

ENSP

ECOLE NATIONALE DE
LA SANTE PUBLIQUE

RENNES

Ingénieur du Génie Sanitaire
Promotion : 2006 - 2007
Date du Jury : 26 septembre 2007

**POSSIBILITES D'AMELIORATION ET DE MAINTIEN DE LA
QUALITE DE L'EAU UTILISEE DANS LES BASSINS OSTREICOLES
DE FINITION SUR LE BASSIN D'ARCACHON.**

Présenté par :
Elixabet CAPOT

Lieu du stage :
DDSV Gironde

Référents professionnels :
M^r JACQUET / M^r MERCIER

Référent pédagogique :
M^{me} LEGEAS

Remerciements

Mes remerciements s'adressent en premier lieu à Monsieur JACQUET, Chef du service « Sécurité Sanitaire des Aliments » de la DDSV Gironde, pour m'avoir donnée l'opportunité de travailler sur ce sujet passionnant et complexe, ainsi que pour son encadrement et ses conseils.

Je remercie également Madame LEGEAS, enseignante en gestion des risques microbiologiques au sein du département EGERIES de l'ENSP, pour avoir contribué à la définition de la problématique de ce mémoire et pour son aide.

Je tiens plus particulièrement à remercier Monsieur MERCIER, Responsable de l'Antenne de la DDSV Gironde à La Teste de Buch, qui m'a fait entrevoir et apprécier le monde de l'ostréiculture sur le Bassin d'Arcachon. Ses conseils et les discussions m'ont fait découvrir les différentes facettes d'un inspecteur en hygiène alimentaire. Souhaitant poursuivre ma carrière dans une industrie agroalimentaire, la vision de « l'autre côté de la barrière » me sera profitable.

Je remercie également l'ensemble des personnes qui m'ont porté conseil dans mes différentes démarches ; notamment :

- Monsieur AUDY, Conseil Général (CG) de la Gironde,
- Monsieur CAPDEVILLE, Service Intercommunal d'Hygiène et de Santé (SIBA), Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon,
- Monsieur COURGEON, Chef du service des cultures marines, Direction Départementale des Affaires Maritimes (DDAM),
- Monsieur DRENO, Chef de la station d'Arcachon, Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER),
- Monsieur DRUART et Monsieur MAUVIOT, Section Régionale Conchylicole (SRC),
- Monsieur PEUCHOT et Madame SIRVAIN, Institut de la Filtration et des Techniques Séparatives (IFTS).

Je remercie toute l'équipe de l'Antenne de La Teste de Buch : Bernard, Brigitte, Jean-Luc, Monique, Nathalie, Vanessa, pour leur accueil sympathique et leurs divers conseils.

Un grand merci aux ostréiculteurs pour m'avoir reçue dans leur établissement et avoir répondu avec franchise à mes questions.

Merci enfin à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Sommaire

LISTE DES SIGLES UTILISÉS

INTRODUCTION.....	1
1 PRÉSENTATION DU BASSIN D'ARCACHON ET DE LA CONCHYLICULTURE	2
1.1 DONNÉES GÉOGRAPHIQUES ET HYDROGRAPHIQUES	2
1.2 LA CONCHYLICULTURE	3
1.3 L'OSTRÉICULTURE ARCACHONNAISE	3
1.3.1 SITUATION ADMINISTRATIVE : PORTS OSTREICOLES ET ETABLISSEMENTS D'EXPEDITION	4
1.3.2 FONCTIONNEMENT GENERAL D'UN ETABLISSEMENT OSTREICOLE D'EXPEDITION	4
1.4 CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE.....	7
1.4.1 CLASSEMENT DES ZONES DE PRODUCTION CONCHYLICOLES	7
1.4.2 RÉGLEMENTATION CONCERNANT L'EXPEDITION POUR LA CONSOMMATION HUMAINE.....	8
2 ANALYSE DES DANGERS DANS UN ÉTABLISSEMENT OSTREICOLE D'EXPÉDITION.....	9
2.1 CONTEXTE SANITAIRE	9
2.1.1 PHYSIOLOGIE DES MOLLUSQUES BIVALVES.....	9
2.1.2 DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES	9
2.1.3 PRINCIPAUX DANGERS ASSOCIES AUX COQUILLAGES	10
2.2 SITUATIONS DE CONTAMINATION DES COQUILLAGES.....	10
2.2.1 CONTAMINATION INITIALE DES COQUILLAGES.....	10
2.2.2 CONTAMINATION CROISEE DES COQUILLAGES LORS DES OPERATIONS	11
2.3 EAU D'APPROVISIONNEMENT ACTUELLE DES BASSINS DE FINITION.....	11
2.3.1 SOURCES DE CONTAMINATION DE L'EAU DU BASSIN D'ARCACHON	12
2.3.2 QUALITE SANITAIRE DES EAUX DU BASSIN D'ARCACHON.....	12
2.3.2.1 Surveillances sanitaires du Bassin d'Arcachon	12
2.3.2.2 Qualité sanitaire du Bassin d'Arcachon.....	13
2.3.2.3 Mesures de gestion administrative de la qualité sanitaire	14
2.4 QUALITÉ DE L'EAU SALÉE COMPATIBLE AVEC L'ACTIVITÉ OSTREICOLE	16
2.4.1 QUALITE SANITAIRE DE L'EAU : NOTION « D'EAU DE MER PROPRE »	16
2.4.2 CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU DE MER : SURVIE DES COQUILLAGES ...	16
3 MOYENS DE MAÎTRISE DE LA QUALITÉ DE L'EAU HORS CRISE PHYCOTOXINIQUE : AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE L'EAU.....	18
3.1 AUTRES RESSOURCES EN EAU.....	18
3.1.1 EAU DE FORAGE	18
3.1.2 EAU DE MER RECONSTITUEE	21
3.2 EQUIPEMENTS SPÉCIFIQUES À L'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE L'EAU	21
3.2.1 PRÉPARATION PRÉALABLE AU REMPLISSAGE DES BASSINS	21
3.2.1.1 Conception des bassins.....	21
3.2.1.2 Lavage des bassins, lavage et tri des coquillages.....	22
3.2.1.3 Dispositifs de prise d'eau	22
3.2.2 EQUIPEMENTS DE TRAITEMENTS DE L'EAU LORS DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU.....	23
3.2.2.1 Décantation dans des réserves d'eau : les malines	23
3.2.2.2 Filtration.....	25

<u>4</u>	<u>MOYENS DE MAÎTRISE DE LA QUALITÉ DE L'EAU EN PÉRIODE DE CRISE</u>	
	<u>PHYCOTOXINIQUE : MAINTIEN DE LA QUALITÉ DE L'EAU.....</u>	<u>27</u>
4.1	RELATION ENTRE LE PROTOCOLE ET LE FONCTIONNEMENT EN CIRCUIT FERMÉ.....	27
4.2	PRÉPARATION PRÉALABLE DES COQUILLAGES ET DES BASSINS.....	29
4.2.1	CONCEPTION DES BASSINS	29
4.2.2	LAVAGE DES BASSINS, LAVAGE ET TRI DES COQUILLAGES.....	29
4.2.3	CIRCULATION DE L'EAU POUR LE MAINTIEN DE LA QUALITE.....	29
4.3	DÉCONTAMINATION DE L'EAU.....	30
4.3.1	DISPOSITIF DE DECONTAMINATION PHYSIQUE	30
4.3.1.1	Décantation en bassin réservoir d'eau	30
4.3.1.2	Filtration.....	30
4.3.1.3	Ecumage	34
4.3.2	DISPOSITIFS DE DESINFECTION.....	37
4.3.2.1	Désinfection physique aux ultra-violets	37
4.3.2.2	Désinfection chimique.....	40
4.4	EQUIPEMENTS ANNEXES DE MAINTIEN DE LA QUALITÉ DE L'EAU.....	41
4.4.1	AERATION DE L'EAU	41
4.4.1.1	Injection d'air	42
4.4.1.2	Dispersion d'eau dans l'air	43
4.4.2	REFROIDISSEMENT	44
<u>5</u>	<u>RECOMMANDATIONS ET PROPOSITIONS D'ACTION</u>	<u>45</u>
	<u>CONCLUSION.....</u>	<u>49</u>
	<u>BIBLIOGRAPHIE.....</u>	<u>51</u>
	<u>LISTE DES ANNEXES</u>	<u>59</u>

Liste des tableaux et figures

Tableau n°1 : Classes et seuils de qualité microbiologique définis par la directive CE/91/492 et par le règlement 854/2004.	7
Tableau n°2 : Présentation des caractéristiques chimiques des forages de Gujan-Mestras et de La Teste de Buch réalisés par le BRGM.	20
Tableau n°3 : Taille des différents éléments présents dans l'eau de mer.	25
Tableau n°4 (annexe n°4) : Présentation des avantages et inconvénients des ports du Bassin d'Arcachon.	70
Tableau n°5 (annexe n°5) : Familles et seuils de qualité des phycotoxines soumises à contrôle définis par les règlements CE 853/2004 et 2074/2005.	73
Tableau n°6 (annexe n°8) : Présentation des différentes stations d'épuration du Bassin d'Arcachon en terme d'équivalent par habitant actuel et prévu pour 2007 et en terme de capacité de traitement actuel.	89
Figure n°1 : Le Bassin d'Arcachon et son pourtour.	2
Figure n°2 : Principales étapes de mise sur le marché des coquillages vivants dans un établissement ostréicole d'expédition.	5
Figure n°3 : Présentation des circuits de l'eau et des coquillages dans un complexe ostréicole. Mise en évidence des utilisations problématiques possibles de l'eau.	5
Figure n°5 (annexe n°5) : Cartographie des points de surveillance IFREMER dans le Bassin d'Arcachon et classement des zones de production conchylicole.	71
Figure n°6 (annexe n°8) : Schéma actuel d'assainissement du Bassin d'Arcachon et évolution courant 2007.	88
Figure n°7 (annexe n°8) : Wharf de la Salie et panache du rejet - Situation de début de montant (coef. 102) et de vent faible de Sud-est à Est.	91

Liste des sigles utilisés

ADN : Acide Désoxyribonucléique
AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments
AGLIA : Association du Grand Littoral Atlantique
ANZFA : *Australia New Zealand Food Authority*, Autorité de Sécurité Alimentaire de Nouvelle Zélande
AOB : Association des Ostréiculteurs du Buch
AOGE : Association des Ostréiculteurs de Gujan-Mestras Est
ARET : Association pour la Recherche en Toxicologie
ASP : *Amnesic Shellfish Poisoning*, toxine amnésiante
BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CEDEM : Centre de Droit et d'Economie de la Mer
CEDRE : Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentation sur les pollutions accidentelles des eaux
CEMAGREF : Centre national du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts
CET : Centre d'Enfouissement Technique
CETAMM : Consortium Européen des Techniques Applicables aux Métiers de la Mer
CG : Conseil Général
CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer
CITPPM : Confédération des Industries de Traitement des Produits de Pêche Maritime
CLI : Chair et Liquide Intervalvaire
CNC : Comité National de la Conchyliculture
CNRS : Centre National de Recherche Scientifique
COBAS : Communauté d'Agglomération du Bassin d'Arcachon Sud pôle Atlantique
CPIE : Centre Permanent d'Initiation à l'Environnement
DCE : Directive Cadre sur l'Eau
DDAF : Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt
DDAM : Direction Départementale des Affaires Maritimes
DDASS : Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales
DDE : Direction Départementale de l'Équipement
DDSV : Direction Départementale des Services Vétérinaires
DDT : DichloroDiphénylTrichloroéthane
DEL : Direction de l'Environnement et de l'aménagement du Littoral
DGAL : Direction Générale de l'Alimentation
DPM : Domaine Public Maritime
DPMA : Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture
DRIRE : Direction Régionale de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement
DSP : *Diarrhetic Shellfish Poisoning*, toxine diarrhéique
E. coli : *Escherichia coli*
EDF : Electricité De France
EID : Entente Interdépartementale pour la Démoustication
ENGREF : Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts
FAO : *Food and Agriculture Organization*, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
GEPEA : Génie des Procédés Environnement Agroalimentaire

GPI : Guegan Pompes Industrie
HACCP : *Hazard Analysis and Critical Control Point*, Analyse des dangers et points critiques pour leur maîtrise
HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
IFTS : Institut de la Filtration et des Techniques Séparatives
INVS : Institut National de Veille Sanitaire
LER : Laboratoire côtier Environnement littoral et Ressources
MEDD : Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable
MES : Matière En Suspension
MISE : Mission Inter-Services de l'Eau
MISSA : Mission Inter-Services de Sécurité Sanitaire des Aliments
NSP : *Neurotoxic Shellfish Poisoning*, toxine à effet neurotoxique
OFIMER : Office national Interprofessionnel des produits de la Mer et de l'aquaculture
OIEau : Office International de l'Eau
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
PCB : Polychlorobiphényles
PSP : *Paralytic Shellfish Poisoning*, toxine paralytique
PVC : PolyChlorure de Vinyle
REMI : Réseau de contrôle Microbiologique des zones de production conchylicole
REPHY : Réseau de Surveillance du Phytoplancton et des Phycotoxines
RNO : Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin
SABARC : Société d'Assainissement du Bassin d'Arcachon
SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SEPANSO : Société pour l'Etude, la Protection et l'Aménagement de la Nature dans le Sud-Ouest
SGAR : Section Générale de l'Action Régionale
SIBA : Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon
SMIDAP : Syndicat Mixte pour le Développement de l'Aquaculture en Pays de Loire
SMN : Service Maritime et de Navigation
SMVM : Schéma de Mise en Valeur de la Mer
SNIE : Système National d'Information sur l'Eau
SRC : Section Régionale de la Conchyliculture
STPE : Système de Traitement pour la Pollution et l'Environnement
TBT : Tributylétain
TIAC : Toxi-Infection Alimentaire Collective
VHA : Virus de l'Hépatite A
VHE : Virus de l'Hépatite E
UMR : Unité Mixte de Recherche
UFC : Unité Formant Colonie
UV : Ultra-Violet

Introduction

Le Bassin d'Arcachon est situé en région Aquitaine, dans le département de la Gironde, dans le golfe de Gascogne. Son économie est aujourd'hui essentiellement basée sur le tourisme et les sports nautiques, la pêche et l'ostréiculture, l'industrie papetière et la recherche. Afin de réguler les activités du secteur, un Schéma de Mise en Valeur de la Mer (SMVM) a été mis en place fin 2004 : il fixe les orientations relatives à la protection, l'exploitation et à l'aménagement du littoral.

En France, l'ostréiculture de l'huître creuse est présentée comme complémentaire du secteur de la pêche en mer, face à une demande toujours croissante du consommateur pour les produits aquatiques, dans un contexte mondial de baisse des produits de la pêche maritime (OFIMER, 2006 ; SMN de la Gironde, 2004). Cependant, elle demeure confrontée à différents enjeux dont les principaux sont d'ordre :

- Sanitaire : nécessité de répondre aux attentes des consommateurs en terme de sécurité alimentaire et de qualité de produits consommés crus,
- Socio-économique et politique : poursuite d'activité en période de fermeture, renforcement de la réglementation au niveau européen,
- Environnemental : activité tributaire de la qualité des eaux littorales, conflits sociétaux,
- Institutionnel : intervention des compétences partagées entre différents ministères.

L'objectif général de ce mémoire, réalisé au sein de la Direction Départementale des Services Vétérinaires (DDSV) de la Gironde, est de contribuer au maintien de la salubrité des huîtres commercialisées depuis les établissements du Bassin d'Arcachon.

Dans un premier temps, nous présenterons le Bassin d'Arcachon à travers sa géographie et son hydrographie, ainsi que la conchyliculture arcachonnaise et plus particulièrement l'ostréiculture et la réglementation associée.

Une analyse des dangers dans les établissements ostréicoles sera ensuite menée. L'eau des bassins de finition, ou bassins dégorgeoirs, est le vecteur essentiel de contamination des huîtres du Bassin d'Arcachon, ces dernières étant issues de zone de production classée A. L'eau actuellement utilisée dans les bassins de finition est celle du Bassin d'Arcachon qui peut être polluée par des contaminants microbiens, chimiques ou phycotoxiques. Ainsi, ce mémoire tentera de répondre à deux problématiques.

Hors période de crise phycotoxique, nous étudierons les équipements assurant l'amélioration de la qualité de l'eau lors de l'approvisionnement en eau, le maintien de la qualité de l'eau sur une longue période n'étant pas nécessaire (approvisionnement en eau du Bassin d'Arcachon autorisée). La problématique posée est donc la suivante :

Comment améliorer la qualité de l'eau d'approvisionnement des bassins de finition de façon à limiter la contamination des coquillages ?

Les différentes crises sanitaires successives ont conduit les représentants de la profession conchylicole et les administrations à trouver des solutions pour poursuivre l'activité en période de crise phycotoxique ; la solution adoptée pour le Bassin d'Arcachon est la mise en stock protégé et la signature d'un « protocole ». Un comité de pilotage des zones de sauvegarde des huîtres de production a également été mis en place, sous l'impulsion du Conseil Régional d'Aquitaine, de façon à étudier les différentes utilisations en eau par la profession. En période de crise phycotoxique (approvisionnement en eau du Bassin d'Arcachon interdite), la poursuite de l'activité implique l'utilisation de bassins insubmersibles qui, une fois remplis en eau de mer et en coquillages, sont accouplés à un circuit permettant la circulation continue de cette eau, sans apport supplémentaire : les circuits fermés. De nouvelles ressources en eau seront envisagées et les équipements assurant l'amélioration mais aussi le maintien de la qualité de l'eau seront analysés de façon à répondre à la problématique suivante :

Comment maintenir la qualité de l'eau des bassins ostréicoles dans le temps pour un usage prolongé ?

Enfin, un résumé de cette analyse sera proposé sous la forme de recommandations pour la profession ostréicole, les administrations compétentes et les équipementiers.

1 PRESENTATION DU BASSIN D'ARCACHON ET DE LA CONCHYLICULTURE

De façon à bien intégrer dans son ensemble la problématique énoncée en introduction, les données géographiques et hydrographiques du Bassin d'Arcachon seront présentées dans un premier temps. Puis, nous aborderons la conchyliculture et plus particulièrement l'ostréiculture arcachonnaise ainsi que la réglementation associée.

1.1 DONNEES GEOGRAPHIQUES ET HYDROGRAPHIQUES

Le Bassin d'Arcachon est une lagune semi-fermée de 156 km² délimitée au Sud par la commune La Teste de Buch, au Nord par la commune Lège-Cap-Ferret et à l'Ouest par l'Océan Atlantique (**figure n°1**). Il est jalonné par une dizaine de communes sur une superficie totale de 786 km² qui comprennent une population de 99 362 habitants (2005). L'urbanisation globalement faible est concentrée en bordure côtière.



Figure n°1 : Le Bassin d'Arcachon et son pourtour.

La surface du plan d'eau à marée haute est de 18 000 ha. La zone subtidale, correspondant aux chenaux, couvre une surface de 44 km². L'ouverture sur l'océan Atlantique se fait par un corridor d'entrée de trois kilomètres parsemé de bancs de sable. La navigation peut seulement se faire par deux étroites passes qui constituent la seule discontinuité de la côte Aquitaine, cordon dunaire de 200 km entre l'Estuaire de la Gironde et l'embouchure de l'Adour.

La morphologie du Bassin présente une évolution très rapide (à l'échelle humaine) et cyclique. Les mouvements des eaux et des sédiments du Bassin d'Arcachon ont fait l'objet de nombreuses et importantes études, qu'il s'agisse de mesures en nature ou de modélisations, d'abord physiques et, plus récemment, mathématiques. Les moteurs hydrodynamiques du Bassin sont le vent et la marée. Les passes encombrées de bancs instables, dont le plus grand est Arguin, sont soumises à la dérive littorale du Nord vers le Sud. Le tracé des passes est ainsi modifié, le Cap Ferret recule, la passe Sud se ferme, limitant les échanges avec l'Océan. Cette évolution se traduit à l'intérieur du Bassin par un envasement progressif de certaines zones, un appauvrissement de certaines autres, un déplacement régulier des chenaux navigables (Corbier et al., 2007 ; IFREMER, 2007b ; SMN de la Gironde, 2004 ; UMR-CNRS, 2007).

1.2 LA CONCHYLICULTURE

La région Aquitaine est pourvue de deux bassins conchylicoles : le lac marin d'Hossegor, petite entité du Sud du Golfe de Gascogne et le Bassin d'Arcachon. Ce dernier fait de la Gironde le huitième département conchylicole de France et le quatrième au niveau du nombre de concessions accordées sur le Domaine Public Maritime (DPM). Ce bassin est le plus important d'Aquitaine en superficie, nombre de concessions et de concessionnaires, en production.

Les mollusques (embranchement du règne animal comprenant les espèces dépourvues de squelette) comprennent huit classes dont les gastéropodes, les céphalopodes et les bivalves. Nous traiterons uniquement des coquillages pris dans leur sens vulgarisé à savoir les mollusques bivalves consommés par l'Homme.

La classe des mollusques bivalves, également appelée *Bivalva*, *Pelecypoda* ou *Lamellibranchia*, comprend environ 30 000 espèces, toutes exclusivement aquatiques, qui vivent dans l'eau douce ou dans l'eau salée. Les mollusques bivalves sont des invertébrés à corps mous dont la coquille est constituée de deux valves. La plupart des bivalves comme les palourdes et les coques, sont des fouisseurs : ils vivent dans la vase ou sur les fonds sableux où ils s'enfouissent par des mouvements répétés des valves et du pied. D'autres espèces comme les moules et les huîtres s'attachent aux surfaces sous l'eau : ce sont des mollusques fixés non fouisseurs.

Sur le Bassin d'Arcachon, deux activités conchylicoles peuvent être distinguées : la pêche professionnelle (capture) et l'élevage de coquillages. Ces définitions sont reprises dans l'**annexe n°1**, un petit glossaire auquel le lecteur pourra se référer.

L'activité de pêche professionnelle est assez intense : des dénombrements datant de 2000 permettent d'établir à environ 200 le nombre de bateaux impliqués dans cette activité. Seul le quart de cette flottille appartient à des pêcheurs exclusifs, les trois quarts restants appartenant à des éleveurs d'huîtres, ou ostréiculteurs, qui peuvent pratiquer la pêche comme activité annexe. Les mollusques bivalves (palourdes, moules et coques) constituent l'essentiel des captures réalisées par les pêcheurs arcachonnais ; la pêche des huîtres y est interdite de façon à ne pas détruire les ressources vivantes par une pêche excessive (AFSSA, 2006a et 2006b ; DEL, 1994a ; IFREMER, 2006a et 2007b ; Popovsky et Pautrizel, 2005 ; SIBA, 2006 ; SMN de la Gironde, 2004).

Sur le Bassin d'Arcachon, seul l'élevage d'huître (ostréiculture) est autorisé. Les activités autour des autres coquillages correspondent à une pêche professionnelle et non à de l'élevage. Nous ne traiterons par la suite que de l'ostréiculture arcachonnaise. Les activités d'exploitation des gisements naturels des coquillages sont présentées en **annexe n°2**.

1.3 L'OSTREICULTURE ARCACHONNAISE

Les huîtres sauvages du Bassin d'Arcachon ont toujours été ramassées et consommées, comme en témoignent certains écrits datant de l'époque Gallo-romaine. L'exploitation officielle des huîtres débute en 1849, avec la création des premiers parcs ostréicoles impériaux de France. A la fin du XIX^{ième} siècle, la production de l'espèce indigène, une huître plate, la gravette ou *Ostrea edulis*, atteignait 20 000 tonnes pour 50 km² de parcs ostréicoles. Après l'épizootie des années 1920, l'espèce dominante a été l'huître portugaise *Crassostrea angulata* dont la production atteignit 18 000 tonnes en 1954 (15 km²) mais s'écroula en 1970 du fait d'une nouvelle épizootie. L'huître creuse ou huître japonaise *Crassostrea gigas* fut alors introduite dans le Bassin depuis le Japon et la Colombie Britannique (CNC, 2007 ; Marteil, 1974 ; Popovsky et Pautrizel, 2005).

L'ostréiculture du Bassin d'Arcachon regroupe 380 entreprises, soit plus de 1 500 personnes. La représentation professionnelle des conchyliculteurs du Bassin se fait au travers de la Section Régionale Conchylicole (SRC) Aquitaine-Arcachon. Les activités ostréicoles que sont la production et l'expédition d'huîtres, peuvent être réalisées, ou non, au sein du même établissement.

L'**annexe n°3** de ce mémoire présente l'activité de production à travers le captage de naissain (le Bassin d'Arcachon est le plus grand centre naisseur européen), l'élevage jusqu'à la taille marchande ainsi que la situation administrative des parcs ostréicoles. Seule l'activité d'expédition qui concerne plus spécifiquement ce mémoire sera traitée dans ce chapitre.

L'expédition regroupe « l'ensemble des opérations pratiquées par un expéditeur dans des installations particulières permettant de préparer pour la consommation humaine directe des coquillages vivants, provenant de zones de production salubres, de zones de repaquage ou de centre de purification » (**annexe n°1**). Elle est à distinguer de la purification, « opération consistant à immerger des coquillages vivants dans des bassins alimentés en eau de mer naturellement propre ou rendue propre par un traitement approprié, pendant le temps nécessaire pour lui permettre d'éliminer les contaminants microbiologiques et pour les rendre aptes à la consommation humaine » (**annexe n°1**). L'approvisionnement en coquillage peut se faire à partir de la production propre de l'établissement, lorsque celui-ci a aussi une activité de production, d'achats auprès des conchyliculteurs producteurs et/ou expéditeurs, d'échanges intra-communautaires ou d'importations (CITPPM et CNC, 2003a ; CNC, 2007 ; Le Roux et Boncoeur, 2007).

1.3.1 SITUATION ADMINISTRATIVE : PORTS OSTREICOLES ET ETABLISSEMENTS D'EXPEDITION

La quasi totalité des équipements nécessaires à la production et à l'expédition ostréicole est située sur le DPM. Celui-ci constitue sur le Bassin d'Arcachon l'un des grands enjeux du SMVM. Trois partenaires participent à la gestion du DPM : le Conseil Général (CG) et deux administrations d'Etat, le Service Maritime et de Navigation (SMN, service déconcentré spécialisé du ministère de l'équipement, des transports, de l'aménagement du territoire, du tourisme et de la mer) de la Gironde et la Direction Départementale des Affaires Maritimes (DDAM).

Les ports ostréicoles, tous des ports d'échouage, sont les plus anciennes zones aménagées aux débouchés des ruisseaux ou des crastes. Ils présentent des avantages et des inconvénients synthétisés en **annexe n°4**. Les deux plus importantes communes, possédant une forte tradition ostréicole, sont Gujan-Mestras et La Teste de Buch, accueillant respectivement 36 % et 22 % des entreprises ostréicoles du Bassin d'Arcachon. Le caractère industriel de l'ostréiculture est bien marqué au Sud et au Nord-Est alors que la côte Nord-Est ou côte Noroît, sur la commune de Lège-Cap-Ferret, a conservé une activité traditionnelle de petite envergure. Elle constitue, de ce fait, la « vitrine » de l'ostréiculture arcachonnaise avec une série de petits ports emblématiques (Corbier *et al.*, 2007 ; SMN de la Gironde, 2004).

Les établissements conchylicoles doivent disposer d'une autorisation préalable délivrée par la Direction Départementale des Services Vétérinaire (DDSV). La base réglementaire nationale concernant cet agrément est l'arrêté ministériel du 8 juin 2006. La DDAM donne son avis sur les dossiers d'agrément en particulier sur l'implantation des points de pompage pour l'approvisionnement en eau. En Gironde, 22 établissements disposent d'un agrément pour la purification (dont 21 sur le Bassin d'Arcachon) et 330 (dont 322 sur le Bassin d'Arcachon) disposent d'un agrément pour l'expédition (AFSSA, 2006b ; Agreste Gironde, 2003 ; CNC, 2006 ; SMN de la Gironde, 2004).

1.3.2 FONCTIONNEMENT GENERAL D'UN ETABLISSEMENT OSTREICOLE D'EXPEDITION

Anciennement, les bassins dégorgeoirs étaient séparés du Bassin par une bande de sable et directement alimentés en eaux par des chenaux à marée haute. Aujourd'hui, la restructuration des ports ostréicoles vise à créer de vrais complexes ostréicoles qui, en tant qu'unité fonctionnelle, traduisent un circuit logique dans le transport des coquillages, le travail du produit et l'utilisation de l'eau. Ils sont définis comme des ensembles comprenant une réserve d'eau, ou « maline » et des établissements ostréicoles constitués d'un bassin de stockage des coquillages ou bassin de production, d'un terre plein avec une aire de travail permettant le lavage des coquillages réalisé généralement en extérieur, un ou plusieurs bassins de finition, un bâtiment ostréicole, ainsi qu'un quai donnant sur le port assurant le stockage du matériel et l'accostage.

La **figure n°2** présente les principales étapes de mise sur le marché des coquillages vivants dans un établissement ostréicole d'expédition. Le présent mémoire traite uniquement de l'utilisation des bassins de finition en expédition. Cependant, il est intéressant de connaître les usages de l'eau en amont ainsi que toute la filière ostréicole de façon à proposer des mesures de gestion cohérentes.

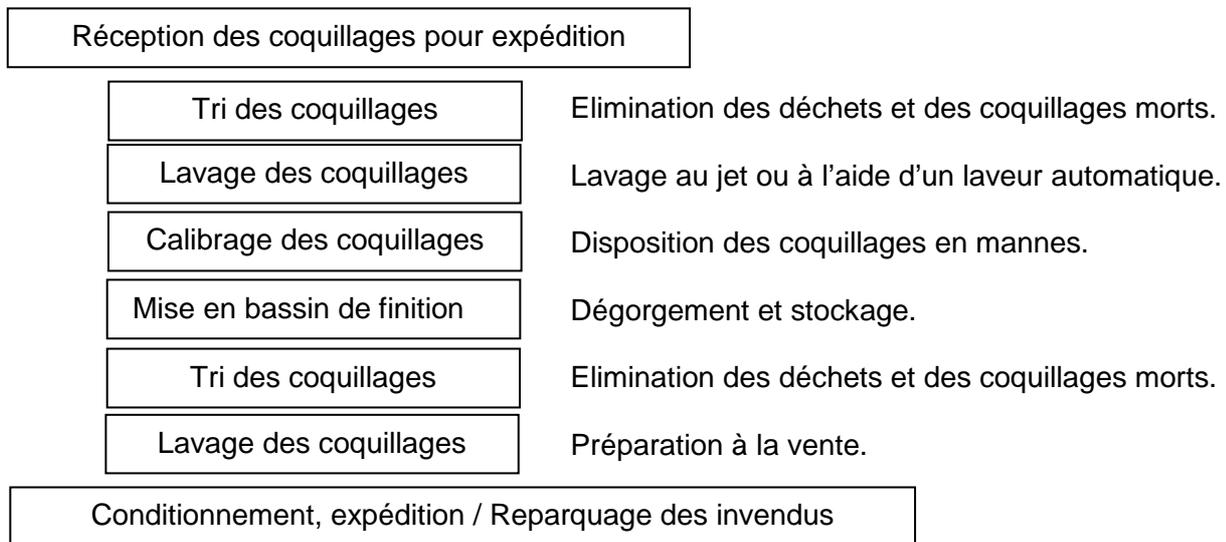


Figure n°2 : Principales étapes de mise sur le marché des coquillages vivants dans un établissement ostréicole d'expédition.

La **figure n°3** donne un aperçu des circuits de l'eau et des coquillages lors de l'expédition dans un complexe ostréicole. Par exemple, les ports ostréicoles étant classés D pour un usage ostréicole, l'utilisation d'eaux issues de ces secteurs dans les établissements ostréicoles est interdite.

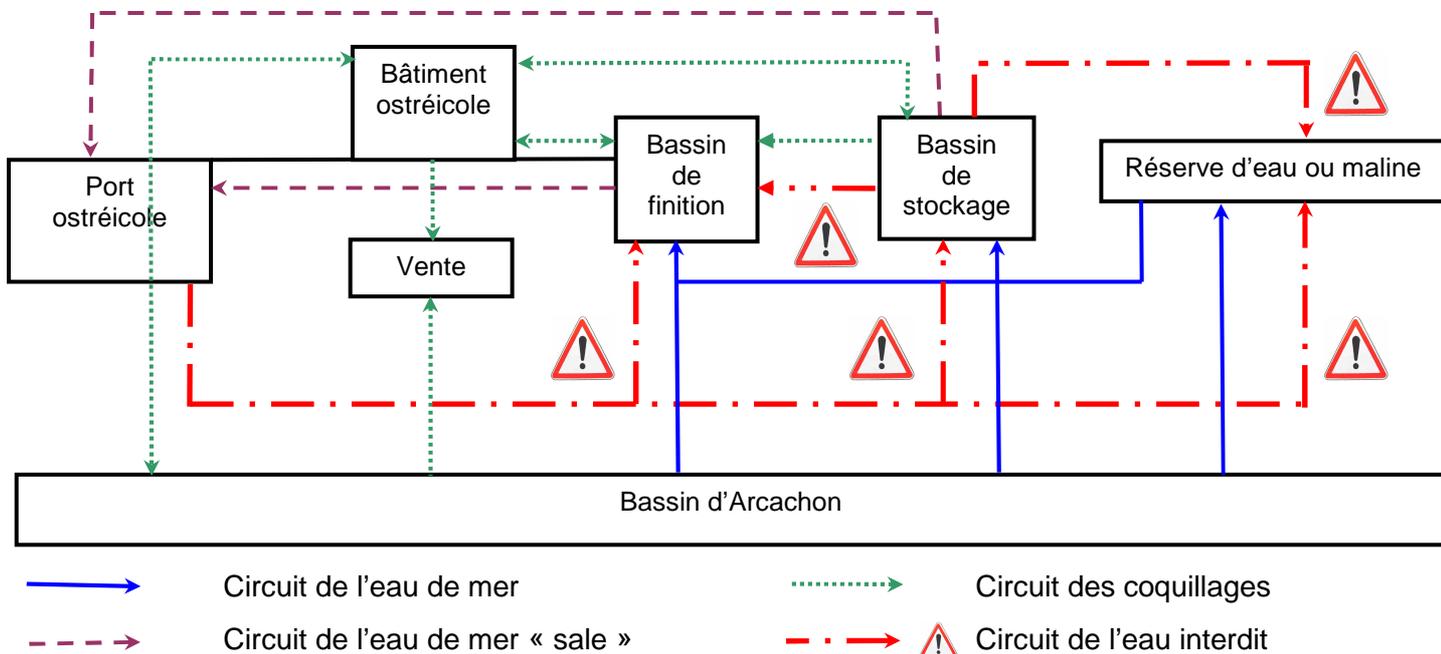


Figure n°3 : Présentation des circuits de l'eau et des coquillages dans un complexe ostréicole. Mise en évidence des utilisations problématiques possibles de l'eau.

