22, 5 et 5 analyses réalisées. Aucune analyse n'a été réalisée sur les coquillages en 2006.

Pour le plan 2007, 21 prélèvements de mollusques bivalves sont prévus : 7 prélèvements d'huîtres, 7 moules et 7 coquilles Saint-Jacques. Le seuil réglementaire s'applique désormais à la somme des dioxines + PCB de type dioxine (PCB-DL).

Interprétation des bilans

Des lots de pétoncles dépassent presque chaque année la concentration maximale admissible en cadmium, **avec un taux de non-conformités allant de 22 à 33% selon les années (respectivement 2002 et 2004).**

L'estuaire de la Gironde est à l'origine de cette contamination en cadmium. En effet, sous l'effet de la force de Coriolis, les eaux girondines pénètrent par le Pertuis d'Antioche dans le bassin de Marennes-Oléron, contaminant les mollusques présents dans toute cette zone géographique.

Seules les pétoncles présentent des concentrations élevées en cadmium, de part la capacité des pectinidés à accumuler ce métal dans la glande digestive. Comme dit précédemment, la glande digestive des pétoncles est de trop petite taille pour être enlevée avant consommation (et donc avant analyse dans les plans de la DGAI), contrairement à celui des coquilles Saint-Jacques.

Dès 1965, Brooks et Rumsby (*in* Bryan, 1976) avaient observé des valeurs maximales de 2000 mg/kg de poids sec dans la glande digestive de *Pecten novae-zelandiae*.

Trois exemples de l'organotropisme du cadmium pour la glande digestive et/ou le rein sont fournis dans le tableau 14.

Tableau 14 : Quelques concentrations de cadmium (mg/kg de poids sec) chez les pectinidés et les gastéropodes (d'après Bryan, 1976 ; Bryan, 1984).

	<i>Chlamys opercularis</i> (Pétoncle)	<i>Pecten maximus</i> (Coquille Saint-Jacques)	<i>Haliotis tuberculata</i> (Ormeau)
Chair totale	5,5	32,5	5,6
Glande digestive	27	321	46
Rein	41	79	43
Muscle	-	2,2	0,24

Dans l'étude de Bustamante et Miramand (2004) comparant la distribution du cadmium chez trois espèces de pectinidé (*Chlamys varia*, *Aequipecten opercularis* et *Pecten maximus*), 75 à 93 % du cadmium est contenu dans la glande digestive et 72 à 80% du cadmium est sous forme soluble, c'est-à-dire biodisponible. Chez *Chlamys varia*, le cadmium est principalement bioaccumulé dans les reins, puis dans la glande digestive, toutefois entre 62 et 84% du cadmium contenu dans la glande digestive est sous forme soluble, tandis que dans les reins les formes solubles ne représentent que 6 à 19% (Bustamante et Miramand, 2005a). Dans cette étude, les concentrations en cadmium relevées dans les pétoncles provenant de l'île de Ré sont supérieures à celles de La Rochelle.

Les mêmes auteurs (Bustamante et Miramand, 2005b) ont réalisé une étude de faisabilité d'utilisation de *Chlamys varia* dans des études de surveillance de la qualité du milieu, concluant que la glande digestive est un organe particulièrement adapté à ce type d'étude.

Compte tenu du niveau de contamination en cadmium très voisin ou supérieur aux seuils réglementaires, relevé dans les bulots et les pétoncles provenant de certains gisements de pêche français, la DGAI a saisi l'Afssa le 16 mars 2007 (saisine 2007-SA-0098) afin d'évaluer le risque pour la santé publique qui pourrait résulter de la consommation de bulots et de pétoncles contaminés en cadmium et notamment pour les populations locales qui peuvent consommer une quantité importante de ces coquillages ainsi que d'autres produits de la mer susceptibles de contenir des teneurs élevées en cadmium. L'avis de l'Afssa est prévu pour l'automne 2007.

En conclusion :

Les plans de contrôle ou de surveillance de la DGAI sont réalisés sur les coquillages tels qu'ils sont mis sur le marché. Ces analyses ont lieu en bout de chaîne de la filière coquillages et intègrent toutes les sources éventuelles de contamination en amont.

Le mode d'échantillonnage aléatoire assure une bonne représentativité de la production étudiée. Il implique une stratégie adaptée à chaque niveau (choix du sites, de l'établissement, du lot de coquillages) qui doit être harmonisée entre départements et définie avec précision, pour éviter tout biais, notamment la définition du lot. Le plan d'échantillonnage existant pourrait être amélioré au regard de ces critères. Le nombre d'échantillons est à déterminer en fonction des résultats obtenus et de l'objectif recherché, qui peut être un pourcentage de lots défectueux minimum que l'on cherche à détecter ou la précision du niveau de contamination en vue d'un calcul précis d'exposition.

1) Globalement, les résultats des plans de surveillance montrent peu de dépassements des valeurs réglementaires, notamment pour les espèces les plus consommées à savoir les huîtres et les moules. Cependant, compte tenu du faible nombre d'analyses réalisées dans le cadre des plans de surveillance, ceux-ci ne peuvent être considérés comme représentatifs de l'ensemble des lots produits au niveau national. Les auto-contrôles mis en place par les producteurs, le respect des bonnes pratiques, les contrôles dans le milieu de production sont les compléments indispensables pour garantir la sécurité sanitaire.

2) Des lots de pétoncles dépassent presque chaque année le seuil réglementaire en cadmium, avec un taux de non-conformité allant de 22 à 33% selon les années (respectivement 2002 et 2004). Ces non-conformités ont permis de détecter des zones de pêche contaminées. Il conviendrait d'analyser les niveaux de cadmium dans l'espèce suivie par le ou les points du RNO représentatif(s) des zones concernées afin de déterminer si elle remplit correctement la fonction d'espèce indicatrice. Cette observation renforce la réflexion de surveiller toutes les espèces comestibles commercialisées dans une zone donnée.

Par ailleurs, l'Afssa a récemment rendu un avis relatif aux risques sanitaires liés aux niveaux de contamination en cadmium proches ou supérieurs aux seuils réglementaires dans les bulots et les pétoncles (Avis du 31 octobre 2007).

3) Concernant la glande digestive⁸ des coquilles Saint-Jacques, s'il s'avère qu'elle est utilisée en agroalimentaire, l'Afssa attire l'attention sur l'utilité d'une surveillance de la qualité sanitaire de cet organe, compte tenu de ses capacités de bioaccumulation des contaminants chimiques.

4) D'un point de vue global, les niveaux de contamination des mollusques bivalves de l'étude CALIPSO confirment les résultats des plans de la DGAI de 1999-2004. En effet, la concentration moyenne de 5 échantillons composites de pétoncle est supérieure au seuil réglementaire en cadmium de 1 mg/kg de poids frais et aucun dépassement n'est constaté pour le plomb et le mercure (en moyenne et au niveau individuel).

5) Il conviendra de reconsidérer les seuils de confirmation pour la somme de 7 PCB_i à 20 ng/g de poids frais et d'exclusion à 40 ng/g de poids frais. Ces valeurs avaient été proposées, à titre indicatif, par le laboratoire des contaminants chimiques du CNEVA suite à une demande de la DGAI en 1994-1995, dans le cadre des plans de surveillance européens. Ces seuils ne reposent pas sur une évaluation du risque sanitaire. En outre, il conviendra de veiller à la cohérence avec les réflexions communautaires en cours sur les PCB qui ne sont pas de type dioxines (PCB-NDL).

5. Analyse historique des décisions de gestion

En matière de gestion des zones de production conchylicole, l'autorité compétente est le préfet du département concerné. Les directeurs des départements des affaires maritimes sont chargés de proposer aux préfets les mesures à prendre, en fonction des résultats des analyses effectués selon les méthodes de référence prévues par la réglementation communautaire.

Pour exemple de fermeture de zones de production sur la base d'une contamination chimique, on peut citer l'estuaire de la Gironde pour une fermeture définitive en raison d'une contamination par le

⁸ La glande digestive des pectinidés est appelée à tort « hépatopancréas »

cadmium et les pollutions marines accidentelles suite aux naufrages de l'Erika et du Prestige, pour les fermetures provisoires. Le détail de ces conditions de fermeture et de ré-ouverture n'a pas pu être transmis à l'Afssa dans le délai imparti au traitement de cette saisine.

Le retrait de la commercialisation (et le rappel) est de la responsabilité du professionnel, conformément à l'article 17 du règlement (CE) n°178/2002. S'il s'avère que le retrait opéré par les professionnels n'est pas efficace, la DGAI peut prendre des mesures complémentaires (message d'alerte active à l'ensemble des DDSV et des professionnels de la distribution et de la restauration). Compte tenu de la multitude des situations et du fait que les retraits sont de la responsabilité des professionnels, la DGAI ne dispose pas d'un recensement des épisodes de retrait de la commercialisation de coquillages vivants.

L'analyse des bilans des plans de surveillance des coquillages a permis d'identifier au moins un événement en lien avec une contamination chimique : la destruction d'un lot de pétoncles pour cause de non-conformité en cadmium. Les coquillages visés étaient encore entreposés dans l'établissement de production. Le professionnel s'est engagé à mettre en œuvre une série d'analyses d'**autocontrôle** afin de vérifier la conformité des lots pêchés. Les DDSV susceptibles d'être concernées par des débarquements de pétoncles provenant de cette zone de pêche, ont été informées de cette non-conformité. Enfin, la DDAM concernée a demandé à Ifremer de procéder aux investigations nécessaires pour vérifier le niveau de contamination des coquillages pêchés dans cette zone.

Cet exemple confirme l'intérêt de demander des autocontrôles chimiques, surtout pour les coquillages à risque (tels que les pétoncles) et dans les zones à risque (c'est-à-dire ayant déjà montré des non-conformités).

6. Missions OAV

Sur les recommandations des inspecteurs de l'Office Alimentaire et Vétérinaire (OAV) formulées suite à leurs visites en 2001 et 2004, la France a adopté en 2006 un décret concernant les laboratoires chargés d'analyser les échantillons officiels et les autocontrôles (décret n°2006-7 du 4 janvier 2006, qui repose sur l'application d'un système de qualité fondé sur la norme EU 45001). **Toutefois, le décret relatif à l'agrément et l'accréditation de ces laboratoires n'est pas publié à ce jour.**

Comme dit précédemment dans ce rapport, l'OAV faisait remarquer que les teneurs maximales des mollusques bivalves en plomb (2 mg/kg) et en cadmium (2 mg/kg) autorisées par l'arrêté du 21 mai 1999 sont supérieures aux limites fixées par le règlement (CE) 466/2001 (respectivement 1,5 et 1,0 mg/kg) reprises dans le règlement 1881/2006.

La dernière mission OAV signalait que dans 2 des 3 régions visitées, la fréquence prévue (annuelle) des visites d'inspection des établissements n'avait pas pu être respectée, en raison d'un manque de personnel. Le fait que les trois centres de purification et d'expédition des coquillages visités présentaient tous des manquements aux exigences communautaires ont conduit les inspecteurs à critiquer la mise en œuvre des inspections des établissements par les autorités françaises. Ainsi, ils ont relevé des lacunes concernant les autocontrôles de l'eau d'alimentation des bassins, les documents d'enregistrement et de traçabilité et l'insuffisance du retour d'information de l'autorité compétente locale vers l'autorité compétente centrale.

Chapitre VI :

Laboratoire communautaire de référence et autres sources de données de contamination chimique des coquillages

1. Laboratoire communautaire de référence

Il n'y a pas de Laboratoire communautaire de référence (LCR) spécifique au suivi des contaminants chimiques dans les coquillages. En revanche, 4 LCR sont concernés par les analyses de plomb, cadmium, mercure, HAP, dioxines et PCB dans les matrices animales (Règlement (CE) 776/2006) (pour plus de détail, voir annexe 8) :

- LCR pour les résidus de médicaments vétérinaires et de contaminants dans les denrées alimentaires d'origine animale (pour les résidus énumérés à l'annexe I de la directive 96/23/CE du Conseil) : groupe B 3) c (éléments chimiques) : Istituto Superiore di Sanità – Roma – Italie ;
- LCR pour les métaux lourds dans l'alimentation animale et humaine, Centre commun de recherche de la Commission européenne – Geel – Belgique ;
- LCR pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), Centre commun de recherche de la Commission européenne – Geel – Belgique ;
- LCR pour les dioxines et les PCB dans l'alimentation humaine et animale, Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt (CVUA) – Freiburg – Allemagne.