Dans les établissements ostréicoles, une fois les huîtres prêtes à la vente, elles sont transportées des parcs soit dans une réserve d'eau appelée « maline », soit dans des bassins de production, soit directement dans des bassins de finition ou de purification.

La définition la plus usuellement utilisée du terme « maline » est celle de réserve d'eau. Par la suite, nous utiliserons indifféremment les termes de « maline » ou de « réserve d'eau » pour désigner ces bassins.

Les malines sont de très grands bassins en terre remplis d'eau de mer : elles ont pour objectif principal d'approvisionner en eau de mer certains établissements conchylicoles pour leurs activités de production (travail sur des coquillages en période d'élevage) et d'expédition (travail de lavage et opération de finition). Elles peuvent également être utilisées comme zones de stockage pour les coquillages récoltés, dans l'attente du travail d'expédition. Sous certaines conditions précisées dans le **chapitre n°3**, elles assurent un premier traitement de l'eau de mer approvisionnant les bassins de finition (AFSSA, 2006b).

Les établissements conchylicoles disposent également de bassins insubmersibles, beaucoup plus petits que les réserves d'eau. Ces bassins de production, de finition ou de purification sont, par définition, des ouvrages étanches alimentés en eau de mer, à l'abri de la submersion, des ruissellements et des pollutions. Ils peuvent avoir pour objectif de disposer en permanence de coquillages sans contrainte de marée, de maîtriser et d'améliorer la qualité sanitaire et l'aspect marchand des coquillages (CITPPM et CNC, 2003a et b ; DEL, 1992a). Ces bassins sont utilisés pour divers usages : l'affinage (non réalisé sur le Bassin d'Arcachon), le stockage des coquillages, des réserves d'eau supplémentaires, le trompage (destiné à habituer les huîtres élevées en eau profonde à fermer leurs valves lorsqu'elles sont mises à l'air), la finition (dégorgement), et la purification.

Les bassins de production ou de stockage des coquillages sont utilisés pour stocker des coquillages avant reparquage, ou bien en attente de lavage ou encore avant passage dans les bassins de finition. De tels bassins ne sont pas présents dans tous les établissements ostréicoles. Ils reçoivent de l'eau issue des réserves d'eau ou directement du Bassin d'Arcachon et ils ne doivent pas alimenter en eaux les bassins de finition.

La vente directe de coquillages issus du parc est possible pour les huîtres maintenues sur les chantiers surélevés lorsqu'ils sont issus d'une zone de production salubre. Cependant, l'étape de finition dans les bassins de finition (ou bassins dégorgeoirs), dernière opération avant la vente, assure le dégorgeage des huîtres grâce à leur activité de filtration : les huîtres se débarrassent des sables, vases, mucus et autres contaminants physiques, captés sur les parcs. Cette opération permet de satisfaire la qualité notamment organoleptique du coquillage. Pour des raisons sanitaires, lorsqu'une immersion des coquillages est réalisée, l'utilisation de ces bassins est rendue obligatoire par la DDSV au moins la veille de la commercialisation. Dans les bassins de finition, l'eau est renouvelée selon un rythme variable selon les établissements en fonction de la saison, du chargement en huîtres et des moyens techniques mis en oeuvre pour maintenir sa qualité sanitaire et améliorer la survie des coquillages.

La production globale d'huître creuse japonaise arcachonnaise (*Crassostrea gigas*) oscille entre 8 000 et 10 000 tonnes annuelles (10% de la production nationale). Compte tenu du niveau de production et de l'attrait touristique du secteur, les ostréiculteurs arcachonnais privilégient les circuits courts de distribution en répondant prioritairement à la demande locale sur des sites de vente qu'ils tiennent eux-mêmes. La **figure n°4** présente les différents circuits de distribution des huîtres sur le Bassin d'Arcachon, classés en fonction du nombre de vente (AFSSA, 2006b ; Agreste Gironde, 2003 ; CNC, 2006 ; SMN de la Gironde, 2004).

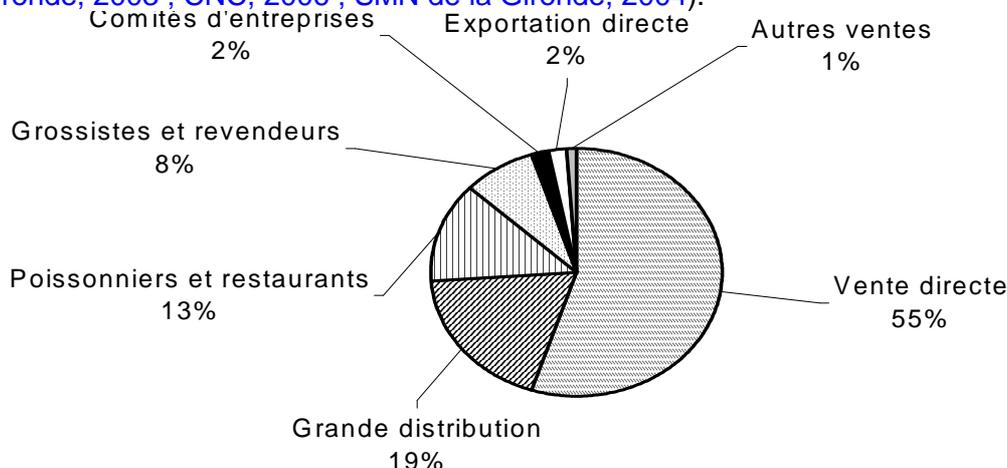


Figure n°4 : Différents circuits de distribution des huîtres sur le Bassin d'Arcachon, classés en fonction du nombre de vente (SRC, communication personnelle).

1.4 CONTEXTE REGLEMENTAIRE

La sécurité alimentaire constitue un enjeu majeur de Santé Publique et le consommateur exige, aujourd'hui, un maximum de garanties quant à la qualité et la salubrité des produits alimentaires. Contrairement à d'autres pays européens (Espagne ou Portugal) dont les politiques environnementales autorisent la production alimentaire dans des environnements dégradés, la France préfère maintenir son environnement « sain » et ainsi proposer des aliments vivants, comme les coquillages, en toute sûreté. Elle focalise donc ses efforts sur la protection de l'environnement de façon à maîtriser la qualité des produits à travers une réglementation stricte.

La commercialisation des produits ostréicoles est fortement surveillée par les autorités sanitaires françaises et européennes qui disposent, depuis un décret de 1939, d'un arsenal juridique spécifique à l'exploitation des coquillages et à la salubrité de ceux-ci. Le contrôle administratif s'exerce d'une part sur le classement des zones de production conchylicoles, et d'autre part sur la qualité des coquillages en termes d'élevage, de purification éventuelle et d'expédition pour la consommation humaine.

Depuis le 1^{er} janvier 2006, le dispositif de surveillance des coquillages des zones de production jusqu'à la remise au consommateur repose sur les textes réglementaires du « Paquet Hygiène » (**annexe n°1**) : le passage d'une obligation de moyens à une obligation de résultats pour la filière conchylicole devrait être effectif en France en 2009.

1.4.1 CLASSEMENT DES ZONES DE PRODUCTION CONCHYLICOLES

Le classement et la surveillance des zones de production conchylicoles ont fait l'objet d'une évolution réglementaire récente dans le cadre du règlement européen CE/854/2004 fixant les règles spécifiques d'organisation des contrôles officiels concernant les produits d'origine animale destinés à la consommation humaine. Il reprend, en modifiant les limites sanitaires, les bases de la directive CE/91/492, fixant les règles sanitaires régissant la production et la mise sur le marché de mollusques bivalves vivants. En attente d'instruction de la Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture (DPMA) et de la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL) pour une prise en compte des évolutions de la réglementation européenne, les modalités de classement des zones de production conchylicole sont basées sur la transcription en droit français de la directive CE/91/492, soit l'arrêté du 21 mai 1999 et le décret 2003-768 du 1^{er} août 2003. Pour cette raison, les seuils des critères sanitaires précisés dans le règlement européen CE/854/2004 seront seulement évoqués et le classement des zones sera abordé, dans le sens de directive CE/91/492.

La procédure de classement des zones de production conchylicole correspond à un contrôle de la qualité du milieu (eau marine) au travers d'un « biomarqueur » que constitue le coquillage, sur la base de critères microbiologiques et chimiques. Chaque zone est évaluée selon trois catégories de coquillages ; les huîtres appartiennent au groupe n°3, les bivalves non fouisseurs.

Le critère microbiologique, suivi par le Réseau de contrôle Microbiologique des zones de production conchylicole (REMI, **annexe n°5**), est illustré par la numération des germes témoins de contamination fécale et plus particulièrement par le dénombrement des *Escherichia coli* (*E. coli*) ou des coliformes fécaux dans 100 g de chair et de liquide intervalvaire (CLI) de coquillages (**tableau n°1**). Trois (règlement européen CE/854/2004) ou 4 classes (directive CE/91/492) sont ainsi définies. La directive accorde au classement des zones une tolérance dans les résultats analytiques qui n'auront plus lieu d'être dans les prochaines années, du fait de l'application du règlement européen.

Tableau n°1 : Classes et seuils de qualité microbiologique définis par la directive CE/91/492 et par le règlement 854/2004.

Seuils microbiologiques : <i>E. coli</i> / 100g de CLI	Classement des zones
Au moins 90% des résultats < 230 <i>E. coli</i> et aucun résultat > 1000 <i>E. coli</i> 100% des résultats < 230 <i>E.C</i>	A
Au moins 90% des résultats < 4600 <i>E. coli</i> et aucun résultat > 46000 <i>E. coli</i> 100% des résultats < 4600 <i>E.C</i>	B
Au moins 90% des résultats < 46000 <i>E. coli</i> 100% des résultats < 46000 <i>E. coli</i>	C
Non A, non B, non C Non défini	D

Le classement des zones prend également en compte la contamination par les métaux lourds. L'évaluation du niveau de contamination chimique d'une zone est basée sur les contaminations moyennes en mercure total, cadmium et plomb, exprimées en mg/kg de chair humide de coquillages. Ces données sont acquises dans le cadre du Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (le RNO est présenté en **annexe n°5**). Ainsi, une concentration dans les coquillages supérieure au seuil fixé par le règlement CE/466/2001 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.

Dans le cadre de la surveillance des zones d'élevage et des gisements classés, une surveillance des espèces phytoplanctoniques toxiques et des phycotoxines associées (le Réseau de Surveillance du Phytoplancton et des Phycotoxines, REPHY, est présenté en **annexe n°5**) est également exercée : elle intervient dans la décision des interdictions de pêche et de commercialisation des coquillages issus des zones de production mais pas dans le classement de ces zones (AFSSA, 2006a et 2006b ; China *et al.*, 2003 ; IFREMER, 2006a et 2007).

Ainsi, selon la directive CE/91/492, quatre zones de production peuvent être identifiées. Seuls les coquillages issus des zones salubres classées A peuvent être mis directement sur le marché. Les coquillages issus des zones insalubres (B, C et D) présentent une contamination supérieure à 230 Unité Formant Colonie (UFC) pour 100 g de CLI et ne peuvent donc pas être mis directement sur le marché : ils nécessitent un traitement (purification, reparquage ou non commercialisation selon les cas) avant commercialisation.

Pour les bivalves non fouisseurs, bien que les résultats enregistrés dans le Bassin permettent un classement en zone de production A selon la directive CE/91/492 d'une très grande partie du Bassin, il a été retenu, pour le classement des zones de production 2006, selon le principe de précaution, que le pourtour du Bassin (à l'exception de la zone du Cap Ferret) soit classé en B et que le centre du Bassin et le banc d'Arguin soient classés en A (**figure n°5, annexe n°5**). Le Bassin d'Arcachon ne comporte donc, actuellement, en ce qui concerne les huîtres, que des zones de productions classées A (80% des zones conchylicoles) ou B. Les zones de parcs ostréicoles classées B ne concernent que des parcs consacrés au captage des naissains d'huîtres. Toutes les huîtres de taille marchande du Bassin d'Arcachon sont donc issues de zone de production classée A et peuvent être commercialisées directement sans purification.

Cependant, malgré la pression exercée à la fois par le Comité National de la Conchyliculture (CNC), l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER) et les laboratoires de référence européens pour maintenir les tolérances analytiques prescrites dans la réglementation française, les contraintes de la réglementation européenne pourraient orienter les législateurs vers un déclassement des zones A en B et des zones B en C.

1.4.2 REGLEMENTATION CONCERNANT L'EXPEDITION POUR LA CONSOMMATION HUMAINE

L'exploitant d'un établissement d'expédition de coquillages doit respecter les règles générales d'hygiène énoncées dans les règlements CE/852/2004 et CE/853/2004. La qualité des produits est vérifiée au moyen d'autocontrôles et de contrôles officiels organisés par la DDSV. Des contrôles sont également opérés tout au long de la chaîne de commercialisation. Les critères de salubrité des coquillages commercialisés prennent en compte (AFSSA, 2006a ; China *et al.*, 2003 ; L'Officiel de la Conchyliculture, 2006) :

- un critère microbiologique illustré par le dénombrement des *E. coli* (< 230 UFC/100g de CLI) et de *Salmonella spp.* (absence dans 25g de chair) d'après le règlement CE/2073/2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires,
- un critère chimique avec les concentrations en plomb, mercure et cadmium (les limites sont identiques à celle du classement des zones de production),
- un critère relatif aux contaminants biologiques avec les familles et les concentrations en phycotoxines dans le produit définies par les règlements CE 853/2004 et 2074/2005.

Les compétences des différents organismes cités dans ce chapitre sont précisées dans **l'annexe n°6**.

2 ANALYSE DES DANGERS DANS UN ETABLISSEMENT OSTREICOLE D'EXPEDITION

De façon à déterminer les points critiques dans les établissements ostréicoles d'expédition, une analyse des dangers, première étape de la méthode HACCP, est menée à l'aide du guide de bonnes pratiques hygiéniques pour la purification et l'expédition de coquillages vivants et son application (CITPPM et CNC, 2003a et b). Elle comprend :

- Une identification des dangers à maîtriser à travers le contexte sanitaire des coquillages,
- L'étude des différentes situations de contamination ou de développement d'éléments dangereux dans les coquillages,
- Une analyse de la qualité sanitaire de l'eau actuellement utilisée dans les bassins de finition,
- La définition des critères à prendre en compte pour évaluer la qualité d'une eau salée.

2.1 CONTEXTE SANITAIRE

La sécurité alimentaire constitue un enjeu majeur de Santé Publique et le consommateur exige, aujourd'hui, un maximum de garanties quant à la qualité et la salubrité des produits alimentaires. Le rôle de la consommation de coquillages dans la transmission de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) est connu depuis l'Antiquité. Les données épidémiologiques sont fortement liés à la physiologie de ces mollusques bivalves.

2.1.1 PHYSIOLOGIE DES MOLLUSQUES BIVALVES

Les mollusques bivalves sont des animaux filtreurs ; la branchie, outre son rôle respiratoire, assure la capture de la nourriture : le filtre branchial permet une rétention efficace des particules inférieures à 1 µm. Pour satisfaire leurs exigences nutritionnelles et respiratoires, les coquillages filtrent des volumes d'eau importants (50 à 100 fois leur propre volume par heure) pour y prélever des matières organiques particulières vivantes (phytoplancton, bactérie, zooplancton), des petits débris d'organismes morts, des petits débris minéraux (vases) qui sont ingérés mais non consommés et de la matière organique dissoute. Certains de ces éléments sont absorbés avec le bol alimentaire, digérés puis éliminés sous forme de « pseudo-fécès » ; d'autres, par contre, subsistent longtemps dans les tissus. Les mollusques peuvent donc concentrer, essentiellement dans leur tractus digestif et plus particulièrement l'hépatopancréas (les autres parties du corps ne reflètent qu'un taux de contamination proche de celui de l'eau environnante), 10 à 30 fois les éléments présents dans l'eau naturellement ou du fait d'une pollution dont les phytoplanctons, les polluants chimiques (métaux lourds, phycotoxines...) et les micro-organismes.

L'importance de ces taux de bioaccumulation dépend du type de coquillages, de son état physiologique, des caractéristiques du milieu (la température, la turbidité et l'oxygène dissout conditionnent la capacité de filtration des coquillages) du type de contaminant, de sa quantité et surtout de son état libre ou adsorbé sur des particules. En effet, la fixation des micro-organismes sur des supports tels que fécès, kaolinite ou algues unicellulaires augmente le taux d'accumulation. De plus, contrairement aux virus qui ne trouvent pas dans les coquillages de cellules sensibles qui permettraient leur multiplication, les bactéries, notamment celles non-entériques, peuvent se multiplier dans les tissus des huîtres. Les contaminants ne sont pas pour autant « piégés » dans le coquillage puisque ce dernier réalise un cycle de bioaccumulation-relargage des contaminants dont la rapidité dépend des paramètres de bioaccumulation cités précédemment. La décroissance de la contamination résulte alors du relargage des polluants par défécation après une digestion plus ou moins importante (Baylet *et al.*, 2004 ; China *et al.*, 2003 ; DEL, 1995a ; Fabrègues *et al.*, 2006 ; Lio-Po, 1990 ; Marteil, 1974 ; Monfort, 2006 ; Murchie *et al.*, 2005 ; Schwartzbrod, 2000 ; Stablo, 1998).

2.1.2 DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES

Les mollusques sont des sources importantes de protéines pour l'Homme. Cependant, même si aucun cas de décès avéré n'a pu être lié à la consommation d'huîtres à travers le monde, des cas d'intoxications graves sont relevés régulièrement suite à des ingestions de coquillages contaminés. Les études épidémiologiques sont, toutefois, difficilement mises en œuvre lorsque l'aliment incriminé est rarement consommé d'autant plus que les infections occasionnées sont d'ordre gastro-intestinal.

Au total, le bilan de surveillance des TIAC en France entre 1996 et 2005 rapporte la déclaration de 5847 foyers dont seulement 250 sont imputés aux coquillages (soit 4,3% des TIAC déclarées), ce qui rend compte de l'efficacité des réseaux de surveillance mis en œuvre. Plus spécifiquement en 2000, 10 infections alimentaires ont été imputées à l'huître pour 60 millions d'actes de consommation, ce qui relativise le danger représenté par les coquillages. Selon ce même rapport, les causes principales de TIAC par la consommation de coquillages sont les virus (40%), les phycotoxines (25%) et les bactéries (20%) ; 14% des TIAC sont liées à des agents indéterminés. Le phytoplancton toxique (en été, mais la période s'étend), les salmonelles et les *Vibrio spp.* (en été) et les virus (en hiver) se partagent assez équitablement cette responsabilité (InVS, 2006).

Dans les conditions habituelles de la conchyliculture française, l'apport en produits chimiques pouvant avoir une incidence sur la santé du consommateur demeure limité, ne représentant qu'un faible pourcentage de l'apport de ces mêmes produits par d'autres vecteurs alimentaires, professionnels, domestiques ou environnementaux et du fait de leur faible coefficient d'absorption par voie digestive. Ces substances, introduites dans l'alimentation, comme les métaux lourds et les produits phytosanitaires, n'en représentent pas moins une surcharge pour le système de détoxification de l'organisme humain et un facteur d'accumulation possible. A ce titre, est identifié un risque potentiel chronique pour la santé, bien qu'aucune étude ne permette de l'évaluer aujourd'hui plus précisément. Des épisodes d'intoxication humaine par des coquillages contaminés demeurent évidemment possibles lors de haut niveau de pollution de certaines zones littorales (marée noire par exemple) qui se répercutent immédiatement à des concentrations élevées dans la chair des coquillages. Cependant, dans ce dernier cas, les fermetures des zones de production limitent les pathologies liées à la consommation de coquillages (Baylet *et al.*, 2004 ; China *et al.*, 2003 ; DEL, 1992b ; Fabrègues *et al.*, 2006 ; L'Ostréiculteur Français, 2003a et b ; Lio-Po, 1990 ; Monfort, 2006 ; Murchie *et al.*, 2005 ; Poposky et Pautrizel, 2005 ; Stablo, 1998).

2.1.3 PRINCIPAUX DANGERS ASSOCIES AUX COQUILLAGES

La zone littorale est particulièrement fragile, les courants tendant à rabattre les eaux souillées vers la côte, zone la plus riche en éléments vivants. De plus, les polluants rejetés peuvent être à la fois dispersés et accumulés. Ils sont dispersés par les courants et s'accumulent par l'intermédiaire des chaînes alimentaires jusqu'à atteindre des concentrations létales pour certaines espèces ou nocives pour l'Homme.

Les dangers liés aux coquillages (micro-organismes, phytoplanctons et phycotoxines, éléments chimiques toxiques) sont traités en **annexe n7** dans l'ordre décroissant en Santé Publique, sur la base du nombre de TIAC déclarées et associées à chaque danger, à savoir les dangers infectieux, les dangers toxiniques et enfin, les dangers toxiques. Les probabilités d'apparition des effets (occurrences) étant difficilement évaluables du fait des difficultés rencontrées lors des études épidémiologiques, seule la sévérité de chaque danger y est précisée.

2.2 SITUATIONS DE CONTAMINATION DES COQUILLAGES

Afin d'assurer la maîtrise des produits, les situations de contamination initiale (présence d'un élément dangereux dans les coquillages), de contamination croisée (introduction d'un élément dangereux au cours des opérations d'expédition) et de développement d'un élément dangereux initialement présent dans le produit, doivent être distinguées. Dans l'activité d'expédition, cette dernière situation est négligeable. En effet, les phytoplanctons ne semblent pas être capables de sécréter des toxines dans des bassins de finition (volume d'eau insuffisant) et les micro-organismes ne peuvent pas se développer dans de l'eau de mer (CITPPM et CNC, 2003a et b). Le développement d'un élément dangereux ne sera donc pas étudié dans ce mémoire.

2.2.1 CONTAMINATION INITIALE DES COQUILLAGES

Les dangers liés aux coquillages, microbiologiques, toxiniques et toxiques, proviennent essentiellement de contaminations environnementales. La connaissance des zones de provenance et de leur statut sanitaire (classement sanitaire des zones de production) est donc le facteur essentiel de maîtrise de la qualité sanitaire des coquillages mis sur le marché.

Les huîtres élevées et expédiées sur le Bassin sont issues de zone de production classée A : elles peuvent donc être commercialisées directement et ne présentent aucun danger recherché selon les critères réglementaires.

Certains dangers comme les virus n'étant pas recherchés dans le cadre de contrôle, la contamination initiale des coquillages en ces éléments n'est pas connue exactement, mais extrapolée à partir d'autres résultats d'analyses (indicateurs de contamination fécale). Les établissements ostréicoles d'expédition sont également susceptibles de s'approvisionner en coquillages dans d'autres bassins ostréicoles : il est du devoir de l'exploitant de vérifier le classement des zones de production dont sont issues les huîtres importées et d'en assurer le traitement adéquat.

Les coquillages peuvent également présenter des éléments d'ordres organoleptiques, visuels et gustatifs qui entraînent des désagréments lors de leur consommation. La présence de dangers physiques particuliers (vase, sable) et les défauts de salinité rendent la consommation de coquillages désagréable. Les mesures préventives et de maîtrise de ces dangers comprennent le passage en bassins dégorgeoirs pour le premier et l'ajout de sels alimentaires ou d'eau douce dans les bassins de finition, pour le second.

2.2.2 CONTAMINATION CROISEE DES COQUILLAGES LORS DES OPERATIONS

Les ateliers d'expédition et de purification des coquillages étant le plus souvent situés dans des zones de production, les dangers liés aux opérations d'expédition sont de même nature que ceux liés à l'activité de production (contamination initiale) en ce qui concerne leur environnement. La contamination croisée des coquillages n'est possible qu'à condition que les coquillages aient leurs valves ouvertes, soit uniquement lors de l'immersion des coquillages dans une eau, ce qui correspond essentiellement au dégorgeage des huîtres en bassin de finition. Les principaux dangers sont bactériologiques et chimiques. Ils sont liés à des contaminations initiales de l'eau utilisée ou bien à des contaminations de l'eau par les dispositifs de stockage, par d'autres coquillages ainsi que par l'Homme lui-même. Lors des opérations de stockage en dépôts de finition, des précautions doivent donc être prises. Dans les établissements ostréicoles, de telles mesures sont appliquées ou seront mises en place dans les prochaines années avec la mise en œuvre des principes de l'HACCP ; elles concernent entre autre :

- L'introduction de coquillages n'ayant pas le même statut sanitaire que ceux déjà présents dans les bassins,
- Les milieux d'entreposage des coquillages (surfaces et matériaux), en contact avec les coquillages ou avec l'eau servant à l'immersion des coquillages,
- L'hygiène des locaux et des Hommes,
- Le stockage et l'utilisation des produits de nettoyage,
- La protection contre la pénétration et l'installation des ravageurs (rongeurs, oiseaux nicheurs, etc...).

A travers cette analyse des dangers dans les établissements ostréicoles, l'élément majoritaire de contamination des coquillages issus de zone de production A apparaît être l'eau d'immersion des coquillages, soit l'eau d'approvisionnement des bassins de finition.

2.3 EAU D'APPROVISIONNEMENT ACTUELLE DES BASSINS DE FINITION

Actuellement, l'eau du Bassin d'Arcachon est l'unique source autorisée d'approvisionnement en eau des bassins dégorgeoirs. La réglementation européenne préconise l'utilisation dans ces établissements d'une eau de mer « propre ». Les critères de définition d'une eau de mer « propre » et la qualité de l'eau pompée et utilisée dans les établissements ostréicoles ne sont pas encore clairement identifiés par les administrations et les professionnels (**chapitre n3**). Le classement des zones de production ostréicole est établi uniquement afin de déterminer la qualité sanitaire des coquillages issus des zones de production et non de l'eau présente dans lesdites zones. Cependant, en absence de définition spécifique à l'eau utilisée dans les bassins de finition, ce classement donne une idée de la contamination microbiologique et chimique de l'eau : il est donc couramment usité pour caractériser les eaux utilisées dans les bassins de finition.

L'avantage essentiel de l'eau du Bassin d'Arcachon est sa disponibilité et sa facilité d'utilisation tout au long de l'année. L'eau des bassins de finition est généralement issue, pour des raisons de praticité, des zones du Bassin les plus proches des établissements ostréicoles. Les établissements utilisent de l'eau pompée directement en zone de production classée A avec un approvisionnement parfois en citerne ou bien en zone de production classée B.

Rappelons que, dans le cas d'un déclassement des zones de production lors de l'application du règlement européen CE/854/2004 (**chapitre n°1**), les coquillages issus de zones B ou C seront obligatoirement purifiés avant commercialisation (ce cas de figure n'entre pas dans le cadre de ce mémoire) et des coquillages issus de zones de production classées A pourront recevoir de l'eau de mer issue des zones de production classées B ou C.

2.3.1 SOURCES DE CONTAMINATION DE L'EAU DU BASSIN D'ARCACHON

En période de vives eaux, 370 millions de m³ sont échangés avec l'Océan contre seulement 130 en mortes eaux. Les 2/3 de la superficie du Bassin émergent à marée basse et son volume oscillant est compris entre 200 et 450 millions de m³. A chaque marée, selon le coefficient, seulement 1/20^{ème} à 1/50^{ème} du volume est renouvelé par l'eau océanique. Ainsi, le temps de renouvellement de l'eau, qui dépend également des apports en eaux douces, varie de 10 jours lors de crues des cours d'eau alimentant le Bassin, à 24 jours en période d'étiage.

L'ensemble des apports en eau douce (8% par la nappe phréatique, 13% par la pluie et 79% par le ruissellement et les cours d'eau) est estimé entre 2,5 et 3,7 millions de m³ par jour. Le bassin versant affluent au Bassin d'Arcachon, très homogène au plan topographique, géologique et climatique couvre une superficie de 4138 km², dont (Corbier *et al.*, 2007 ; IFREMER, 2007b ; Popovsky et Pautrizel, 2005 ; SIBA, 2006 ; SMN de la Gironde, 2004 ; UMR-CNRS, 2007) :

- 1 136 km² de bassin de type indirect *via* les lacs d'Hourtin-Carcans et Lacanau au Nord et de Cazaux-Sanguinet au Sud qui se déversent par des canaux dans le Bassin d'Arcachon (1/4 des apports en eau douce ; Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux, SAGE lacs Médocains),
- 3 000 km² de bassin de type direct *via* les 18 cours d'eau (3/4 des apports en eau douce) dont la Leyre (fleuve côtier landais à l'origine de la formation du Bassin d'Arcachon, coin Sud-Est du Bassin) qui constitue à lui seul 70% de la surface des bassins de type direct (SAGE Leyre et milieux associés).

La qualité de l'eau du Bassin d'Arcachon dépend des activités exercées sur son pourtour mais également sur son bassin versant. Les pollutions physico-chimiques et microbiologiques trouvent leur origine, pour l'essentiel, dans les activités agricoles, industrielles ou domestiques, la navigation et la lutte contre les nuisibles (**annexe n°8**).

De plus, dans le Bassin d'Arcachon, la faible profondeur permet à la lumière de pénétrer jusqu'au sol ce qui, combiné avec les apports d'eau douce et donc de nutriments, engendre une forte production de phytoplanctons et d'algues. Les origines des blooms phytoplanctoniques sont cependant actuellement inconnues (Auby et Maurer, 2004 ; Auby *et al.*, 2007 ; Conseil de développement, 2004 ; IFREMER, 2007b ; Laulhère, 2006 ; Marteil, 1974).

2.3.2 QUALITE SANITAIRE DES EAUX DU BASSIN D'ARCACHON

Comme dans nombre de milieux marins côtiers, la qualité des eaux du Bassin d'Arcachon résulte, à la fois, des divers apports externes ou internes au milieu et de la capacité du système à disperser, évacuer ou, au contraire, stocker ces apports, le plus souvent dans les sédiments ou dans la matière vivante, pour une durée plus ou moins longue. Seule lagune (milieu semi-fermé) à marées des côtes françaises, le Bassin d'Arcachon est un système particulier dont la morphologie engendre un hydrodynamisme complexe : des apports contaminants, aussi minimes soient-ils, peuvent avoir des conséquences importantes d'un point de vue écologique et économique.

Ainsi, la qualité des eaux ne peut pas s'apprécier par les seules concentrations des apports ou par des mesures ponctuelles effectuées dans la masse d'eau du Bassin : elle s'évalue à travers les résultats de réseaux de surveillance qui réalisent des séries de mesures sur de longues périodes (Boutin *et al.*, 1992 ; Laulhère, 2006 ; SMN de la Gironde, 2004).

2.3.2.1 SURVEILLANCES SANITAIRES DU BASSIN D'ARCACHON

La surveillance de la qualité des eaux du Bassin d'Arcachon est réalisée par le contrôle des eaux et des pêches. La réglementation concernant les eaux de baignade n'intervient pas dans les décisions de fermeture des zones de production. Cependant, l'intérêt porté au réseau de surveillance des eaux de baignade est justifié par le fait que l'eau utilisée dans les bassins de finition est prélevée dans le pourtour du Bassin d'Arcachon. En France, le contrôle des eaux de baignades est du ressort de la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS).

Sur le Bassin d'Arcachon, cette compétence a été confiée depuis 1977 au Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon (SIBA) qui réalise des analyses (recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux et des streptocoques fécaux) de juin à septembre. Les points de prélèvements sont choisis en fonction de l'importance de la fréquentation des plages, de la nature des lieux et des risques potentiels de pollution, dus notamment aux apports des ruisseaux, crastes et réseaux pluviaux. Cette surveillance rend compte des efforts menés concernant l'assainissement du Bassin d'Arcachon. Dans ce mémoire, seuls les résultats de cette surveillance seront utilisés pour l'évaluation de la qualité des eaux du Bassin d'Arcachon, le descriptif de ce réseau pouvant être retrouvé dans la directive CEE/76/160 concernant les normes de qualité d'eau de baignade (Boutin *et al.*, 1992 ; Laulhère, 2006).

D'autre part, l'IFREMER réalise une surveillance des eaux des zones de production conchylicoles à travers ses trois réseaux de surveillance nationaux du milieu marin côtier (REMI, REPHY et RNO, **annexe n°5**) (AFSSA, 2006b ; IFREMER, 2006b et 2007).

2.3.2.2 QUALITE SANITAIRE DU BASSIN D'ARCACHON

Les phytoplanctons et les phycotoxines sont suivis régulièrement mais les tendances sur plusieurs années sont difficiles à dégager. A ce jour, le Bassin d'Arcachon a été confronté à des contaminations de la production conchylicole par au moins l'une des familles de phycotoxines, hormis les phycotoxines neurologiques). L'apparition de blooms phytoplanctoniques serait essentiellement liée aux saisons, mais ces phénomènes sont expliqués actuellement par aucune raison spécifique (La Vieille *et al.*, 2004 ; IFREMER, 2006a et c, 2007a).