Selon les responsables des LNR français concernés, aucun de ces LCR n'a eu d'activité concernant spécifiquement les coquillages et ne le prévoit pas dans leur programme de travail pour 2007. A noter cependant que 2 d'entre eux ont reçu cette attribution de LCR en 2006, ils ont par conséquent procédé par priorités, les coquillages n'apparaissant pas dans leur plan d'action 2007.

2. Autres sources de données de contamination des coquillages

En dehors des plans de contrôle et de surveillance organisés au niveau national par la DGAI (cf. chapitre V), une liste non exhaustive de références de différentes études réalisées ou en cours est proposée en annexe 9. Ces études comprennent des données de contamination des mollusques bivalves et souvent une évaluation de l'exposition alimentaire.

Les niveaux de contamination chimique des coquillages sont suivis dans un grand nombre d'études nationales et internationales. Néanmoins, il apparaît qu'un grand nombre d'entre elles ne soient pas publiées (littérature grise). Il serait souhaitable de réunir l'ensemble de ces données scientifiques au niveau national, en une seule base de données, accessible par internet, via le site de l'Ifremer par exemple.

Les risques sanitaires liés aux contaminants chimiques sont difficiles à apprécier en raison de leur action à long terme (risque chronique) et de la multiplicité des sources d'exposition pour l'homme (alimentation, air, exposition professionnelle...). Il en résulte une impossibilité d'imputer une charge corporelle élevée à la consommation de coquillage spécifiquement, même si pour certains contaminants les produits de la mer sont de forts contributeurs.

Un grand nombre d'études d'exposition alimentaire ont en effet montré que la consommation de poissons et produits de la mer est le contributeur majeur d'exposition à l'arsenic, aux organoétains, au mercure (et plus particulièrement au méthylmercure, sa forme la plus toxique), aux dioxines, aux PCB et aux PBDE.

Références :

- AFSSA, Rapport Dioxines, furanes et PCB de type dioxines : Evaluation de l'exposition de la population française. Avril 2006.
- CALIPSO, l'Etude des Consommations ALimentaires des produits de la mer et Imprégnation aux éléments traces PolluantS et Oméga 3 (INRA/DGAI/Afssa, Leblanc JC (coordonnateur). 160 p. Juillet 2006.
- Decloître F. La part des différents aliments dans l'exposition au plomb, au cadmium et au mercure, en France. Cah. Nutr. Diét. 33 (3) : 167-175, 1998.
- Direction Générale de la Santé (DGS). Etude sur la teneur en métaux dans l'alimentation. La diagonale des métaux Paris, 1992.
- JECFA Evaluation of certain food additives and contaminants. 61th report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives and contaminants. WHO Geneva. 2004.
- Leblanc J.-C., Malmauret L., Guérin T., Bordet F., Boursier B. and Verger P. Estimation of the dietary intake of pesticide residues, lead, cadmium, arsenic and radionuclides in France. Food Addit. Contam. 17 (11) : 925-932. 2000
- Leblanc J.-C., Guérin T., Noël L., Calamassi-Tran G. Volatier J.-L. and Verger P. Dietary exposure estimates of 18 elements from the 1st French. Total Diet Study. Food Addit. Contam. 22 (7) : 624-641. 2005.
- Noël L., Leblanc J.-C. and Guérin T. Determination of several elements in duplicate meals from catering establishment using closed vessel microwave digestion with inductively coupled plasma mass spectrometry detection: estimation of daily dietary intake. Food Addit. Contam. 20 (1) : 44-56. 2003.
- SCOOP reports on tasks 3.2.5. Assessment of dietary intakes of dioxins and related PCBs by the population of EU Members States. 2000.
- SCOOP reports on tasks 3.2.11. Assessment of dietary exposure to arsenic, cadmium, lead and mercury of the population of EU Members States. 2003.
- SCOOP reports on tasks 3.2.13. Assessment of dietary exposure to organotin compounds of the population of EU Members States. 2003.
- The third International Workshop on Brominated flame retardants, Toronto, June 2004.

1. Données de consommation des coquillages

a) Données de consommation pour la population générale (INCA)

Les données de consommation alimentaire sont issues de l'enquête INCA⁹ réalisée en 1998-1999 par le CREDOC et l'Afssa. Cette enquête recueille toutes les prises alimentaires des individus pendant une semaine entière. Afin de tenir compte des effets de saisonnalité, l'enquête a été réalisée en 4 vagues réparties sur une période de un an. Les données de consommation alimentaire ont été obtenues à partir de carnets de consommation, renseignés sur une période de 7 jours consécutifs par les enquêtés, l'identification des aliments et des portions étant facilitée par l'utilisation d'un cahier photographique¹⁰.

L'enquête a été réalisée auprès de 3000 individus, enfants et adultes représentatifs de la population française. La représentativité nationale de l'échantillon a été assurée d'une part par stratification sur la région d'habitation et la taille d'agglomération et d'autre part par la méthode des quotas (sur l'âge, le sexe, la profession et la catégorie socio-professionnelle et la taille du ménage).

⁹ Enquête Individuelle et Nationale sur les Consommations Alimentaires.

¹⁰ Portions alimentaires : manuel photos pour l'estimation des quantités, SUVIMAX, 1994.

L'échantillon des adultes comprend 1985 individus de 15 ans et plus. Afin d'écartier le biais lié à la sous-estimation des consommations alimentaires par certains enquêtés, les sujets « sous-évaluants » (pour lesquels le rapport entre l'énergie consommée et le métabolisme de base calculé selon Shofield, est inférieur à un certain seuil) ont été exclus des calculs ci-après. L'échantillon des adultes normo-évaluants regroupe donc 1474 individus.

L'échantillon des enfants comprend 1018 individus âgés de 3 à 14 ans. Contrairement à l'échantillon des adultes, celui des enfants n'a pas été redressé, dans la mesure où l'on ne dispose d'aucune formule permettant d'isoler les individus sous-évaluants.

Dans cette enquête, seule la partie comestible des aliments est prise en compte dans les quantités consommées.

Groupes d'aliments retenus

Pour la catégorie « **aliments solides** » ont été retenus tous les groupes d'aliments de la nomenclature INCA à l'exception des groupes suivants : lait, eaux, BRSA (Boissons Rafraîchissantes Sans Alcool), boissons alcoolisées, café, boissons chaudes et soupes.

Pour la catégorie « **viandes** » ont été retenus 4 groupes d'aliments : viandes, volailles, abats et charcuterie.

La catégorie des « **mollusques** » se subdivise en 2 sous-catégories au regard de notre nomenclature :

- les mollusques bivalves : coquilles St Jacques, huîtres, moules, fruits de mer (l'aliment « fruits de mer » sans précision a été intégré à la catégorie des mollusques même s'il peut contenir un mélange de mollusques et de crustacés, de cette manière, le calcul de consommation est plutôt sur-estimateur) ;
- les gastéropodes : bigorneau, bulot, buccin.

Résultats

La fiabilité des données au niveau le plus fin de la nomenclature INCA pour des aliments tels que les mollusques n'est pas assurée, étant donné que les consommations sont relevées sur une semaine. D'une part, il y a très peu de consommateurs (**moins de 5% des consommateurs interrogés**) expliquant que le 95^{ème} percentile est nul et d'autre part, les quantités consommées sont très faibles (tableau 15). Pour comparaison, le tableau 16 présente les données de consommation de viandes, de poissons et de l'ensemble des aliments solides.

Le tableau 17 renseigne sur le taux de consommateurs de mollusques de l'enquête INCA et le tableau 18 présente la distribution de la consommation hebdomadaire pour ces consommateurs.

Tableau 15 : Consommation hebdomadaire de mollusques (en g/semaine de produit consommé)

	Adultes normo-évaluants (N=1474, 15 ans et plus)			Enfants (N=1018, 3-14 ans)		
	Moyenne	P5	P95 ¹¹	Moyenne	P5	P95 ⁹
Mollusques bivalves	12,7	0	80	5,3	0	44,0
- Coquille St Jacques	0,9	0	0	0,2	0	0
- Huîtres	3,2	0	0	0,85	0	0
- Moules	6,0	0	56,0	3,3	0	15,0
- Fruits de mer	2,6	0	0	1,0	0	0
Gastéropodes		0			0	
- Bigorneaux	0,14	0	0	0,02	0	0
- Bulots ou buccins	0,15	0	0	0,2	0	0
Bivalves + gastéropodes	12,9	0	82,5	5,5	0	48,0

Source : Enquête INCA 1999- Traitement OCA

¹¹ P5 et P95 = 0 lorsqu'il y a moins de 5% de consommateurs dans la population étudiée

Tableau 16 : Consommation hebdomadaire individuelle de poissons, viandes et aliments solides (en g/semaine)

	Adultes normo-évaluants (N=1474, 15 ans et plus)			Enfants (N=1018, 3-14 ans)		
	Moyenne	Écart-type	P95	Moyenne	Écart-type	P95
Poissons	206,8	216,4	600,0	142,2	151,9	400,0
Viandes	966,8	485,7	1848,0	710,4	369,1	1353,8
Aliments solides	7842,4	2036,3	11447,0	6200,0	1924,0	9730,0

Source : Enquête INCA 1999- Traitement OCA

Tableau 17 : Taux de consommateurs de mollusques sur une semaine de l'étude INCA.

	Adultes		Enfants	
	N	%	N	%
- Coquille St Jacques	10	0,7	4	0,4
- Huîtres	42	2,8	9	0,9
- Moules	145	9,8	62	6,0
- Fruits de mer	47	3,2	14	1,4
- Bigorneaux	9	0,6	2	0,2
- Bulots ou buccins	4	0,3	2	0,2
<i>Bivalves + gastéropodes</i>	<i>232</i>	<i>15,7</i>	<i>90</i>	<i>8,8</i>

Source : Enquête INCA 1999- Traitement OCA

Tableau 18 : Distribution de la consommation hebdomadaire de mollusques (bivalves+gastéropodes) chez les seuls consommateurs (en g/semaine)

	Moyenne	Écart-type	P5	Médiane	P95
Adultes (N=232)	82,4	61,5	20	70	160
Enfants (N=90)	62,7	52	15	50	162,5

Source : Enquête INCA 1999- Traitement OCA

La consommation hebdomadaire moyenne de mollusques bivalves de la population générale est estimée à **12,7 g** chez les adultes, avec une forte variabilité selon les régions et la période de l'année. Cela représente **0,16%** de la ration solide globale.

Pour les 16% des personnes adultes interrogées dans l'enquête INCA ayant consommé des coquillages au cours des 7 jours de l'étude, la consommation moyenne de coquillages est estimée à **82 g/semaine** (soit 4,3 kg/an).

Toutefois, l'enquête INCA n'est pas adaptée à une estimation de la consommation des coquillages car elle ne comprend qu'un effectif très faible de consommateurs de ces produits.

En conclusion, la consommation de mollusques bivalves en France est un faible contributeur à l'apport alimentaire global de la population générale, mais il convient de rester vigilant pour les consommateurs réguliers de ces produits.

b) Données de consommation pour les forts consommateurs de produits de la mer (CALIPSO)

Les tableaux ci-dessous présentent les données de consommations de mollusques de l'ensemble des forts consommateurs de l'enquête Calipso (n=1011 adultes, répartis comme suit : 246 hommes de 18 à 64 ans, 641 femmes de 18 à 64 ans, 124 sujets âgés, soit 65 ans et plus). Les résultats sont présentés en moyenne sur l'ensemble des quatre sites d'étude, sans distinction d'âge et de sexe.

- Les lamellibranches ou bivalves regroupent les coques, moules, clams, coquilles Saint-Jacques, couteaux, huîtres, palourdes, pétoncles, praires, tellines et vanneaux.
- Les gastéropodes regroupent les bigorneaux, bulots ou buccins, ormeaux et patelles.
- Les échinodermes correspondent aux oursins.
- Les tuniciers correspondent aux violets.

Tableau 19 : Consommations de mollusques par les forts consommateurs (g/sem, exprimé en chair fraîche).

Mollusques	Moyenne (g/sem)	Ecart-type	P5	P50	P95
Lamellibranches ou bivalves	119,7	150,9	7,5	79,8	350,3
Gastéropodes	21,2	53,7	0	3,8	87,5
Echinodermes	11,6	77,7	0	0	52,5
Tuniciers	1,0	7,5	0	0	0
Ensemble	153,5	196,8	10,0	106,1	413,5

Tableau 20 : Détail des consommations de mollusques par les forts consommateurs (g/sem exprimé en chair fraîche).

Mollusques	Moyenne (g/sem)	P5	P50	P95
Bigorneau	4,2	0	0	25,0
Bulot, buccin	15,4	0	0	75,0
Clam	0,2	0	0	0
Coque	3,1	0	0	15,0
Coquille Saint-Jacques	39,3	0	25,0	156,3
Couteau	0,4	0	0	0
Huître	34,4	0	18,0	144,0
Moule	22,5	0	17,5	70,0
Ormeau, oreille de mer, ormier	0,6	0	0	0
Oursin	11,6	0	0	52,5
Palourde, clovisse	2,8	0	0	12,3
Patelle	1,0	0	0	0
Pétoncle	14,7	0	0	56,3
Praire	1,5	0	0	7,5
Telline, olive	0,3	0	0	0
Vanneau	0,5	0	0	0
Violet	1,0	0	0	0

La consommation hebdomadaire moyenne de mollusques bivalves chez les forts consommateurs de produits de la mer (CALIPSO), c'est-à-dire les individus consommant au minimum deux fois par semaine des produits de la mer, est estimée à **153 g** chez les adultes (soit 8 kg/an). Les consommations moyennes les plus élevées sont celles des coquilles Saint-Jacques (avec 39 g/sem), suivies des huîtres (34 g/sem) et des moules (22 g/sem). Les forts consommateurs de produits de la mer de l'étude CALIPSO consomment donc **2 fois plus** de mollusques bivalves que les consommateurs de coquillage dans la population générale (étude INCA). En conclusion, **la consommation moyenne de mollusques bivalves par les forts consommateurs de produits de la mer est du même ordre de grandeur que la consommation moyenne de poisson dans la population générale.**

2. Données d'imprégnation

L'étude CALIPSO fournit des données sur la charge corporelle (imprégnation) en plomb, cadmium, mercure et arsenic des forts consommateurs de produits de la mer (adultes). Ces données ne permettent cependant pas de distinguer la part due aux coquillages.

Les concentrations de ces contaminants chimiques mesurées dans le sang et les urines sont comparées à une "valeur basale" définie comme la valeur trouvée au 95^{ème} percentile (P95) de la population générale française non exposée professionnellement. Cette valeur ne correspond en aucun cas à une valeur limite à ne pas dépasser, mais elle permet d'identifier une éventuelle sur-imprégnation.

En conclusion, ces forts consommateurs ne présentent pas d'imprégnation significativement plus élevée que le P95 de la population générale pour le plomb, le cadmium et le mercure.

- Concernant le plomb, 6% dépassent la valeur basale de 90 µg/L pour les hommes et 70 µg/L pour les femmes ; aucun dépassement de la concentration sanguine de 200 µg/L n'est observé, concentration à partir de laquelle une surveillance médicale est assurée.
- Pour le cadmium, moins de 5% des individus présentent une cadmiurie supérieure à la valeur basale de 2 µg/g de créatinine. Enfin pour le mercure, seuls 3% des individus dépassent la valeur basale de 10 µg/L dans le sang.

Aucun signe d'alerte en terme de risque pour la santé n'est relevé concernant ces 3 contaminants.

En revanche, concernant l'arsenic, 22% des individus présentent des teneurs en arsenic inorganique supérieures à la teneur basale dans les urines de 10 µg/g créatinine, correspondant à la valeur du P95 de la population générale (INRS, Biotox).

Si pour l'exposition professionnelle et pour l'exposition par l'eau de boisson, le dosage de l'arsenic dans les urines et en particulier le dosage spécifique de l'arsenic inorganique constitue un biomarqueur satisfaisant, les données disponibles dans la littérature montrent que la consommation des produits de la mer conduit à une variabilité des résultats. Le dosage de l'arsenic total ou inorganique dans les urines n'est donc pas un indicateur pertinent et exploitable de l'intensité de l'exposition aux formes les plus toxiques de l'arsenic, en cas d'apport d'arsenic par voie alimentaire, en particulier par les produits de la mer.

En effet, l'évaluation du risque sanitaire lié à l'ingestion d'arsenic via les produits de la mer doit tenir compte de la spéciation de l'arsenic, puisque des différences significatives existent en terme de toxicité entre les espèces chimiques. Par exemple, la DL50 moyenne chez le rat exprimée en mg/kg de poids corporel est de 14 pour l'arsénite de potassium, de 20 pour l'arséniate de calcium, de 700 à 1800 pour le MMA (acide monométhylarsinique), de 700 à 2600 pour le DMA (acide diméthylarsinique) et supérieure à 10 000 pour l'arsénobétaïne.

Dans l'eau de boisson, l'arsenic est présent essentiellement sous forme d'anion oxydé arsénite et arséniate. Les principaux aliments qui apportent de l'arsenic inorganique sont le riz cru, les céréales et la farine (Schoof *et al.*, 1999).

Au contraire, les produits de la mer contiennent plusieurs composés organiques de l'arsenic (Francesconi et Edmonds, 1998) et constituent une source alimentaire majeure d'arsenic (Munoz *et al.*, 2000). Dans les poissons et la plupart des coquillages, de nombreux crustacés, l'arsenic prédomine sous forme d'arsénobétaïne dont la très faible toxicité est établie (Kaise *et al.*, 1985, Sabbioni *et al.*, 1991). L'arsénobétaïne est rapidement excrétée dans l'urine (70% en 3 jours) sous forme inchangée (Cannon *et al.*, 1983) et ne réagit pas avec les réactifs utilisés dans les méthodes de dosages urinaires. Elle est donc bien différenciée lors de la spéciation de l'arsenic dans les urines et plusieurs études expérimentales ont montré que sa consommation ne modifiait pas de manière significative les paramètres des analyses (arsenic inorganique) urinaires (Buchet *et al.*, 1996 ; Heinrich-Ramm *et al.*, 2002 ; Hsueh *et al.*, 2002).

Les algues, mais aussi des bivalves, des crustacés et des poissons contiennent des dérivés du ribose et de l'arsenic appelés arsénoribosides (arsenosucres) qui sont métabolisés et excrétés dans l'urine notamment en acide diméthylarsinique (DMAV), ainsi que sous forme de diméthylarsyléthanol et d'oxyde de triméthylarsine (Francesconi *et al.*, 2002 ; Ma et Le, 1998 ; Wei *et al.*, 2003). Il a été constaté notamment que l'ingestion alimentaire d'arsénoribosides invalide l'usage du dosage urinaire des dérivés inorganiques de l'arsenic comme marqueur de l'exposition à ces dérivés. Dès lors, ce dosage ne peut refléter de manière satisfaisante l'apport en arsenic inorganique (qui est le risque associé à l'excès de cancer) chez les personnes qui consomment des produits de la mer (Heinrich-Ramm *et al.*, 2002 ; Ma et Le, 1998 ; Borak et Hosgood, 2007).

Constatant que l'arsenic provenant des fruits de mer est habituellement éliminé dans les 3 jours (Crecelius 1977 ; Freeman *et al.*, 1979), il est recommandé que l'utilisation du dosage de l'arsenic inorganique dans les urines soit pratiquée après au moins trois à quatre jours sans consommation de produits de la mer (Foa *et al.*, 1984 ; Kales *et al.*, 2006).

CONCLUSIONS GENERALES

Le suivi du milieu par le RNO, les autocontrôles par les professionnels et les plans de surveillance de la DGAI constituent **trois outils complémentaires** qui devraient permettre d'assurer un suivi continu de la filière coquillages. Cependant, les conditions actuelles de leur mise en œuvre conduisent au constat suivant :

- le RNO répond à des objectifs environnementaux de suivi de la qualité du milieu et non à des objectifs de surveillance sanitaire des coquillages ;
- les autocontrôles et le suivi de la traçabilité (même au stade de la production) apparaissent insuffisants alors qu'ils devraient être le maillon fort de cette chaîne et assurer la continuité entre le RNO et les plans de surveillance de la DGAI ;
- il n'y a pas de réelle coordination entre ces trois outils, chacun étant mis en œuvre de manière indépendante, sans vision intégrée de la filière.

En conséquence, la France ne dispose pas d'un dispositif efficace coordonné de surveillance de la contamination chimique des coquillages à des fins sanitaires.

D'un point de vue organisationnel, l'Afssa recommande la création d'une entité coordonnatrice chargée de centraliser les compétences dans le domaine de la surveillance des coquillages et de piloter un réseau associant les instances concernées, à savoir les représentants des professionnels, l'Ifremer, la DGAI, la DPMA, la DGS.

Comment concevoir un futur programme de surveillance de la qualité sanitaire des coquillages ?

Ce programme devrait prendre en compte :

- toutes les zones de production conchylicole et de pêche (professionnelle et de loisir),
- toutes les espèces de coquillages comestibles et commercialisées,
- tous les contaminants chimiques présentant un risque pour la santé humaine.

L'utilisation du RNO comme programme de surveillance sanitaire nécessiterait une adaptation :

- de son plan d'échantillonnage concernant d'un point de vue spatial le positionnement des points de prélèvement et du zonage afin de s'assurer de la représentativité des zones de production et concernant la fréquence temporelle afin de prendre en compte l'aspect saisonnier des concentrations dans les organismes,
- des délais de rendu des résultats du RNO.

Un tel programme devrait répondre prioritairement aux exigences réglementaires, mais aussi assurer une vigilance vis-à-vis de contaminants chimiques émergents (non réglementés), via des études spécifiques.

Quels axes d'amélioration pourraient être proposés ?

Au niveau de la surveillance des zones conchylicoles :

- compléter les critères chimiques à prendre en compte dans le classement des zones de production avec les dioxines, PCB, HAP ;
- établir un suivi des niveaux de contamination des coquillages
 - o des organoétains, afin de sécuriser la filière des coquillages et la santé du consommateur ;
 - o de l'arsenic sous ses formes inorganiques et organiques, afin de permettre dans un second temps d'évaluer la nécessité d'établir des seuils sanitaires dans les coquillages ;
 - o cette liste pourrait être complétée par les retardateurs de flammes bromés ;
- assurer une surveillance chimique de l'ensemble des zones de production, de pêche professionnelle et de loisir et de l'ensemble des espèces de coquillages comestibles et commercialisées ;
- acquérir des données à l'aide de biomarqueurs pour compléter les analyses chimiques et avoir une estimation globale de l'état sanitaire des organismes et de la qualité des zones conchylicoles.

Au niveau des autocontrôles :

- mettre en œuvre des autocontrôles chimiques des coquillages
- soumettre dans les meilleurs délais un guide de bonnes pratiques d'hygiène prenant en compte les recommandations de l'Afssa formulées dans le présent travail et dans celui de l'eau de mer propre pour les produits de la pêche ;
- assurer une traçabilité depuis la production jusqu'à la remise au consommateur, compte tenu des transferts existant parfois même entre Etats membres et des opérations de reconditionnement ;

Eau de mer propre :

- Evaluer les dispositifs de traitement de l'eau mer utilisée dans les établissements conchylicoles

Au niveau des plans de surveillance de la DGAI :

- mettre en œuvre plus rapidement de véritables mesures de gestion concernant les zones dans lesquelles des non-conformités sont relevées de manière récurrente, comme par exemple les teneurs en cadmium dans les pétoncles et les bulots ;
- améliorer la stratégie d'échantillonnage en fonction d'objectifs précisés à partir des résultats obtenus (nombre d'échantillons, espèces de coquillages analysés) avec l'appui technique de l'Afssa en tant que de besoin ;
- reconsidérer les seuils de confirmation pour la somme de 7 PCBi à 20 ng/g de poids frais et d'exclusion à 40 ng/g de poids frais ;
- faire figurer sur l'étiquetage le lieu d'élevage ou de pêche des coquillages.