En 2005 et 2006, la contamination bactérienne mesurée dans les coquillages filtreurs du Bassin d'Arcachon a été satisfaisante vis à vis du classement des zones (réseau REMI). Contrairement à la surveillance de 2005 qui avait été mise en alerte à deux reprises en août et en novembre sans toutefois qu'il y ait persistance de la contamination bactérienne des mollusques, aucune alerte n'a été déclenchée en 2006 et une diminution de la contamination dans plusieurs zones a été observée. De plus, en 2006, 27 plages ont été suivies par le SIBA et seules 2 ont été classées zone de baignade B (eau de qualité moyenne), les autres plages étant classées en eaux de bonne qualité (zone de baignade A). Néanmoins, quelques pics de contamination sont détectés sur les points de prélèvement REMI proches des estrans, en particulier dans les zones de la côte Nord-Ouest du Bassin d'Arcachon, durant les mois d'été (juin à octobre) (IFREMER, 2006a et c, 2007a ; SIBA, 2007a).

La contamination chimique des huîtres du Bassin d'Arcachon, suivie par le réseau RNO, présente une tendance décroissante depuis quelques années. Les teneurs en contaminants chimiques dans les ports sont plus élevées que dans le reste de la baie. Le risque principal réside dans les opérations de dragage qui posent les problèmes du devenir des boues et de la désorption des polluants dans la colonne d'eau, par suite de la remise en suspension du sédiment.

Les *polluants organiques* présentent des niveaux faibles dans le Bassin d'Arcachon. Compte tenu du développement du réseau d'assainissement, peu de détergents ménagers parviennent au Bassin. Cependant, la présence de certains éléments comme les polychlorobiphényles (PCB), le lindane (en diminution) et le dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT, apports anciens) est significative d'une contamination chronique comparable à celle observée sur le littoral français. Ainsi, malgré une forte diminution des concentrations, certains sites du Nord-Ouest du Bassin restent marqués par une contamination particulière par le DDT. La concentration en de nouveaux produits phytosanitaires semble également préoccupante. Le Bassin d'Arcachon est le premier site conchylicole sur lequel les effets du tributylétain (TBT) ont été découverts. L'évolution des concentrations dans l'eau, le sédiment et la matière vivante indique une diminution nette du TBT dans le Bassin depuis l'entrée en vigueur de l'interdiction de son utilisation dans les peintures antisalissures. Cependant, la contamination reste omniprésente, alimentée en partie par de nouveaux apports, mêmes s'ils sont faibles.

Les apports en sels nutritifs, qui se manifestent depuis plus d'une dizaine d'années dans le Bassin d'Arcachon, complétés par ceux issus de la dégradation de la matière organique essentiellement d'origine agricole, engendrent une production végétale intense (macroalgues, phytoplancton), phénomène qui, s'il prend des proportions excessives, est qualifié d'eutrophisation. Il est alors source de nuisances directes (macroalgues sur les estrans ou dans la masse d'eau, augmentant la turbidité des eaux) ou indirectes (anoxies, production d'hydrogène sulfuré, mortalité de poissons) provenant de la dégradation de la matière organique algale.

La pollution par *les produits pétroliers* est relativement faible et ne semble pas actuellement préoccupante sauf en ce qui concerne le fluoranthène (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques ou HAP, d'origine pyrolytique) dont la concentration a tendance à augmenter ces dernières années en lien avec la combustion des essences.

Le niveau de *contamination métallique* du Bassin d'Arcachon, seul contaminant chimique utilisé comme critère réglementaire, est faible : les métaux ne présentent pas actuellement de concentration dangereuse pour le milieu ou la santé des consommateurs de produits marins. L'importante biomasse végétale du Bassin (herbiers de zostères) joue un rôle prépondérant dans la distribution de ces métaux dans la Baie, en les fixant et en les concentrant, qu'ils soient d'origine naturelle ou anthropique. Les variations quantitatives et qualitatives récentes de cette biomasse seraient grandement responsables de l'évolution des teneurs en métaux dans les sédiments et constitueraient un facteur aggravant de la remobilisation du plomb et de l'arsenic. La concentration en cuivre a tendance à augmenter : cette substance peut être associée au motonautisme, *via* les peintures anti-salissures. De plus, une récente augmentation des teneurs en mercure au débouché de la Leyre a été observée (IFREMER, 2006a et c, 2007a et b ; Marteil, 1974 ; SIBA, 2006).

D'une manière générale, la qualité chimique des eaux du Bassin d'Arcachon est bonne comme l'atteste la très bonne reproduction de l'huître *Crassostrea gigas* (dont les larves sont des organismes extrêmement sensibles à toute contamination de l'environnement) et le classement des zones de production ostréicole. Cependant, même si les apports en contaminants actuels semblent peu importants, il convient d'être vigilant quant à leur évolution du fait :

- Des concentrations faibles auxquelles les micro-polluants sont susceptibles d'agir et des effets synergiques possibles,
- De l'importance du rôle joué dans le Bassin par la matière organique qui concentre les micro-polluants qui peuvent ensuite être relargués dans le milieu,
- De la sensibilité particulière du milieu récepteur (renouvellement limité des eaux, en particulier des secteurs internes, pratique de l'ostréiculture, richesse de l'écosystème).

2.3.2.3 MESURES DE GESTION ADMINISTRATIVE DE LA QUALITE SANITAIRE DU BASSIN D'ARCACHON

La réglementation communautaire actuelle (règlement CE/854/2004) prévoit que lorsque les normes sanitaires (**chapitre n°1**) ne sont pas respectées, « l'autorité compétente ferme la zone de production concernée, empêchant ainsi la récolte de mollusques bivalves vivants ». Cette décision, prise par type de coquillage, implique l'interdiction de la pêche, du ramassage, du transport, de l'expédition et de la vente de coquillages ainsi que les usages de l'eau dans les établissements ostréicoles pour le travail des coquillages concernés. Ainsi, par exemple, une fermeture portant sur les moules n'interdit pas la vente d'huîtres ni l'utilisation de l'eau issue du bassin d'Arcachon pour le travail des huîtres. La fermeture est matérialisée par un arrêté préfectoral, proposé par le Directeur de la DDAM en concertation avec les membres de la Mission Inter-services de Sécurité Sanitaire des Aliments (MISSA) : il fixe une date à partir de laquelle les coquillages de la zone ne peuvent être récoltés et commercialisés et l'eau ne peut être utilisée. Lors de cette fermeture, un retrait de la commercialisation des coquillages est à mettre en place, sous la responsabilité du professionnel conformément au règlement CE/178/2002.

D'après l'historique des arrêtés préfectoraux sur le Bassin d'Arcachon (**annexe n°9**), les fermetures des zones de production sont essentiellement dues à la présence de phytoplanctons toxiques décelés dans le milieu naturel par le réseau REPHY (**annexe n°5**) ou bien à des toxicités atypiques (**annexe n°1**). Ces épisodes de contamination des coquillages ne sont pas récents et remontent au début des années 1990. Quatre situations ont été observées :

- Des épisodes de contamination par les phycotoxines lipophiles en lien avec la présence de *Dinophysis spp.*,
- Des épisodes de contamination par de nouvelles phycotoxines lipophiles en lien avec la présence de *Alexandrium ostenfeldii*,
- Des épisodes de toxicité atypique par des substances lipophiles non identifiées qui restent inexpliqués,
- Des épisodes de contamination par les phycotoxines paralysantes sans avoir détecté une espèce phytoplanctonique connue potentiellement responsable (interférence avec le test souris pour les toxines lipophiles ; Arcachon est le seul cas répertorié sur le littoral français).

Ainsi, la responsabilité de *Dinophysis* dans les événements de contamination des coquillages par les phycotoxines diarrhéiques semble indiscutable. En revanche, les épisodes de contamination par les phycotoxines paralysantes ne sont pas toujours expliqués par la présence d'une espèce connue de phytoplancton producteur de toxines paralysantes. Les épisodes de toxicité atypique ne sont pas non plus explicitement liés à une ou plusieurs espèces : cette situation, en fréquence disproportionnée par rapport au reste du littoral français, reste la plus problématique car difficilement justifiable auprès de la profession.

Suite à une saisine du Ministre de l'Agriculture et de la Pêche de juin 2006, l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA) pilote un programme de recherche visant à déterminer les causes de la toxicité non expliquée dans les coquillages du Bassin. Par ailleurs, il peut être souligné que les décisions de gestion en termes de fermeture et d'ouverture du Bassin d'Arcachon n'ont pas toujours été en cohérence avec les résultats des tests utilisés : des situations de non fermeture ont pu être observées sur le Bassin en dépit de bio-essais sur souris positifs.

Tout résultat défavorable doit, théoriquement, conduire à la fermeture de tout le Bassin d'Arcachon, du fait de l'absence de sectorisation phytoplanctonique de ce secteur. Les données de cinétique de décontamination des coquillages et la fluctuation des taux de phycotoxines avant un retour à un niveau stable inférieur aux seuils montrent que des prélèvements à une périodicité hebdomadaire sont suffisants, ce qui conduit à des fermetures de zone d'un minimum de deux semaines. Néanmoins, afin de limiter les conséquences économiques liées à ces fermetures (l'interdiction de 2005 avait entraîné deux millions d'euros de pertes aux exploitations du Bassin) et d'anticiper une réouverture, deux prélèvements par semaine lors des fermetures sont réalisés (AFSSA, 2006b ; Belin, 2004 ; Corbier *et al.*, 2007 ; IFREMER, 2006a et b ; Mr Courgeon, communication personnelle ; Popovsky et Pautrizel, 2005).

L'utilisation actuelle de l'eau dans les bassins de finition ostréicoles présentent un danger de contamination des coquillages lors de l'étape de dégorgeement ce qui implique la mise en œuvre de mesure de maîtrise des dangers relevés, microbiologiques, phycotoxiques et chimiques.

Un Comité de Pilotage « Etude des Zones de Sauvegarde sur le Bassin d'Arcachon » a été mis en place, sous l'impulsion du Conseil Régional d'Aquitaine de façon à étudier les utilisations en eau de la profession et en tirer les conditions de fonctionnement des établissements ostréicoles les plus appropriées. L'Institut de la Filtration et des Techniques Séparatives (IFTS), à Agen, a été choisi pour piloter les recherches et rassembler les informations sur le sujet. Les partenaires de ce comité de pilotage sont la DDSV, la DDAM, l'IFREMER, la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS), le Conseil Régional d'Aquitaine, le CG de la Gironde, le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), l'Université de Bordeaux 1, la Section Générale de l'Action Régionale (SGAR), la SRC. L'annexe n°10 présente les coordonnées des organismes contactés lors de la rédaction de ce mémoire. Les objectifs de ce comité, dans lesquels s'inscrit également ce mémoire, sont les suivants :

- Répertorier et caractériser les sources d'eau à proximité des ateliers (BRGM, DDSV, DDAM, SRC, CG, IFREMER) : étude sur les ressources en eau salée, et étude sur les réserves en eau ou « maline » et les bassins ostréicoles (état des lieux, qualité et gestion),
- Formaliser un cahier des charges définissant les besoins des professionnels et les contraintes qui pèsent sur leur activité en Aquitaine : association entre la ressource et l'usage,
- Rechercher les solutions techniques disponibles pour le traitement de l'eau, lorsque l'association ressource / usage n'est pas réalisable,
- Valider les options pour essais et discussions : analyse critique des procédés de traitements des eaux existant et des équipements susceptibles d'être utilisés,
- Accompagner les décisions de choix individuels des professionnels.

Des échanges ont eu lieu entre les différents partenaires de façon à suivre l'avancée des différentes démarches.

Afin d'établir les moyens de maîtrise de la qualité de l'eau approvisionnant les bassins de finition, il est nécessaire de définir, dans un premier temps, les critères d'évaluation de cette qualité.

2.4 QUALITE DE L'EAU SALEE COMPATIBLE AVEC L'ACTIVITE OSTREICOLE

La qualité de l'eau salée compatible avec l'activité ostréicole en bassin de finition comprend à la fois la qualité sanitaire de l'eau assurant la salubrité des coquillages et les différentes caractéristiques essentielles de l'eau assurant la survie des coquillages en bassins dégorgeoirs.

2.4.1 QUALITE SANITAIRE DE L'EAU : NOTION « D'EAU DE MER PROPRE »

Depuis 2005, la DDSV de la Gironde met en place des contrôles (autocontrôles et contrôles officiels, sur tous les ports, une fois par semaine) de la qualité bactériologique de l'eau présente dans les bassins dégorgeoirs. Cette initiative s'inscrit dans la recherche des critères de définition d'une « eau de mer propre » à utiliser dans les bassins de finition des coquillages. En effet, d'après la directive 91/492/CEE, l'eau de mer requise dans les établissements pour l'immersion des lots de coquillages en vue de leur stockage doit être de « l'eau de mer propre ». Cependant, les définitions réglementaires de l'eau de mer « propre » restent vagues : au sens du règlement communautaire du Paquet Hygiène n°852/2004, « une eau de mer propre est une eau de mer ou saumâtre, naturelle, artificielle ou purifiée, ne contenant pas de micro-organisme, de substance nocive ou de plancton marin toxique en quantité susceptible d'avoir une incidence directe ou indirecte sur la qualité sanitaire des coquillages » (**annexe n°1**). Ainsi, l'eau de mer propre doit présenter des caractéristiques conformes en contaminants chimiques et en phycotoxines, sans précision des valeurs seuils. De plus, actuellement, la directive ne fixe pas de critère bactériologique spécifique pour vérifier le caractère propre de l'eau de mer.

La note de service DGAL/SDSSA/N2003-8058 du 27 mars 2003 a introduit des indicateurs de la conformité de l'eau de mer pompée de façon à contrôler son caractère « propre ». Ces critères microbiologiques (<15 UFC d'*E.coli* dans 100 ml et absence de salmonelles dans 5 litres) se basent sur des préconisations de l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS), sur le décret 2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles, sur les seuils de détection des méthodes normalisées, sur les réglementations d'autres pays et sur la relation entre la quantité d'*E. coli* dans l'eau et la salubrité des coquillages.

Le bilan de la DDSV rend compte, du plus fort niveau de contamination des eaux comparativement à celui des coquillages et d'une augmentation du nombre de prélèvement d'eau non conforme. Ces résultats s'expliqueraient par l'évolution soit de la qualité intrinsèque de l'eau (ce qui paraît illogique compte tenu des efforts réalisés dans les domaines de l'assainissement, **annexe n°8**, et de protection de l'environnement), soit des pratiques des ostréiculteurs, d'où l'intérêt des études traitant de la qualité de l'eau dans les établissements ostréicoles (**CITPPM et CNC, 2003 ; DGAL, 2003a**).

Dans ce cadre, le Comité de Pilotage « Etude des Zones de Sauvegarde sur le Bassin d'Arcachon » a tenté de compléter la définition de la note de service DGAL/SDSSA/N2003-8058 du 27 mars 2003 grâce à des critères sanitaires utilisés pour le classement des zones de production ostréicoles ou bien pour la qualification de l'eau potable. Ainsi, une eau de mer propre pourrait être qualifiée grâce aux critères suivants :

- Critères microbiologiques : *E. coli* et Salmonelles (seuils de la note de service DGAL/SDSSA/N2003-8058 du 27 mars 2003),
- Critères phycotoxiques : phycotoxines (seuils du réseau REPHY),
- Critères chimiques : métaux lourds, hydrocarbures totaux (seuils du réseau RNO).

Ces critères n'ont cependant pas été validés à ce jour par la DGAL : ils ne peuvent donc servir actuellement que de base de réflexion dans la qualification des différentes ressources en eau salée susceptibles d'être utilisées dans les établissements ostréicoles.

2.4.2 CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU DE MER : SURVIE DES COQUILLAGES

Outre des caractéristiques sanitaires, l'eau d'approvisionnement des bassins dégorgeoirs doit présenter des caractéristiques physico-chimiques nécessaires à la survie des coquillages. Ces paramètres sont ceux intervenant dans les fonctions physiologiques des mollusques à savoir la turbidité, la salinité, la température et la teneur en oxygène dissout. Ces différents paramètres sont présentés en **annexe n°11**.

Contrairement aux élevages terrestres, les déchets de nourriture et les déjections des animaux ne sont pas captables à l'émission dans un élevage aquatique. Ces déchets (produit d'excrétion des animaux, déjections des coquillages, dépôts naturels et salissures, produits génitaux (ponte), animaux, végétaux ...) sont immédiatement dilués dans le milieu et peuvent donc s'y accumuler et perturber les animaux aquatiques au cours du temps. Ainsi, s'ajoutent aux paramètres de survie les critères de dégradation de la matière organique du fait du recyclage de l'eau sur de longue période de stockage de l'eau : l'hydrogène sulfuré, les résidus ammoniacaux, et le système « gaz carbonique » contribuent à la contamination et à l'augmentation de la consommation d'oxygène dissout. Les moyens de maîtrise de ces derniers paramètres sont liés à l'élimination plus ou moins correcte de la matière organique présente dans l'eau (**annexe n°11**).

En résumé, les coquillages, pour assurer leurs fonctions physiologiques dans de bonnes conditions, ont besoin d'une eau présentant une température et une salinité relativement stables et comprises respectivement entre 14 et 20°C et entre 20 et 35 g/l, ainsi qu'un pourcentage de saturation en oxygène dissout au-dessus de 70% et une teneur en produits de dégradation de la matière organique limitée.

Dans le Bassin d'Arcachon, les paramètres de survie ne font pas l'objet d'une surveillance en réseau ; les données sont extraites de documents d'observation générale. D'une profondeur maximale de 20 mètres, les eaux du bassin ont une température qui varie de 8 à 25°C selon la saison et la zone considérée, température supérieure à celle de l'Océan en été et inférieure en hiver avec un gradient décroissant de l'Océan vers l'intérieur du Bassin. Elle peut atteindre éventuellement 25 à 30°C en milieu ouvert et même 5 0°C dans les milieux fermés ou semi-fermés comme les bassins de finition. La salinité des eaux évolue entre 22 et 35 g/l et peut même descendre en deçà de 10 g/l en raison des apports d'eau douce importants. Les taux d'oxygène sont relevés à 70 % de saturation dans les chenaux en vives-eaux, 50 % en mortes-eaux à pleine mer tandis qu'à basse mer, sous l'effet de l'agitation créée par les vents, la saturation est atteinte. Par temps calme, temps orageux, vents de Sud-est ou forte turbidité, ces pourcentages peuvent tomber à 39 % et 26 % (Auby *et al.*, 2007 ; Le Saux et Pommeguy, 2003 ; Popovsky et Pautrizel, 2005 ; Marteil, 1974).

Lors de l'utilisation de l'eau du Bassin d'Arcachon, les paramètres de survie modifient la vitalité des coquillages que si ces derniers sont stockés sur de longue période. Ce long stockage est imposé en période de crise phycotoxinique. Ainsi, ces paramètres sont améliorés uniquement lorsque le maintien de la qualité de l'eau est nécessaire.

Dès lors, les périodes de fermeture ou d'ouverture nous permettent de distinguer deux situations pour lesquelles les moyens de maîtrise de la qualité de l'eau seront différents :

- Hors période de crise phycotoxinique, dans quel cas l'usage de l'eau du Bassin d'Arcachon en bassin de finition est autorisée à n'importe quel moment : l'absence de contrainte de stockage de l'eau et le changement possible de l'eau lorsque les paramètres de survie sont dégradés ou trop éloignés de leur optimum, entraînent uniquement la nécessité d'améliorer la qualité sanitaire de l'eau,
- En période de crise phycotoxinique, dans quel cas une interdiction porte sur l'utilisation de l'eau ce qui impose le stockage de l'eau sur de longue période et le maintien de sa qualité.

Nous nous intéresserons uniquement aux périodes de crises spécifiques aux huîtres.

Pour la rédaction du présent mémoire, une grille d'audit utilisée lors du diagnostic des réserves d'eau et des bassins ostréicoles a été complétée et renseignée (**annexe n°12**) lors de visites des établissements ostréicoles. Les questions portaient sur des données administratives, sur la commercialisation de coquillages, sur l'utilisation de l'eau en bassin de réserve, bassin de production et en bassin de finition et sur les différents équipements utilisés pour traiter l'eau et la maintenir en bonne qualité. Le choix a été porté uniquement sur les établissements assurant le maintien de la qualité de l'eau soit des établissements en circuit fermé (**annexe n°1**) que nous définirons dans le **chapitre n°4**, car ces derniers proposent des fonctionnements plus complexes et des équipements plus variés que les établissements n'assurant que l'amélioration de la qualité de l'eau. Sur les 25 établissements répertoriés comme fonctionnant en circuits fermés, 18 ont été visités, auxquels s'ajoutent deux établissements situés dans le Médoc et dont la visite présentait un intérêt (ces établissements ont un fonctionnement en circuit fermé obligatoire) (**annexe n°13**).

3 MOYENS DE MAITRISE DE LA QUALITE DE L'EAU HORS CRISE PHYCOTOXINIQUE : **AMELIORATION DE LA QUALITE DE L'EAU**

Du fait des caractéristiques des eaux du Bassin d'Arcachon, une amélioration de la qualité sanitaire est envisageable. Nous nous plaçons dans une situation hors période de crise phycotoxinique, ce qui élimine les dangers phycotoxiniques. De plus, aucun système de traitement d'eau de mer n'est reconnu ou autorisé à ce jour pour l'assainissement des contaminants chimiques ou des virus. Nous nous intéresserons donc par la suite à la performance des équipements à éliminer de l'eau uniquement les agents bactériens (AFSSA, 2006b ; Agreste Gironde, 2003).

Sur le Bassin d'Arcachon, près d'une entreprise sur trois recourt à un dispositif de traitement de l'eau. Tous les équipements étudiés dans le cadre de ce mémoire assurent l'amélioration de la qualité de l'eau issue du Bassin d'Arcachon dans le bassin de finition. Certains de ces équipements sont, cependant, plus spécifiquement impliqués dans l'amélioration de la qualité de l'eau car ils ne nécessitent pas la circulation de l'eau dans les bassins pour traiter toute la masse d'eau. Ces derniers équipements sont présentés dans ce chapitre tandis que les équipements impliqués dans l'amélioration mais aussi le maintien de la qualité de l'eau sont étudiés dans le **chapitre n°4**.

L'amélioration de la qualité sanitaire de l'eau issue du Bassin d'Arcachon peut être pensée par la recherche d'autres ressources en eau présentant des caractéristiques sanitaires et de survie des coquillages répondant mieux aux critères définis précédemment, et/ou par le traitement de l'eau lors de l'approvisionnement en eau des bassins de finition. Les moyens de maîtrise à mettre en œuvre pour une utilisation de l'eau du Bassin d'Arcachon serait alors une élimination des MES avant remplissage des bassins (les bactéries étant adsorbées sur les MES) ; un contrôle de la salinité par ajout de sel alimentaire en cas de douçain et d'eau douce lorsque la salinité est trop élevée, peut également être envisagé mais ne sera pas traité dans ce mémoire.

3.1 AUTRES RESSOURCES EN EAU

L'approvisionnement en eau est un élément essentiel des établissements ostréicoles. L'évaluation des besoins et de la qualité de l'eau, la connaissance du potentiel en eau naturelle et le coût de la valorisation de ce potentiel (pompage, recyclage ...) sont autant de démarches qui permettent de minimiser les risques et optimiser la rentabilité (Petit, 1986).

D'autres ressources en eau que celle du Bassin d'Arcachon sont actuellement en étude et pourraient être utilisées comme les eaux de forage, l'eau de mer reconstituée, l'eau d'autres zones conchylicoles (transport en camion citerne) ou encore, de manière anecdotique, l'eau de pluie. Les raisons de ces recherches d'eau sont liées aux besoins croissants des établissements ostréicoles du fait de l'utilisation de machines fortes consommatrices en eau (laveur automatique, par exemple) et des rythmes de travail croissants. Nous ne traiterons dans ce mémoire que la principale ressource en eau économiquement recevable à savoir les eaux de forage, ainsi que l'eau de mer reconstituée.

3.1.1 EAU DE FORAGE

Depuis de nombreuses années, les ostréiculteurs ont vu l'intérêt de l'utilisation des eaux souterraines salées pour le lavage des huîtres (complément des apports en eau), et le remplissage des bassins dégorgeoirs (ajustement de la salinité en hiver, en période de forte pluie « pompes à sel » et rafraîchissement de l'eau en été). L'utilisation de telles eaux, présentant les mêmes caractéristiques que l'eau potable à l'exception de la salinité, a été validée par la DDASS dans d'autres bassins ostréicoles. Ainsi, des eaux de forage sont utilisées pour le stockage et la purification de coquillages à l'étang de Leucate et une étude sur la sauvegarde d'un stock d'huîtres en bassin alimenté en eau de forage pendant une période d'efflorescence d'algues toxiques est menée à la station IFREMER de Bouin. Des informations concernant cette étude ont été demandées à cette station mais les réponses ont été évasives.

Sur le Bassin d'Arcachon, les forages présents dans les établissements ostréicoles, n'ont aucune existence réglementaire : ils sont tolérés mais la création des puits n'a reçu aucune autorisation. Le pompage favorisant l'intrusion saline dans les nappes d'eau douce, une maîtrise des prélèvements en eau salée serait nécessaire.

Cependant, aucun contrôle n'a été porté ni sur la réalisation et l'implantation de ces forages (réalisation sans l'avis d'un hydrogéologue agréé ni déclaration auprès de la Direction Régionales de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE), comme préconisé pour les forages de plus de 10 mètres) ni sur leur exploitation et leur qualité sanitaire. En l'absence de validation des forages et du fait des quelques caractéristiques connues de ces eaux (eaux ferrugineuses, forte odeur de soufre), la DDSV a autorisé l'emploi des eaux de forage uniquement pour le lavage des coquillages (impact sanitaire plus faible que lors de l'immersion des mollusques). Elle impose également la mise en place d'autocontrôles de l'eau de ces forages, sur la base des critères bactériologiques définis dans la notion d'eau de mer propre (**chapitre n2**).

Dans ce contexte, le CG de Gironde a demandé au début de l'année 2006 au BRGM de réaliser une étude visant à caractériser les biseaux d'eaux salées situés sur le pourtour du Bassin. L'étude a consisté à synthétiser les données existantes sur la géologie et l'hydrogéologie du Bassin d'Arcachon, expertiser les forages ostréicoles existants, réaliser des forages de production sur trois zones tests, déterminer les modalités optimales d'exploitation de ces ouvrages et les conséquences de l'utilisation de tels forages, et réaliser des prélèvements de façon à comparer la qualité de l'eau des forages à celle de l'eau de mer.

Le but de l'étude n'était pas de fournir à chaque ostréiculteur la possibilité d'utiliser un forage individuel qui viendrait remplacer les systèmes d'approvisionnement en eau de mer actuels mais de localiser deux ou trois zones sur le pourtour du Bassin d'Arcachon où un pompage d'eau à usage collectif serait installé. Les ouvrages collectifs seront donc favorisés de façon à permettre des mesures de gestion efficaces.

Au total, 80 forages (dont 69 analysés dans l'étude du BRGM) sont utilisés sur le pourtour du Bassin d'Arcachon par les ostréiculteurs : les forages sont individuels et la protection n'y est pas toujours efficace. Les débits actuels sollicités par forage sont de l'ordre de 10 m³/h. Les teneurs en chlorures des nappes superficielles sont essentiellement liées au lessivage des embruns par les pluies et au transfert de ces chlorures de nappe en nappe ou à l'invasion marine ou d'effluents anthropiques. L'ensemble des eaux de forages analysées présente les caractéristiques suivantes :

- Température de l'eau variable entre 8,5 et 18°C avec une majorité de points situés entre 12 et 17°C, soit une température plus basse que celle du Bassin d'Arcachon en période estivale,
- pH compris entre 5,9 et 8,3 avec une bonne répartition entre les eaux à tendance acide et les eaux à tendance basique,
- Salinités élevées sur l'ensemble des trois côtes avec une répartition hétérogène, majoritaires sur la côte Sud mais peu nombreuses sur les côtes Est et Ouest.

A l'issue de l'expertise, la darse médiane du port de La Teste de Buch, la darse Est du port de Gujan-Mestras La Passerelle et le quartier ostréicole de l'Herbe à Lège-Cap-Ferret ont été choisis par le BRGM pour la réalisation des forages de production. A Gujan-Mestras et à La Teste de Buch, les forages réalisés ont intercepté des eaux dont la salinité est compatible avec l'activité ostréicole. Leurs débits d'exploitation ont pu être respectivement évalués à 45 et 60 m³/h grâce aux tests de pompage. Les fortes salinités observées pour des ouvrages de profondeurs différentes (les valeurs de salinité mesurées ont été supérieures à 25 g/l) et la position centrale du port de la Passerelle en font un site privilégié pour l'utilisation d'une eau forée pouvant se substituer à celle du Bassin d'Arcachon. Le choix de l'implantation sur le port de La Teste de Buch se justifie par les fortes salinités observées sur la darse médiane, la facilité d'accès au site et la possibilité d'utiliser les canalisations déjà en place pour alimenter les bassins des exploitants à partir de l'eau d'une réserve d'eau. A l'Herbe, malgré deux tentatives, le BRGM n'a pas retrouvé une telle qualité d'eau : un forage appartenant à un particulier a alors fait l'objet d'un prélèvement. Nous ne nous intéresserons par la suite qu'aux forages à usage collectif soient ceux de Gujan-Mestras et de La Teste de Buch.

En l'absence de texte réglementaire sur la bonne qualité des eaux marines utilisées pour l'élevage ou le stockage des coquillages et dans la mesure où l'ostréiculture peut s'apparenter à une activité agroalimentaire, les résultats ont été comparés dans l'étude du BRGM aux limites de qualité des eaux souterraines brutes, aux limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine et aux références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

Sur les forages à usage collectif, les analyses chimiques sont présentées dans le **tableau n2**.

Elles ont montré qu'à l'exception des éléments caractéristiques de l'eau de mer (sodium, chlorures, sulfates, bore ...) et de quelques paramètres bactériologiques (organismes revivifiables à 36°C et *Pseudomonas aeruginosa* à mettre en lien avec la température et le pH des forages), les eaux des forages respectaient les limites de qualité du décret du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine (Corbier *et al.*, 2007).

Tableau n°2 : Présentation des caractéristiques chimiques des forages de Gujan-Mestras et de La Teste de Buch réalisés par le BRGM (Corbier *et al.*, 2007).

Forage	Profondeur (m)	Débit critique (m ³ /h)	Rayon d'influence 6h (m)	Température (°C)	pH	Salinité (g/l)
Gujan-Mestras	11,50	40 à 45	550	Mini : 15,5 Maxi : 16,1	Mini : 6,66 Maxi : 6,69	Mini : 25,0 Maxi : 26,5
La Teste de Buch	14,10	60	1400	Mini : 16,3 Maxi : 17,0	Mini : 7,02 Maxi : 7,07	Mini : 28,3 Maxi : 28,9

Suite à cette étude, des demandes ont été formulées auprès de la préfecture pour l'utilisation collective des forages réalisés par le BRGM à La Teste de Buch et à Gujan-Mestras. Le candidat pour utilisation du premier forage, situé sur la digue centrale, est l'Association des Ostréiculteurs du Buch (AOB). Actuellement, la digue Sud et centrale du port de La Teste de Buch prélève de l'eau dans une réserve d'eau (ou « maline ») privée, située sur la digue Nord, grâce à des stations de pompage et des réseaux de canalisations. La présence d'un ouvrage collectif public avec des canalisations déjà en place d'approvisionnement en eau permettrait aux ostréiculteurs de la digue centrale de ne plus être tributaires de la qualité de la réserve d'eau (mauvaise décantation, arrêt des pompes de relevage) tout en s'approvisionnant en eau fraîche, à température constante. Le candidat pour utilisation du forage Gujan-Mestras, port de la Passerelle, est l'Association des Ostréiculteurs de Gujan-Mestras Est (AOGE). La demande de cette association étant beaucoup moins avancée à ce jour, elle ne sera pas traitée dans ce mémoire.

Pour le forage de La Teste de Buch, un hydrogéologue agréé a été nommé par la DDASS pour réaliser une expertise : son rôle est d'estimer les potentialités d'exploitation du forage, de donner un avis sur les pollutions possibles du forage et sur les solutions à apporter pour protéger le forage d'éventuelles pollutions extérieures ainsi que de proposer un protocole expérimental analytique de validation et de suivi du forage. Cet ouvrage fait figure de test quant à la validation, aucun forage de ce type n'ayant été validé en France à l'exception des forages respectant strictement les caractéristiques de l'eau potable, hormis la salinité.

La DDASS sera responsable des autorisations d'exploitation après avis d'un hydrogéologue agréé mais la surveillance analytique des forages incombera à la DDSV. A ce jour, les critères de salubrité des eaux salées souterraines et les seuils associés n'ont pas été arrêtés par la DGAL. Après concertations avec la DDSV, l'hydrogéologue agréé propose un protocole expérimental sur 20 jours comportant les analyses, évoquées précédemment dans la notion « d'eau de mer propre » (à l'exception des phycotoxines, le phytoplancton ne survivant pas dans une eau souterraine, **chapitre n°2**) auxquelles ont été ajoutées les concentrations en fer et en manganèse ainsi que la conductivité qui permettront d'évaluer les niveaux d'infiltration d'eau douce (dont la qualité est difficilement contrôlable) dans les biseaux d'eau salée. Le protocole expérimental définitif de ce forage (nombre de prélèvements, durée...) ainsi que l'élaboration du protocole de suivi des ouvrages sont en cours de réflexion et les coûts engendrés devraient être pris en charge en intégralité par le CG. Cette réflexion fait intervenir plusieurs partenaires que sont la DDASS pour la gestion administrative des demandes, la DGAL et les DDSV pour les critères sanitaires de validation, la Direction Départementale de l'Équipement (DDE) et la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF) à travers la Mission Inter-Services de l'Eau (MISE) pour les autorisations de pompage sur les domaines respectivement publics et privés.