L'entité coordinatrice pourrait veiller à coordonner les trois niveaux de surveillance (zones de production, autocontrôles, plans de la DGAI) de telle façon que toute anomalie constatée soit dans une espèce de coquillage spécifique, soit dans une zone géographique définie, puisse enclencher des actions de prévention, de remédiation, d'interdiction de vente, d'amplification des programmes de surveillance à la production et à la vente.

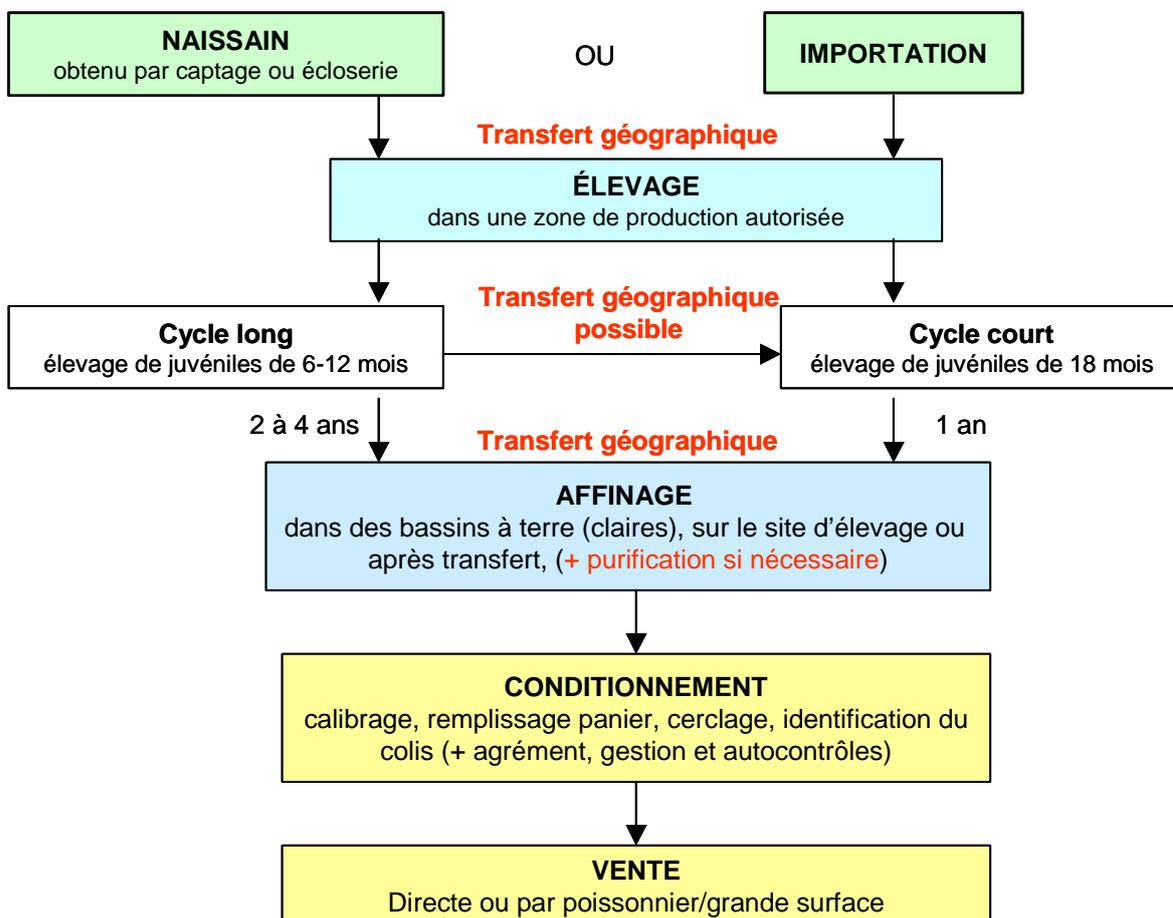
Références bibliographiques

- Alzieu C., Michel P. (1998). L'étain et les organoétains en milieu marin : biogéochimie et écotoxicologie. *Repères Océan*, édition Ifremer 15, 104 p.
- Auby I. et Maurer D., 2004. Etude de la reproduction des huîtres creuses dans le bassin d'Arcachon, Ifremer Edition, 327 p.
- Amiard J.-C., Amiard-Triquet C., Berthet B., Metayer C., 1986. Contribution to the ecotoxicological study of Cd, Pb, Cu and Zn in the mussel *Mytilus edulis*. 1 - Field study. *Mar. Biol.*, 90, 425-431.
- Andral B., Alzieu C., Huet M., 2003. Suivi des apports en contaminants par les zones d'immersion. In : *Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion*. Alzieu C. (coord.). Ed. Ifremer, 191-213.
- Apports nutritionnels conseillés pour la population française, A. Martin (coordinateur), Cnerna-Afssa, ed. Tec. Doc., Lavoisier, Paris 2001.
- Averty B., Michel P., Chiffolleau J.-F., 2005. Les composés organostanniques dans les mollusques du littoral français. RNO, 2005. – Surveillance du Milieu Marin. Travaux du RNO. Edition 2005. Ifremer, Nantes, 35-38.
- Borak J. and Hosgood D., 2007. Seafood arsenic: implications for human risk assessment. *Regul Toxicol Pharmacol* 47 :204-212.
- Buchet J.P., Lison D., Ruggeri M., Foa V., Elia G., 1996. Assessment of exposure to inorganic arsenic, a human carcinogen, due to the consumption of seafood. *Arch Toxicol* 70 (11): 773-778
- Brooks R.R. & Rumsby M.G., 1965. The biogeochemistry of trace element uptake by some New Zealand bivalves. *Limnol. Oceanogr.*, 10, 521-527.
- Bryan G.W., 1976. Heavy metal contamination in the sea. In: *Marine Pollution*, Johnson R. ed., Academic Press, New York, 185-302.
- Bryan G.W., 1984. Pollution due to heavy metals and their compounds. In: *Marine Ecology*, Kinne O., ed., John Wiley & Sons, New York, Vol. 5, Part 3, 1289-1431.
- Bryan G.W., Langston W.J., Humerstone L.G., Burt G.R., Ho Y.B., 1983. An assessment of the gastropod Littorine littorea as an indicator of heavy-metal contamination in United Kingdom estuaries. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 63, 327-345.
- CALIPSO, l'Etude des Consommations Alimentaires des produits de la mer et Imprégnation aux éléments traces Polluants et Oméga 3 (INRA/DGAI/Afssa, Leblanc JC (coordinateur). 160 p. Juillet 2006.
- Bustamante P. & Miramand P., 2004. Interspecific and geographical variations of trace element concentrations in *Pectinidae* from European waters. *Chemosphere*, 57, 1355-1362.
- Bustamante P. & Miramand P., 2005a. Subcellular and body distributions of 17 trace elements in the variegated scallop *Chlamys varia* from the French coast of the Bay of Biscay. *Sci Tot Environ* 337, 59-73.
- Bustamante P. & Miramand P., 2005b. Evaluation of the variegated scallop *Chlamys varia* as a biomonitor of temporal trends of Cd, Cu and Zn in the field. *Environmental Pollution*, 138 : 109-120.
- Butler P.A., 1973. Residues in fish, wildlife, and estuaries; organochlorine residues in estuarine molluscs, 1965-1972. National Pesticides Monitoring Program. *Pesticides monitoring journal*, 6(4):238-362
- Calderon R., Hudgens E., Le C., Schreinemachers D., Thomas D., 1999. Excretion of arsenic in urine as a function of exposure to arsenic in drinking water. *Environ Health Perspect* 107(8): 663-667.
- Cannon JR., Saunders JB., Toia RF., 1983. Isolation and preliminary toxicological evaluation of arsenobetaine – the water soluble arsenical constituent from the hepatopancreas of the western rock lobster. *Sci Total Environ* 31(2) : 181-185.
- Casas S., 2005, Modélisation de la bioaccumulation des métaux traces (Hg, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule, *Mytilus galloprovincialis* en milieu méditerranéen, Thèse de doctorat, Ecole doctorale de l'Université de Toulon et du Var, 363 p., <http://www.ifremer.fr/docelec/doc/2005/these-356.pdf>
- Claïsse D., Le Moigne M., Durand G., Beliaeff B., 2006. Ligne de base : Les contaminants chimiques dans les huîtres et les moules du littoral français. In : Surveillance du Milieu Marin. Travaux du Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin. Bulletin RNO, Edition 2006, 27-51.
- Crecelius E.A., 1977. Changes in the chemical speciation of arsenic following ingestion by man. *Environ Health Perspect* 19(1): 47-50.
- Desenclos J.C., 1996. Epidémiologie des risques toxiques et infectieux liées à la consommation de coquillages. *Revue d'épidémiologie et de santé publique* 44(5), 437-454.
- Devier M.H., Augagneur S., Budzinski H., Le Menach K., Mora P., Narbonne J.F., Garrigues P., 2005. One-year monitoring survey of organic compounds (PAHs, PCBs, TBT), heavy metals and biomarkers in blue mussels from the Arcachon Bay, France. *J. Environ. Monit* 7, 224-240.
- Ettajani H., Amiard-Triquet C., Jeantet A.Y., Amiard J.-C., Ballan-Dufrançais C., 1996. Fate and effects of soluble or sediment-bound arsenic in oysters (*Crassostrea gigas* Thun). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 31(1):38-46.
- Francesconi K.A. and Edmonds J.S., 1998. Arsenic species in marine samples. *Croatica Chemica Acta* 71:343-359.
- Francesconi K.A., Tangaar R., Mc Kenzie C.J., Goessler W., 2002. Arsenic metabolites in human urine after ingestion of an arsenosugar. *Clin Chem* 48(1): 92-101.
- Foa V., Colombi A., Maroni M., Buratti M., Calzaferri G., 1984. The speciation of the chemical forms of arsenic in the biological monitoring of exposure to inorganic arsenic. *Sci Total Environ* 34: 241-259.
- Freeman H., Uthe J., Flemming R., Odense P., Ackman R., Landry G., Musial C., 1979. Clearance of arsenic ingested by man from arsenic contaminated fish. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 22(1-2): 224-229.

- Gagnaire B., 2005. Etude des effets de polluants sur les paramètres hématocytaires de l'huître creuse, *Crassostrea gigas* - Interaction entre environnement, mécanismes de défense et maladies infectieuses. Thèse de doctorat, Océanologie biologique et Environnement marin, Université de La Rochelle; 377 pages soutenue le 9/12/2005 (<http://www.ifremer.fr/docelec/doc/2005/these-730.pdf>).
- Gagnaire B., Thomas-Guyon H., Burgeot Th., Renault T., 2006. Pollutant effects on Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg), hemocytes: Screening of 23 molecules using flow cytometry. *Cell Biology and Toxicology* 22(1):1-14.
- Geffard A., 2001. Réponses du biota à la contamination polymétallique d'un milieu estuarien, la Gironde, France : exposition, imprégnation, induction d'une protéine de détoxification, la métallothionéine, impact au niveau individuel et populationnel. Thèse de Doctorat d'Université, Université de Nantes, 1er octobre 2001, 252 p. +9 Annexes.
- Geffard A., Amiard J.-C., Amiard-Triquet C., 2002. Kinetics of metal elimination in oysters from a contaminated estuary. *Comp. Biochem. Physiol.*, 131C, 281-293.
- Gomez-Ariza J.L., Morales E., Gliraldez I., 1999. Uptake and elimination of tributyltin in clams, *Venerupis decussata*. *Mar. Environ. Res.*, 47, 399-413.
- Han B.C., Jeng W.L., Tsai Y.N., Jeng M.S., 1993. Depuration of copper and zinc by green oysters and blue mussels of Taiwan. *Environ. Pollut.* 82, 93-97.
- Hedouin L., Pringault O., Metin M., Bustamante P., Warnau M., 2007. Nickel bioaccumulation in bivalves from the New Caledonia lagoon: Seawater and food exposure. *Chemosphere*, 66, 1449-1457.
- Heinrich-Ramm R., Mindt-Prufert S., Szadkowski D., 2002. Arsenic species excretion after controlled seafood dietary intake. *J Chromatogr B* 778: 263-273.
- Hsueh Y.M., Hsu M.K., Chiou H.Y., Yang M.H., Huang C.C., Chen C.J., 2002. Urinary arsenic speciation in subjects with or without restriction from seafood dietary intake. *Toxicol Lett* 133(1): 69-76.
- Hughes M., 2006. Biomarkers of exposure: a case study with inorganic arsenic. *Environ. Health Perspect.* 114(11): 1790-1796.
- IRSN, 2004. Fiche radionucléide : Polonium 210 et environnement.
- Kaise T., Watanabe S., Itoh K., 1985. The acute toxicity of arsenobetaine. *Chemosphere* 14, 1327-1332.
- Kales S.N., Huyck K.L., Goldman R.H., 2006. Elevated urine arsenic: un-specified results lead to unnecessary concern and further evaluations. *J. Anal. Toxicol.* 30(2): 80-85.
- Kapaj S., Peterson H., Liber K., Bhattacharya P., 2006. Human health effects from chronic arsenic poisoning – a review. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng* 41(10): 2399-2428.
- Langston W.J., 1980. The behaviour of arsenic in selected U.K. estuaries. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 40, 143-150.
- Leblanc J.C., Guérin T., Noel L., Calamassi-Tran G., Volatier J.L., Verger P. 2005. Dietary exposure estimates of 18 elements from the 1st French Total Diet study. *Food Additives and Contaminants*, 22(7), 624-641.
- Lim P.-E., Lee C.K., Din Z., 1998. The kinetics of bioaccumulation of zinc, copper, lead and cadmium by oysters (*Crassostrea iredalei* and *C. belcheri*) under tropical field conditions. *Sci. Tot. Environ.*, 216, 147-157.
- Liu CW, Liang CP, Huang FM, Hsueh YM, Assessing the human health risks from exposure of inorganic arsenic through oyster (*Crassostrea gigas*) consumption in Taiwan. *Sci. Total Environ.* 2006, 15(361), 57-66.
- Ma M. and Le X.C., 1998. Effect of arsenosugar ingestion on urinary arsenic speciation. *Clin Chem* 44: 539-550.
- Mérian E., Anke M., Ihnat M., Stoeppeler M., 2004. Elements and their compounds in the environment, Wiley-VCH, Weinheim
- Michel P., 1993. L'arsenic en milieu marin. Biogéochimie et écotoxicologie. *Repères Océan*, 4, Ifremer Edition, 62 p.
- Munoz O., Devesa V., Suner MA., Velez D., Montoro R., Urieta I., 2000. Total and inorganic arsenic in fresh and processed fish products. *J Agric Food Chem* 48:4369-4376.
- Navarro Silvera S.A and Rohan T.E., 2007. Trace elements and cancer risk: a review of the epidemiologic evidence. *Cancer Causes Control* 18(1): 7-27.
- OSPAR, Bilan de santé 2000. Londres. 108 + vii pp. http://www.ospar.org/fr/html/qsr2000/welcome2_fr.htm
- Page D.S., Dassanayake T.M., Gilfillan E.S., 1995. Tissue distribution and depuration of tributyltin for field-exposed *Mytilus edulis*. *Mar. Environ. Res.*, 4, 409-421.
- Pomroy C., Charbonneau S.M., Mc Cullough R.S., Tam G.K., 1980. Human retention studies with 74As. *Toxicol Appl Pharmacol* 53(3): 550-556.
- Pradel J., Zettwoog P., Dellero N., Beutier D., 2001. Le polonium 210, un repère naturel important en radioprotection. *Radioprotection* 36(4), 401-416.
- Pruel R.J., Lake J.L., Davis W.R., Quinn J.G., 1986. Uptake and depuration of organic contaminants by the blue mussels (*Mytilus edulis*) exposed to environmentally contaminated sediments. *Mar. Biol.*, 91, 497-507.
- Roux N., Chiffolleau J.F., Claisse D., 2001. L'argent, le cobalt, le nickel et le vanadium dans les mollusques du littoral français. Surveillance du milieu marin. Travaux du RNO, 2001, Ifremer Edition, p. 11-20.
- Saavedra Y., Fernandez P., Gonzalez A., 2004. Determination of vanadium in mussels by electrothermal atomic absorption spectrometry without chemical modifiers. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 379(1), 72-76.
- Sanders J.G., Osman R.W., Riedel G.F., 1989. Pathways of arsenic uptake and incorporation in estuarine phytoplankton and the filter feeding invertebrates *Eurytemora*, *Balanus* and *Crassostrea virginica*. *Mar. Biol.*, 103, 319-325.
- Sericano J.L., Wade T.L., Brooks J.M., 1996. Accumulation and depuration of organic contaminants by the American oyster (*Crassostrea virginica*). *Sci. Tot. Environ.*, 179, 149-160.

- Sabbioni E., Fischbach M., Pozzi G., Pietra R., Gallorini M., Piette J.L., 1991. Cellular retention, toxicity and carcinogenic potential of seafood arsenic. I. Lack of cytotoxicity and transforming activity of arsenobetaine in the BALB/3T3 cell line. *Carcinogenesis* 12: 1287-1291.
- Schoof R.A., Yost L.J., Eickhoff J., Crecelius E.A., Cragin D.W., Meacher D.M., Menzel D.B., 1999. A market basket survey of inorganic arsenic in food. *Food Chem Toxicol* 37(8) : 839-846.
- Tsukamoto H., Parker H.R., Peoples S.A., 1983. Metabolism and renal handling of sodium arsenate in dogs. *Am J Vet Res* 44(12) : 2231-2235.
- Vahter M., 1986. Environmental and occupational exposure to inorganic arsenic. *Acta Pharmacol Toxicol* 59(Suppl 7): 31-34.
- Vahter M., 2002. Mechanisms of arsenic biotransformation. *Toxicology* 181-182: 211-217.
- Wei C., Li W., Zhang C., Van Hulle M., Comelis R., Zhang X., 2003. Safety evaluation of organoarsenical species in edible Porphyra from the China Sea. *J Agric Food Chem* 51(17) :5176-518.
- Yang R-Q, Zhou, Q-F., Jiang G-B, 2006. Butyltin accumulation in the marine clam *Mya arenaria* : An evaluation of its suitability for monitoring butyltin pollution. *Chemosphere*, 63, 1-8.

Représentation schématique simplifiée de la filière huître



Annexe 2

Teneurs maximales applicables aux coquillages (de mer et d'eau douce)
Règlement (CE) n°1881/2006

Contaminants chimiques	Matrice Coquillages (mer et eau douce)	Teneurs maximales (en poids frais)	
Plomb	Mollusques bivalves	1,5 mg/kg	
Cadmium	Mollusques bivalves	1,0 mg/kg	
Mercure	Produits de la pêche	0,50 mg/kg	
Dioxines et PCB	Produits de la pêche	Dioxines 4 pg/g	Dioxines + PCB-DL 8 pg/g
Hydrocarbures aromatiques polycycliques : benzo(a)pyrène	Mollusques bivalves	10 pg/g	

Annexe 3
Extrait du Code rural

(Décret n° 2006-1675 du 22 décembre 2006 art. 2 Journal Officiel du 27 décembre 2006)

Art R. 231-51:

La purification des coquillages vivants ne peut être pratiquée que dans des centres qui répondent aux conditions d'aménagement, d'équipement, de fonctionnement et d'hygiène fixées par arrêté conjoint du ministre chargé de l'agriculture et du ministre chargé des pêches maritimes et des cultures marines, et qui font l'objet d'un agrément. L'agrément est accordé par le préfet, sur demande du responsable du centre, sur proposition du directeur départemental des services vétérinaires et après avis du directeur départemental des affaires maritimes. L'arrêté interministériel fixe les conditions de délivrance de l'agrément ainsi que les modalités du contrôle officiel exercé sur les activités et les installations.

Toute construction d'un centre de purification doit recevoir préalablement un avis sanitaire favorable des services départementaux concernés.

Si les centres mettent en oeuvre des systèmes de traitement et de désinfection de l'eau de mer d'approvisionnement, ces systèmes doivent être autorisés par arrêté conjoint du ministre chargé des pêches maritimes et des cultures marines et du ministre chargé de la santé, pris après avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments.

Facteur de bioconcentration et mécanismes de détoxification

1- Le facteur de bioconcentration (BCF)

Le facteur de concentration (FC), appelé fréquemment facteur de bioconcentration (BCF), est un concept créé par Polikarpov en 1960. Ce concept relativement simple est le rapport entre la concentration d'un élément dans un organisme avec la concentration de ce même élément dans le milieu aqueux environnant. Par contre, son estimation est relativement difficile. En effet, les concentrations dans les deux entités doivent être en équilibre. Expérimentalement, le maintien constant de la concentration dans le milieu aquatique est difficile à réaliser au long terme. *In situ*, les concentrations dans l'eau sont très fluctuantes. Par ailleurs, aucune standardisation de l'estimation des facteurs de concentration n'a été proposée. Aussi certains auteurs expriment la concentration des organismes en fonction du poids sec, d'autres en poids frais.

Des milliers de publications sont parues, en particulier dans les années 1960-1980. Des données pour la majorité des éléments et pour divers polluants organiques sont recensés par plusieurs organismes ou groupes d'études (AIEA, GRNC, ...) et dans divers ouvrages (Amiard-Triquet et Amiard, 1980). Les facteurs de concentration varient fortement en fonction du groupe zoologique considéré mais aussi en fonction des espèces. De nombreux facteurs abiotiques et biotiques sont susceptibles d'intervenir dans la bioaccumulation.

Les meilleures estimations des facteurs de concentrations sont celles effectuées *in situ* sur de grandes périodes de temps. Le RNO en est un bon exemple. L'Ifremer, suite à la mise en application de la DCE doit estimer la concentration des polluants dans les masses d'eau. Ces concentrations étant très fluctuantes spatialement et temporellement, leurs déterminations sont abandonnées depuis des années. Pour répondre à l'exigence de la DCE, l'Ifremer a décidé d'estimer les concentrations des eaux marines à partir des concentrations des polluants dans les deux espèces sentinelles (moule et huître). La concentration dans les mollusques est égale à la concentration dans l'eau que multiplie le facteur de bioconcentration. Il est donc facile d'estimer les concentrations dans l'eau si l'on connaît les facteurs de concentration.

Le document James *et al.* (2006) fournit les facteurs de bioconcentration pour la majorité des substances retenues comme prioritaires par l'union européenne.

Substance	BCF Mollusques	Substance	BCF Mollusques
Anthracène	260 (<i>Macoma</i>)	Nickel	270 (bivalves)
Cadmium	994 (invertébrés)	Nonylphénols	3000 (moules)
C10-13 chloalcanes	40900 (moules)	Octylphénols	634 (calculé)
Chlorfenvinphos	255 (<i>M. galloprovincialis</i>)	Pentachlorobenzène	2000 (bivalves)
Diéthylhexylphthalate	2500 (moules)	Pentachlorophénol	390 (<i>Mytilus</i>)
Endosulfan	600 (<i>Mytilus</i>)	Benzo(a)pyrène	12000 (<i>Mytilus</i>)
Fluoranthène	10000 (<i>Crassostrea</i>)	TBT	11400 (<i>Crassostrea</i>)
Hexachlorobenzène	7000 (bivalves)	Trifluraline	2360 (<i>Helisoma</i>)
Hexachlorobutadiène	2000 (<i>Mytilus</i>)	Aldrine	43560 (calculé)
Hexachlorocyclohexanes (lindane)	161 (moules) 240 (<i>Mytilus</i>)	Dieldrine	7760 (calculé)
Plomb	2279 (mollusques)	Endrine	5250 (calculé)
Mercure*	10 ⁶ – 10 ⁷	Isodrine	43650 (calculé)
naphtalène	27 – 38 (moules)	Total DDT	45600 (mollusques)

* biomagnification prise en compte

2- Les mécanismes de détoxification

Les mécanismes de détoxification des polluants métalliques

Les invertébrés soumis à des pollutions métalliques mettent en œuvre deux types de mécanismes de détoxification pour lutter contre la toxicité des éléments métalliques (Amiard, 1991). Le premier mécanisme est une insolubilisation (ou fossilisation) des métaux immobilisant le métal sous forme d'un sel. C'est par exemple des sulfures d'argent chez les huîtres (Martoja *et al.*; 1988). Le second mécanisme est l'induction de la métallothionéine (MT), métalloprotéine de détoxification de divers métaux. Cette protéine complexe les métaux, les rendant inoffensifs. La concentration de la métallothionéine est proportionnelle à celles des métaux dans l'environnement comme le montre

l'exemple d'une expérience de transplantation de moules en méditerranée occidentale dans le cadre du programme Rinbio (Mourgaud *et al.*, 2002). Ensuite cette protéine est stockée dans les lysosomes. Les mécanismes de détoxification sont très variables d'une espèce à l'autre chez les invertébrés. Ainsi chez diverses espèces d'huîtres, les amoebocytes, cellules mobiles, se chargent en métal complexé prélevé dans le sang et l'accumule. Chez *Ostrea edulis*, certaines amoebocytes accumulent le cuivre, d'autre le zinc, d'autres fois à la fois le cuivre et le zinc. Par contre, chez d'autres espèces d'huîtres, comme *Ostrea angasi* et *Crassostrea gigas*, un seul type d'amoebocytes existe accumulant indifféremment le cuivre et le zinc (Georges *et al.*, 1984). Par ailleurs, certaines espèces de mollusques (comme l'huître et la moule) sont capables de réguler la concentration interne (homéostasie) de certains métaux indispensables à la vie comme le cuivre et le zinc dans certaines limites de concentration dans leur environnement (Amiard *et al.*, 1987).