Les forages offrent donc des possibilités quant à une utilisation en bassin de finition (salinité et température constantes). Elles nécessitent cependant une protection efficace des ouvrages et un suivi rigoureux à la fois des débits utilisés (établissement de « tours d'eau » pour le remplissage des bassins) et de la qualité des eaux pompées. Une convention d'autorisation établissant les règles de gestion des forages devra être instaurée entre les ostréiculteurs signataires et le gestionnaire du port considéré. De telles eaux ne permettent pas un stockage prolongé à elles seules, sans équipements assurant le maintien de la qualité de l'eau.

3.1.2 EAU DE MER RECONSTITUEE

L'eau de mer reconstituée est une eau salée produite à partir d'eau douce et de sels synthétiques. Ce type de ressource est utilisé depuis longtemps en aquaculture et en aquariophilie. Elle présente l'avantage de sa disponibilité et de la facilité de contrôle des paramètres sanitaires bactériologiques et de survie mais l'inconvénient de son prix.

L'AFSSA a émis un avis défavorable (date inconnue) pour l'utilisation de cette eau dans les bassins conchylicoles sur la base du défaut de maîtrise du risque « métaux lourds » dans les sels alimentaires du commerce. Cette eau est donc interdite pour les coquillages filtreurs, qui concentrent les éléments présents dans l'eau, mais autorisée pour les crustacés. Se pose alors la question de la légitimité d'un tel argumentaire lorsque l'Homme est le consommateur habituel des sels considérés comme des produits « contaminés et non surveillés ». Le document expliquant les raisons précises de cet avis n'a pas été reçu à ce jour.

Un tel approvisionnement en eau demande l'utilisation d'une ressource en eau douce importante (ressource limitée le long du littoral) et interdit l'utilisation d'eau potable du fait de la chloration obligatoire de cette dernière et des effets du chlore sur les coquillages (blanchiment des mollusques, mortalité).

Actuellement, seule l'utilisation dans les bassins de finition de l'eau issue du Bassin d'Arcachon est autorisée ; l'eau de deux forages du Bassin pour un usage collectif sont en cours de validation, les critères de définition d'une eau de mer propre n'étant pas précisés par la DGAL. Compte tenu du classement quasi-exclusif en zones de production B des eaux du pourtour du Bassin d'Arcachon, lors de l'utilisation de l'eau du Bassin, des équipements sont nécessaires pour améliorer la qualité sanitaire de cette eau. Ces dispositifs pourront également être utilisés sur d'autres ressources en eau, lorsque ces dernières seront validées.

3.2 EQUIPEMENTS SPECIFIQUES A L'AMELIORATION DE LA QUALITE DE L'EAU

L'amélioration de la qualité de l'eau issue du Bassin d'Arcachon comprend essentiellement la décontamination bactérienne, par la maîtrise de la teneur en MES. Cette dernière peut être réalisée grâce à quelques préparations préalables des bassins et des coquillages et grâce à des équipements de décontamination physique de l'eau. Nous traitons dans ce chapitre des équipements assurant uniquement l'amélioration de la qualité de l'eau, sans circulation de cette dernière. Il s'agit donc des équipements utilisés lors de l'approvisionnement en eau.

3.2.1 PREPARATION PREALABLE AU REMPLISSAGE DES BASSINS

D'une manière générale, la conception des bassins, le lavage des bassins et des coquillages avant immersion et les techniques de prises d'eau influent sur la qualité de l'eau et donc des coquillages lors de l'approvisionnement de cette dernière dans les bassins de finition.

3.2.1.1 CONCEPTION DES BASSINS

La conception des bassins permet à la fois d'améliorer et de maintenir la qualité de l'eau des bassins de finition ; nous traiterons de cette seconde propriété dans le **chapitre n°4**. D'après le guide de bonnes pratiques hygiéniques pour la purification et l'expédition de coquillages vivants, le fond et les parois des bassins de finition doivent être lisses, durs et faciles à nettoyer. L'entretien des bassins doit permettre de prévenir les mortalités, d'améliorer l'efficacité du bassin (étanchéité, réseaux hydrauliques), de préserver l'outil de travail, de donner une image de marque à l'établissement, mais surtout, en ce qui concerne l'amélioration de la qualité de l'eau d'approvisionnement, de limiter les contaminations par les eaux de ruissellement ([CITPPM et CNC, 2003a](#) ; [DEL, 1992a](#) ; [Le Saux et Pommeguy, 2003](#) ; [Morel et Salamon, 1992](#)).

Pour améliorer la qualité de l'eau, les bassins les plus couramment utilisés en circuit fermé sont en béton (dans 16 des 18 établissements visités), faciles à nettoyer, peu profonds (de 0,80 à 1 m) et avec une pente pour l'évacuation totale des eaux. Certains bassins, proposés par des équipementiers et servant de vitrine à l'établissement peuvent également être en PVC. De plus, les bassins sont pour la plupart, couverts (dans 16 des 18 établissements visités) ce qui permet de limiter l'apport de fientes d'oiseaux qui contaminent microbiologiquement les bassins. Il est difficile d'établir une typologie sur les dimensions des bassins en circuit fermé, chaque établissement pouvant utiliser un ou plusieurs bassins, dépendant ou indépendant pour le circuit de l'eau.

3.2.1.2 LAVAGE DES BASSINS, LAVAGE ET TRI DES COQUILLAGES

De façon à limiter une contamination supplémentaire de l'eau pompée et une dégradation excessive de la matière organique, un nettoyage systématique des bassins et des coquillages avant immersion est nécessaire. Le lavage des bassins est réalisé avant chaque renouvellement d'eau, par une mise à sec, un brossage et un lavage à l'eau de mer sous pression : il permet l'élimination des algues se développant dans les bassins et donc la diminution des MES, sans engendrer une toxicité pour les coquillages, ce que ne permet aucun produit chimique. L'utilisation d'eau chlorée limite le développement des algues mais son emploi ne se fait qu'en cas d'extrême nécessité, compte tenu de l'impact sur l'environnement.

Un tri des coquillages est également nécessaire avant leur immersion : il permet d'éliminer les animaux morts et ceux dont la coquille est brisée ou fêlée et ainsi de limiter la contamination de l'eau par de la matière organique en décomposition. Le lavage des coquillages est réalisé à l'eau salée (eau de forage lorsqu'un puits est présent sur l'établissement ou bien eau du Bassin d'Arcachon), à l'aide d'un jet sous pression ou bien d'un laveur automatique. Un lavage dans le bassin de finition est à déconseiller car il nécessite un écoulement ouvert et un temps d'écoulement après lavage pour que les bassins soient propres au moment d'entamer le dégorgement. Le lavage des coquillages permet à la fois de rendre le dégorgement plus efficace (en évitant d'accroître la turbidité, le dégorgement sera plus efficace), d'éliminer les déchets (vase, crabes...), de garder l'eau claire (limiter les nettoyages des bassins) et de prévenir les risques à l'ouverture (CITPPM et CNC, 2003a et b ; DEL, 1991b et 1992a ; Le Saux et PommeGuy, 2003 ; Piclet et Le Mao, 1992).

3.2.1.3 DISPOSITIFS DE PRISE D'EAU

Les dangers microbiologiques, outre le classement des zones de production ostréicole et les alertes du réseau REMI, sont maîtrisés par l'autorisation de pompage délivrée par la DDAM. La zone de pompage d'eau de mer doit être située dans une zone où l'eau n'est pas contaminée par des eaux parasites (contamination microbiologique) et du (AFSSA, 2002 ; CITPPM et CNC, 2003a).

Le fait que le pompage s'effectue en milieu marin pose un certain nombre de difficultés techniques liées à la corrosion, au transport de sable et au développement d'organismes marins dans les canalisations. Les matériaux modernes tels que l'acier inoxydable ou les matières plastiques permettent de lutter efficacement contre la corrosion. La lutte contre le sable est beaucoup plus difficile à réaliser et l'envahissement des canalisations par les organismes marins n'a pas trouvé de solution satisfaisante. Les vitesses élevées dans les canalisations (> 1,5m/s) et des regards permettant un nettoyage aisé des canalisations, seraient efficaces contre la prolifération des micro-organismes.

Une bonne gestion de l'alimentation réduit considérablement les MES présentes dans les bassins de finition. Une installation de pompage se compose de quatre éléments qui sont le groupe de pompage (pompe et moteur), la station de pompage, (groupes de pompage protégés pour ne pas aspirer de particules affectant l'efficacité de la pompe, divers équipements annexes tels que armoire de commande, transformateur ou groupe électrogène de secours), la prise d'eau, et la conduite de refoulement ou de rejet. Les pompes, les canalisations et les vannes doivent être adaptées à la capacité du bassin, au temps de remplissage et de vidange et à l'eau de mer. Le choix des deux premiers éléments est plutôt d'ordre technique et technologique ; seuls les deux derniers éléments seront donc traités dans ce chapitre.

Les prises d'eau qui alimentent hydrauliquement une installation de pompage d'eau de mer peuvent être gravitaires ou par aspiration. Si le site est bien protégé, la prise d'eau peut être un simple canal d'amenée gravitaire équipé d'une écluse. L'utilisation des marées engendre une circulation d'eau intermittente, dont le débit est variable en fonction des coefficients de marée. Ce système d'alimentation pose le problème de la maîtrise de la qualité de l'eau d'alimentation.

La prise d'eau par aspiration est une conduite d'un groupe de pompage de surface. Cette conduite a un trajet, en partie terrestre et en partie maritime, lequel doit être plus ou moins protégé selon l'exposition du site : le point de pompage est situé de façon à permettre une alimentation permanente de l'eau et le plus loin possible des sources de contamination éventuelles connues, donc le plus loin possible des côtes.

Afin d'éviter l'entrée de corps étrangers pouvant endommager la pompe, son extrémité doit être équipée d'une crépine et d'un clapet qui empêchent la vidange des canalisations lors des arrêts de pompage et les contaminations avec des apports en eaux parasites. Le pompage permettrait de diminuer d'une unité logarithmique la charge bactérienne. Compte tenu de la proximité des ports, cet abattement pourrait ne pas être suffisant et des dispositifs de décontamination de l'eau sont nécessaires.

La qualité de l'eau est liée au lieu d'implantation de la prise d'eau et au moment du pompage en liaison avec les heures de marée. Les conditions de pompage sont décrites par le professionnel : ils sont réalisés généralement lors de la pleine mer (une heure avant et après la pleine mer) mais sont également dépendants de la courantologie locale. Aucune donnée plus précise sur les pratiques des professionnels n'est disponible à ce jour sur l'efficacité de telles pratiques et sur la protection des points de pompage. L'étude menée par le CG et la DDAM sur l'approvisionnement en eau des établissements ostréicoles (type d'eau, protection, consommation...) permettra d'établir les pratiques actuelles et d'envisager des corrections à ces dernières en vue de l'utilisation la moins contaminante des eaux (Corbier *et al.*, 2007 ; DEL, 1993a ; Morel et Salamon, 1992 ; Petit, 1986 ; Piclet et Le Mao, 1992 ; Seltz, 1986).

Sur le Bassin d'Arcachon, les bassins de finition des établissements utilisant un circuit fermé sont tous alimentés par pompage, par aspiration dans la réserve d'eau ou bien directement dans le Bassin d'Arcachon, ce qui assure une maîtrise du renouvellement de l'eau et réduit les risques, comparativement à ceux de la prise d'eau gravitaire. Ces dispositifs sont généralement équipés de crépine. Le débit de pompage est d'environ 45 m³/h pour chaque établissements.

3.2.2 EQUIPEMENTS DE TRAITEMENTS DE L'EAU LORS DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU

Les équipements de traitements de l'eau lors de l'approvisionnement des bassins de finition comprennent des dispositifs de décantation et de filtration.

3.2.2.1 DECANTATION DANS DES RESERVES D'EAU : LES MALINES

Les bactéries présentes dans l'eau de mer sont généralement adsorbées sur les MES (annexe n°7). La décantation, procédé de séparation par gravité des matières solides sédimentables, assure donc une épuration bactérienne de l'eau. Sur le Bassin d'Arcachon, la décantation est utilisée au travers de réserves d'eau, les malines mais également de bassins réservoirs d'eau, dans les établissements ostréicoles, avec circulation de l'eau (ce dispositif sera étudié dans le chapitre n°4).

Afin de pouvoir disposer d'eau de mer en continu, et notamment à marée basse, certains ports ostréicoles ont créé des réserves d'eau, appelées « malines », qui sont des bassins en terre renforcés sur les parois pour accueillir les hangars ostréicoles. Sur les 18 établissements visités, 12 établissements s'approvisionnent en eau à partir d'une réserve d'eau (soit 4 réserves collectives et 2 individuelles, situées pour 3 sur le DPM, les 3 autres étant privées ou semi-privées).

Les malines ont pour but, par l'action combinée de la sédimentation et des rayonnements UV, d'approvisionner en eau de mer « propre » certains établissements conchylicoles pour leurs activités de production et d'expédition. Le temps de sédimentation dépend de la hauteur d'eau, de la nature des particules, de la température (qui modifie la viscosité de l'eau) et de la turbulence dans le bassin de décantation. Elle ne nécessite aucune énergie mais demande de grandes surfaces et un temps de séjour de l'eau long estimé à 48 heures pour un abattement d'une à deux unités logarithmiques de la charge bactérienne.

L'action bactéricide des rayons ultra-violetts (UV) de la lumière solaire (chapitre n°4) est connue depuis de nombreuses années ; la variabilité saisonnière (hiver/été) de survie des germes peut être observée en fonction de la présence de la couche nuageuse. Une turbidité élevée de l'eau limite également la pénétration des rayons UV dans l'eau et contribue à réduire son efficacité vis-à-vis des micro-organismes. Ainsi, dans une eau peu chargée en MES (1 mg/l), environ 80 % de l'intensité lumineuse est transmise dans les cinq premiers mètres alors que dans une eau plus turbide (10 mg/l) ce pourcentage n'est plus que de 20%. En tenant compte des caractéristiques de l'eau du Bassin d'Arcachon, les rayons solaires semblent détruire des germes pathogènes jusqu'à 20-30 cm de profondeur selon le degré de trouble de l'eau, ce qui justifie de la faible profondeur des réserves d'eau (jusqu'à 1,5 m) (AFSSA, 2006b ; DEL, 1993b ; Marteil, 1974 ; Monfort, 2006).

Un audit de ces réserves d'eau est en cours de réalisation par le CG et la DDAM de façon à évaluer le rôle épuratoire de ces dispositifs. 70 malines sont présentes sur le Bassin d'Arcachon, la plus grande étant celle de La Teste de Buch qui recouvre 4 ha et alimente 70 établissements. Elles ne sont utilisées que sur les côtes Sud et Nord-Est du Bassin d'Arcachon (les ostréiculteurs de la côte Noroît utilisent directement l'eau du Bassin d'Arcachon). Le nombre d'ostréiculteurs utilisant chaque réserve d'eau collective est variable : les quatre malines visitées reçoivent de 7 à 18 ostréiculteurs. L'étude des réserves d'eau, en cours de réalisation, fait ressortir les points critiques, pour une utilisation de l'eau en bassin de finition, suivants ([Mr Audy](#), [Mr Dreno](#), [Mr Mercier](#), [communications personnelles](#)) :

- La présence de coquillages,

Les réserves d'eau individuelles ne réalisent pas de stockage de coquillages. Par contre, 3 des 4 malines collectives sont également utilisées comme zones de stockage pour les coquillages récoltés, dans l'attente du travail de reparquage ou d'expédition. Les bassins de ce type, du fait de la présence de coquillages ne peuvent pas assurer l'épuration de l'eau : les administrations s'accordent pour ne pas les qualifier de réserve d'eau. Ces bassins devront être restructurés pour donner une cohérence à l'utilisation de l'eau.

- Les défauts hydrauliques,

Les réserves d'eau sont remplies, soit passivement pour la plupart d'entre elles (écluse ou tuyau à clapets), soit activement (pompage) pour un usage collectif ou individuel. Par conception, l'épuration naturelle n'est possible qu'à condition que l'eau reste un « certain temps » dans les réserves avant utilisation, ce qui interdit l'alimentation gravitaire par le jeu des marées et les fuites par l'effondrement des parois. Les malines doivent donc présenter une relative étanchéité à préserver pour s'assurer du stockage de l'eau à marée basse (limiter les sorties d'eau) et de l'entrée d'eau au moment adéquat (limiter les entrées d'eaux parasites).

La demande croissante en eau des équipements ostréicoles, notamment des laveurs automatiques, oblige les ostréiculteurs à pomper l'eau de la maline à des débits importants. Le temps de décantation n'est plus respecté et l'eau alimente les bassins de finition en continu, du Bassin d'Arcachon vers les établissements ostréicoles. Ces réserves d'eau ne semblent donc plus jouer leur rôle épuratoire.

- La protection de ces réserves d'eau contre les pollutions éventuelles,

La pollution des réserves d'eau est liée aux activités à proximité des malines telles que les parkings ou encore les activités de plaisances. Un déplacement des activités ostréicoles ou de plaisance vers un port adéquat permettrait de limiter les contaminations entre activités.

- La gestion des réserves d'eau,

Le flux et le reflux assurent un nettoyage naturel des malines, le valanguage, mais il n'est pas suffisant. Historiquement, après chaque remplissage, le gestionnaire des réserves d'eau aplanissait le fond de la réserve avec un grand râteau en bois (le rouablage) ; il bouchait les empreintes de pas et décapait les dépôts superficiels pour retarder l'ensablement. Puis, au printemps, il coupait l'herbe sur les digues (l'essartage) et enduisait les pentes intérieures de vase légèrement durcie récupérée lors du rouablage. En été, le fond de la réserve se craquelait sous l'action du soleil, pour éliminer les parasites, les vers, les mollusques (le gralage). Enfin, tous les six ans, malgré un bon entretien, une réflexion complète de la réserve était réalisée (le piquage) ([DEL, 1992b](#)). Ces différentes étapes, répondant à un entretien lourd mais simple des réserves d'eau, sont précisées dans un document daté de 1992. Cependant, ces opérations ne sont pas réalisées sur les ports ostréicoles du Bassin d'Arcachon. Du fait de l'augmentation du rythme de travail (commercialisation à l'année, même pendant les mois de reproduction de l'huître), les mortes eaux ne sont plus utilisées pour l'entretien des réserves d'eau. De plus, dans certains ports (dont le port de La Barbotière Est) le mauvais fonctionnement épuratoire des réserves d'eau est accentué par les vents dominants qui poussent les matières vers le fond du bassin, par les ruissellements des eaux pluviales et les rejets directs des hangars ostréicoles vers le bassin réserve qui conduisent à la formation d'un cloaque.

Les réserves d'eau ou malines présentent des avantages évidents de simplicité d'entretien et de mécanisme épuratoire, de faible coût (pas d'énergie électrique, coût d'exploitation faible) mais demande une rigueur dans l'exploitation et dans l'entretien, un investissement élevé et une surface importante difficilement obtenue en bordure de littoral. Une utilisation en continue est impossible et son efficacité est limitée par les besoins croissants des ostréiculteurs en eau.

Ainsi, du fait du manque de place sur les ports ostréicoles, seule la gestion plus raisonnée de l'eau, des besoins et des usages, permettrait de retrouver le rôle épuratoire des malines. La description du fonctionnement optimal (temps de séjour avant prélèvement, débit de pompage...) de chaque réserve d'eau est l'un des objectifs de l'étude sur les utilisations en eau des bassins ostréicoles. Les temps permettant l'épuration des eaux pourraient s'appuyer, dans une moindre mesure, sur les expériences des lagunages des eaux usées.

La décantation dans une maline d'eau semble être un dispositif préliminaire à des traitements plus poussés. De plus, dans les malines, la température augmente très vite. Dans l'attente de la restructuration des malines, des ostréiculteurs se sont équipés individuellement de façon à pouvoir utiliser une eau « propre » et fraîche malgré les défauts de fonctionnement des réserves d'eau. Ces équipements nécessitent la circulation de l'eau et seront donc étudiés dans le **chapitre n°4**.

3.2.2.2 FILTRATION

La filtration est un procédé permettant de séparer les constituants d'un mélange qui possède une phase liquide et une phase solide à travers un milieu poreux. Cette technique est très utilisée dans les domaines agroalimentaires et pharmaceutiques. Le **tableau n°3** présente les tailles des différents éléments présents dans l'eau. Nous nous intéressons particulièrement aux MES et aux bactéries, soit aux particules de taille supérieure à 0,1 µm.

Tableau n°3 : Taille des différents éléments présents dans l'eau de mer.

Type de matière	0,1 nm	1 nm	10 nm	0,1 µm	1 µm	10 µm	100 µm
Minérale	Sel NaCl		Argiles			MES sables	
Organique	Petites molécules		Macromolécules			MES biologique Phytoplanctons Micro-algues	
Vivante	Virus			Bactérie		Phytoplanctons Micro-algues	

Sur le Bassin d'Arcachon, la filtration de l'eau est la technique de décontamination de l'eau en circuit fermé la plus utilisée, avec principalement une filtration en profondeur nécessitant une circulation de l'eau (**chapitre n°4**).

Tirée de la technologie des eaux de piscine, la filtration en surface correspond à la rétention des MES essentiellement à la surface d'un milieu filtrant par effet tamis. Trois filtrations peuvent être distinguées : la filtration sur cartouche, sur poche ou encore sur sable. Les deux derniers dispositifs, contrairement à la filtration sur lit épais, n'impliquent pas la circulation de l'eau et pourraient, quoique non pratiqués actuellement sur le Bassin d'Arcachon, être utilisés comme premier traitement lors de l'approvisionnement en eau.

De façon générale, dans une filtration en surface, le choix du filtre est fonction du seuil de filtration, de la surface filtrante, du débit de passage de l'eau et de la charge en MES et en colloïdes de l'eau. Les données techniques dont la source n'est pas précisée sont tirées de conversation personnelle avec l'IFTS.

3.2.2.2.1 FILTRATION SUR POCHE

La filtration sur poche est souvent utilisée dans les groupes de filtration de piscine. Ce dispositif a pu être observé dans un établissement du Médoc. Une poche, située avant la pompe, retient et filtre les impuretés de taille supérieure à 5 µm de façon à limiter l'encrassement du filtre à sable, mis en aval et assurant le maintien de la qualité de l'eau. La finesse de filtration peut varier en fonction du type de poche utilisée. Le nettoyage des poches se fait au jet d'eau. Un filtre à poche n'accepte pas de gros débit qui conduirait à son encrassement rapide. Un tel dispositif ne pourrait donc pas être utilisés à l'entrée d'une réserve d'eau ou d'une prise d'eau en mer. Il pourrait toutefois être proposé à des établissements s'approvisionnant à partir d'une maline.

Les filtres à poche offrent l'avantage d'une bonne finesse de filtration, une faible consommation d'eau, un prix d'achat modéré et un faible encombrement. Cependant, ce filtre n'assure pas une décontamination de l'eau à lui seul et des études devront être menées pour comparer son efficacité avec celle des filtres à sable traditionnel utilisé dans le maintien de la qualité de l'eau (**chapitre n°4**).

3.2.2.2.2 FILTRATION SUR SABLE

Lors des réunions de concertation tenues au cours du premier semestre 1989, dans le cadre du projet de création du centre de thalassothérapie sur la commune d'Arcachon, a été abordé le problème de la qualité de l'eau de mer (eau pompée en zone de production classée B) nécessaire au fonctionnement du centre, l'absence de germes pathogènes étant prioritaire.

Afin d'obtenir une eau dépourvue de bactérie, la technique du pompage sous la plage a été proposée et mise en œuvre. Les ouvrages sont constitués par une crépine filtre en acier inoxydable de marque USF JOHNSON entourée de graviers et enfouie sous deux mètres de sable de la plage environ, à une distance de 200 m du rivage. Ce dispositif ne permet pas le contre-lavage du sable : il s'agit donc bien d'une rétention des particules en surface, le marnage n'assurant pas un brassage suffisant pour éliminer les déchets fixés. Les 180 m³ journaliers d'eau de mer nécessaires au fonctionnement du centre de thalassothérapie sont stockés dans une bâche avant leur utilisation. L'eau de mer dite usée est préalablement refroidie afin de récupérer les calories, puis traitée par rayonnements UV, avant d'être rejetée pendant la période jusant, à une distance de 300 m du rivage.

Le centre fait l'objet d'un contrôle mensuel par le service intercommunal d'hygiène et de santé du SIBA et une auto-surveillance est par ailleurs imposée. Les 70 analyses de contrôle, effectuées depuis juillet 2001 concluent à une teneur en germes coliformes, *E. coli* et entérocoques fécaux, toujours inférieure à 15 UFC/100 ml. L'absence systématique de bactérie dans la bâche de stockage de l'eau de mer du centre de thalassothérapie met en évidence l'efficacité du système de filtration naturelle des effluents par le sable.

D'après le constructeur, ce dispositif présente comme avantage la maintenance nulle (donc pas de réparation coûteuse ni d'arrêt d'approvisionnement), l'économie d'énergie de fonctionnement et la facilité et rapidité d'installation (**SIBA, 2007b**).

Les possibilités de pompage du centre se situent entre plus ou moins 3 heures par rapport à la pleine mer. Le groupe de pompage est installé dans un local en retrait du perré et la capacité de traitement est de l'ordre de 60 m³/h. Les pompes approvisionnant les bassins de finition ont un débit de l'ordre de 16 m³/h. Un tel dispositif pourrait donc être envisagé dans les établissements ostréicoles, lors de l'approvisionnement en eau, notamment lors de l'approvisionnement direct dans le Bassin d'Arcachon, en zone de production classée A ou B. Des études concernant la faisabilité sur chaque site particulier devront être réalisées avant installation. Du fait des coûts importants mais non chiffrés d'investissement, ce dispositif de filtration pourrait être envisagé pour des ouvrages collectifs d'approvisionnement en eau de mer ; le nombre d'établissements raccordés à ce système filtrant dépendra de la puissance de la pompe et de l'efficacité d'épuration de l'eau.

Les préparations préalables des bassins et des coquillages et les équipements d'amélioration de la qualité de l'eau, semblent être suffisants lorsque la fréquence d'approvisionnement en eau est élevée et la contamination en MES de l'eau relativement faible. Pour décontaminer plus efficacement l'eau ou lorsque la teneur en MES est élevée, les ostréiculteurs doivent s'équiper avec des dispositifs dont le coût implique le stockage de l'eau et la circulation de cette dernière. Les équipements d'amélioration de l'eau serviront alors de premier traitement, avant une décontamination plus efficace, de façon à ne pas demander un traitement excessif à des dispositifs plus coûteux..

4 MOYENS DE MAITRISE DE LA QUALITE DE L'EAU EN PERIODE DE CRISE

PHYCOTOXINIQUE : MAITIEN DE LA QUALITE DE L'EAU

Hors période de crise phycotoxinique, les dangers microbiologiques peuvent être maîtrisés, comme vu précédemment, par l'amélioration de la qualité de l'eau d'approvisionnement. La maîtrise du danger « phycotoxine », quant à elle, est réalisée à travers les interdictions de pompage de l'eau du Bassin lors des crises phycotoxiniques, ce qui interdit toute activité économique autour des coquillages. Aussi, pour faire face aux périodes d'interdiction liées à la présence de phytoplancton, différents dispositifs ont été envisagés sur les bassins de production français à savoir :

- La création de stocks protégés de coquillages et d'eau avant l'épisode de contamination phycotoxinique,
- Des dispositifs de détoxification des coquillages contaminés par des toxines : à ce jour, aucune étude ne démontre de façon probante que ces dispositifs (uniquement expérimentaux) soient de nature à réduire la charge en contaminants phycotoxiniques des coquillages,
- Les zones refuges consistent à déplacer les coquillages d'une zone de production qui risque de se contaminer vers une autre zone de production à l'abri de toute contamination pour l'épisode en cours ; cette solution a été abandonnée sur le Bassin d'Arcachon du fait de l'absence de sectorisation du Bassin d'Arcachon dans le réseau REPHY (aucune zone de reparquage n'a été créée en Europe).

Seule la première solution a été retenue pour le Bassin d'Arcachon. Ainsi, en Gironde, suite à l'épisode de contamination ayant entraîné la fermeture du Bassin d'Arcachon en mai 2006, un « protocole relatif au fonctionnement des établissements conchylicoles en période de crise phycotoxinique permettant la vente de coquillages mis en stockage protégé ou issus de zones non concernées » a été mis en place et appliqué par 17 établissements lors de la fermeture du 31 août 2006. Il a été actualisé le 30 mars 2007 ([Préfecture de la Gironde, 2007a](#) ; [Fabrègues, 2007](#)).

4.1 RELATION ENTRE LE PROTOCOLE ET LE FONCTIONNEMENT EN CIRCUIT FERME

Le « protocole relatif au fonctionnement des établissements conchylicoles en période de crise phycotoxinique permettant la vente de coquillages mis en stockage protégé ou issus de zones non concernées » permet d'anticiper la période de fermeture en assurant un approvisionnement conforme à la fois en coquillages et en eau dans les établissements conchylicoles : le fonctionnement des établissements conchylicoles peut alors continuer en période de fermeture, sous la responsabilité de l'exploitant. A ce titre, des garanties précises sur l'origine et la qualité de l'eau d'une part, sur l'origine et la qualité des coquillages d'autre part doivent être apportées. Le protocole s'accompagne d'un volet financier appelé « fonds de solidarité ». Ce dispositif est activé dès que la fermeture excède deux semaines pour les entreprises adhérentes.

Les coquillages peuvent provenir soit du Bassin d'Arcachon, s'ils ont été récoltés au plus tard le jour du dernier prélèvement IFREMER ayant conduit à un résultat satisfaisant, ce qui correspond à 10 jours avant l'annonce de résultats défavorables, soit d'une autre zone de production ouverte et classée A, soit d'un atelier d'expédition ou de purification agréé travaillant des coquillages pêchés dans une autre zone de production ouverte. En autocontrôle, une analyse chimique de recherche de toxines sur les coquillages sortis du milieu et placés en stockage protégé et une analyse microbiologique sont réalisées pour chaque stock protégé.

L'absence de contamination des coquillages retrempés dès lors que l'eau du bassin de finition est susceptible de contenir des algues toxiques ne peut être garantie et ce quelle que soit la durée du retrempage. L'eau pompée dans une zone fermée pour contamination phycotoxinique ne peut donc pas être utilisée dans les établissements conchylicoles. Par conséquent, l'eau servant au stockage et au travail des coquillages dans les établissements conchylicoles ne peut provenir que du Bassin d'Arcachon, si elle a été pompée au plus tard le jour du dernier prélèvement IFREMER ayant conduit à un résultat satisfaisant, d'un forage autorisé par arrêté préfectoral, ou d'une zone conchylicole ouverte classée A. Une analyse microbiologique à chaque changement d'eau est exigée ([AFSSA, 2006a et b](#) ; [Fabrègues, 2007](#) ; [Préfecture de la Gironde, 2007a et b](#)).

Les établissements adhérents travaillent alors en circuit fermé : les bassins de finition fonctionnant en circuit fermé sont ceux qui, une fois remplis en eau de mer propre ou rendue propre et en coquillages, sont accouplés à un circuit permettant **la circulation continue** de cette eau, sans besoin d'apport d'eau supplémentaire. Le maintien de la qualité de l'eau en circuit fermé nécessite ainsi l'élimination des déchets excrétés par les coquillages, des MES, et le contrôle des paramètres de survie (**chapitre n°2**), par des équipements attenants à la circulation de l'eau (AFSSA, 2006b ; Auby *et al.*, 2007 ; DEL, 1991a et 1992b ; Le Saux et Pommeguy, 2003 ; Marteil, 1974 ; Montfort, 2006 ; Popovsky et Pautrizel, 2005 ; Petit, 1986 ; SIBA, 2006).

Sur le Bassin d'Arcachon, seuls quelques établissements ostréicoles (moins d'une dizaine) ont adhéré à ce protocole ; ce dernier ne semble satisfaisant que pour les établissements possédant *a minima* deux bassins de finition et vendant des huîtres à l'année. Cependant, 25 établissements ont été répertoriés comme utilisant un circuit fermé. Ceci rend compte d'un phénomène national ; en effet, dans les bassins ostréicoles français, de plus en plus d'entreprises s'équipe de système de traitement de l'eau en circuit fermé. La motivation initiale est souvent le classement d'une zone de production en B qui implique obligatoirement la purification des coquillages avant commercialisation, ou bien l'adhésion à un protocole de sauvegarde en période de crise phycotoxinique. Les établissements équipés sous la contrainte sanitaire s'aperçoivent ensuite de son intérêt au niveau du stockage pour répondre à des problématiques liées à la gestion de l'eau (les machines ostréicoles étant très grande consommatrice d'eau) et, par là même, à la maîtrise de la qualité de l'eau en bassin de finition. L'utilisation d'un circuit fermé présente, en effet, comme avantages la proposition d'huître fraîche au consommateur, l'utilisation d'eau propre en période de fermeture, la facilité de travail lorsque les bassins sont à proximité de l'emplacement de vente, le contrôle des mortalités à travers la maîtrise de la salinité, de la température et du taux d'oxygène dissout... (Agreste Gironde, 2003 ; Le Roux, 2007a).