Les formes physico-chimiques de stockage des contaminants métalliques auront des conséquences sur la biodisponibilité. En effet, les deux processus de détoxification des métaux (induction de métallothionéine et insolubilisation) sont très efficaces et les espèces sont résistantes aux pollutions métalliques. Mais ceci entraîne des maillons hautement contaminés dans la chaîne alimentaire. Les protéines de liaison, type MT, sont facilement digérées dans le tube digestif du prédateur (ou consommateur), provoquant la libéralisation des métaux ; la biodisponibilité des métaux augmente et le transfert au consommateur est important. Dans le cas de l'insolubilisation des métaux (granules, ...), ces derniers sont peu digestibles dans le tube digestif du prédateur et il n'y a pas libéralisation des métaux ; la biodisponibilité des métaux est donc faible et le transfert est limité au consommateur.

Les mécanismes de détoxification des polluants organiques

Certains invertébrés sont capables de biotransformer les polluants organiques dans des organes spécialisés (comme le foie ou l'équivalent, l'hépatopancréas) pour rendre hydrosoluble ces polluants et les éliminer par les urines (Narbonne et Michel, 1997). Pour ce faire deux phases de biotransformation sont mise en œuvre : i) la phase I d'oxydation et /ou ii) la phase II de conjugaison. La phase I est contrôlée par les cytochromes P450 ou par les monooxygénases à flavine. Dans la phase II, la conjugaison se fait fréquemment avec du glutathion et est liée aux activités des glutathions S-transférases (GST). Parfois, la biotransformation crée un métabolite plus toxique que la molécule-mère, il y a amplification de la toxicité.

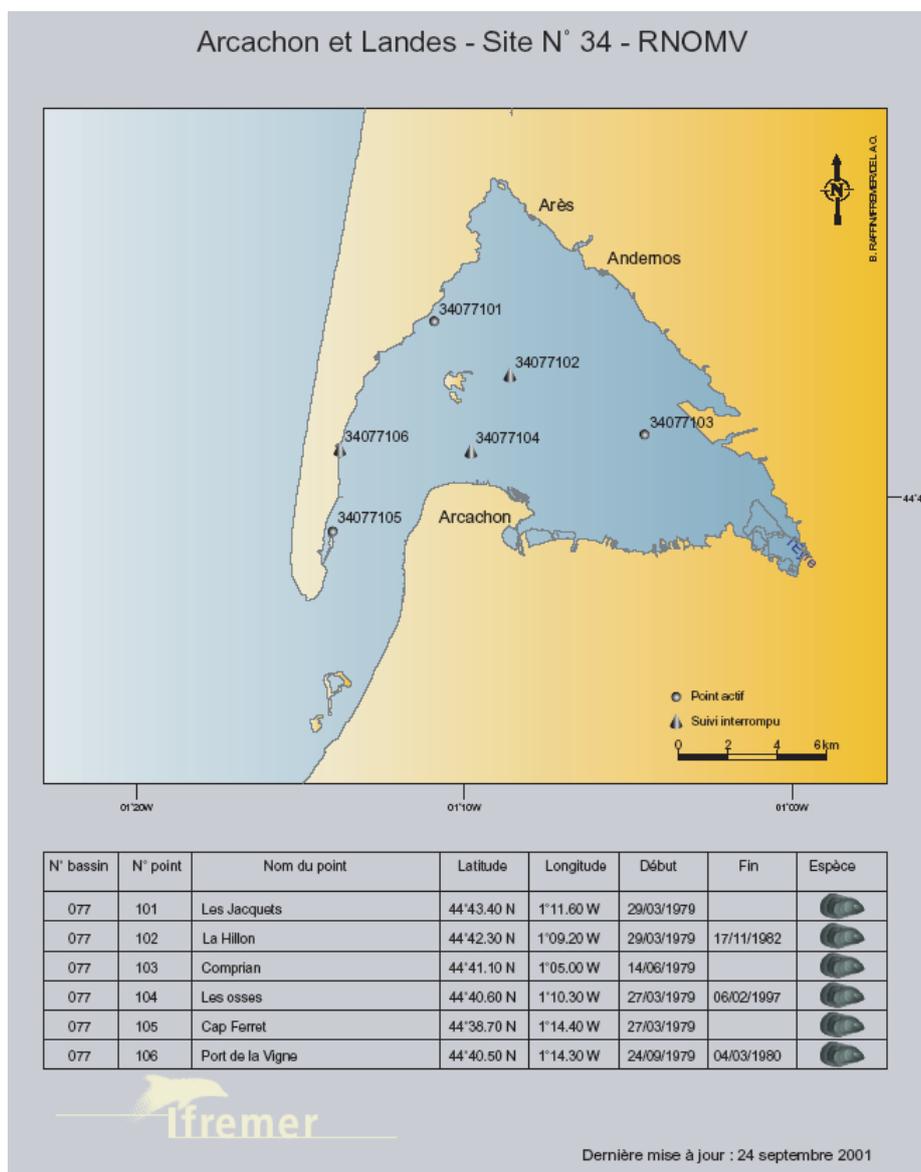
Une troisième voie de détoxification est possible par l'intervention de la glycoprotéine Pg170 (phase III). Elle permet l'externalisation des polluants organiques hors de la cellule. Ce mécanisme d'élimination protection est présent chez les mollusques (Bard, 2000) sous le nom de MXR (multixenobiotic resistance).

En conclusion les contaminations de mollusques bivalves vivants ne sont pas figées et selon les conditions extérieures et physiologiques, elles peuvent s'orienter soit vers la bioaccumulation, soit vers la décontamination en fonction du résultat de la balance entre entrée et sortie des contaminants de l'organisme.

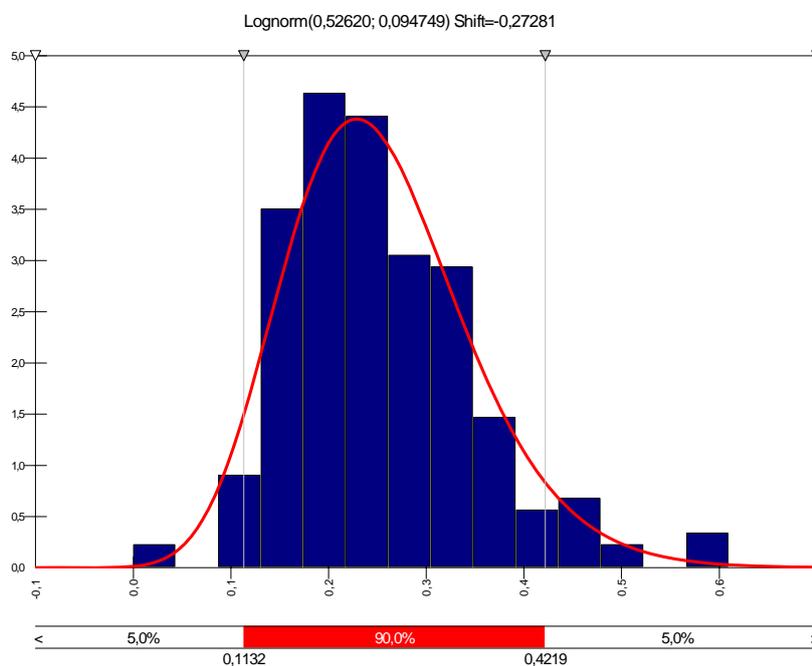
Références

- Amiard J.-C., 1991. Réponses des organismes marins aux pollutions métalliques. In: *Réactions des êtres vivants aux changements de l'environnement*. Actes des Journées de l'Environnement du C.N.R.S. CNRS, éd., Paris, 197-205.
- Amiard-Triquet C. & Amiard J.-C., 1980. Radioécologie des milieux aquatiques. Masson, Paris, 191 p.
- Amiard J.-C., Amiard-Triquet C., Berthet B., Metayer C., 1987. Comparative study of the patterns of bioaccumulation of essential (Cu, Zn) and non-essential (Cd, Pb) trace metals in various estuarine and coastal organisms. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 106, 73-89.
- Bard S.M., 2000. Multixenobiotic resistance as a cellular defense mechanism in aquatic organisms. *Aquatic Toxicology*, 48 (4), 357-389.
- Georges S.G., Pirie G.J., Frazier J.M., Thomson J.D., 1984 ; Interspecies Differences in Heavy Metal Detoxication in Oysters. *Mar. Env. Res.*, 14, 462-464.
- James A., Claisse D., Marchand M., 2006. Les Normes de Qualité Environnementale (NQE), outils d'évaluation du bon état chimique. In: RNO 2006. Surveillance du Milieu Marin. Edition 2006. Ifremer, Nantes, 20-26.
- Martoja R., Ballan-Dufrançais C., Jeantet A.Y., Gouzerh P., Amiard J.-C., Amiard-Triquet C., Berthet B., Baud J.P., 1988. Effets chimiques et cytologiques de la contamination expérimentale de l'huître *Crassostrea gigas* Thunberg par l'argent administré sous forme dissoute et par voie alimentaire. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 45, 1827-1841.
- Mourgaud Y., Martinez E., Geffard A., Andral B., Stanisiere J.Y., Amiard J.-C., 2002. Metallothionein concentration in the mussel *Mytilus galloprovincialis* as a biomarker of response to metal contamination: validation in the field. *Biomarkers* 7 (6), 479-490.
- Narbonne J.-F. & Michel X., 1997. Systèmes de biotransformation chez les mollusques aquatiques. In: *Biomarqueurs en écotoxicologie. Aspects fondamentaux*. Lagadic L., Caquet T., Amiard J.-C. & Ramade F., eds, Masson, Paris, 11-31.

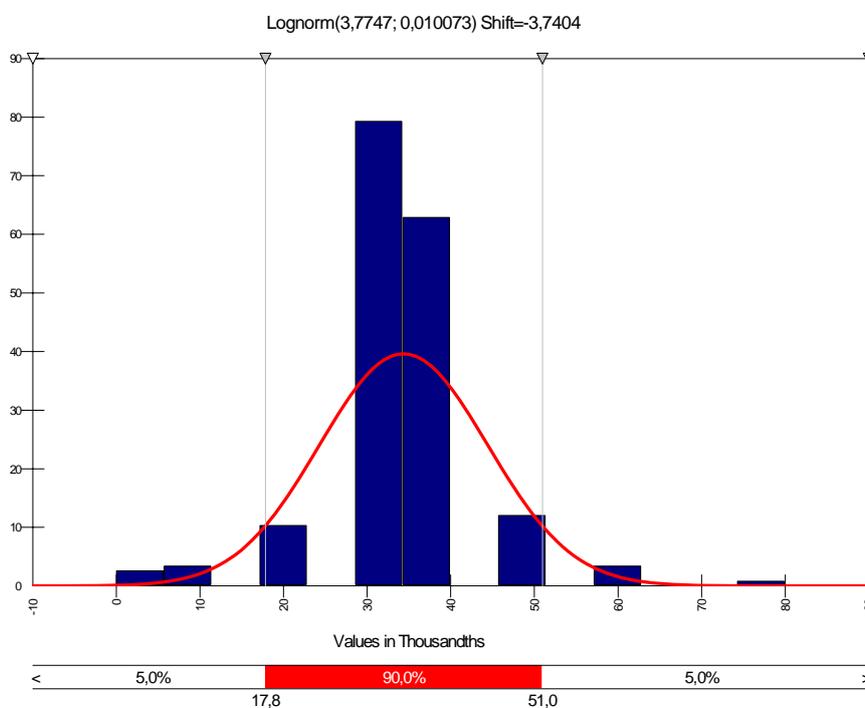
Points de Prélèvements du RNO pour le bassin d'Arcachon (Huître creuse)



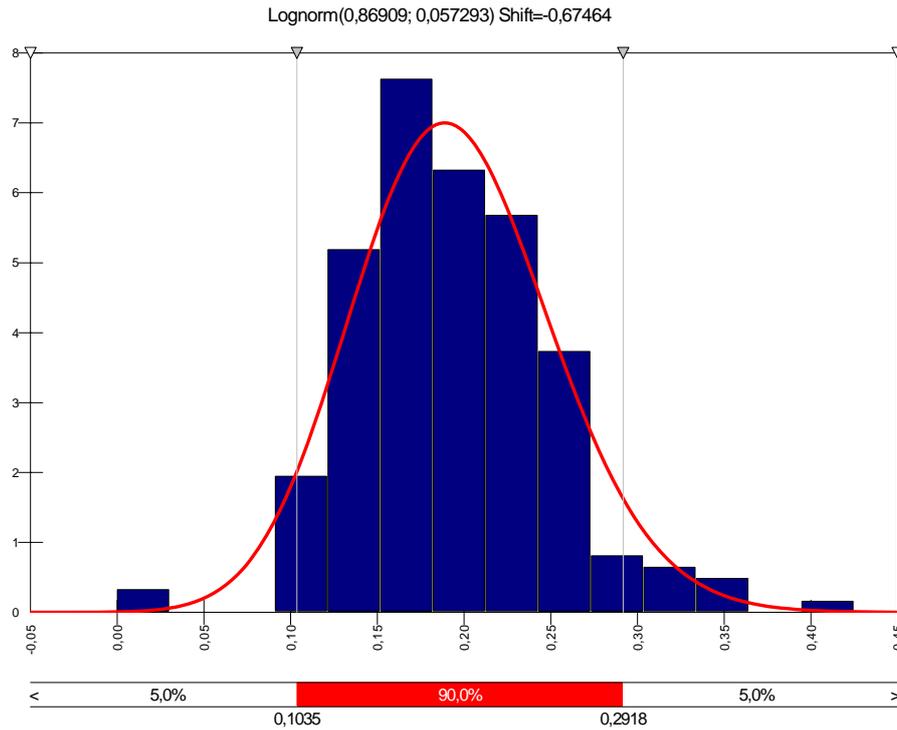
Ajustement des concentrations en plomb, cadmium et mercure observés par le RNO dans les huîtres d’Arcachon par une distribution lognormale (données de 1990-2005)



Ajustement des données du cadmium sur Arcachon par une distribution lognormale (données de 1990-2005, en mg/kg de PF)



Ajustement des données du mercure sur Arcachon par une distribution lognormale (données de 1990-2005, en 10⁻³ mg/kg de PF)



Ajustement des données du plomb sur Arcachon par une distribution lognormale (données de 1990-2005, en mg/kg de PF)

L'ajustement des données observées par une loi de distribution permet de donner une probabilité de dépassement d'une valeur seuil. Ici les données ont été agrégées sur 15 ans et sont issues de plusieurs points de prélèvements.

La DGAI a transmis à l'Afssa, pour information, les dossiers techniques de deux dispositifs de traitements de l'eau de mer.

- **Une technique de filtre à sable utilisée notamment pour approvisionner en eau un centre de thalassothérapie.** Cette technique est destinée en premier lieu à éliminer les contaminants microbiologiques.

Les professionnels locaux de la conchyliculture souhaitent utiliser cette technique afin de disposer d'une eau de mer propre, tant du point de vue microbiologique que phytoplanctonique. La technique du pompage sous la plage mise en œuvre consiste à pomper l'eau à l'aide d'une crépine du type JOHNSON, à 2 mètres de profondeur et 200 mètres du rivage, entre PM-3 et PM+3.

Le dossier ne renseigne ni sur les caractéristiques de la filtration, ni sur l'efficacité du système utilisé par la thalassothérapie d'Arcachon. La documentation fournie ne présente pas d'argumentaire scientifique et ne permet pas de se prononcer sur une transposition à « l'usage conchylicole », dans d'autres sites avec des sables dont les caractéristiques peuvent être différentes, et avec une gamme de débits également différente.

- **Un système de filtration par microbullage associée à une oxygénation par écumage.** Ce système est utilisé dans l'aquaculture et a été adapté aux exigences de la production conchylicole pour éliminer les contaminants microbiologique

Il s'agit d'un appareil de purification en circuit fermé, c'est à dire qui évite de pomper de l'eau de mer pour alimenter le bassin. Il peut traiter des débits importants, jusqu'à 100 m³/h et met en œuvre un système hydraulique à contre-courant, de type cyclonique.

Un bloc moteur Venturi immergé produit des micro-bulles d'air. L'écume qui en résulte est récupérée en surface dans une chambre dite de condensation et l'eau est évacuée par le fond. Selon les concepteurs, « *les micro-bulles sous pression forment les tamis naturels de filtration qui piègent et remontent toutes les particules minérales, organiques et microscopiques (filtration < 1 µm) ainsi que les organismes nuisibles comme certaines bactéries (E. coli ...)* » « *c'est la phase de filtration* ».

En fait, il s'agit d'une flottation qui est une technique bien connue et maîtrisée en matière de traitement des eaux. La revendication relative à la filtration est discutable.

Le principal défaut du présent procédé est que l'air introduit par un système de Venturi ne donne pas des tailles de bulles d'air permettant une bonne flottation. C'est pourquoi, en eau potable, seule la flottation par air dissous (FAD) est autorisée.

Le dossier n'apporte aucune preuve d'efficacité microbiologique et ne peut pas permettre d'éliminer les éléments dissous.

Le CES « Eaux », réuni le 3 avril 2007, a constaté l'insuffisance des données transmises et noté l'intérêt d'élaborer de lignes directrices pour l'évaluation de l'efficacité et de l'innocuité des traitements de l'eau de mer.

I- LISTE DES LCR

La liste complète des LCR est indiquée dans le règlement (CE) n°776/2006 de la Commission du 23 mai 2006 modifiant l'annexe VII du règlement (CE) n°882/2004 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les laboratoires communautaires de référence. Les fonctions et les conditions d'activités de ces LCR sont décrites dans l'annexe V de la Directive 96/23/CE du conseil du 29 avril 1996 et dans le Rectificatif au règlement (CE) n°882/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 relatif aux contrôles officiels effectués pour s'assurer de la conformité avec la législation sur les aliments pour animaux et les denrées alimentaires et avec les dispositions relatives à la santé animale et au bien-être des animaux (Journal officiel de l'Union européenne L 364/5 du 20/12/2006 ; L 125/10 du 23.5.96 ; L 165 du 30 avril 2004 et rectificatif n° L 191 du 28/05/2004).

Ci-infra la liste des LCR pour les contaminants chimiques concernés par les règlements (CE) 882/2004, 854/2004 et la Directive 96/23/CE. Parmi eux, 4 LCR (en gras) sont également concernés par les teneurs maximales en Pb, Cd, Hg, Dioxines et PCB et HAP fixées dans les mollusques bivalves (Règlement CE 1881/2006) :

1. LCR pour les résidus de médicaments vétérinaires et de contaminants dans les denrées alimentaires d'origine animale (pour les résidus énumérés à l'annexe I de la directive 96/23/CE du Conseil) :

- a) groupe A 1), 2) 3) et 4), groupe B, 2) d) et groupe B, 3) d) :
C Van Ginkel - Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) - 3720 BA Bilthoven - Pays-Bas
- b) groupe B 1) et groupe B 3) e) et le carbadox et l'olaquinox :
P Sanders - Laboratoire d'études et de recherches sur les médicaments vétérinaires et les désinfectants AFSSA - site de Fougères - BP 90203 France
- c) groupe A 5) et groupe B 2) a), b) et e) :
P Gowik - Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) D-12277 Berlin – Allemagne
- d) groupe B 3) c) (Chemical elements):**
***Dr. S. Costantini* - Istituto Superiore di Sanità -I-00161 Roma – Italie**

2. LCR pour les résidus de pesticides :

- a) Céréales et aliments :
Danmarks Fødevareforskning (DFVF) - DK-1790 København V - Danemark
- b) Denrées alimentaires d'origine animale et produits à forte teneur en matières grasses :
Dr. R. Malish - Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt (CVUA) Freiburg - Postfach 100462 - D-79123 Freiburg - Allemagne
- d) Méthodes monorésidus :
Dr. M. Anastassiades - Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt (CVUA) Stuttgart - Postfach 1206 - D-70702 Fellbach – Allemagne

3. LCR pour les métaux lourds dans l'alimentation animale et humaine

Dr. R. Simon - Centre commun de recherche de la Commission européenne – Geel – Belgique

4. LCR pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Dr. R. Simon - Centre commun de recherche de la Commission européenne – Geel – Belgique

5. LCR pour les dioxines et les PCB dans l'alimentation humaine et animale

Dr. R. Malish - Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt (CVUA) Freiburg - Postfach 100462 - D-79123 Freiburg – Allemagne

II- BILAN DES ACTIVITES 2005-2006 ET PERSPECTIVES 2007 DES 3 LCR CONCERNES PAR LES TENEURS MAXIMALES EN Pb, Cd ET HAP FIXEES DANS LES MOLLUSQUES BIVALVES (REGLEMENT CE 1881/2006) :

1- Le bilan des activités 2005-2006 du LCR « Métaux lourds » de l'ISS – Rome (15 personnes impliquées dont 12 cadres et 3 techniciens) présenté par le LCR lors de la réunion annuelle du 24 oct.06 est le suivant :

- Bilan du développement et validation de méthodes analytiques (méthodes internes) : 8 méthodes internes sont actuellement validées, une autre est en cours de validation et 6 de ces 8 méthodes sont également accréditées. 4 méthodes de confirmation dont 2 en cours ont été développées.

Le programme 2007 porte sur 4 autres méthodes dont 2 de confirmation.

Les éléments considérés sont As, **Cd**, Cr, Cu, **Hg**, **Pb**, **Sn**, et U.

A noter qu'aucune de ces méthodes ne s'intéresse aux mollusques bivalves, le LCR s'intéressant essentiellement aux matrices « Viande, abats, lait, miel, poissons »

- Bilan de l'organisation d'Eilas pour les LNR (en gras = éléments liés au Règlement CE 1881/2006) :

9th PT – 2005 spray-dried fish protein powder (As, **Cd**, Cr, Cu, Fe, **Hg**, **Pb**, Zn)

10th PT-2006 = 1st round –meat et 2nd round -milk (As, **Cd**, **Pb**)

Le programme d'Eilas 2007 porterait sur : 1st round meat liver (Cd, As, Pb, Hg) et 2nd round milk et fish (Eléments à définir).

- La dernière version du "Handbook of Analytical Methods for Trace Elements" as Adopted by National Reference Laboratories for Residues of the European Union (Directive 96/23/EC) date de décembre 2005.

Le programme 2007 prévoit de réviser ce Handbook.

En conclusion, le LCR « Métaux lourds » de l'ISS – Rome ne travaille pas ni n'a de programme de travail concernant les mollusques bivalves, ne prévoit pas de développer et de valider de méthode d'analyse dans cette matrice, ni de proposer aux LNR une validation inter-laboratoires de leurs méthodes internes d'analyse et de confirmation.