Sur les 25 établissements fonctionnant en circuits fermés, 18 ont été visités et ont fait l'objet d'un audit selon la grille de réponse présentée en **annexe n°12** auxquels s'ajoutent les deux établissements situés dans le médoc et dont la visite présentait un intérêt (ces établissements ont un fonctionnement en circuit fermé obligatoire, l'Estuaire de la Gironde étant classée en D ou bien non suivie par les réseaux IFREMER aux implantations des établissements) (**annexe n°13**). Les établissements audités sur le Bassin d'Arcachon peuvent commercialiser à la cabane ou en grande et moyenne surface, de 15 à 150 tonnes de coquillages par an, issus du Bassin d'Arcachon ou d'autres bassins ostréicoles, indépendamment du volume et du nombre de bassins de finition. Ainsi, il est difficile de tirer de ces informations un fonctionnement type ; cependant, deux catégories d'établissement peuvent être distinguées :

- Les établissements utilisant un circuit fermé rendu obligatoire par l'absence d'une prise d'eau à proximité de l'établissement ostréicole et des bassins de finition (3 des 18 établissements visités sur le Bassin d'Arcachon, ainsi que les deux établissements du Médoc),
- Les établissements utilisant un circuit fermé volontairement pour assurer le contrôle de la qualité de l'eau circulant dans les bassins, en présence d'une prise d'eau à proximité de l'établissement ostréicole et des bassins de finition (15 des 18 établissements visités).

Les établissements utilisant un circuit fermé ont un renouvellement de l'eau pouvant aller d'une fois par semaine à deux fois par an, en fonction des équipements disponibles, de la vitalité des huîtres et des conseils délivrés par les équipementiers. Les coquillages ne pourraient pas être stockés au-delà de deux semaines sans perdre de poids. Cependant, certains établissements annoncent un stockage de quatre semaines, été comme hiver, mais d'autres ostréiculteurs préfèrent s'entendre sur une durée moyenne d'une semaine en été et de trois semaines en hiver. La durée de stockage dépend des équipements disponibles notamment de la présence ou non d'un équipement permettant de refroidir l'eau.

Les dispositifs de maintien de la qualité de l'eau en circuit fermé assurent, dans un premier temps, l'amélioration de cette qualité. Cependant, contrairement à ceux précisés dans le **chapitre n°3**, ils nécessitent, pour assurer leur rôle, une circulation de l'eau dans le bassin de finition. Avant immersion des coquillages, la préparation de ces derniers et des bassins permet à l'étape de finition et aux équipements d'être utilisés dans les conditions optimales de performance de façon à maintenir la qualité de l'eau le plus longtemps possible.

Les traitements liés à la circulation de l'eau peuvent ensuite être distingués en deux catégories, ceux assurant une décontamination physique ou une désinfection de l'eau et ceux impliqués dans le maintien du bon état de vitalité des coquillages. Le fonctionnement de ces équipements utilisés sur le Bassin d'Arcachon et de ceux susceptibles d'être utilisés ainsi que les points critiques qu'ils soulèvent seront présentés dans ce chapitre. Les coordonnées de quelques équipementiers sont proposées en **annexe n°14**.

4.2 PREPARATION PREALABLE DES COQUILLAGES ET DES BASSINS

Dans les établissements ostréicoles, les bassins dégorgeoirs peuvent être enterrés, semi-enterrés ou surélevés, alimentés par pompage ou bien par gravité (**chapitre n°3**). Le choix des structures (conception des bassins), la fréquence de lavage des bassins et des coquillages, et les moyens de prise d'eau améliore la qualité initiale de l'eau d'approvisionnement (**chapitre n°3**), mais les deux premiers éléments ainsi que la fréquence de remplissage en eau ou en coquillages et la circulation de l'eau interviennent également dans le maintien de cette qualité au cours du temps.

4.2.1 CONCEPTION DES BASSINS

Pour maintenir la qualité de l'eau, les bassins en circuit fermé sont, pour la plupart, couverts (dans 16 des 18 établissements visités) ce qui permet de limiter à la fois les désalissures par l'entrée d'eau de pluie (diminution de la salinité), les augmentations de température en été (ensoleillement excessif), les productions d'algues qui modifient les concentrations en oxygène dissout dans l'eau (augmentation le jour mais consommation la nuit) et l'apport de fientes d'oiseaux qui contaminent microbiologiquement les bassins au cours du temps. La couverture des bassins limite cependant l'action épuratrice des UV et la production de phytoplanctons. Cette couverture peut être conçue avec des isolants et de telle sorte que l'air circule et améliore les effets rafraîchissants du système. Les bassins sont également enterrés (la moitié des établissements) ou semi-enterrés (la moitié des établissements avec une hauteur de parois en moyenne de 0,5m) pour limiter les apports de chaleur problématiques en été (mortalité des huîtres).

4.2.2 LAVAGE DES BASSINS, LAVAGE ET TRI DES COQUILLAGES

Le lavage des bassins et des coquillages permet à la fois d'améliorer (**chapitre n°3**) et de maintenir la qualité de l'eau. En effet, certains établissements en circuit fermé équipés de deux bassins, un de production et un de finition, ont la possibilité de vider le bassin de finition dans le bassin de production, après lavage de ce dernier, puis de laver le bassin de finition avant de le remplir avec la même eau, issue du bassin de production. Un tel protocole contraignant peut entraîner des pertes en eaux mais permet cependant de conserver la même eau plus longtemps.

De plus, l'élimination en cours d'immersion des animaux morts et ceux dont la coquille est brisée ou fêlée limite la contamination de l'eau par de la matière organique en décomposition

4.2.3 CIRCULATION DE L'EAU POUR LE MAINTIEN DE LA QUALITE

Le maintien de la qualité de l'eau en circuit fermé nécessite l'élimination des déchets ce qui suppose un débit d'eau évacuant les matières toxiques (produit d'excrétion des animaux, déjections des coquillages, dépôts naturels et salissures, produits génitaux (ponte), animaux, végétaux ...) vers les dispositifs d'épuration de l'eau. La circulation de l'eau accroît également la teneur en oxygène dissout nécessaire à un bon état physiologique de l'animal. Elle permet ainsi, en homogénéisant, le milieu de traiter toute la masse d'eau. La circulation peut être obtenue grâce à une pompe immergée spécialement affectée à la circulation de l'eau (cas de grands bassins) ou bien par l'aspiration par pompage de l'eau à traiter et le rejet de l'eau traitée (cas de petits bassins).

L'écoulement de l'eau sans « zone d'ombre » et une bonne évacuation des déchets éliminés par les coquillages peuvent être contrôlés par la conception des bassins : en effet, une pente supérieure à 2% vers l'évacuation, des orifices d'alimentation en eau et d'évacuation des bassins situés en opposition avec des canalisations ou écoulements entièrement distincts permettent une meilleure maîtrise de l'eau. Une étude spécifique à chaque établissement serait nécessaire pour établir la localisation des pompes, leur nombre et leur débit nécessaires aux bons écoulements des eaux et donc au maintien de la qualité de l'eau.

Afin d'assurer une bonne circulation de l'eau et d'éviter le dépôt de déchets sur les coquillages, des espaces entre les unités de stockage doivent être ménagés (les mannes ou autres contenants sont placés sur des caillebotis ou tréteaux à 5 ou 10cm du sol) et une charge appropriée doit être respectée. Dans les établissements utilisant un circuit fermé, le volume de coquillages maximum dans les bassins dégorgeoirs par rapport au volume de ces bassins serait de 100 kg/m³ d'eau ce qui serait cohérent avec les données de la littérature qui annoncent 10 à 20 m³ d'eau/tonne de coquillages. Cependant, de telles charges ne sont jamais atteintes du fait des périodes de frai en été et de douçain en hiver (Le Saux et PommeGuy, 2003 ; Morel et Salamon, 1992 ; Petit, 1986 ; Piclet et Le Mao, 1992 ; Seltz, 1986).

4.3 DECONTAMINATION DE L'EAU

Les traitements d'amélioration et de maintien de la qualité de l'eau dans les établissements ostréicoles sont attenants à la circulation de l'eau. Ils assurent l'amélioration de l'eau lors de l'approvisionnement à condition que leur fonctionnement soit programmé un « certain » temps avant immersion des coquillages. Cette durée dépendante du type d'équipement utilisé et du fonctionnement propre à l'établissement sera précisée lorsque cette donnée est disponible. L'évaluation d'une durée type par équipement est cependant difficilement évaluable. Ils comprennent les équipements de décontamination physique et de désinfection de l'eau.

4.3.1 DISPOSITIF DE DECONTAMINATION PHYSIQUE

Les procédés de décontamination avec circulation de l'eau, mis en œuvre sur le Bassin d'Arcachon, comprennent les techniques de décantation, de filtration et d'écumage. A un niveau expérimental en aquaculture, d'autres procédés peuvent être utilisés comme les échangeurs d'ions, les cultures hydroponiques, la flottation et la dénitrification. Ces derniers dispositifs ne seront pas étudiés dans ce mémoire, car ils ne sont pas employés sur le Bassin d'Arcachon et ils nécessitent des technicités fines (Petit, 1986).

4.3.1.1 DECANTATION EN BASSIN RESERVOIR D'EAU DANS LES ETABLISSEMENTS OSTREICOLES

La technique de décantation est présentée dans le **chapitre n°3**. Les bassins réservoirs d'eau sont identiques en conception à un bassin de finition mais sans coquillage. Ils permettent d'éliminer les MES présentes dans l'eau, par décantation, à chaque tour du circuit fermé (maintien de la qualité de l'eau) et ainsi de diminuer la fréquence de lavage des bassins de finition. Ils peuvent également servir de bassins assurant l'épuration de l'eau par d'autres dispositifs de décontamination et approvisionner plusieurs bassins de finition en eau « propre ». Ainsi, en équipant un seul bassin réservoir d'eau, l'ostréiculteur fait un gain d'échelle sur les autres bassins de finition, stockant les coquillages. Ces bassins sont rarement présents dans les établissements ostréicoles par manque de place. Parmi les établissements en circuit fermé visité, seul un établissement dont la capacité de production est relativement importante (commercialisation de plusieurs coquillages et crustacés différents, production en gros...) dispose d'un tel bassin. La mise en œuvre d'une décantation dans un bassin réservoirs d'eau pourraient être réalisée dans les établissements disposants de plusieurs bassins de finition et ayant suffisamment d'espace libre pour accueillir un bassin de décantation.

4.3.1.2 FILTRATION

Sur le Bassin d'Arcachon, la filtration de l'eau est la technique de décontamination de l'eau en circuit fermé la plus utilisée. Comme nous l'avons vu précédemment, deux modes de filtrations existent en ostréiculture. La majorité des établissements ostréicoles utilise une filtration en profondeur sur lit épais de sable (8 établissements) ou de laine de roche et de charbon actif (2 établissements). Un seul des établissements visités procède à une filtration en surface sur cartouche.

4.3.1.2.1 FILTRATION EN PROFONDEUR SUR LIT EPAIS

Le procédé mécanique de filtration en profondeur sur lit épais consiste à faire percoler l'eau à travers une matière poreuse dans laquelle les particules sont en partie retenues. Dans le domaine agroalimentaire, plusieurs systèmes sont utilisés tels que la filtration gravitaire et la filtration sous pression. En ostréiculture, la filtration sous pression est utilisée lors de filtration sur sable et la filtration gravitaire est utilisée lors de l'emploi de charbon actif.

La filtration biologique sur lit épais sera également évoquée : elle assure l'élimination des produits de dégradation de la matière organique qui perturbent la physiologie des coquillages lors de long stockage de ces derniers ([Chartois et al., 1994](#)).

4.3.1.2.1.1 Filtration sous pression : filtre à sable

La filtration rapide sous pression est couramment utilisée dans les bassins en circuit fermé. Un fonctionnement correct nécessite une adéquation entre la hauteur du lit filtrant, la granulométrie des grains de sable, la vitesse de passage de l'eau et la charge en MES et colloïdes de l'eau. Les données relatives au sable (taille effective, granulométrie, coefficient d'uniformité) et aux dispositifs de filtration (perte de charge du lit pendant le flux descendant ou ascendant, pendant l'expansion du lit, durée de vie du sable) n'ont pas pu être vérifiées sur le terrain. Les filtres à sable utilisés en ostréiculture sont des filtres de piscine pour lesquels l'information fournie par l'équipementier aux ostréiculteurs dont le protocole d'utilisation et de maintenance est très succincte rendant difficile l'évaluation des bonnes pratiques entourant l'utilisation de ces équipements. Les demandes d'informations auprès des équipementiers ([annexe n°14](#)) quant au fonctionnement, la maintenance, l'efficacité et le protocole de validation des filtres à sable sont restées infructueuses. La durée de fonctionnement nécessaire à l'amélioration de la qualité de l'eau avant immersion des coquillages ne peut donc pas être précisée.

Cette filtration est généralement réalisée sur un lit de silice calibrée (sable et gravier) dont la taille des particules et la surface filtrante sont comprises, d'après les données recueillies, respectivement entre 0,4 et 0,7mm et entre 0,29 et 0,86m². Le sable et le gravier captent les petits insectes et organismes, les algues, le zooplancton, les MES. Mais le filtre laisse passer les particules généralement de taille inférieure à 25µm, pour les filtres de piscine, et à 10µm pour certains filtres en agroalimentaire, soit certains micro-organismes et la matière soluble (composés azotés dissouts notamment). La décontamination par filtration est donc une étape préliminaire à une désinfection. Les débits de passage communément admis se situent entre 40 et 55m³/h/m² de surface filtrante ; dans les établissements visités, les débits d'eau traversant le filtre sont identiques à ceux de la pompe de circulation d'eau à savoir autour de 16m³/h. La circulation d'eau est, en général, continue mais elle peut également être interrompue notamment le jour, de façon à ne pas augmenter la température de l'eau par un brassage de cette même eau. Cette circulation est parfois également commandée par le déclenchement du refroidisseur. Ce fonctionnement est à proscrire car il ne permet pas d'éliminer les déchets lorsque les températures sont basses.

Les particules captées s'accumulent dans le matériau filtrant et peuvent finir par obstruer le filtre ou passer à travers. Les filtres doivent alors être nettoyés par contre courant. Le lavage du filtre en enlevant le sable du dispositif de filtration et en le brossant dans un bac d'eau de mer est une pratique à proscrire car le remplissage des filtres en sable demande une technicité particulière pour ne pas créer de canaux d'écoulement préférentiels. Dans les établissements visités, le lavage du filtre, d'une durée généralement de 30 minutes, est réalisé à chaque vidange du bassin, avant ou après l'approvisionnement en eau. Pour assurer une meilleure maîtrise de la qualité de l'eau et ne pas perdre d'eau, il est préférable de réaliser un contre-lavage avec l'eau du bassin avant la vidange plutôt qu'après l'approvisionnement en eau, cette dernière pouvant être plus chargée que l'eau traitée. De plus, en fonction de la teneur en MES de l'eau pompée et de la fréquence de changement de l'eau des bassins de finition, des contre-lavages intermédiaires contrôlés par un manomètre peuvent être nécessaires. Lorsque le lavage ne permet plus de débarrasser le filtre des impuretés stockées, le changement de la totalité du sable s'impose. Dans les établissements visités, la fréquence de changement du filtre s'étend d'une fois tous les trois mois à une fois tous les trois ans, pour un coût qui serait de 0,65 euros par kilo de sable. La dernière fréquence semblerait plus adaptée à la charge en MES de l'eau de mer ([Chartois et al., 1994](#)).

Les établissements ostréicoles ne possèdent pas toujours de contrat de maintenance avec leur équipementier (un seul contrat de maintenance a été porté à disposition) et lorsqu'il existe, les ostréiculteurs ont des difficultés pour faire appliquer les clauses de celui-ci auprès des équipementiers, généralement correspondant à une visite de maintenance par an.

4.3.1.2.1.2 Filtration gravitaire : filtre à charbon actif

La filtration lente s'opère uniquement par gravité. Un compartiment latéral au bassin de finition contient le média filtrant dans lequel l'eau percole par gravité avant d'être chassée dans le bac par un exhausteur (tuyau dans lequel l'air insufflé assure la circulation de l'eau).

La filtration comprend plusieurs étapes que sont :

- La préfiltration sur une épaisseur de mousse synthétique (le dégrilleur) qui assure la rétention des particules les plus grossières,
- La filtration sur un lit de laine minérale, de verre ou de roche selon l'établissement,
- L'absorption des matières dissoutes par un lit de charbon actif.

Peu de données concernant la filtration sur laine de verre ou de roche sont disponibles dans la littérature. Par contre, l'utilisation du charbon actif dans le circuit de filtration des aquariums existe depuis de très nombreuses années. Le charbon actif en grain permet de capter certaines particules, mais ce type de filtre fonctionne principalement par adsorption. La surface irrégulière et fissurée d'un gramme de charbon représente une superficie d'environ 600 à 1 000m². Ce procédé aide à éliminer la couleur, le goût, l'odeur, la matière organique et certains organismes vivants qui se fixent aux grains de charbon. Cependant, il peut modifier également le pH de l'eau. Les micro-organismes se développent à l'intérieur des fissures en se nourrissant des nutriments contenus dans l'eau et des particules fixées au charbon : le charbon est alors le support à un filtre biologique de médiocre qualité. Les caractéristiques fondamentales des filtres à charbon sont liées au type de charbon actif en grain et à la durée de l'exposition de l'eau. Si la matière organique n'est pas en contact suffisamment longtemps avec les grains de charbon, elle ne sera pas adsorbée et passera à travers le filtre. Tout comme les filtres à sable, les filtres au charbon doivent être régulièrement nettoyés à contre courant pour les débarrasser des particules captées. Le nettoyage à contre courant n'élimine pas pour autant la matière adsorbée sur le charbon. Ainsi, il est nécessaire de remplacer ou régénérer le charbon épuisé : la fréquence de changement du filtre dépend de la qualité initiale de l'eau et aucune donnée de fréquence spécifique à l'eau utilisée en ostréiculture n'a pu être relevée. L'efficacité du charbon actif sur l'épuration bactériologique reste limitée comparativement aux filtres à sable sous pression. Une désinfection est donc nécessaire pour éliminer toutes les bactéries présentes dans l'eau (Chartois *et al.*, 1994).

Un des établissements visités possède un dispositif (Viv à Coq modèle SLL-50 1 000 litres, vivier en polyester), proposé par l'équipementier Guegan Pompes Industries (GPI, **annexe n°14**), qui intègre, pour un coût d'investissement de 5400 euros environ, une filtration sur mousse, laine de roche et charbon actif, une désinfection aux UV et un refroidisseur d'eau. De façon à réaliser une vidange des bassins tous les 14 mois, GPI préconise :

- Une décontamination de l'eau avec fonctionnement des lampes UV une heure avant immersion des coquillages (aucune indication pour un fonctionnement du filtre à charbon actif seul) : amélioration de la qualité de l'eau
- Le nettoyage de la mousse tous les 2 ou 3 jours,
- Le remplacement d'une partie ou de la totalité de la laine de roche toutes les semaines ou tous les 2 à 3 mois, en fonction de la quantité de coquillages,
- L'utilisation de la pompe à air en continue,
- La vérification de la salinité.

Une demande d'informations complémentaires concernant le fonctionnement, la maintenance, l'efficacité et le protocole de validation du dispositif ainsi que son utilisation sur le Bassin d'Arcachon et en Gironde a été adressée à la société GPI mais aucune réponse de sa part n'est parvenue à ce jour à la DDSV. La visite de l'établissement a précisé les conditions réelles d'utilisation du bassin : utilisation en continue de la pompe, renouvellement de l'eau et de tout le dispositif de filtration tous les six mois, sans vérification de la salinité. Ces informations seraient à recouper avec des mesures d'efficacité de façon à évaluer le fonctionnement actuel et proposer un fonctionnement plus approprié en cas de besoin.

4.3.1.2.1.3 Filtration biologique

Les procédés de filtration énumérés ci-dessus sont essentiellement mécaniques et n'interviennent pas dans l'élimination des composés azotés dissouts issus de l'excrétion des animaux. La filtration biologique n'est pas utilisée en ostréiculture arcachonnaise, les déchets des coquillages n'étant pas très importants et les durées de stockage des coquillages dans les bassins de finition étant beaucoup plus faibles que celles des crustacés.

Cependant, le stockage de longue durée des coquillages pourrait nécessiter la mise en œuvre de filtration biologique. Ce procédé, généralement utilisé dans les viviers à crustacés, assure l'élimination de l'ammoniaque, des nitrites et de la matière organique, la réduction des nitrates et du développement des algues ce qui permet de diminuer la fréquence de renouvellement de l'eau. L'épuration biologique consiste en une oxydation de l'azote ammoniacal en azote nitreux (nitritation) puis en azote nitrique (nitratation), beaucoup moins toxique pour les organismes aquatiques, par des micro-organismes aérobies essentiellement autotrophes apportés volontairement (populations bactériennes fixées sur un support). Trois à six semaines sont nécessaires pour obtenir un développement correct des colonies bactériennes et ce processus dépend intimement de la température du milieu. Son optimum (30°C) est peu compatible avec la température de stockage habituelle des coquillages en circuit fermé. Une solution, quoique peu économique, pour contourner cet inconvénient majeur serait l'utilisation de deux filtres biologiques, l'un assurant l'épuration correcte de l'eau des bassins de finition pendant que le second estensemencé et fonctionne indépendamment du circuit fermé de stockage, à une température satisfaisant les conditions de développement du lit bactérien. La garniture du filtre biologique sera constituée de préférence par des matériaux permettant au lit bactérien de se développer sur une surface aussi importante que possible, ce qui exclue l'emploi de filtre à sable qui nécessiterait des tailles très importantes et des débits de filtration très faibles. L'emploi de matières microporeuses telles l'argile expansée ou des roches d'origine volcanique comme les zéolithes broyées, permettrait de répondre de manière satisfaisante à cette exigence. Tout comme les filtres mécaniques, les filtres biologiques nécessitent un nettoyage à contre-courant dont la fréquence dépend de la vitesse d'encrassement du filtre (Chartois *et al.*, 1994 ; Petit, 1986).

D'une manière générale, les filtrations sur lit épais apportent l'avantage de la simplicité du processus mécanique et l'entretien facile par contre-lavage ce qui est également un inconvénient puisque le lavage consomme de l'eau. L'utilisation de filtre à charbon ou biologique nécessiterait un suivi et une technicité très précis pour assurer le rôle épurateur ce qui engendrerait des coûts de fonctionnement supérieur au simple filtre à sable. Ainsi, les filtres mécaniques à sable, malgré l'entretien lié à la mise sous pression du sable, seront préférés à tous les autres modes de filtration en profondeur.

4.3.1.2.2 FILTRATION EN SURFACE : LA FILTRATION SUR CARTOUCHE

Le filtre à cartouche assure une filtration en surface de l'eau (**chapitre n3**). Il est utilisé dans les piscines de petit volume notamment lorsque l'évacuation rapide des eaux de lavage n'est pas réalisable. Il se présente sous la forme d'un corps de cartouche (disposant d'une entrée et d'une sortie généralement opposées) et d'un filtre en papier (élément filtrant composé de nombreux plis pour augmenter la surface de filtration) disposés autour d'un tube central perforé assurant la rigidité de l'ensemble. L'eau sale aspirée ou poussée par la pompe de filtration, pénètre dans la cuve par l'extérieur de la cartouche, traverse la matière filtrante, puis ressort par le tube central de la cartouche. Un clapet anti-retour évite le retour des impuretés à l'arrêt de la pompe. Cette filtration ne peut être réalisée que sur une eau faiblement chargée pour éviter le colmatage rapide du filtre papier.

Les filtres doivent être régulièrement nettoyer au jet d'eau chaude pour décolmater les éléments retenus. Une cartouche aurait une durée de vie comprise entre un et deux ans lorsque les lavages sont réalisés correctement. En complément du lavage au jet et de façon à prolonger l'espérance de vie des cartouches, les cartouches peuvent être trempées dans un seau contenant une solution de détartrant dégraissant, avant réutilisation. L'utilisation de cette astuce en ostréiculture devra être réfléchi du fait de la potentielle toxicité du détartrant pour les coquillages.

Dans les systèmes de décontamination de l'eau des piscines, selon la qualité de la cartouche, le filtre peut être aussi bien installé en amont qu'en aval de la pompe. La finesse de filtration est comprise entre 20 et 40 μm , selon le matériau filtrant. Le débit maximum autorisé par mètre carré de surface filtrante est généralement de 2 m^3/h , soit pour une cartouche représentant une surface dépliée de 5 m^2 , un débit de 10 m^3/h maximum. Au-delà de ce débit, la cartouche risque de se détériorer très rapidement. Les pompes de circulation d'eau utilisée dans les bassins de finition ostréicoles ayant généralement un débit de 16 m^3/h , un tel dispositif de filtration ne peut pas être appliqué. Les filtres utilisés dans le domaine agroalimentaire autorisent de plus importants débits et pourraient donc être utilisés en ostréiculture. Les seuils de filtration sont compris entre 1 et 50 μm avec une efficacité de filtration de 90 à 100 %.

Le filtre à cartouche utilisé dans l'établissement visité (approvisionnement en eau issue d'une zone de production classée A) fait partie d'un équipement intégrant, pour un coût d'investissement de 10 000 euros, une préfiltration sur mousse, une filtration sur cartouche (au nombre de 3), une désinfection aux rayons UV et un refroidissement de l'eau. Ce dispositif, le Trait'Coq de la société Josselin Pompes (**annexe n°14**), est présent dans l'établissement depuis 2004 et les filtres cartouches n'ont fait l'objet d'aucun lavage et d'aucune maintenance. Seule la mousse ou dégrilleur, est nettoyée régulièrement à l'eau douce. Un contrat de maintenance est en attente de signature pour cet équipement. Une demande d'informations concernant cet équipement et les autres équipements proposés a été formulée auprès de l'équipementier mais aucune réponse n'a été reçue à ce jour.

Les filtres à cartouche présentent comme avantage leur bonne finesse de filtration, la faible consommation d'eau, un prix d'achat modéré, et un faible encombrement. Cependant, ils entraînent des coûts de renouvellement des filtres relativement élevés et des manipulations lors du nettoyage. De plus, un ostréiculteur a abandonné ce dispositif au profit d'un filtre à sable car l'évaluation de la propreté du filtre en papier est délicate, l'eau de mer étant naturellement turbide. Des cartouches à seuil de filtration de référence inférieur à 10 voire 1 μm pourraient purifier l'eau pompée en zone de production B et la rendre à la qualité de celle de zone A. Mais, une préfiltration serait alors nécessaire pour diminuer les coûts de fonctionnement de cette cascade de filtration. Ainsi, l'utilisation seule des filtres à cartouche est à envisager uniquement si l'eau est faiblement chargée en MES, donc si l'eau est issue d'une réserve d'eau ou bien d'une zone de production classée A.

Une étude comparative (efficacité en fonction de la qualité finale souhaitée, coût, entretien...) des différents filtres présentés dans ce mémoire serait nécessaire pour confirmer les approches spécifiées.

Le projet Comsaumol, « validation des techniques de sauvegarde ou de détoxification des coquillages », à travers une étude menée à Bouin, teste différents systèmes de filtration mis au point à Saint Nazaire au GEPEA (Génie des Procédés Environnement Agroalimentaire, Université de Nantes). Les filtres à sable et à diatomées (ce dernier, couramment utilisé en clarification de liquides alimentaires, permettrait de retenir les phytoplanctons *Alexandrium spp.* et *Dinophysis spp.*) seront comparés aux filtres à membranes. Ces derniers retiennent des particules de plus en plus fines par microfiltration, ultrafiltration et nanofiltration. La microfiltration arrête des particules de l'ordre de 0,2 μm donc est stérilisante vis à vis des bactéries, cyanobactéries et micro-algues. L'ultrafiltration et la nanofiltration arrêtent, non seulement les particules, mais aussi les substances dissoutes dans l'eau. L'eau conserve sa salinité mais se trouve appauvrie en phytoplancton naturel. En complément de ces techniques mécaniques de séparation, l'adsorption sur charbon actif sera également testée. Ce projet se propose de comparer les techniques sur la qualité d'eau obtenue, la productivité, mais aussi l'investissement, la consommation d'énergie et la maintenance ([Le Roux, 2007b et c](#)).

Même si ce projet s'intéresse principalement à la rétention des phytoplanctons et des phycotoxines, il pourra être utilisé par la profession et l'administration pour évaluer les différents dispositifs de filtration à mettre en œuvre pour disposer d'eau de mer « propre » (amélioration) et maintenir la qualité de l'eau. Des fiches explicatives pour le bon fonctionnement des dispositifs de décontamination de l'eau (proposition de filtre type, procédure de validation des dispositifs, de maintenance et d'entretien...) devraient être rédigées par l'IFTS, à l'issue de ses réflexions sur le sujet. La filtration, qui nécessite un entretien rigoureux, ne permet pas une désinfection de l'eau : elle correspond à un traitement préliminaire avant désinfection. Parmi les 11 établissements utilisant la filtration, seuls deux établissements n'associent pas la filtration à une désinfection par les ultra-violets.

4.3.1.3 ECUMAGE

L'écumage (« foam fractionation ») est un procédé de filtration mécanique qui retire la matière organique, dont les composés azotés et les particules fines de l'eau, par décantation inverse, sans aucune réaction chimique. Les particules de masse volumique inférieure à celle de l'eau migrent vers le haut et forme une écume à la surface du liquide.

Celle-ci se forme spontanément en eau de mer au niveau des aérateurs de l'eau (flottation naturelle). La flottation peut être améliorée grâce à un écumeur qui injecte, dans l'eau à traiter, des micro-bulles d'air qui offrent une plus grande capacité d'adsorption de la MES (flottation assistée). Historiquement, l'écumeur a été créé pour traiter les eaux usées. Aujourd'hui, il s'emploie dans la production d'eau potable pour éliminer les algues microscopiques après addition de réactifs, en amont du dessalement de l'eau de mer par osmose inverse pour éliminer algues et autres colloïdes ou encore en aquaculture d'eau douce et d'eau de mer.

Un écumeur se compose, au minimum, de trois parties :

- Le corps de l'écumeur (habituellement une colonne), à travers laquelle l'eau passe vers le haut ou vers le bas et dans lequel a lieu la majorité du contact entre l'eau et l'air,
- Une source de bulles,
- La coupelle de récupération où la mousse déborde du tube de séparation pour éviter qu'elle ne retombe dans la colonne d'eau.

Les matières séparées de l'eau par l'écumeur sont des agents tensioactifs, et comportent principalement des composés organiques ayant une extrémité polaire et une extrémité dipolaire. Pendant que les bulles montent dans la colonne d'eau, les molécules se rassemblent autour de la surface des bulles avec les extrémités dipolaires en contact avec l'air et les extrémités polaires en contact avec l'eau. Les molécules sont donc adsorbées à la surface des bulles. Lorsqu'une bulle atteint la surface de l'eau, les particules attachées à sa surface l'empêchent d'éclater et les bulles se rassemblent pour former une mousse. Cette mousse est poussée constamment hors de l'eau par les nouvelles bulles qui s'accumulent en dessous. Le diamètre de la colonne est rétréci en partie haute (cône) pour permettre la sortie de la mousse (augmentation de la vitesse de la mousse) et son évacuation. Bien qu'un écumeur à flux descendant (contre courant) semble plus efficace qu'un écumeur à flux ascendant (à co-courant), car l'écoulement de l'eau ralentit la vitesse de remontée des bulles et donne plus de temps pour que les extrémités dipolaires se fixent à la surface des bulles, aucune donnée ne permet de vérifier actuellement cette théorie. Certains écumeurs utilisent également un écoulement de l'eau cyclonique.

Les performances de la flottation dépendent à la fois de l'efficacité des MES à s'adsorber sur les bulles et de la taille et de la quantité de bulles injectées : de nombreuses bulles très petites (20-50 µm) et très bien monodispersées sont recherchées tandis que de grosses bulles cassent les ensembles bulles/MES, et « agitent » le mélange.

Les écumeurs peuvent être classés selon la source de bulles employée. La détente d'air dissout dans de l'eau pressurisée à 4-7 bars (flottateur à air dissout) forme des bulles de diamètre 50 à 70 µm qui ont une vitesse ascensionnelle de 2 mm/s. Cette technique de pressurisation de l'eau est surtout utilisée dans le traitement des eaux usées. La dispersion d'air peut être également réalisée au moyen d'une turbine dans une colonne ou dans une cellule de flottation : les bulles ont un diamètre de 200 à 2 000 µm et une vitesse ascensionnelle de 200mm/s. Cette technique demande la consommation de réactifs (déprimants, collecteurs) accentuant le caractère hydrophobe de certains solides et hydrophiles : ces réactifs ne seraient pas tous en adéquation avec la vie des coquillages. Les écumeurs à hydro-éjecteur à effet Venturi force le passage de l'eau à travers un petit trou qui conduit à un tube plus large, ce qui crée une dépression et aspire l'air par un petit trou près de la sortie du tube. Ils nécessitent de grosses pompes à forte pression pour fonctionner correctement (Boyles et Lincoln, 1958 ; Le Saux, et Pommeguy, 2003 ; Petit, 1986 ; Red Sea, 2001).

Sur le Bassin d'Arcachon, seule la dernière source de bulle est proposée par deux sociétés différentes : Emyg propose l'écumeur Skim et Josselin Pompes propose l'écumeur Prop&In® (annexe n°14). Nous traiterons par la suite principalement de l'application à effet venturi de l'écumage, aucune application à l'ostréiculture des deux premières sources de bulles n'ayant été proposée dans la littérature.

Les conditions d'utilisation des deux écumeurs spécifiquement sur les bassins de finition ont été précisées auprès de quelques utilisateurs par l'équipementier : cette étude serait à demander par chaque ostréiculteur de façon à bien évaluer l'efficacité et les coûts d'investissement et de fonctionnement de l'appareillage, lors de la phase de devis. Les deux sociétés préconisent l'utilisation de l'écumeur une heure avant l'immersion des coquillages de façon à optimiser le dégorgement et ainsi améliorer la qualité de l'eau (la validation d'un tel fonctionnement n'a pas été présentée à l'auteur de ce mémoire).

La suroxygénation créée par l'écumeur peut être contrôlée par les durées d'utilisation, en accord avec les pratiques du professionnel. Cependant, le manque de robustesse de l'appareil a été souligné par les ostréiculteurs. Dans certains établissements, le rejet de l'écume est réalisé vers des bassins spéciaux pour stockage avant enlèvement vers un Centre d'Enfouissement Technique (CET). D'autres établissements déversent directement la mousse dans le Bassin d'Arcachon. Un tel comportement serait à proscrire compte tenu de la charge bactérienne présente dans l'écume.