2 - Suite à la 1^{ère} réunion du nouveau LCR « Heavy Metals in Food and Feed » de la EC – JRC - IRMM, Geel - Belgium (6 cadres) qui s'est tenue les 25 et 26 sept. 06, le compte-rendu précise que ce LCR couvre en fait 3 différents types de matrice « wild cod fish, plants and feed », que le programme prévisionnel pour 2007 est d'envoyer les résultats du 1^{er} Eila organisé en 2006 portant sur Cd, Pb, Hg dans une matrice alimentaire d'origine végétale, et d'organiser 2 Eilas dans de l'eau et un aliment pour animaux.

Un tour de table a également été organisé pour que les LNRs expriment leurs besoins. Concernant les mollusques bivalves, seul le LNR français (AFSSA-LERQAP) a exprimé le besoin que les LCR s'intéressent à la validation de méthodes au moins des éléments réglementaires (Pb, Cd, Hg) ; tout en précisant que le LNR français dispose déjà de méthodes internes validées et accréditées.

3 – Le programme prévisionnel du nouveau LCR HAP portera en 2007 sur d'autres priorités que les mollusques bivalves (Selon B Le Bizec, responsable du LNR HAP et Dioxines et PCB).

En conclusion, les activités des 3 LCR « métaux lourds » et HAP ne se sont pour le moment jamais intéressées spécifiquement aux mollusques bivalves. Leur programme de travail respectif ne le prévoit pas pour 2007.

Selon B Le Bizec, responsable du LNR pour les HAP, Dioxines et PCB, le LCR pour les Dioxines et PCB n'a pas d'activité ni de programme de travail prévisionnel concernant les mollusques bivalves.

Selon F Bordet, responsable du LNR Pesticides, les LCR pour les résidus de pesticides n'ont pas d'activité ni de programme de travail prévisionnel concernant les mollusques bivalves.

Selon P Sanders, responsable d'un des 3 LCR pour les résidus de médicaments vétérinaires dans les denrées alimentaires d'origine animale, ces LCR n'ont pas d'activité ni de programme de travail prévisionnel spécifique concernant les mollusques bivalves. Toutefois le LNR (AFSSA-LERMVD) peut ponctuellement être amené à travailler sur les mollusques bivalves, plutôt dans un contexte de contrôle pour les fraudes (DGCCRF).

Autres sources de données de contamination des coquillages

En dehors des plans de contrôle et de surveillance organisés au niveau national par la DGAI (cf. chap. VI), une liste non exhaustive de références de différentes études réalisées ou en cours est proposée. Ces études comprennent des données de contamination des mollusques bivalves et souvent une évaluation de l'exposition alimentaire.

1. Etudes nationales

Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'évaluation des risques liés à la présence de **retardateurs de flamme bromés** dans les aliments. (24 juillet 2006). Saisine 2005-SA-0090. <http://www.afssa.fr/Ftp/Afssa/36913-36914.pdf>

Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'évaluation des risques liés à la présence d'**organoétains** dans les aliments (18 avril 2006). Saisine 2005-SA-0091. <http://www.afssa.fr/Ftp/Afssa/35564-35601.pdf>

Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'évaluation de l'exposition de la population française aux **dioxines, furanes et PCB de type dioxine**. (9 janvier 2006). Saisine 2005-SA-0372. <http://www.afssa.fr/Ftp/Afssa/39147-39148.pdf> + rapport Dioxines, furanes et PCB de type dioxine: Evaluation de l'exposition de la population française <http://www.afssa.fr/ftp/afssa/34609-34610.pdf>

Avis de l'Agence relatif à la réévaluation des risques sanitaires du **méthylmercure** liés à la consommation des produits de la pêche au regard de la nouvelle dose hebdomadaire tolérable provisoire (DHTP) (16 mars 2004) – Saisine 2003-SA-0380 (saisines liées : 2006-SA-0003 et 2002-SA-0014). Cet avis intègre la modification apportée par l'erratum du 9 mai 2005 rectifiant le tableau 1 (scenarii 2 et 3) pour être cohérent avec les graphiques 1 et 2. <http://www.afssa.fr/Ftp/Afssa/24242-29509.pdf>

Etude **TDS** (ou EAT1 sur base des données de consommation INCA1) : Leblanc J-C., Guérin T., Noël L., Calamassi-Tran G., Volatier J-L., Verger P. Dietary exposure estimates of 18 elements from the 1st French Total Diet Study. Food additives and contaminants, 22(7): 624-641 (2005).

Etude **CALIPSO** : AFSSA/DGAL/INRA. CALIPSO - Etude des consommations alimentaires de produits de la mer et imprégnation aux éléments traces, polluants et oméga 3. Leblanc JC (coordonnateur). 160 p. Juillet 2006.

Etude Devier et al. 2005 : Devier M-H., Augagneur S., Budzinski H., Le Menach K., Mora P., Narbonne J-F., Garrigues P. One-year monitoring survey of organic compounds (**PAHs, PCBs, TBT, heavy metals**) and biomarkers in blue mussels from the Arcachon bay, France. Journal of Environmental Monitoring, 2005,7, 224-240.

Etude EAT2 (sur base des données de consommation INCA2) : Cette étude coordonnée par l'AFSSA-DERNS-PASER-OCA) est en phase de démarrage et portera sur l'analyse de résidus phytosanitaires (organochlorés, organophosphorés, pyrèthrinoides, carbamates plus d'autres pesticides mineurs du type Toxaphène, Mirex, Fipronil et métabolites pourraient être recherchés soit plus de 72 molécules recherchées), contaminants de l'environnement (Dioxines (17 congénères des PCDD/PCDF), polychlorobiphényles (19 congénères PCB dioxines like + indicateurs), les PolyBromoDiphénylEthers (7 congénères indicateurs PBDE), les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (11 indicateurs HAP), les PolyBromosBiphényles (PBB)), Acrylamide, Mycotoxines (Aflatoxines du groupe BG et M, Ochratoxine A, Patuline et toxines fusariennes de type Fumonisines, Trichothécènes A et B, Zéaralénone et Nivalénol), additifs, éléments traces et minéraux (Chrome, Cobalt, Cuivre, Lithium, Manganèse, Molybdène, Nickel, Sélénium, Zinc, Aluminium, Antimoine, Arsenic, Cadmium, Plomb, Mercure, Calcium, Magnésium, Potassium, Fer, Sodium), Phytoestrogènes (isoflavones (génistéine, daidzéine, glycitéine, biochanine A et formononétine), coumestranes (coumestrol), l'isoflavane (equol) et les entérolignanes (entérodiol, entérofurane et entérolactone) dans environ 1200 aliments

représentatifs des habitudes alimentaires de la population française. Liste de contaminants susceptibles de modification. Résultats prévus pour 2010.

2. Etudes européennes (Tâches SCOOP et Opinions)

Tâches Scoops : Evaluation des doses de certains contaminants absorbées par voie alimentaire par la population de la Communauté a été réalisée au titre de la directive 93/5/CEE du Conseil du 25 février 1993 concernant l'assistance des États membres à la Commission et leur coopération en matière d'examen scientifique des questions relatives aux denrées alimentaires :

SCOOP task 3.2.11 (March 2004) sur les métaux lourds (**Pb, Cd, Hg, As**) : Assessment of the dietary exposure to arsenic, cadmium, lead and mercury of the population of the EU Member States

http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/scoop_3-2-11_heavy_metals_report_en.pdf

"Information Note" from DG Health and Consumer Protection concerning "Methyl mercury in fish and fishery products" 12 May 2004 et EFSA's scientific opinion and summary on mercury and methylmercury (Request N° EFSA-Q-2003-030) (adopted on 24 February 2004)

SCOOP task 3.2.13 (Oct. 2003) sur les **organotémoins** : Assessment of the dietary exposure to organotin compounds of the population of the EU Member States

http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/scoop_3-2-13_final_report_organotins_en.pdf

Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission to assess the health risks to consumers associated with exposure to organotins in foodstuffs. EFSA Journal, 2004,102, 1-119. <http://www.efsa.eu.int>

OT SAFE. Sources, consumer exposure and risks of **organotin** contamination in seafood. Final report of the European Commission Research Project OT-SAFE N° QLK1-2001-01437, 149 p. (Dec. 2004).

COMPRENDO (Comparative Research on Endocrine Disrupters) Phylogenetic Approach and Common Principles focussing on Androgenic/Antiandrogenic Compounds. Final publishable report: Executive Summary On The Project Results. EU Contract No. EVK1-CT-2002-00129 2006, pp1-58.

FSA (2005). Survey of **organotémoins** in shellfish. 81/05, October 2005.

<http://www.food.gov.uk/science/surveillance/fsisbranch2005/fsis8105>

SCOOP task 3.2.14 (Oct. 2004) sur les **HAPs** : Collection of occurrence data on polycyclic aromatic hydrocarbons in food.

http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/scoop_3-2-14_final_report_pah_en.pdf

Opinion of the Scientific Committee on Food on the risks to human health of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in food (SCF/CS/CNTM/PAH/29 Final 4 December 2002).

http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/out153_en.pdf

SCOOP task 3.2.5 (June 2000) sur les **Dioxines et PCBs** : Assessment of dietary intake of dioxins and related PCBs by the population of EU Member States.

http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/library/pub/pub08_en.pdf

Opinion of the SCF on the Risk Assessment of Dioxins and Dioxin-like PCBs in Food SCF/CS/CNTM/DIOXIN/8 Final 23 November 2000.

http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out78_en.pdf

Opinion of the Scientific Committee on Food on new findings regarding the presence of **acrylamide** in food SCF/CS/CNTM/CONT/4 Final 3 July 2002.

http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out131_en.pdf

Le 14 février 2006, la Commission a présenté au groupe d'experts résidus la base de données qu'elle a développée et qui contient l'ensemble des résultats des Etats membres toute molécule confondue. Vous avez la possibilité de trier les résultats en fonction des matrices, des pays, des molécules et des groupes de molécules. Ce système permet d'avoir une vue d'ensemble des résultats des plans de contrôle résidus chimiques des 25 Etats membres. Il est possible d'enregistrer les documents dans

vosre propre système informatique ou de les imprimer. Vous pouvez vous connecter au système à l'adresse suivante : <https://tracesdwh.cec.eu.int/wijsp>

Accéder au site en appuyant sur LOG IN et rentrer le nom : fr et le mot de passe : fr

Cliquez sur « Residues » et choisissez l'un des documents proposés en fonction des résultats que vous souhaitez obtenir.

Aux vues des agendas du panel Contaminants sur Internet et aux dires de P. Verger, membre du Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain de l'EFSA, il n'y a rien en cours spécifiquement sur les coquillages sauf le travail sur les toxines marines.

Annexe 10 :

Contribution (en %) de la consommation de coquillages à l'apport tolérable de différents contaminants chimiques, pour les forts consommateurs de produits de la mer (extrait de l'annexe 6 de l'étude CALIPSO)

Espèce	MeHg	Cd	Pb	COT	AsT	As inorg	Tot diox	PCB
Bigorneau ou vigneau	0,03	0,16	0,02	0,01	0,11	0,07	0,05	0,09
Bulot ou buccin	0,44	2,80	0,06	0,06	0,97	0,10	0,86	0,53
Coque ou rigadeaux	0,05	0,02	0,00	0,02	0,02	0,03	0,05	0,05
Coquille Saint-Jacques	1,22	2,60	0,16	0,32	0,46	0,40	1,44	4,36
Huître	0,24	0,40	0,09	0,10	0,26	0,29	1,72	1,92
Moule	0,86	0,20	0,15	0,04	0,64	0,18	1,05	1,64
Oursin	0,03	0,17	0,11	0,04	0,17	0,27	0,30	0,35
Pétoncle	0,06	2,04	0,05	0,02	0,09	0,01	0,26	0,56

COT = TBT + DBT + TPT + DOT

Tot diox = PCDD/F + PCB-DL

PCB = (somme de 7 congénères)*2

Valeurs toxicologiques de référence :

MeHg : 1,6 µg/kg p.c./sem

Cd : 7 µg/kg p.c./sem

Pb : 25 µg/kg p.c./sem

COT : 1,75 µg/kg p.c./sem

AsT : 350 µg/kg p.c./sem

As inorg : 15 µg/kg p.c./sem

Dioxines/PCB-DL : 70 µg/kg p.c./mois

PCB : 0,02 µg/kg p.c./j