4.3.1.3.1 SKIM DE LA SOCIETE EMYG

Quatre des 18 établissements visités utilisent un traitement de l'eau par l'écumeur de la société Emyg, le Skim. Il s'agit d'un écumeur flottant (présent dans le bassin de finition) de type cyclonique mis au point par l'IFREMER au laboratoire de La Rochelle (CREMA L'Hourmeau) en 1998-1999 avec l'aide financière du Syndicat Mixte pour le Développement de l'Aquaculture en Pays de Loire, (SMIDAP). Il a été breveté par IFREMER en 2000. Une licence exclusive d'exploitation a été signée entre IFREMER et la société italienne ACQUAECO, fabricant de matériel d'aération, d'oxygénation et de circulation d'eau en aquaculture. Le revendeur exclusif français est la société Emyg de Carnoux en Provence qui commercialise le produit dans tous les pays francophones. Le Skim a un encombrement de 1 m³ environ, nécessite une hauteur d'eau minimale de 1m et un débit d'eau de 100 m³/h donc une pompe puissante. L'eau est prélevée en surface et rejetée traitée du même côté que la prise d'eau mais en profondeur. La courantologie créée ne permettrait pas d'assurer une circulation efficace de l'eau ce qui oblige les ostréiculteurs à s'équiper d'une pompe immergée supplémentaire de circulation de l'eau, placée dans l'angle opposé au Skim. L'écume produite représente entre 2 et 200 litres par heure en fonction des réglages (le réglage manuel de la coupelle permet de quantifier le volume de polluant à concentrer et à éliminer en jouant sur la teneur en eau de l'écume). Le professionnel de l'eau avance comme avantage une installation en moins de 4 heures, une consommation électrique faible, une autonomie (peu de réglage), une faible maintenance et entretien (nettoyage une fois par mois pendant 5 minutes au jet d'eau), une filtration naturelle sans consommable et un coût de 11 000 euros hors taxes sans compter les subventions envisageables par la Région et l'Europe à hauteur de 40 % à plus de 80 % d'aide à l'investissement.

Des essais de validation de l'effet épuratoire de l'appareil ont été réalisés sous la surveillance des laboratoires de l'IFREMER. Ces expérimentations ont eu pour objectif le suivi de la cinétique de décontamination d'huîtres creuses et de moules en conditions professionnelles à différentes conditions de température (10-14°C et 18-22°C), l'évaluation de l'effet de l'écumeur sur la vitesse de décontamination et l'observation du devenir des bactéries *E. coli* dans l'effluent. Il en ressort que le Skim accélère la décontamination des coquillages (le Skim serait capable de décontaminer l'eau de mer de l'algue toxique *Alexandrium spp.*) mais aucune donnée ne précise l'efficacité de l'appareil à épurer l'eau dans laquelle sont immergés des coquillages de bonne qualité sanitaire. Seul le maintien de l'eau dans l'état de départ serait assuré et non l'amélioration de la qualité initiale de l'eau, même si le volume de mousse produit lors du fonctionnement de l'appareil rend compte d'une épuration probable par élimination des MES. L'IFTS prévoit donc des expérimentations pour valider le rôle épuratoire du Skim à l'aide d'une eau contaminée (eau en entrée de station d'épuration diluée) et dans des conditions réelles de travail ([Hussenot et Piquet, 2006](#) ; [L'Ostréiculteur Français, 2003c](#) ; [Petit, 1986](#)).

Un contrat de maintenance est signé entre chaque professionnel et l'équipementier pour une vérification une fois par an (changement des joints, des roulements, d'huile moteur et de l'anode). L'utilisation de l'appareil nécessiterait un nettoyage tous les mois comme préconisé par l'équipementier mais les professionnels préfèrent le réaliser une fois par semaine pendant dix minutes de façon à limiter le temps de nettoyage qui double s'il n'est réalisé qu'une fois toutes les deux semaines. De plus, Emyg assure que le bassin dans lequel des coquillages ont frayé peut être nettoyé automatiquement par l'utilisation du Skim en 24 heures. Un professionnel a tenté le nettoyage du bassin à l'aide du Skim et, ne voyant aucune amélioration en une demi-journée, a préféré vider et laver manuellement le bassin.

Une demande d'informations concernant le fonctionnement, la maintenance, l'efficacité et le protocole de validation ainsi que son utilisation à travers la France a été adressée auprès de Emyg et de la station IFREMER de Bouin mais aucune réponse concrète n'a été proposée à ce jour, IFREMER renvoyant les questions vers le professionnel du traitement de l'eau.

4.3.1.3.2 PROP&IN® DE LA SOCIETE JOSSELIN POMPES

L'écumeur de la société Josselin Pompes, le Prop&In® pompe l'eau de mer en partie inférieure du bassin et l'eau de mer traitée et oxygénée est rejetée en surface, à l'opposée de la prise d'eau, assurant ainsi une courantologie grâce à une pompe immergée comprise dans l'ensemble de l'appareillage (pas d'achat supplémentaire). L'avantage principal de cet écumeur est lié à sa position hors du bassin : l'ostréiculteur ne perd donc pas de place pour son stockage. Il demande cependant des canalisations en polychlorure de vinyle (PVC) plus importante que le Skim dont le nettoyage n'est pas facile. Deux des 18 établissements visités possèdent ce système épuratoire. Dans un de ces établissements, l'équipementier a préconisé l'utilisation d'une lampe à UV directement dans le bassin de finition. Cette utilisation, comme nous le verrons par la suite, ne semble pas être d'une grande efficacité, compte tenu des volumes d'eau à traiter. Les deux établissements soulèvent le problème de la disponibilité de la société pour réaliser la maintenance de l'appareil. L'écumeur Prop&In® serait moins performant que le Skim pour un coût comparable de 12 000 euros, installation comprise, ce qui reste à vérifier expérimentalement (IFTS).

L'avantage principal d'un écumeur réside dans le fait que les déchets sont retirés constamment et séparés de l'eau en circulation. De plus, un écumeur n'est pas un simple filtre : il assure également l'oxygénation, et dans certaines conditions d'écoulement d'eau la courantologie.

Les procédés de décontamination physique, en absence d'étude démontrant le contraire, n'assurent pas la désinfection de l'eau. Afin d'obtenir une eau la moins chargée bactériologiquement possible, d'autres équipements doivent être employés : les dispositifs de désinfection de l'eau.

4.3.2 DISPOSITIFS DE DESINFECTION

Les procédés de désinfection de l'eau comprennent des procédés physiques et chimiques qui agissent sur les bactéries qui nous intéressent, à savoir les bactéries indicatrices de contamination fécale. Les procédés chimiques font appel à des oxydants comme le chlore ou l'ozone. Dans chacun des deux cas, l'activité biocide est celle du brome et de ses dérivés contenus à l'état naturel dans l'eau de mer. Mis à part l'utilisation de l'ultrafiltration assez coûteuse et encore au stade expérimental, le seul procédé physique employé pour la désinfection de l'eau fait appel aux rayonnements ultra-violet (UV). Actuellement sur le Bassin d'Arcachon, seule cette dernière désinfection est utilisée ; elle sera donc plus approfondie que les deux autres techniques (chloration et ozonisation) (Morel et Salamon, 1992 ; Petit, 1986).

4.3.2.1 **DESINFECTION PHYSIQUE AUX ULTRA-VIOLETS**

Les rayonnements UV sont des radiations électromagnétiques dont le spectre est compris entre 10 nm (rayons X) et 400 nm (lumière visible). Le spectre UV est lui-même divisé en quatre zones : le « vacuum UV », (entre 10 et 200 nm, production d'ozone à une longueur d'onde de 185 nm), les UV-C (entre 200 et 280 nm, action germicide), les UV-B (entre 280 et 315 nm, induction de la synthèse de vitamine D-antirachitique), et les UV-A (entre 315 et 400 nm, pigmentation de la peau).

4.3.2.1.1 LES ULTRA-VIOLETS A ACTION GERMICIDE

Les propriétés germicides des rayonnements UV ont été mises en évidence dès la fin du XIX^{ème} siècle. Ils agissent par réaction photochimique sur les acides nucléiques dont l'acide désoxyribonucléique (ADN) des micro-organismes, principalement au niveau des bases pyrimidiques (formation de dimère, d'hydrates et dénaturation de l'ADN) : ils bloquent la division cellulaire et causent ainsi la mort des cellules. La région la plus active du spectre d'émission des UV-C est située entre 260 et 270 nm ; le spectre d'absorption de l'ADN et de l'ADN hydrolysé montre un pic de longueur d'onde 254 nm. Les processus de réparation, ne peuvent être observés que dans des conditions d'expériences précises (haute température et exposition prolongée à la lumière), et ne sont donc pas observables dans des conditions d'utilisation normales.

Les rayonnements UV ne traitent que les cellules vivantes (virus, bactéries, algues, levures, moisissures ...) sans modifier les caractères physico-chimiques et organoleptiques de l'eau. Chaque micro-organisme a une sensibilité propre à l'UV, et ceci en fonction de sa composition biochimique. Les virus et les bactéries montrent une haute absorption à l'UV, et les formes végétatives des bactéries sont plus sensibles à l'UV que les formes sporulées.

En 1989, IFREMER Boulogne a réalisé une étude sur la purification des moules dans l'eau de mer désinfectée aux rayons UV sur circuit fermé. Basé sur de nombreuses campagnes de mesures conduites sur un pilote d'essais à Gravelines, l'expérimentation a permis de démontrer l'efficacité des UV pour la désinfection de l'eau de mer (élimination des germes recherchés réglementairement dans les zones de production ostréicole) et la purification des coquillages insalubres (Caillères, 1992 ; Léonard, 2000).

4.3.2.1.2 EQUIPEMENTS DE DESINFECTION PAR ULTRA-VIOLETS

Les applications du traitement d'eau par UV sont nombreuses (potabilisation de l'eau, traitement d'eaux résiduaires ou d'eau de mer pour l'aquaculture). Sur les 18 établissements visités, 8 utilisent une désinfection par UV. Le dispositif de traitement aux ultraviolets est placé après un écumeur, après un filtre (principalement à sable, comme nous l'avons vu précédemment) en sortie de pompe, ou bien directement dans le bassin de finition. Pour cette dernière solution (un seul établissement), l'ostréiculteur a réalisé des analyses sous contrôle de l'équipementier (Josselin Pompes) pour vérifier l'efficacité de ce dispositif mais le protocole de validation n'a pas pu être mis à disposition lors de cette étude. La circulation partielle de l'eau dans le bassin de finition ne nous permet pas de valider un tel dispositif qui ne traite pas l'ensemble de la masse d'eau et seul le traitement de l'eau dans le système de circulation sera pris en compte dans ce mémoire. Peu d'informations ont été récoltées auprès des ostréiculteurs concernant les équipements, preuve d'un manque d'information délivrée par les équipementiers. Les données reprises dans ce chapitre sont essentiellement issues de la littérature et des quelques données commerciales disponibles.

Le dimensionnement d'un stérilisateur à ultraviolets se fait suivant trois critères principaux : le débit d'eau à traiter doit être en adéquation avec le temps de contact nécessaire pour une désinfection à la dose appliquée (cette dernière étant fonction du germe, de sa concentration initiale et du niveau de stérilisation souhaité) en fonction de la qualité initiale de l'eau. Certains facteurs de l'eau peuvent influencer la propagation du rayonnement ; il s'agit principalement des concentrations de l'eau en ion ferreux et manganèse, de la présence d'acides humiques, de composés phénolés, matières organiques dissoutes, de la turbidité et de la température. Ainsi, la désinfection de l'eau de mer doit toujours être précédée d'un traitement de réduction de la turbidité (charge en MES) de l'eau par filtration, généralement sur sable, ou décantation (exemple d'une réserve d'eau) : pour un traitement efficace et une action sur les bactéries et les virus, la turbidité de l'eau ne doit pas dépasser 20 unités de turbidité Jackson. Les équipementiers ont réalisé, sur quelques établissements, avant installation, une étude en fonction du débit d'eau (circulation) et de la capacité des bassins, de façon à déterminer les conditions optimales d'utilisation. Une telle étude serait à conseiller auprès de tous les établissements utilisant actuellement ce dispositif de désinfection ainsi qu'auprès de toute nouvelle exploitation (Caillères, 1992 ; Le Saux et PommeGuy, 2003 ; Schwartzbrod, 2000).

Les principales caractéristiques du traitement d'eau par UV sont l'absence de modifications de la composition physico-chimique de l'eau aux doses habituellement employées, l'absence de risque de surdosage, un traitement immédiat et une action virucide importante. Ce procédé physique est généralement utilisé en eau de mer avec une longueur d'onde de 253,7 nm, une dose efficace de 25 mW.s/cm² et un temps de contact de quelques secondes. L'ensemble du dispositif de traitement peut coûter de 200 à 3800 euros en fonction du constructeur (Caillères, 1992 ; CITPPM et CNC, 2003a).

Le rayonnement UV est produit par des générateurs, des lampes UV constituées de gaz rare et de vapeurs de mercure, qui se différencient par la pression du gaz (10^{-2} à 10^{-3} bars pour des lampes basse pression et 2 à 3 bars pour des lampes haute pression). En pratique, la différence s'observe sur le spectre d'émission qui est monochromatique pour les lampes basse pression, très centrées sur la longueur d'ondes 254 nm, et beaucoup plus écrasé sur les spectres d'émission des lampes haute pression. Les lampes basse pression ne dégagent pas de chaleur, ont un rendement germicide et une consommation électrique faible. Au contraire, les lampes haute pression dégagent beaucoup de chaleur (risque de cuisson des éventuels dépôts sur la gaine de quartz) et ont une consommation électrique forte. Ainsi, afin de préserver une température basse de l'eau, les établissements ostréicoles utilisent des lampes basse pression. Les constructeurs de lampes donnent des garanties de durée de vie variant de 3 500 à 10 000 heures suivant le type de matériel et les conditions d'utilisation.

Une lampe UV fonctionnant en continue aura une durée de vie supérieure à une lampe utilisée en discontinue. Ce constat n'est pas observé par les ostréiculteurs. L'utilisation en discontinue (programmation horaire, par exemple une demi-heure toutes les heures) est à privilégier dans les bassins de petit volume et dans les bassins non couverts pour lesquels un brassage de l'eau entraîne des difficultés de maîtrise de la température de l'eau. Un compteur horaire présent sur le tableau électrique renseigne l'ostréiculteur sur la fréquence de changement des lampes qui doit également tenir compte des conditions d'utilisation (Caillères, 1992).

Les lampes sont protégées du contact direct avec l'eau, par une gaine de quartz qui a également un rôle de tampon thermique et d'isolant électrique. L'eau circule autour des générateurs à l'intérieur d'une chambre de traitement qui peut être, suivant la qualité de l'eau à traiter, en acier galvanisé, en inox ou en polyéthylène haute densité (PEHD). En eau de mer, le PEHD est privilégié car il résiste à la corrosion de l'eau de mer et reste insensible au rayonnement UV. Cette chambre de traitement comporte, chez certains constructeurs, des plaques de répartition du flux entraînant une turbulence de l'eau à l'intérieur de la chambre. Ces turbulences empêchant la formation d'écoulement laminaire et d'irradiation préférentielle et garantit ainsi un certain temps de contact, donc l'efficacité du traitement. Ce dispositif n'a pas été observé (Caillères, 1992).

4.3.2.1.3 CONTROLE DE LA QUALITE DU TRAITEMENT

Actuellement sur le Bassin d'Arcachon, le fonctionnement de la lampe UV est uniquement contrôlé à travers un voyant lumineux d'alarme présent sur le tableau électrique. Ce voyant ne garantit pas à l'ostréiculteur que la désinfection se réalise dans de bonnes conditions. En effet, ce témoin du fonctionnement de la lampe UV sera allumé même si les générateurs ne produisent plus suffisamment d'UV, si la turbidité de l'eau ne permet pas un traitement efficace ou si les gaines de quartz sont encrassées.

Pour pallier ces difficultés, dans les établissements ostréicoles présents dans le Médoc (établissements de purification de coquillages fousseurs), la mise en place d'une désinfection aux UV couplés à un détecteur d'efficacité de la désinfection a été imposée par la DDSV. Ce détecteur, proposé par la société Wedeco Katadyn (**annexe n°14**), a un coût à l'achat de 630 euros hors taxe. Il est relié à un microampèremètre situé sur l'armoire électrique. Cette cellule photoélectrique, placée en périphérie de la chambre d'irradiation, au point le plus éloigné des générateurs, est sensible à l'intensité lumineuse globale. En cas de désinfection insuffisante, le système déclenche une alarme couplée à l'arrêt des pompes. La mise en alarme peut être programmée aux 2/3 ou aux 3/4 de la dose efficace initiale. Malgré la présence d'une telle alarme, l'efficacité du traitement devrait être relevée et enregistrée quotidiennement par les ostréiculteurs afin qu'ils puissent, notamment, anticiper la commande de générateurs et pallier à un fonctionnement défectueux.

D'autres équipementiers proposent, pour d'autres applications, des cellules sensibles spécifiquement à la longueur d'ondes de 254 nm. Cet UVmètre n'est pas utilisé ni sur le Bassin d'Arcachon, ni dans les établissements du Médoc : il permettrait d'indiquer en permanence, en pourcentage par rapport à l'intensité de la lampe émise en début de vie, la dose perçue au point le plus défavorable de la cuve. Elle alerterait donc l'ostréiculteur sur l'efficacité du traitement mais aussi sur l'encrassement de la gaine de quartz ou de la cellule de mesure du rayonnement UV. (Bio-UV, 2007 ; Caillères, 1992 ; WEDECO, 2007).

Un détecteur d'efficacité de la désinfection pourrait également être mis en place dans les établissements ostréicoles arcachonnais utilisant une désinfection aux UV de façon à s'assurer du traitement efficace de l'eau. Une demande d'informations (fonctionnement, maintenance, efficacité et protocole de validation, utilisation sur en Gironde ...) a été formulée auprès des deux équipementiers (Bio-UV et Wedeco Katadyn, **annexe n°14**) dont les dispositifs de désinfection aux UV sont utilisés en Gironde, mais aucune réponse n'a été reçue à ce jour de leur part.

4.3.2.1.4 ENTRETIEN ET MAINTENANCE

Les seuls frais d'exploitation des dispositifs de désinfection aux UV sont le changement des lampes ou des détecteurs d'efficacité et la consommation électrique. Des contrats de maintenance ont été signés par certains établissements : ils concernent essentiellement des tests visuels de fonctionnement, le changement des lampes et le nettoyage des quartz, des dépôts sur la gaine pouvant masquer le rayonnement. Comme nous l'avons évoqué précédemment, la périodicité de changement des générateurs doit être indiquée par le constructeur.

Le nettoyage des gaines de quartz est obligatoirement effectué par un personnel qualifié ; ce nettoyage peut être réalisé mécaniquement, à l'aide de racleurs situés sur la gaine de quartz (le défaut majeur étant le relargage des impuretés dans le réseau), chimiquement, à l'aide de solutions d'acides phosphoriques ou citriques dilués, ou manuellement après démontage des gaines de quartz (simple et efficace) (Caillères, 1992 ; CITPPM et CNC, 2003a).

Ainsi, la maintenance concernant les appareils de désinfection aux UV est réduite. Cependant, cet entretien ne semble pas être réalisé correctement dans certains établissements visités. Une information auprès des ostréiculteurs concernant l'utilisation de cet équipement semble donc indispensable ; elle aurait dû être réalisée par l'équipementier lors de l'installation de l'équipement mais ne l'a pas été.

La désinfection par UV de l'eau de mer semble tendre à s'imposer en Europe comme alternative aux autres types de traitement habituellement utilisés en eau douce (chloration et ozonation). Ce traitement présente en effet certains avantages (DEL, 1993b ; Caillères, 1992 ; Petit, 1986) :

- Le respect de la composition physico-chimique de l'eau et donc l'innocuité sur l'environnement et pour le personnel exploitant,
- Une simplicité du procédé qui ne nécessite pas de main d'œuvre particulièrement qualifiée, hormis la formation initiale lors de la mise en service et pour la maintenance,
- Une efficacité rapide sur certaines bactéries et certains virus (2 à 5 minutes sont nécessaires pour que les lampes montent en température),
- Un faible investissement,
- Un faible encombrement, comparativement aux autres procédés de désinfection,
- Une facilité d'emploi et de maintenance,
- Des faibles coûts de fonctionnement, hors renouvellement des lampes,
- Une possibilité d'utilisation en continu,
- Une adaptation possible au volume et à la qualité de l'eau à traiter.

Cependant, une décontamination mécanique préliminaire, un entretien rigoureux (relevé de l'efficacité du traitement, du compteur horaire...) et une maintenance par un spécialiste sont nécessaires. De plus, actuellement, une sensibilisation des équipementiers concernant le respect des contrats de maintenance, et des ostréiculteurs concernant les bonnes pratiques d'utilisation de cet appareil semblent indispensables.

4.3.2.2 DESINFECTION CHIMIQUE

La désinfection chimique, actuellement utilisées sur aucun bassin ostréicole girondin, correspond à l'utilisation de chlore ou d'ozone directement dans l'eau à traiter. Le chlore et l'ozone sont capables d'oxyder la matière organique ainsi que les ions bromes donnant de nouveaux oxydants à action bactéricide : ils agissent en lysant la paroi cellulaire puis la membrane plasmique des micro-organismes. Cependant, les coquillages sont également sensibles à cette toxicité, les oxydants blanchissant les huîtres en cas de résidus. Seul l'ozone n'est pas un produit rémanent, mais les sous produits issus de l'oxydation des matières organiques par le chlore et l'ozone ainsi que le chlore lui-même vont persister dans l'eau après réaction. Ainsi, pour limiter la toxicité des sous produits d'oxydation, une filtration ou une décantation des MES est nécessaire et les doses de réactifs doivent également être adaptées à la qualité d'eau, ce qui demande un certain savoir-faire et une automatisation.

La rémanence du produit empêche la réalisation de ces désinfections en présence de coquillages et donc la délivrance d'une eau en continue : un bassin de réaction ou bassin de contact ainsi qu'un système de neutralisation de l'excédent de chlore ou des sous produits avant introduction dans le bassin de finition sont donc nécessaires. Ces excès peuvent être éliminés par, dans le cas du chlore, action du thiosulfate de sodium et passage de l'eau sur charbon actif, ou bien, dans le cas des sous produits d'ozonation, une aération vigoureusement de la masse d'eau ou action des rayonnements UV. L'utilisation de ces oxydants en désinfection demande donc la mise en œuvre d'installations complexes et de contrôles rigoureux pour maîtriser les résidus chimiques potentiels dans l'eau.

Le chlore a le principal avantage d'être peu coûteux en fonctionnement (chlore gazeux ou liquide), mais présente l'inconvénient d'une toxicité et demande des investissements élevés. L'ozone, quant à lui, est beaucoup moins toxique que les autres procédés chimiques, mais nécessite des installations coûteuses dont celles assurant la production d'ozone. Ces deux équipements nécessitent l'intervention de spécialistes pour la maintenance. Pour ces raisons, une utilisation en ostréiculture de ces deux dispositifs de désinfection ne semble pas envisageable (CITPPM et CNC, 2003a ; DEL, 1993b ; Le Saux et Pommeguy, 2003 ; Morel et Salamon, 1992 ; Petit, 1986 ; Schwartzbrod, 2000).

Une seule application en ostréiculture a été trouvée dans la littérature. Il s'agit d'un procédé électrolytique de désinfection de l'eau de mer, le Décontamer, dont la société Système de Traitement pour la Pollution et l'Environnement (STPE) possède l'exploitation exclusive du brevet délivré par Electricité De France (EDF). Ce procédé électrochimique se réalise en trois étapes à partir de l'eau de mer brute, sans prétraitement de filtration ou de décantation. Un premier traitement consiste au passage, dans une cellule de chloration, d'un courant entre une anode et une cathode en titane : il fait apparaître, par oxydation du chlore et du brome, des hypochlorites et des hypobromites proportionnellement à l'intensité du courant. L'eau est alors décontaminée mais impropre car elle contient de l'hypochlorite résiduel. Dans un second temps, une électroréduction, passage du courant électrique entre les électrodes d'acier doux, fait apparaître des ions ferreux qui réduisent l'hypochlorite avec formation massive d'hydroxydes ferriques et régénération des chlorures et des bromures. L'hypolyse ferrique précipite et entraîne toutes les matières organiques. Enfin, une filtration sur lit de sable permet au final d'obtenir une eau limpide, exempte de micro-organismes et de composition ionique et de pH inchangés.

Un prototype industriel aurait été installé à IFREMER La Tremblade Oléron et un suivi technique et scientifique aurait été réalisé sur 8 mois, conduisant à l'agrément du produit. Cependant, ce dispositif ne semble pas être utilisé en France. Des informations complémentaires concernant cette étude et notamment les raisons du non-développement d'un tel procédé de décontamination de l'eau ont été demandées à IFREMER La Tremblade, mais aucune réponse n'a été reçue à ce jour. Il semblerait que les connaissances actuelles fassent apparaître de nouveaux résidus d'oxydation non éliminés par ce système qui, toutefois, paraît disproportionnée comparativement à l'utilisation attendue en ostréiculture.

Le principal inconvénient de la désinfection est l'élimination des algues phytoplanctoniques nécessaires à l'alimentation des coquillages ce qui induit un stockage limité des coquillages. D'un point de vue de l'efficacité de désinfection, le rayonnement aux UV ainsi que l'ozone ont un fort pouvoir bactéricide et virucide, contrairement au chlore, moins puissant. Cependant, les installations de désinfection par le chlore et par l'ozone nécessitent des investissements et une maîtrise des réactions plus contraignants que l'utilisation des ultraviolets. Aussi, ce dernier dispositif de désinfection sera privilégié par rapport aux autres moyens de désinfection. Il doit obligatoirement être mis en œuvre après un traitement visant à limiter la turbidité de l'eau ; un contrôle de l'efficacité du traitement est également indispensable.

4.4 EQUIPEMENTS ANNEXES DE MAINTIEN DE LA QUALITE DE L'EAU

Sans aller jusqu'à l'élimination des contaminants microbiologiques, certaines pratiques permettent une amélioration sensible de la qualité bactériologique de l'eau et de l'état physiologique des coquillages lors d'un stockage prolongé des coquillages. Il s'agit principalement de l'apport d'oxygène par oxygénation et du contrôle de la température par refroidissement de l'eau. L'absence de nourriture pourrait être un facteur déterminant dans la survie des coquillages mais le phytoplancton fourrage, non réalisé actuellement, ne semble pas nécessaire compte tenu des rythmes de travail des ostréiculteurs (Robert *et al.*, 2004).

4.4.1 AERATION DE L'EAU

Une mortalité des huîtres est observée dans les bassins de finition au moment des grosses expéditions de Noël ou en été lorsque la température est très élevée. Elle est due essentiellement à un manque d'oxygène dans l'eau des bassins qui ne se renouvelle qu'à intervalle long : les huîtres ont besoin d'un taux d'oxygène dissout compris entre 70% et 110%. Ce taux, lorsqu'il est assuré par un équipement d'aération de l'eau, permet également de diminuer le développement d'algue et l'eutrophisation.

En effet, l'action mécanique induite par les courants créés lors de l'aération forme des micro-bulles qui remontent vers la surface en entraînant par adsorption une grande partie des particules en suspension dans l'eau. Elle force également par convection la circulation de l'eau au niveau des animaux et remet en suspension les particules. En l'état actuel des données disponibles et en l'absence d'avis de l'AFSSA sur ce point, l'aération ne peut pas être considérée comme une désinfection de l'eau. Cependant, elle en améliore nettement la qualité bactériologique : elle permettrait de diminuer le développement bactérien de 60%. Ainsi, aérer ou oxygéner les bassins d'eau de mer permet de diminuer les risques de mortalité et donc d'augmenter les rendements et limiter les pertes financières, d'obtenir un bon dégorgement, d'améliorer la qualité sanitaire des produits et d'augmenter la durée de stockage (Chartois *et al.*, 1994 ; DEL, 1991b ; DGAL, 2003 ; L'Ostréiculteur Français, 2003d ; Le Roux, 2007d ; Le Saux et PommeGuy, 2003 ; Marteil, 1974 ; Piclet et Le Mao, 1992 ; Seltz, 1986).

Dans la suite de ce mémoire, nous parlerons, pour des raisons de vulgarisation du terme, indépendamment d'aération ou d'oxygénation bien que ce dernier terme soit spécifiquement utilisé pour désigner l'ajout d'oxygène industriel dans l'eau.

L'objectif premier de l'aération est de faire passer de l'oxygène gazeux contenu dans l'air à l'état dissout, seule forme utilisable par les coquillages. A la gratuité de l'air, s'associent deux inconvénients que sont sa faible concentration en oxygène (21% d'oxygène) et sa forte concentration en azote (78% d'azote). En conséquence, l'appareil devra être efficace, puisqu'il travaille avec un gaz pauvre en oxygène. Mais il ne doit pas dissoudre une quantité trop importante de gaz, car l'excès de gaz entraîne une sursaturation de l'eau, la pression des gaz dissouts étant supérieure à celle du gaz au contact de l'eau, ce qui conduit à des phénomènes d'embolie gazeuse dans les coquillages, et donc à du stress, à leur ponte ou à leur mort. L'aération doit donc être réalisée en discontinue : la sursaturation peut être limitée par l'utilisation d'un régulateur automatique. Les durées d'activité et d'arrêt de l'aération devraient être établies « sur mesure » par des études spécifiques à chaque fonctionnement, testées, contrôlées et leur efficacité régulièrement vérifiée (DEL, 1991b ; Piclet et Le Mao, 1992).

L'oxygène dissout présent dans l'eau est utilisé par les coquillages mais également par tous les organismes vivants présents dans le bassin, notamment les organismes chlorophyllien phytoplanctonique et les algues macroscopiques. La demande en oxygène s'accroît lors des fortes chaleurs (décomposition de la matière organique) et la nuit (la production d'oxygène par les organismes chlorophylliens n'est plus réalisée et ne permet plus de compenser leur propre consommation en oxygène). Un intérêt particulier doit donc être porté sur l'aération des bassins la nuit, notamment sur les bassins non couverts dans lesquels les organismes phytoplanctoniques sont en plus grand nombre (Le Roux, 2007d).

La dissolution d'oxygène résulte d'un ensemble de phénomènes (diffusion, convection), dont chacun d'eux est utilisé de façon plus ou moins importante suivant les procédés. L'enrichissement de l'air (oxygénation) peut être réalisée à l'aide d'oxygène industriel. Ce dispositif est très onéreux et complexe à mettre en œuvre et à entretenir. Il n'est par conséquent pas utilisé en ostréiculture. L'injection d'air dans l'eau correspond à l'agitation de l'interface air-eau de façon à augmenter la surface de contact air-eau. La dispersion d'air dans l'eau augmente le temps et la surface de contact air-eau. Ces deux derniers phénomènes sont utilisés en ostréiculture et seront décrits dans la suite de ce mémoire, même si peu de données techniques ont été recueillies concernant ces équipements (Chartois *et al.*, 1994 ; Petit, 1986).

4.4.1.1 INJECTION D'AIR

L'efficacité du système par injection d'air dans l'eau est conditionnée par la taille des bulles créées. En effet, plus les bulles sont petites, plus la surface de transfert est élevée et plus la vitesse d'ascension est faible. Le temps de transit peut être augmenté par l'immersion en profondeur du diffuseur, ou l'injection à l'horizontale du flux d'air (ce qui permet un gain d'environ 70% du temps de contact), ou la réalisation d'un courant traversier. Les appareils utilisés sont soit le système micro-bulle Venturi, soit des pompes insufflant l'air surpressé au fond des bassins sous forme de bulles moyennes (tubes PVC percés) ou de fines bulles (tubes poreux, dont l'inconvénient est le colmatage des pores par les salissures) (Chartois *et al.*, 1994).

Le système de micro-bullage Venturi est un élément de conduite d'eau présentant une section rétrécie ouverte à l'air qui crée une dépression. Il aspire de l'air en surface que l'hydro-éjecteur, immergé dans le fond du bassin, rejette sous forme de micro-bulles engendrant une circulation d'eau. Dans les établissements visités, 11 disposent d'un système Venturi dont 2 étaient couplés à la pompe de circulation de l'eau traitée (80 euros le tube Venturi, sans compter la pompe de circulation d'eau). Les autres utilisent une pompe immergée (150 euros la pompe immergée associée au tube Venturi). Ce dispositif est très utilisé en ostréiculture et il nous servira de référence pour comparer les autres systèmes d'aération. Il est facile d'installation, convient aux petits bassins et donne un excellent rendement d'homogénéisation air/eau, mais présente un risque de saturation de l'eau en gaz. De plus, il injecte dans l'eau de l'air extérieur qui peut être relativement chaud et ainsi réchauffe l'eau. Pour pallier à cet inconvénient et aérer en discontinu, le Venturi peut être couplé au système de traitement de l'eau qui lui-même peut être utilisé en discontinu, ou bien à une minuterie permettant d'alterner par exemple, en fonction de la puissance de la pompe utilisée et du transfert air-eau, un quart d'heure de fonctionnement avec 15 à 30 minutes d'arrêt. Des études permettant de déterminer le meilleur emplacement du système Venturi et de la pompe, sa puissance, ... devraient être menées avant toute installation (CITPPM et CNC, 2003a ; Chartois *et al.*, 1994 ; DEL, 1991b).

Le système de rampe de bullage avec surpresseur d'air coûte environ 30% de plus à l'installation mais reste cependant dans des niveaux d'investissement correct. Il présente de nombreux avantages qui rendent son utilisation très intéressante en ostréiculture. En effet, il combine efficacité, rusticité de l'appareil, absence de saturation en oxygène, utilisation en discontinu possible et très bon rendement d'homogénéisation air/eau. La formation de bulles les plus petites possibles induirait un meilleur brassage de la colonne d'eau et moins de stress aux coquillages que le système Venturi qui agite beaucoup l'eau mais uniquement au point de rejet de la pompe. De plus, l'ajout d'air autre que celui de la pièce contenant le bassin permettrait de garder l'eau plus fraîche que lors de l'utilisation d'un Venturi. Toutefois, son dimensionnement demande une étude particulière pointue (nombre de rampes et de trous par rampe, puissance, localisation dans le bassin) et les tuyaux peuvent occasionner une gêne pour l'entretien du bassin. Ils pourraient être recouverts de béton de manière à obtenir un fond lisse (coût : environ 500 euros pour cimenter 50 m²), ce qui rend irréversible le procédé et délicat les changements en cas de bouchage des tuyaux (DEL, 1991b).

Les écumeurs proposés par les sociétés Emyg et Josselin Pompes assurent également une oxygénation de l'eau par injection de micro-bulles dans l'eau. Avant installation, une étude de fonctionnement de l'appareil est parfois réalisée par la société Emyg : elle prend en compte notamment la localisation dans le bassin, le besoin d'une pompe de circulation supplémentaire, la fréquence d'utilisation de façon à optimiser, entre autre, l'aération du bassin. Une telle étude devrait être demandée à chaque installation d'un écumeur.

4.4.1.2 DISPERSION D'EAU DANS L'AIR

La dispersion d'eau dans l'air assure l'augmentation de la surface de contact entre l'air et l'eau en créant des turbulences de surface ou en dispersant des gouttelettes dans l'air. Les systèmes utilisés sont soit l'oxygénation par cascade ou par le débit d'eau, système simple et efficace, soit les aérateurs de surface qui aspirent l'eau par un rotor immergé et la redistribuent en pluie.

L'oxygénation par cascade ou débit d'eau est utilisée seule ou en complément d'un autre système d'aération de l'eau. Elle semblerait plus intéressante que le système Venturi car elle n'induit pas de sursaturation de l'eau, n'injecte pas d'air extérieur chaud dans l'eau et assure un bon brassage de l'eau, du moins en surface. Cependant, ce dispositif nécessite une étude (souvent non réalisée) de façon à déterminer le nombre de tuyaux, la localisation et la hauteur des rejets de l'eau dans le bassin, pour une bonne oxygénation de l'eau, sans perte.

L'hélice aspirante flottante ou aérateur flottant est surtout utilisée dans les claires ostréicoles à fond naturel mais elle peut également être utilisée dans des bassins de finition. Elle fonctionnerait très bien sur une faible hauteur d'eau (1 m à 1,5 m) et provoquerait, par évaporation, un abaissement de la température. Le brassage de l'eau qui permet une bonne tenue des huîtres semble meilleur que lors de l'utilisation d'une pompe immergée.

Un rendement moyen (la répartition de l'oxygène dans le bassin est imparfaite), un entretien contraignant, une durée de vie plutôt courte, un encombrement, un coût élevé, et une évaporation qui peut être importante en font un système très peu utilisé dans les bassins de finition. Parmi les établissements visités, seuls 2 établissements utilisent ce système ; l'équipement utilisé sur le Bassin d'Arcachon est proposé par la société Emyg (**annexe n°14**) sous l'appellation commerciale, SPLASH. Le SPASH (1200 euros) est certifié pour diminuer la température de l'eau mais, au mieux, une diminution de 2°C a été observée.

D'autres systèmes d'aération de l'eau existent comme les rampes douches et les pompes immergées en jet d'eau et douche : ils n'ont pas été observés sur le Bassin d'Arcachon. Une étude comparative de tous les dispositifs d'aération de l'eau semble indispensable pour émettre un avis à la fois sur les potentialités proposées et sur les fonctionnements corrects envisagés. Le choix du système dépendra de différents paramètres tels que les caractéristiques des bassins, l'état initial de l'eau et son évolution en cours de stockage (température de l'eau, salinité et pression atmosphérique) et la charge des bassins envisagés. Ainsi, lors qu'un oxygénateur est utilisé en circuit fermé, la température de l'eau est l'élément important à maîtriser (Chartois et al., 1994 ; DEL, 1991b ; Seltz, 1986).

4.4.2 REFROIDISSEMENT

Les températures extrêmes peuvent ralentir le dégorgement, diminuer la tenue du coquillage à l'expédition et provoquer leur mortalité directement ou par manque d'oxygène (raréfaction de l'oxygène et asphyxie des huîtres en période de frai). Ainsi, afin de maintenir les coquillages dans de bonnes conditions de survie, la température de l'eau doit être contrôlée à l'aide de réfrigérateur ou climatiseur d'eau de mer et des précautions relatives aux chocs thermiques lors de l'introduction des coquillages dans les bassins de finition doivent être prises pour limiter le frai et la mortalité (comme par exemple la mise en chambre froide +12°C lors des retours de marché, moins traumatisante que l'immersion des coquillages). Sur les 18 établissements visités, 9 sont équipés en climatiseur et 4 ont entamé une réflexion pour s'équiper prochainement. Peu de données ont été recueillies concernant le fonctionnement de cet équipement qui semble diminuer mais non éliminer les périodes de mortalité des huîtres.

La température idéale à maintenir dans les bassins de finition serait de 16°C, mais aucune étude n'a pu montrer la validité de cette consigne et certains auteurs annoncent des températures idéales plus basses comprises entre 10 et 12°C. Les ostréiculteurs imposent une température généralement de 16 ou 17°C dans leur bassin. En période de frai, une température de 18°C suffit à faire frayer les huîtres qui couvertes de laitance s'asphyxient. Des études complémentaires seraient nécessaires pour valider l'une ou l'autre de ces températures. D'une manière générale, un allongement de la durée de survie des micro-organismes à basse température, induite par un ralentissement de leur métabolisme est observé. Ainsi, pour une utilisation de l'eau en circuit fermé, le refroidisseur doit être associé à un système de décontamination de l'eau (Monfort, 2006 ; L'Ostréiculteur Français, 2003e).

Un système de refroidissement de l'eau comprend un compresseur et son évaporateur, un circuit d'eau douce véhiculant les frigories et un échangeur au niveau duquel se fait l'échange thermique avec l'eau de mer. Son fonctionnement est automatique, piloté par un thermostat. Nous ne traiterons pas dans ce chapitre de l'oxygénateur par hélice aspirante flottante comme celle proposée par la société Emyg qui refroidit l'eau mais dans un degré bien moindre que les climatiseurs d'eau.

Les équipements utilisés dans les établissements visités sont des pompes à chaleur de marque PSA avec un échangeur en titane, de façon à limiter l'oxydation, dans lequel l'eau est glycolée, pour éviter sa congélation, et de qualité alimentaire, pour éviter toute intoxication en cas de fuite. En utilisant successivement les échanges d'une pompe à chaleur et d'un échangeur plutôt que de refroidir l'eau du bassin directement, le colmatage est uniquement observé sur les échangeurs à plaques en contact avec l'eau de mer et non dans le circuit de l'appareil. Ce dispositif doit être placé dans un local extérieur au lieu recevant le bassin de finition de façon à ne pas augmenter la température de l'air (ce qui annihilerait les effets du climatiseur) et à ne pas être trop bruyant pour le personnel ostréicole. Le refroidisseur est généralement couplé à la pompe de circulation et mis en marche uniquement si la température de l'eau, mesurée par un thermomètre relié au climatiseur, dépasse la valeur seuil dont nous avons déjà discuté précédemment.

Tout en économisant de l'énergie, la présence d'un thermostat assure un refroidissement non excessif qui, dans le cas contraire, réduirait le métabolisme des coquillages et entraînerait des mortalités. Le prix annoncé par les ostréiculteurs serait compris entre 8 500 et 10 000 euros par climatiseur, en fonction de la taille et de la puissance de ce dernier ([Le Roux, 2007d](#)).

Pour de petits volumes, un serpentin de réfrigération peut également être placé dans le bassin ou dans un compartiment annexe de filtration, raccordé à un groupe de production de froid. Un ostréiculteur souhaitant s'équiper prochainement semble s'orienter vers ce choix : l'eau sera traitée dans un bassin tampon équipée d'un écumeur où elle sera également réfrigérée. Un autre procédé, non utilisé sur le Bassin d'Arcachon, consisterait à refroidir l'air ambiant plutôt que l'eau ; l'échange thermique avec l'eau du bassin de finition s'effectue alors par convection. Cette méthode impose une isolation thermique de l'enceinte peu compatible avec la nécessité d'accès aux bassins. Les pertes de frigories, difficiles à éviter, limitent l'efficacité du système en période de fortes chaleurs. Un tel système n'est pas envisageable en ostréiculture ([Chartois et al., 1994](#)).

L'utilisation d'un climatiseur d'eau de mer permet donc de maîtriser la température de l'eau, limiter le développement bactérien, conserver l'eau de mer plus longtemps, limiter les pertes de produits liés aux fortes chaleurs et optimiser l'oxygénation. Une étude préalable à toute installation permettrait de définir les modalités d'utilisation. Des inconvénients ont également été relevés autour de l'utilisation de cet équipement : consommation électrique élevée et forts investissements (la consommation électrique peut être limitée par la couverture et l'enterrement des bassins), frais des huîtres malgré cette utilisation, chaleur et bruit de la pompe à chaleur, difficultés liées à la maintenance (une fois par an, comme précisé dans certains contrats, mais rarement respecté).

En dehors des écumeurs (Skim de Emyg et Prop&In® de Josselin Pompes) qui assurent l'épuration de l'eau (élimination des MES), la circulation de l'eau et son oxygénation, certains équipementiers ([annexe n°14](#)) proposent des équipements intégrant plusieurs fonctionnalités présentées précédemment. Nous avons déjà présentés le Viv à Coq de la société GPI (filtration sur mousse, laine de roche et charbon actif, désinfection aux UV et refroidisseur d'eau), et le Trait'Coq de la société Josselin Pompes (préfiltration sur mousse, filtration sur cartouche, désinfection aux UV et refroidissement d'eau). Le même système que le Viv à Coq est proposé par la société hollandaise Franken avec ou sans traitement UV. L'entreprise italienne Adriatic Sea propose un système de stockage et de purification pour tout coquillage qui associe un filtre biologique (élimination de l'ammoniaque), un écumeur et un filtre mécanique (évacuation des MES), un groupe froid, un filtre chimique, un lampe à UV (désinfection) et un ozonisateur (pour stériliser l'écume dans l'écumeur). Ce système permettrait de renouveler l'eau une fois par mois mais nécessiterait des apports d'eau neuve pour compenser la perte d'eau par évaporation et manipulation des coquillages empêchant ainsi de qualifier le système de réel circuit fermé. Chacun de ces dispositifs demande un investissement d'environ 10 000 euros à l'exception du Viv à Coq qui coûte 5 400 euros. Des informations complémentaires (fonctionnement, maintenance, efficacité et protocole de validation, utilisation sur le Bassin d'Arcachon et en Gironde ...) ont été demandées auprès de ces sociétés mais aucune réponse n'est parvenue à la DDSV à ce jour ([L'Ostréiculteur Français, 2003f](#) ; [Le Roux, 2007e](#)).

5 RECOMMANDATIONS ET PROPOSITIONS D'ACTION

La prise en compte des différentes situations d'autorisation ou d'interdiction de pompage de l'eau actuellement utilisée en bassin de finition nous a permis de distinguer deux situations.

Hors période de crise phycotoxinique, le pompage de l'eau issue du Bassin d'Arcachon est autorisé et un stockage de cette eau sur le long terme n'est pas nécessaire. L'eau pompée est généralement issue d'une zone de production classée B (qualité bactériologique moyenne). Nous nous sommes donc intéressés aux dispositifs assurant uniquement l'amélioration de la qualité bactériologique de l'eau lors de l'approvisionnement en eau. Les critères de validation de la qualité de l'eau utilisée en bassin de finition devraient être définis par la DGAL dans les prochains mois.

L'amélioration de la qualité de l'eau des bassins de finition est assurée dans un premier temps par **la conception des bassins** (privilégier les bassins enterrés et couverts), **le lavage des bassins** (à chaque remplissage), **le lavage** (avant l'immersion) et **le tri** (avant et pendant l'immersion) **des coquillages** ainsi que **la prise d'eau** (privilégier les dispositifs par pompage aux prises d'eau gravitaire).

La recherche d'autres ressources en eau que celle du Bassin d'Arcachon, montre les limites de l'utilisation de *l'eau de mer reconstituée* mais les avantages indiscutables de **l'eau de forage** concernant à la fois la qualité sanitaire et la température de l'eau. La qualité bactériologique et la turbidité de cette eau ne semblent pas rendre nécessaire une décontamination physique. L'usage de cette ressource n'est toujours pas validée mais le sera certainement dans les prochains mois, lorsque la DGAL et l'AFSSA auront statué sur ce cas. Sur le Bassin d'Arcachon, les forages collectifs de La Teste de Buch et de Gujan-Mestras sont les puits les plus avancés dans la réflexion. En attente de ces validations et tous les ostréiculteurs ne pouvant espérer s'approvisionner à partir d'une eau de forage de qualité suffisante, les dispositifs de traitement de l'eau issue du Bassin d'Arcachon ont été étudiés.

Lors d'un pompage de l'eau du Bassin d'Arcachon en zone de production classée B, l'utilisation d'un système de décontamination physique de l'eau est indispensable. Dans ce cas, **les réserves d'eau**, ou **malines**, par diminution des MES et des micro-organismes présents dans l'eau (décantation et rayonnements UV), apparaissent être un outil très avantageux qu'il convient de mettre en valeur. L'étude sur l'approvisionnement en eau des établissements ostréicoles, menée par le CG et la DDAM, permettra d'établir les règles de bonne utilisation, pour une efficacité épuratoire de ces réserves, en fonction des disponibilités en eau, des besoins et des protections disponibles. Cependant, la décontamination par décantation en maline n'est pas réalisable sur tout le pourtour du Bassin d'Arcachon car elle demande de grand espace. La **filtration sur sable de surface** (type thalassothérapie) peut alors être envisagée, en privilégiant les installations collectives du fait du coût des équipements. Le pompage de l'eau entre la maline, l'installation de filtre à sable ou le forage, et l'établissement pourrait être éventuellement couplé à une **filtration sur poche**, de façon à se prémunir de tout mauvais fonctionnement du traitement ou de défaut de la qualité de l'eau. Ce dernier équipement pourrait être utilisé pour les mêmes raisons dans les établissements s'approvisionnant en eau issue de zone de production classée A.

En période de crise phycotoxinique, le pompage de l'eau issue du Bassin d'Arcachon est interdit et un stockage anticipé de cette eau en circuit fermé est donc nécessaire pour poursuivre une activité. Lors d'un tel stockage, de nouveaux paramètres sanitaires (accumulation des déchets des animaux), d'oxygénation et de température doivent être contrôlés. Les dispositifs de traitement nécessitent la circulation de l'eau de façon à traiter cette dernière correctement. L'amélioration de la qualité de l'eau est assurée dans un premier temps grâce à un fonctionnement « d'une certaine durée » avant immersion des coquillages ; cette durée est à définir à l'aide des expérimentations qui seront menées par l'IFTS lors des validations d'efficacité des équipements. Tout comme pour les équipements améliorant la qualité de l'eau, **la conception des bassins, le lavage des bassins, le lavage et le tri des coquillages, la prise d'eau** ainsi que **la circulation de l'eau** (étude indispensable avant installation) influencent le bon fonctionnement de ces dispositifs et rendent les traitements du circuit fermé plus performants. Les équipements de maintien de la qualité de l'eau font intervenir, dans le sens de circulation de l'eau, la décontamination physique de l'eau, la désinfection, le refroidissement et l'oxygénation de l'eau.

Du fait du manque de place dans les établissements ostréicoles et du coût de construction d'un bassin supplémentaire, **la décantation dans un bassin** spécialement aménagé à cet effet (sans coquillage) ne semble pas envisageable. Elle pourrait tout de même être conseillée dans certains cas, notamment lorsque le système épuratoire de l'eau assure l'alimentation de plusieurs bassins de finition : la décontamination de l'eau dans un bassin réserve d'eau assure une économie d'échelle sur les équipements de décontamination. **Le filtre à sable** semble être le plus facile d'utilisation, le plus fiable et le moins cher des équipements permettant l'élimination des MES (*filtre à charbon actif, filtre biologique, filtre à cartouche, écumeur*). En attente d'étude démontrant l'efficacité des écumeurs sur l'élimination des bactéries de l'eau (étude de l'IFTS), la désinfection de l'eau, qui présente la meilleure efficacité sur les bactéries et les virus, est celle la plus utilisée actuellement sur le Bassin d'Arcachon à savoir **le rayonnement UV**, comparativement à la *chloration* et *l'ozonation*. Ce traitement doit être contrôlé par un **détecteur d'efficacité des lampes UV**.

Un seul type de refroidisseur est présent sur le Bassin d'Arcachon, la **pompe à chaleur** avec un échangeur en titane ; *le serpent de réfrigération* n'est actuellement pas utilisé sur le Bassin. Pour l'aération de l'eau, le **micro-bullage de rampe de bullage** ou de **l'écumeur** semble plus efficace que les deux systèmes les plus économiques, le *système Venturi* et *l'oxygénation par cascade* (débit d'eau) ou bien que *l'hélice aspirante flottante* (aérateur flottant). Cependant, le débit d'eau est un système très performant sur de petits bassins, lorsqu'il est bien dimensionné, et il présente l'avantage d'être peu coûteux et facile à mettre en œuvre. Des programmeurs de l'aération et du refroidissement assurent la bonne qualité de l'eau (pas de sursaturation de l'eau ou d'excès de froid dans l'eau) tout en économisant de l'énergie.

L'IFTS réalise une étude de validation de certains équipements dans les établissements ostréicoles. Le projet COMSAUMOL étudie également l'efficacité des filtres, en général. Ces deux études permettront de compléter cette première approche en termes de hiérarchisation des équipements sur la base de l'efficacité (assurer la qualité bactériologique des coquillages décrite dans la réglementation). Il serait également intéressant d'obtenir des informations sur les coûts de fonctionnement et d'investissement, et les facilités d'entretien et de maintenance des équipements de façon à proposer à la profession des équipements types en fonction de leur fonctionnement propre ainsi que les amortissements possibles de ces équipements (ramener l'amortissement au kilogramme d'huître vendu, subventions envisageables ...).

Avant toute installation, une étude spécifique à l'établissement demandeur devrait être réalisée par l'équipementier de façon à valider l'efficacité de l'appareil dans les conditions réelles de travail, en circuit fermé ou non, former et conseiller techniquement l'ostréiculteur, et prévoir les différentes phases de maintenance sous la forme d'un contrat. La formation pourra notamment prendre en compte l'utilisation et l'entretien des équipements mais également, lors d'un fonctionnement en circuit fermé, les moyens de suivi de la qualité de l'eau pour une utilisation dans des conditions optimales. En effet, connaître les qualités essentielles de l'eau va permettre au professionnel d'en gérer au mieux son utilisation dans l'établissement. Le suivi des paramètres physico-chimiques de l'eau permet de limiter les mortalités accidentelles dues au manque d'oxygène, à une forte baisse de salinité ou à une modification brutale de la température ou de la turbidité et d'ajuster la charge de coquillages à la qualité de l'eau. Les mesures sont une aide à la décision et doivent donc être notées pour suivre l'évolution de ces paramètres.

Dans un bassin de finition en circuit fermé, une circulation de l'eau efficace, déterminée par l'aération et l'apport d'eau, rend presque uniformes les caractéristiques de l'environnement dans les bassins. Tous les paramètres peuvent être vérifiés à la surface de l'eau, sur le côté opposé à l'arrivée de l'eau. A chaque remplissage des bassins, la mesure de la **salinité** (la plus proche de 34 g/l) à l'aide d'un densimètre qui nécessite de connaître la température (lecture de la valeur sur un abaque) ou d'un réfractomètre (coût plus élevé) permet d'ajuster la salinité des bassins par ajouts de sel alimentaire ou d'eau douce non chlorée. La lecture quotidienne de la **température** (égale à la consigne du refroidisseur) sur un thermomètre (précision au degré près) présent dans le bassin de finition assure la vérification de l'efficacité de la réfrigération et de la justesse du thermostat. De plus, ce même thermomètre peut servir à déterminer la période de pompage adéquate de l'eau, une eau trop chaude demandant plus d'énergie pour être refroidie. **Le taux d'oxygène dissout** (supérieur à 70% de saturation) influence la survie des coquillages : il peut être mesuré, deux fois par semaine, pour vérifier si la valeur optimale est maintenue, par une méthode colorimétrique (coût abordable mais manipulation longue) ou par un oxymètre (plus précis, lecture directe mais coût élevé et fragilité). La mesure de **la turbidité** par disque de Secchi (facilité d'emploi, coût très faible) ou par un turbidimètre (facilité de lecture mais coût très élevé) rend compte de l'efficacité des systèmes de décontamination physique de l'eau. Enfin, lors de l'utilisation d'une lampe UV, **le détecteur d'efficacité des lampes UV** doit être contrôlé quotidiennement.

Les administrations et les représentants des professionnels (le CNC et la SRC) devront insister auprès des équipementiers pour que ces derniers informent les ostréiculteurs sur l'efficacité prouvée scientifiquement de chaque équipement et les conditions de bon fonctionnement (localisation, débit ...), les forment à l'utilisation des équipements (entretien) et respectent leurs engagements (maintenance).

Conclusion

Aujourd'hui, les coquillages font partie des quelques aliments d'origine animale encore consommés crus, sans transformation. Cette notion de produit naturel, traditionnel, sur lequel l'Homme intervient peu, est une idée forte du Sud de l'Europe (France, Espagne, Italie, Grèce) mais elle est difficile à faire respecter au niveau européen, sous la pression des hygiénistes du Nord de l'Europe. Ces derniers, très faibles consommateurs de coquillages crus, souhaiteraient imposer une transformation des coquillages ou du moins la purification de tous les coquillages, quelle que soit la qualité du milieu dont ils sont issus. Ces pratiques conduiront à l'uniformisation des bassins de production conchylicole qui produiront alors un produit bientôt industriel. En ce sens, de façon à harmoniser les pratiques et permettre la libre circulation des denrées, la réglementation européenne tend peu à peu à se renforcer.

Du fait du renforcement de la réglementation européenne concernant les seuils de classement des zones ostréicoles, les eaux du Bassin d'Arcachon ne seront plus classées, dans les années voir les mois à venir, A ou B mais plutôt A, B ou C pour la production ostréicole. Dans ce cas, et hors période de crise phycotoxinique, les équipements d'amélioration de la qualité de l'eau étudiés dans ce mémoire ainsi que l'utilisation de ressources annexes en eau (comme les forages) deviendront indispensables pour assurer la maîtrise des dangers dans les opérations d'expédition.

En période de crise phycotoxinique, les équipements de maintien de la qualité de l'eau en circuit fermé permettent de préserver une activité économique par la vente, sur le court terme, de coquillages issus du Bassin d'Arcachon (si adhésion au protocole) et sur le long terme, de coquillages issus d'autres zones de production.

Ainsi, les ostréiculteurs sont peu à peu poussés à l'utilisation des équipements d'amélioration et de maintien de la qualité de l'eau à la fois par la réglementation européenne, l'évolution de la qualité de l'eau en bordure du Bassin d'Arcachon et l'extension de l'activité d'expédition à l'année. L'usage de tels équipements permettra aux ostréiculteurs de mieux penser et gérer leur approvisionnement en eau et ainsi de proposer aux consommateurs des produits de bonnes qualités sanitaires et organoleptiques. Il pourrait également rassurer le consommateur sur la qualité du produit vendu et sur la prise en compte des dangers dans le sens de l'HACCP par le producteur.

L'administration ne peut cependant pas imposer aux professionnels un équipement particulier. En absence d'autres aides techniques disponibles, elle se doit toutefois de hiérarchiser les équipements en termes d'efficacité pour les professionnels, ce qui justifie la réalisation de ce mémoire de l'ENSP au sein de la DDSV.

Ce mémoire correspond plus à un recensement des équipements disponibles (amélioration et maintien de la qualité de l'eau) et des difficultés rencontrées par la profession quant à son utilisation, son entretien et sa maintenance, qu'à une analyse complète sur le plan technique qui permettrait de réellement hiérarchiser les propositions. Ceci s'explique par l'absence de réponse aux demandes d'informations formulées auprès des équipes de l'IFREMER (projet COMSAUMOL, le Décontamer) et des sociétés proposant des équipements adaptés à l'ostréiculture ou à l'eau de mer. De plus, il semblerait que ce mémoire ait été relativement anticipé par rapport aux autres études en cours.

Il trouvera toutefois son utilité comme analyse préliminaire à l'étude de validation des équipements qui sera menée par l'IFTS, comme référence pour les ostréiculteurs souhaitant avoir plus d'informations auprès d'un établissement particulier en fonction de l'équipementier envisagé, et comme base documentaire pour les administrations qui connaissent à présent les différents équipements utilisés et leur fonctionnement dans plusieurs établissements en circuit fermé.

Bibliographie

Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, AFSSA (2002). Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'évaluation des risques liés à la consommation de coquillages ayant été exposés lors de leur stockage, leur purification et leur expédition à l'utilisation d'une eau de mer présentant un niveau de contamination en cadmium élevé. *Ed.*: AFSSA. 4p.

Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, AFSSA (2006a). Saisine n°2006-SA-0254. Avis de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments relatif à l'évaluation du dispositif de surveillance du milieu et à l'évaluation du risque lié à la consommation des coquillages, notamment dans la situation du Bassin d'Arcachon. *Ed.* : AFSSA. 37p.

Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, AFSSA (2006b). Saisine n°2006-SA-0254. Rapport scientifique de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments relatif à l'évaluation du dispositif de surveillance du milieu et à l'évaluation du risque lié à la consommation des coquillages, notamment dans la situation du Bassin d'Arcachon. *Ed.* : AFSSA. 40p.

Agreste Gironde (2003). L'huître de Gironde, la perle du Bassin d'Arcachon. *Agreste Gironde*, **10**, 1-4

Arzul, G., Bocquené, G., Claisse, D., Grossel, H., Marchand, M., Munsch, C., Tissier, C. et Tronczynski, J. (2004). Stratégies pour la surveillance des produits phytosanitaires en milieu marin côtier. R.INT-DEL/PC/2004.17. *Ed.* : IFREMER, Direction de l'Environnement et de l'Aménagement Littoral, Département des Polluants chimiques. 46p.

Atlas des Zones Conchylicoles (2007). <http://www.zones-conchylicoles.eaufrance.fr/index.php>, consulté le 15/05/2007

Auby, I. et Maurer, D. (2004). Etude de la reproduction de l'huître creuse dans le Bassin d'Arcachon- Rapport final. R.INT.DEL/AR 04.03. *Ed.* : IFREMER. 201p.

Auby, I., Bocquene, G., Quiniou, F. et Dreno, J.P. (2007). Etat de la contamination du Bassin d'Arcachon par les insecticides et les herbicides sur la période 2005-2006. Impact environnemental. RST/LER/AR/07-001. *Ed.* : IFREMER. 96p.

Australia New Zealand Food Authority, ANZFA (2001). Shellfish toxins in food. A toxicological review and risk assesment. *Technical report series* n°14. *Ed.* : ANZFA, Canberra, Australie. 21 p.

Baylet, R., Elzière, P. et Guyonnet, J.-P. (2004). Pathologies attribuables à la consommation de coquillages. *Revue Française des Laboratoires*, **359**, 21-31

Belin, C. (2004). Bilan sur 20 ans des interdictions administratives de vente et de ramassage des coquillages, pour présence de phycotoxines, sur le littoral français ; 1984 – 2003. *Ed.* : IFREMER, 84p.

Billé, R. (2004). La Gestion Intégrée du Littoral se décrète-t-elle ? Une analyse stratégique de la mise en oeuvre, entre approche programme et cadre normatif. Docteur de l'Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts (ENGREF). Spécialité : Sciences de l'Environnement (Gestion) à l'ENGREF, Centre de Paris. 473p.

Bio-UV (2007). <http://www.bio-uv.com/>, consulté le 18/06/2007

- Boutin, J.P., Deholme, H. et Andre, L.-J. (1992). Eau de mer et pathologie. *Médecine d'Afrique Noire*, **39**, 173-176
- Boyles, W.A. et Lincoln, R.E. (1958). Separation and concentration of bacterial spores and vegetative cells by foam flotation. *Applied of Microbiology*, **6(5)**, 327-334
- Cabane, F. (2007). Lexique d'écologie, d'environnement et d'aménagement du littoral. R.INT.Doc/EL 07-09. Ed. : IFREMER. 272p.
- Caillères, J.-P. (1992). Traitement de l'eau par ultraviolets. Application à la purification des coquillages. Dans : Conférence Internationale sur la purification des coquillages, Rennes (France). Ed. : IFREMER. 13p.
- Caill-Milly, N., de Casamajor, M.-N., Lissardy, M., Sanchez, F. et Morandeau, G. (2003). Évaluation du stock de palourdes du Bassin d'Arcachon – Campagne 2003. Ed. : IFREMER, Direction Ressources Vivantes Département Ressources Halieutiques. 64p.
- Caill-Milly, N., Duclercq, B., Morandeau, G. et De Casamajor, M.-N. (2006). Étude prospective de l'exploitation des coquillages au large des côtes d'Aquitaine. Volet : Ressources et première approche économique. Ed. : IFREMER, Direction du Centre de Nantes/Département Halieutique Gascogne Sud Laboratoire Ressources Halieutiques Aquitaine – Bidart. 89p.
- Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentation sur les pollutions accidentelles des eaux, CEDRE (2003). Dispositif de protection du Bassin d'Arcachon. Ed. : CEDRE. 6p.
- Chartois, H., Latrouite, D. et Le Carré, P. (1994). Stockage et transport des crustacés vivants. Rapports Internes de la Direction des Ressources Vivantes de l'IFREMER. Ed. : IFREMER. 66p.
- China, B., De Schaetzen, M.-A. et Daube, G. (2003). Les mollusques bivalves, des aliments dangereux ? *Annales de Médecine Vétérinaire*, **147**, 413-422
- Comité National de la Conchyliculture, CNC (2006). La conchyliculture française. Ed. : CNC. 20p.
- Comité National de la Conchyliculture, CNC (2007). <http://www.cnc-france.com/>, consulté le 04/05/2007
- Confédération des Industries de Traitement des Produits de Pêche Maritime, CITPPM, et Comité National de la Conchyliculture, CNC, (2003a). Guide de bonnes pratiques hygiéniques pour la purification et l'expédition de coquillages vivants. Arcachon, Cap-Ferret. Edition février 2003. Ed. : CITPPM et CNC. 74p.
- Confédération des Industries de Traitement des Produits de Pêche Maritime, CITPPM, et Comité National de la Conchyliculture, CNC, (2003b). Application du guide de bonnes pratiques hygiéniques pour la purification et l'expédition de coquillages vivants. Arcachon, Cap-Ferret. Edition février 2003. Ed. : CITPPM et CNC. 94p.
- Conseil de développement (2004). Document préparatoire à l'élaboration de la Charte du Pays du Bassin d'Arcachon et du Val de Leyre 2010. Ed. : Conseil de développement. 33p.
- Corbier, P., Abou Akar, A., Karnay, G. et Leger, A. (2007). Caractérisation des biseaux d'eau salée exploités sur le pourtour du Bassin d'Arcachon et expérimentation sur trois sites tests. Rapport final. BRGM/RP-54844-FR. Ed. : BRGM. 119p.
- Dabouineau, L. et Ponsero, A. (2004). Synthèse sur la biologie des coques *Cerastoderma edule*. Ed. : Réserve Naturelle Baie de St-Brieuc. 16p.
- De Schrijver, K., Maes, I., De Man, L., et Michelet, J. (2002). Une épidémie d'intoxications diarrhéiques dues aux fruits de mer à Anvers, Belgique. *Eurosurveillance*, **10 (7)**, 139-141

Direction de l'Environnement et de l'aménagement du Littoral (DEL), IFREMER (1991a). Fiche pratique n°2 : Lavage des coquillages. Avantages, observations et mise en œuvre. *Ed.* : IFREMER. 8p.

Direction de l'Environnement et de l'aménagement du Littoral (DEL), IFREMER (1991b). Fiche pratique n°3 : Connaître la qualité de l'eau. Avantages, observations et mise en œuvre. *Ed.* : IFREMER. 8p.

Direction de l'Environnement et de l'aménagement du Littoral (DEL), IFREMER (1992a). Fiche pratique n°4 : Les bassins insubmersibles. Le bassin de finition. *Ed.* : IFREMER. 8p.

Direction de l'Environnement et de l'aménagement du Littoral (DEL), IFREMER (1992b). Fiche pratique n°5 : Entretien des bassins. Avantages, observations et mise en œuvre. *Ed.* : IFREMER. 8p.

Direction de l'Environnement et de l'aménagement du Littoral (DEL), IFREMER (1993a). Fiche pratique n°8 : Phytoplankton et coquillages. Effets, surveillance, précautions. *Ed.* : IFREMER. 8p.

Direction de l'Environnement et de l'aménagement du Littoral (DEL), IFREMER (1993b). Fiche pratique n°7 : Purification des coquillages. Principes, procédés, limites de la décontamination microbiologique. *Ed.* : IFREMER. 8p.

Direction de l'Environnement et de l'aménagement du Littoral (DEL), IFREMER (1994a). Fiche pratique n°12 : L'Europe conchylicole. Huîtres et moules dans l'Union Européenne. *Ed.* : IFREMER. 8p.

Direction de l'Environnement et de l'aménagement du Littoral (DEL), IFREMER (1994b). Fiche pratique n°13 : Micro-polluants chimiques et coquillages. Origines, devenir et surveillance. *Ed.* : IFREMER. 8p.

Direction de l'Environnement et de l'aménagement du Littoral (DEL), IFREMER (1995a). Fiche pratique n°15 : Alimentation et croissance des coquillages. Composition, mécanismes et rendement. *Ed.* : IFREMER. 8p.

Direction Générale de l'Alimentation (DGAL), Sous-direction de la sécurité sanitaire des aliments, Bureau de la qualité sanitaire des produits de la mer et d'eau douce (2003). Note de service du 27 mars 2003. Conditions pour la délivrance des agréments sanitaires aux centres conchylicoles – approvisionnement et utilisation de l'eau de mer pompée en zone B. *Ed.* : DGAL. 9p.

Fabrègues, L., Francoual, M. et Le Roux, S. (2006). Huîtres d'Arcachon, le terrible doute. *Le Marin*, **3087**, 1-3

Fabrègues, L. (2007). Le protocole en période de crise revu à la baisse. *Cultures Marines*, **206**, 17

Gantzer, C., Dubois, I., Crance, J.-M., Billaudel, S., Kopecka, H., Schwartzbrod, L., Pommepuy, M. et Le Guyader, F. (1998). Devenir des virus entériques en mer et influence des facteurs environnementaux. *Oceanologica Acta*, **6 (21)**, 983-992

Hussenot, J. et Piquet, J.-C. (2006). Projet 6 du programme QUALIPRO/ Action 3 : décontamination bactérienne. Purification de coquillages en *Escherichia coli*. Essai avec et sans traitement de l'eau (écumeur Skim). *Ed.* : IFREMER. 16p.

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, IFREMER (2005). Infections alimentaires liées aux coquillages : contrôle et prévention. *Les Nouvelles de l'Ifremer*, **66**, 4

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, IFREMER, Direction des Opérations / Laboratoire côtier Environnement Littoral et Ressources Aquacoles d'Arcachon (2006a).

Evaluation de la qualité des zones de production conchylicole. Département : Gironde. *Ed.* : IFREMER. 47p.

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, IFREMER, Direction des Opérations / Laboratoire Environnement Ressources, Laboratoire côtier d'Arcachon (2006b). Phytoplancton et phycotoxines. Bilan des connaissances générales. La surveillance dans le Bassin d'Arcachon. *Ed.* : IFREMER. 13p.

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, IFREMER, Direction des Opérations/ Laboratoire côtier Environnement Ressources d'Arcachon (2006c). Résultats de la surveillance de la qualité du milieu marin littoral. Départements : Gironde, Landes, Pyrénées Atlantiques. Edition 2006. *Ed.* : IFREMER. 77p.

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, IFREMER, Centre de Nantes Direction des Opérations Département Environnement, Microbiologie et Phycotoxines Laboratoire Phycotoxines (2006d). Guide d'information : Complexe des toxines lipophiles : diarrhéiques (DSP) et associées. *Ed.* : IFREMER. 16p.

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, IFREMER, Centre de Nantes Direction des Opérations Département Environnement, Microbiologie et Phycotoxines Laboratoire Phycotoxines (2006e). Guide d'information : Phycotoxines amnésiantes (ASP). *Ed.* : IFREMER. 5p.

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, IFREMER, Centre de Nantes Direction des Opérations Département Environnement, Microbiologie et Phycotoxines Laboratoire Phycotoxines (2006f). Guide d'information : Phycotoxines paralysantes (PSP). *Ed.* : IFREMER. 5p.

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, IFREMER, Direction des Opérations/ Laboratoire côtier Environnement Ressources d'Arcachon (2007a). Résultats de la surveillance de la qualité du milieu marin littoral. Départements : Gironde, Landes, Pyrénées Atlantiques. Edition 2007. *Ed.* : IFREMER. 77p.

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, IFREMER (2007b), <http://www.ifremer.fr>, consulté le 5/05/2007

Institut National de la Statistique et des Études Économiques, INSEE (2005). Le Quatre Pages. INSEE Aquitaine. *INSEE*, **141**, 1-4

Institut de Veille Sanitaire, InVS (2006). Bilans réguliers de surveillance - Maladies infectieuses. Les toxi-infections alimentaires collectives en France entre 1996 et 2005. *Bulletin Épidémiologique Hebdomadaire*, **51-52**, 418-422

L'Officiel de la Conchyliculture (2006). Conférence Internationale en Ecosse : Science et gestion de la filière coquillages. *L'Officiel de la Conchyliculture*, **74**, 3-5

L'Ostréiculteur Français (2003a). La réglementation européenne menace. Des normes dur le milieu et les produits. *L'Ostréiculteur Français*, **163**, 18

L'Ostréiculteur Français (2003b). Salubrité des coquillages : le milieu et les bonnes pratiques avant tout. *L'Ostréiculteur Français*, **163**, 19

L'Ostréiculteur Français (2003c). Le Skim aère, filtre et crée un courant. *L'Ostréiculteur Français*, **163**, 20

L'Ostréiculteur Français (2003d). Aérer pour un bon stockage en bassin. *L'Ostréiculteur Français*, **163**, 24

- L'Ostréiculteur Français (2003e). Refroidir l'eau pour le stockage et le cooling. *L'Ostréiculteur Français*, **163**, 20
- L'Ostréiculteur Français (2003f). Franken : un dégorgement efficace. *L'Ostréiculteur Français*, **163**, 19
- La Vieille, S., Krys, S., Aubert, P. et Belin, C. (2004). Prévention des intoxications par les phycotoxines marines en France en 2004. *Bulletin Epidémiologique*, **13**, 3-5
- Le Guyader, S. et Pommepeuy, M. (2002). Contamination virale des aliments : création d'un réseau européen de surveillance et de recherche. *Revue Française des Laboratoires*, **348**, 21-27
- Le Roux, S. (2007a). Toxiques : les défenses des bivalves altérées. *Cultures Marines*, **206**, 37
- Le Roux, S. (2007b). Des filtres de plus en plus fins. *Cultures Marines*, **207**, 23
- Le Roux, S. (2007c). Comsaumol : préserver la commercialisation. *Cultures Marines*, **207**, 23
- Le Roux, S. (2007d). Emyg : circulateur, oxygénateur et groupe froid. *Cultures Marines*, **207**, 26
- Le Roux, S. (2007e). Adriatic Sea : l'attirail pour une eau parfaite. *Cultures Marines*, **207**, 24
- Le Roux, J. et Boncoeur, J. (2007). Impact de la prolifération de l'huître creuse sauvage sur les activités conchylicoles et la pêche à pied professionnelle en Bretagne : étude économique. Programme LITEAU II – PROGIG. Ed. : Centre de Droit et d'Economie de la Mer (CEDEM), Université de Bretagne Occidentale. 70p.
- Le Saux, J.C. et Pommepeuy, M. (2003). La purification des coquillages. In : Risques sanitaires liés aux coquillages. Dossier SIA. Ed. : IFREMER, DEL. 16p.
- Laulhère, J. (2006). Les risques de pollution des eaux du Bassin d'Arcachon par les pesticides. Analyse des pratiques et recommandations (rapport de stage : Agence de l'Eau Adour Garonne). Université Paris 7-Denis Diderot, UFR Géographie, Histoire, Sciences de la Société, master professionnel, spécialité Espace, Dynamique des Milieux et Risques, Parcours Espace et Milieu, 266p.
- Léonard, N. (2000). Recherche et élimination des facteurs inhibiteurs de croissance dans les élevages piscicoles en circuit fermé. Diplôme de Docteur de l'Université de Montpellier II, Science et Procédé Biologiques et Industriels, discipline Biochimie et Biologie Moléculaire. 195p.
- Lemoine, T., Germanetto, P. et Giraud, P. (1999). Toxi-infection alimentaire collective à *Vibrio parahaemolyticus*. *Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire*, **10**, 37-38
- Lio-Po, G. (1990). Post harvest technology of commercially important bivalves. Dans : Lovatelli, A. Selected papers on mollusc culture. Bangkok, Thailand. Ed. : Food and Agriculture Organization (FAO). 74p.
- Maison du Delta / Centre Permanent d'Initiation à l'Environnement, CPIE, Parc National des Landes, de Gascogne (1988). L'ostréiculture sur le Bassin d'Arcachon. Ed. : CPEI Le Teich. 24p.
- Marchand, M., Tissier, C., Tixier, C. et Tronczynski, J. (2004). Les contaminants chimiques dans la Directive Cadre sur l'Eau. R.INT.DIR/DEL-PC/2004.11. Ed. : IFREMER, Département « Polluants chimiques ». 32p.
- Martail, L. (1974). La conchyliculture française. Première partie : le milieu naturel et ses variations. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, **38 (3)**, 217-337

Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, MEDD (2003). Présentation du programme LITEAU – Gestion du littoral. Gestion des richesses écologiques et des ressources économiques du Bassin d'Arcachon : limites du pouvoir « tampon » de la lagune vis-à-vis des apports du bassin versant. *Ed.* : MEDD. 7p.

Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer (2005). Cultures marines : une richesse française. *Amares, l'Information de la Direction des Affaires Maritimes*, **72**, 3-5

Monfort, P. (2006). Microbiologie et coquillages. *Ed.* : IFREMER. 18p.

Morel, M. et Salamon, W. (1992). Projet de station de purification de coquillages dans le Nord de la France. Dans : Conférence Internationale sur la purification des coquillages, Rennes (France). *Ed.* IFREMER .15p.

Murchie, L. W., Cruz-Romero, M., Kerry, J. P., Linton, M., Patterson, M. F., Smiddy, M. et Kelly, A. L. (2005). High pressure processing of shellfish : a review of microbiological and other quality aspects. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, **6**, 257-270

Office National Interprofessionnel des produits de la Mer, OFIMER, Division Observatoire Economique Entreprise (2006). Bilan annuel de production 2005 des pêches et de l'aquaculture. *Ed.* : OFIMER. 93p.

Petit, J. (1986). L'eau, milieu d'élevage, et sa maîtrise en aquaculture. Dans : Techniques d'élevage et d'alimentation de poissons et crustacés. Projet régional méditerranéen de développement de l'aquaculture. *Ed.* : Food and Agriculture Organization (FAO). 46p.

Piclet, G. et Le Mao, P. (1992). Qualité sanitaire des coquillages après passage en bassin insubmersible aéré. Dans : Conférence Internationale sur la Purification des Coquillages, Rennes (France). *Ed.* : IFREMER. 302-313

Popovsky, J. et Pautrizel, F. (2005). Bassins conchylicoles aquitains. *Ed.* : Association du Grand Littoral Atlantique (AGLIA), Observatoire des pêches et des cultures marines du golfe de Gascogne. 36p.

Préfecture de la Gironde (2007a). Protocole relatif au fonctionnement des établissements conchylicoles en période de crise phycotoxinique permettant la vente de coquillages mis en stockage protégé ou issus de zone non concernées. *Ed.* : Préfecture de la Gironde. 6p.

Préfecture de la Gironde (2007b). Communiqué de Presse du 30 mars 2007 : Huîtres du banc d'Arguin interdites. *Ed.* : Préfecture de la Gironde. 2p.

Puiseux-Dao, S. (2006). Phytoplancton et phycotoxines : un problème de santé publique. La Lettre de l'Association pour la Recherche en Toxicologie (ARET). *Ed.* : ARET. 4p.

Red Sea (2001). Manuel d'installation et d'utilisation des skimmers BERLIN. *Ed.* : Red Sea. 44p.

Robert, R., Chretiennot-Dinet, M.-J., Kaas, R., Martin-Jezequel, V., Moal, J., Le Coz, J.-R., Nicolas, J.-L., Bernard, E., Connan, J.-P., Le Dréan, L., Le Gourrierec, G., Leroy, B. et Quere, C. (2004). Amélioration des productions phytoplanctoniques en éclosérie de mollusques : caractérisation des micro-algues fourrage. *Ed.* : IFREMER, Direction des Ressources Vivantes, Département des Ressources Aquacoles, Laboratoire de Physiologie des Invertébrés Marins. 145p.

Schwartzbrod, L. (2000). Virus humains et santé publique : conséquences de l'utilisation des eaux usées et des boues en agriculture et conchyliculture. *Ed.* : Organisation Mondiale de la Santé (OMS). 298p.

Seltz, J. (1986). Approvisionnement en eau des fermes aquacoles. *In* : Techniques d'élevage et d'alimentation de poissons et crustacés. Projet régional méditerranéen de développement de l'aquaculture. Ed. : Food and Agriculture Organization (FAO). 46p.

Service Maritime et de Navigation (SMN) de la Gironde, Préfecture de la Gironde (2004). Schéma de mise en valeur de la mer du Bassin d'Arcachon. Ed. : SMN de la Gironde. 129p.

Stablo, C. (1998). Conséquence sur la santé de la consommation des coquillages de pêche à pied dans le Bassin d'Arcachon en période estivale. *Bulletin de la Société de Pharmacie de Bordeaux*, **137**, 91-107

Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon, SIBA (2005). L'assainissement du Bassin d'Arcachon. Bilan de l'état sanitaire des eaux de baignade après 35 années de travaux. Ed. : SIBA. 20p.

Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon, SIBA. Dossier de presse – tourisme (2006). Bassin d'Arcachon : un monde à part. Ed. : SIBA. 129p.

Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon, SIBA (2007a). Dossier de presse. Projet de rénovation des stations d'épuration des eaux usées urbaines de La Teste de Buch et de Biganos. Ed. : SIBA. 14p.

Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon. Service Intercommunal d'Hygiène et de Santé (2007b). Qualité de l'eau de mer alimentant le centre de thalassothérapie Thalazur. Ville d'Arcachon. Ed. : SIBA. 25p.

Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon, SIBA (2007c). Dossier de presse. Projet de rénovation des stations d'épuration des eaux usées urbaines de La Teste de Buch et de Biganos. Ed. : SIBA. 14p.

Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon, SIBA (2007d). <http://www.siba-bassin-arcachon.fr/spip.php?article95>, consulté le 10/05/2007

Unité Mixte de Recherche du Centre National de Recherche Scientifique (UMR-CNRS), Service d'observation, Environnements et Paléoenvironnements Océaniques, <http://www.domino.u-bordeaux.fr/observation/>, consulté le 9/05/2007

WEDECO (2007). <http://www.wedeco.com/>, consulté le 18/06/2007

Liste des annexes

ANNEXE N°1 : PETIT GLOSSAIRE.....	61
ANNEXE N°2 : COQUILLAGES EXPLOITES SUR LE BASSIN D'ARCACHON, EN DEHORS DE L'OSTREICULTURE.....	63
ANNEXE N°3 : ACTIVITE DE PRODUCTION OSTREICOLE.....	65
ANNEXE N°4 : GESTION ADMINISTRATIVE DES PORTS DU BASSIN D'ARCACHON.....	69
ANNEXE N°5 : RESEAUX DE SURVEILLANCE DU BASSIN D'ARCACHON MENES PAR L'IFREMER.....	71
ANNEXE N°6 : COMPETENCE DES DIFFERENTS ACTEURS ADMINISTRATIFS.	75
ANNEXE N°7 : PRINCIPAUX DANGERS ASSOCIES AUX COQUILLAGES EN EAU DE MER.	77
ANNEXE N°8 : SOURCES DE CONTAMINATION DU BASSIN D'ARCACHON.....	85
ANNEXE N°9 : HISTORIQUE DES ARRETES PREFECTORAUX INTERDISANT PUIS AUTORISANT LA PECHE, LE RAMASSAGE, LE TRANSPORT, L'EXPEDITION ET LA VENTE DES COQUILLAGES DU BASSIN D'ARCACHON AINSI QUE LES ELEMENTS DECLENCHEURS ASSOCIES A CES DECISIONS.....	95
ANNEXE N°10 : LISTE ET COORDONNEES DES ORGANISMES CONTACTES LORS DE LA REDACTION DE CE MEMOIRE.....	97
ANNEXE N°11 : CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU POUR LA SURVIE DES COQUILLAGES.....	99
ANNEXE N°12 : GRILLE D'AUDIT DES ETABLISSEMENTS OSTREICOLES DU BASSIN D'ARCACHON UTILISANT UN CIRCUIT FERME.	102
ANNEXE N°13 : LISTE ET COORDONNEES DES ETABLISSEMENTS UTILISANT UN CIRCUIT FERME ET VISITES DANS LE CADRE DE CE MEMOIRE.....	124
ANNEXE N°14 : LISTE ET COORDONNEES DES EQUIPEMENTIERS CONTACTES LORS DE LA REDACTION DE CE MEMOIRE.	127

ANNEXE N°1 : PETIT GLOSSAIRE.

Captage : opération consistant à collecter de jeunes huîtres en leur proposant un support (le collecteur).

Circuit fermé : bassins insubmersibles qui, une fois remplis en eau de mer propre ou rendue propre et en coquillages, sont accouplés à un circuit permettant la circulation continue de cette eau, sans apport d'eau supplémentaire.

Concession : zone maritime ayant reçu un permis d'exploitation pour une durée de 35 ans et transmissible.

Conchyliculture, Elevage de coquillages : ensemble des opérations agricoles qui ont pour objet d'assurer la multiplication des animaux et leur entretien en vue de leur utilisation et/ou de leur production.

Contamination croisée : introduction d'un élément dangereux au cours des opérations d'expédition.

Contamination initiale : présence d'un élément dangereux dans les coquillages, avant l'étape d'expédition.

Dégorgement : immersion des coquillages dans un bassin de finition de façon à ce qu'ils se débarrassent des sables, vases, mucus et autres contaminants physiques, captés sur les parcs.

Détoxification : opération permettant de décontaminer, dans les bassins des établissements conchylicoles, les coquillages contaminés par des toxines ([AFSSA, 2003a](#)).

Eau de mer propre : eau de mer ou saumâtre, naturelle, artificielle ou purifiée, ne contenant pas de micro-organisme, de substance nocive ou de plancton marin toxique en quantité susceptible d'avoir une incidence directe ou indirecte sur la qualité sanitaire des coquillages ([règlement communautaire du Paquet Hygiène n°852/2004](#)).

Etablissement d'expédition : tout établissement dont l'activité est dédiée à la réception, à la finition, au lavage, au nettoyage, au calibrage, au conditionnement et à l'emballage des coquillages vivants propres à la consommation humaine ([AFSSA, 2003a](#)).

Expédition : ensemble des opérations pratiquées par un expéditeur dans des installations particulières permettant de préparer pour la consommation humaine directe des coquillages vivants, provenant de zones de productions salubres, de zones de reparquage ou de centres de purification ([AFSSA, 2003a](#)).

Maline : bassin de réserve d'eau de mer en terre assurant un approvisionnement en eau de mer de certains établissements conchylicoles (uniquement sur la côte Sud du Bassin) pour leurs activités de production (travail sur des coquillages en période d'élevage) et d'expédition (travail de lavage et opération de finition).

Naissain : petites huîtres nées récemment, encore fixées sur le collecteur ; par extension, larves d'huîtres en suspension dans l'eau.

Paquet hygiène : La législation alimentaire européenne a été profondément remaniée à la suite des récentes crises sanitaires et trouve son origine dans le Livre blanc de la Commission sur la sécurité alimentaire. De nouvelles règles (responsabilité des opérateurs, traçabilité) sont entrées en vigueur le 1er janvier 2005 et la nouvelle réglementation relative à l'hygiène des aliments est entrée en application le 1er janvier 2006 sous l'appellation de « Paquet hygiène ». Ce dernier englobe la réglementation de l'ensemble de la filière agroalimentaire depuis la production primaire, animale et végétale jusqu'au consommateur en passant par l'industrie agroalimentaire, les métiers de bouche, le transport et la distribution. Cette nouvelle réglementation européenne, au sens large, est composée essentiellement de six règlements principaux (règlements (CE) n°178/2002, 852/2004 et 853/2004, 854/2004, 882/2004 et 183/2005) et de deux directives (directives 2002/99/CE et 2004/41/CE).

L'esprit général des textes applicables aux professionnels consacre la logique de « nouvelle approche » apparue en 1993 : la réglementation fixe les objectifs à atteindre par les professionnels en leur laissant une certaine latitude sur les moyens. La mise en place de procédures basées sur les principes de l'HACCP est généralisée (hormis à la production primaire) et le recours aux guides de bonnes pratiques d'hygiène est fortement encouragé. Ces guides, rédigés par les professionnels et validés par l'administration, ont pour vocation d'aider les professionnels à atteindre les objectifs fixés par la réglementation.

Pêche professionnelle : capture des animaux aquatiques dans leur milieu naturel, sur les gisements naturels.

Période à risque : pour chacune des zones à risque, et pour une famille de toxines, la période à risque recouvre l'ensemble des mois concernés par la présence de ces toxines ([AFSSA, 2003a](#)).

Purification : opération consistant à immerger des coquillages vivants dans des bassins alimentés en eau de mer naturellement propre ou rendue propre par un traitement approprié, pendant le temps nécessaire pour lui permettre d'éliminer les contaminants microbiologiques et pour les rendre aptes à la consommation humaine ([AFSSA, 2003a](#)).

Toxicité atypique : Episode de contamination des coquillages, révélé à travers une réponse toxique chez la souris en injection intrapéritonéale, dont l'origine ne peut pas être expliquée par la présence des toxines connues habituellement recherchées ([AFSSA, 2003a](#)).

Mise en **Zone refuge** : déplacement des coquillages d'une zone de production qui risque de se contaminer vers une autre zone de production à l'abri de toute contamination pour l'épisode en cours ([AFSSA, 2003a](#)).

Zones à risque : zones qui ont été touchées au moins une fois par la présence de phycotoxines dans les coquillages à des concentrations supérieures au seuil de salubrité, sur une période de référence définie comme étant les six dernières années d'observation ([AFSSA, 2003a](#)).

ANNEXE N°2 : COQUILLAGES EXPLOITES SUR LE BASSIN D'ARCACHON, EN DEHORS DE L'OSTREICULTURE.

Cette annexe permet de situer les différentes productions conchylicoles du Bassin d'Arcachon à travers la présentation des gisements naturels d'huîtres (l'ostréiculture est présentée dans le corps du mémoire, **chapitre n°1**), de moules, de palourdes et de coques. D'après les données recueillies sur le site [Atlas des Zones Conchylicoles \(2007\)](#), géré et animé par l'Office International de l'eau (OIEau), les statistiques de production en 1998 rendent compte des tonnages déclarés de production de 70 tonnes pour les moules pêchées et de 6 tonnes pour les coques et palourdes pêchées. La pêche des myes (*Mya arenaria* et *Mya truncata*) reste marginale sur le Bassin d'Arcachon et ne sera donc pas traitée dans cette annexe ([Caill-Milly et al., 2006](#)).

1 LES MOLLUSQUES BIVALVES FIXES

Les mollusques bivalves fixés exploités sur le Bassin d'Arcachon comprennent les huîtres et les moules. Il est rappelé que la pêche d'huîtres y est interdite.

1.1 HUITRES DES GISEMENTS NATURELS

Les huîtres creuses et plates sont présentes sur des gisements naturels classés (gisements coquilliers naturels dont l'exploitation est soumise à réglementation) répertoriés par la Direction Départementale des Affaires Maritimes (DDAM) et protégés pour la reproduction. Ces gisements, situés dans le haut du bassin sur les parcs concédés et sur les anciens parcs, sont particulièrement gênants, par exemple lorsqu'ils sont présents le long des chenaux où ils perturbent les écoulements d'eau et la navigation. De plus, elles constituent des capteurs pour le naissain et de ce fait, augmentent considérablement le volume de déchets d'année en année. Ils présentent cependant un double intérêt biologique et patrimonial, et sa protection doit être assurée ([Popovsky et Pautrizel, 2005](#) ; [SMN de la Gironde, 2004](#)).

1.2 MOULES

1.2.1 LA MYTILICULTURE OU ELEVAGE DE MOULES

La mytiliculture n'est pas pratiquée sur le Bassin. Par crainte d'une trop importante compétition trophique par rapport aux huîtres en élevage (les moules filtrent 10 fois plus d'eau que les huîtres et consomment également du plancton, phytoplancton et zooplancton), seul le captage de moule est autorisé de février à mai sur l'estran au Cap-Ferret. En juin, tout le matériel doit avoir été retiré : aucune concession mytilicole n'est autorisée dans le Bassin. Le naissain de moule est capté sur des cadres de bois ou métalliques sur lesquels sont enroulées des cordes d'environ 200 mètres pour une longueur totale de 120 kilomètres. Le naissain capté est commercialisé dans d'autres bassins français de production de moules ([Popovsky et Pautrizel, 2005](#)).

1.2.2 MOULES DES GISEMENTS NATURELS

Les gisements naturels de moules sont peu connus mais ne semblent pas poser de problème particulier aux élevages d'huîtres. Les moules du Bassin d'Arcachon, *Mytilus edulis* ou moule dite commune et *Mytilus galloprovincialis* ou moule méditerranéenne, se développent en bancs dans les chenaux ou sur les substrats durs, plutôt dans la zone Ouest de la Baie. Dans les chenaux, ces gisements sont pêchés à l'aide de dragues à coquilles.

Le volume de moules ramassées dans le Bassin d'Arcachon est limité et ce produit ne constitue qu'un revenu complémentaire pour les pêcheurs, les moules n'étant consommables que du mois de mai jusqu'à la fin de l'hiver. Les pêcheurs de moule sont souvent également des ostréiculteurs ([IFREMER, 2007b](#)).

2 LES MOLLUSQUES BIVALVES FOUISSEURS

Les palourdes et les coques sont des mollusques bivalves fouisseurs : elles s'enfouissent dans le sable ou la vase des zones de balancement des marées grâce à un pied très développé, en forme de hache. Elles sont pêchées en zone de classement B dans le Bassin d'Arcachon : elles devraient donc théoriquement subir comme nous l'avons présenté dans le **chapitre n°1** avant commercialisation un traitement de purification, ce qui est rarement réalisé (CNC, 2007).

2.1 PALOURDES

2.1.1 LA VENERICULTURE OU ELEVAGE DE PALOURDES

En 1981, le Bassin d'Arcachon avait été choisi par l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER) et le Centre national du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (CEMAGREF) comme un des sites pilote d'un programme national « palourde ». Après des résultats prometteurs au niveau national, les difficultés d'approvisionnement en naissain prégressi, l'action des prédateurs tels que le baliste, le phénomène des anneaux bruns d'origine bactériologique et la concurrence économique de l'Espagne, du Portugal, de l'Italie et de la Tunisie ont conduit à l'abandon de cet élevage en 1989 au profit du ramassage de ces coquillages (Popovsky et Pautrizel, 2005 ; SMN de la Gironde, 2004).

2.1.2 PALOURDES DES GISEMENTS NATURELS

Plusieurs espèces de palourdes sont présentes dans les gisements naturels du Bassin d'Arcachon. L'espèce locale, exploitée très faiblement, est la palourde européenne ou palourde grise croisée d'Europe (*Ruditapes decussatus*) : elle se distingue par ses stries et a pratiquement été décimée, par une maladie « l'anneau brun » qui les empêche de se nourrir. Entre 1980 et 1986, des ostréiculteurs arcachonnais se sont lancés dans l'élevage de la palourde japonaise ou palourde grise croisée du Japon (*Ruditapes philippinarum*) sur estran qui représente aujourd'hui 95% des effectifs et de la biomasse. Il est difficile de prévoir l'évolution de ces deux populations, mais il est indéniable que les stocks de palourdes japonaises sont en accroissement dans le Bassin.

L'espèce japonaise a supplanté l'espèce locale dès le début des années 1990 : il s'agit d'une espèce particulièrement tolérante en matière de sédiment, de température, de salinité, et qui colonise aussi bien les chenaux peu profonds que les parties basses et moyennes de l'estran. Ce développement génère une activité de pêche essentiellement par des pêcheurs à pied. La pêche de la palourde est soumise à la possession d'une licence de pêche et à l'obligation de déclarer les quantités pêchées qui sont enregistrées par la Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture (DPMA) dans le cadre de la chaîne nationale des statistiques des pêches. Ces coquillages sont très peu ramassés et commercialisés légalement sur le Bassin d'Arcachon car ils présentent une taille généralement inférieure à la taille minimale réglementaire de 40mm de long. Les palourdes ramassées illégalement entrent alors dans un trafic de coquillages et partent vers les conserveries espagnoles (Caill-Milly *et al.*, 2003 et 2006 ; IFREMER, 2007b ; Popovsky et Pautrizel, 2005 ; SMN de la Gironde, 2004).

2.2 COQUES

La cérastoculture, ou élevage de coques, n'est pas pratiquée sur le Bassin d'Arcachon.

Les principaux gisements naturels de coques (*Cerastoderma edule*) sont localisés sur le banc d'Arguin, à l'entrée du Bassin. Dans cette zone, leur croissance est très rapide, puisqu'elles ne mettent qu'un an à un an et demi pour atteindre leur taille commerciale (30mm). Cependant, ces populations sont caractérisées par d'importantes fluctuations annuelles de densité, en raison de vagues de mortalités dues aux déplacements des bancs de sable et/ou aux parasitoses. Les tonnages exploités sont donc très variables selon les années. Les coques sont pêchées à l'aide de râteaux à coquillages à marée basse (Dabouineau et Ponsero, 2004 ; IFREMER, 2007b ; Popovsky et Pautrizel, 2005 ; SMN de la Gironde, 2004).

ANNEXE N°3 : ACTIVITE DE PRODUCTION OSTREICOLE.

La production ostréicole arcachonnaise comporte deux aspects que sont la production du naissain (**annexe n°1**) ou captage (**annexe n°1**) et la production d'huître de consommation ou élevage.

1 LE CAPTAGE

En France, la production de naissain provient à 84% du captage naturel. Les 16% restant proviennent de production en éclosérie ou du télécaptage qui consiste à fixer des larves œillées sur des collecteurs.

Dans le Bassin d'Arcachon, lorsque les conditions sont favorables (température élevée des eaux), la reproduction de l'huître a lieu à la fin du printemps et peut se prolonger jusqu'à la fin août. Les larves provenant des huîtres sauvages des bancs naturels et des huîtres d'élevage sont emportées par les courants, ce qui contribue à la colonisation du littoral. Elles peuvent se fixer sur de très nombreux supports naturels ou d'origine anthropique, sur les rochers, comme sur de simples morceaux de coquilles ou sur du plastique. Cette propriété permet de développer une activité économique de captage naturel de naissain sur des collecteurs (ardoise, tuile ou encore PVC, chaulés pour faciliter le détachement des jeunes huîtres). En fonction de divers facteurs climatiques, environnementaux et autres, le captage, qui conditionne la production, peut considérablement varier dans l'espace et dans le temps. Les supports de fixation naturels des larves étant nombreux, la population d'huîtres sauvages augmente sur le littoral mais également à l'intérieur des concessions, ce qui n'est pas sans conséquence sur les activités de grossissement (modification du rythme de croissance des huîtres d'élevage et des conditions et habitudes de travail des ostréiculteurs).

Le Bassin d'Arcachon est le plus grand centre naisseur européen d'huîtres creuses et la majorité des huîtres élevées en France sont issues du Bassin. Chaque année plus de 3 milliards de jeunes huîtres creuses (60 à 70% des jeunes huîtres du Bassin) sont expédiées dans les parcs ostréicoles en Bretagne, Normandie, Charente, Méditerranée, Espagne et Irlande. Le captage de naissain est une activité très importante pour le Bassin (17% de la production nationale en 2001) qui générerait plus de 1,6 M€ de chiffre d'affaires, représentant près de 20% du chiffre d'affaires global de l'activité ostréicole du Bassin, en 1999. Ce marché du naissain présente la caractéristique d'une concurrence extérieure faible, l'huître creuse se reproduisant avec plus de difficultés dans les régions au Nord de la Loire. Néanmoins, il semblerait que le Bassin d'Arcachon fournisse de moins en moins les bassins conchylicoles d'autres régions depuis le début des années 2000. En effet, l'augmentation de la population d'huître sauvage amène à penser qu'il existe un potentiel de développement du captage naturel de naissain dans certaines zones telles que le bassin de Marennes-Oléron, la rade de Brest ou le Golfe du Morbihan du fait du réchauffement des eaux favorisant la reproduction des huîtres ([CNC, 2007](#) ; [Le Roux et Boncoeur, 2007](#) ; [Popovsky. et Pautrizel, 2005](#) ; [SMN de la Gironde, 2004](#)).

2 L'ELEVAGE

Une fois le naissain fixé sur les collecteurs, l'ostréiculteur effectue le détachement, en le détachant des collecteurs. La production d'huître adulte consiste alors à assurer la bonne croissance du naissain jusqu'à la taille d'une huître marchande, soit un élevage sur environ trois ans. Les techniques de production se distinguent selon que les huîtres sont localisées sur l'estran ou en eau profonde.

La production d'huître en surélévation sur l'estran s'est développée en France à partir des années 1950. Les jeunes huîtres sont mises dans des poches en plastique grillagé dont le maillage varie selon le stade de croissance du bivalve. Les poches sont fixées sur des tables ostréicoles constituées de métal à l'aide de crochets métalliques. L'objectif de cette méthode est de favoriser le captage de nourriture par l'huître en l'exposant aux courants marins. Les poches doivent être retournées régulièrement pour s'assurer que les huîtres adoptent une forme propre à la commercialisation.

Avec la croissance des huîtres, il est nécessaire de les changer de poche pour adapter le maillage à leur taille : l'objectif est de favoriser la circulation de l'eau dans la poche pour que les huîtres captent une plus grande quantité de nutriment tout en limitant les attaques par les prédateurs.

En eau profonde, deux méthodes de production coexistent. La première repose sur les mêmes principes que la production d'huître au sol sur l'estran. Des semis d'huîtres sont effectués en eau profonde. Cette approche n'est pas encore généralisée pour l'huître creuse. Les résultats des essais dépendent fortement de la sélection de la zone d'exploitation. Les justifications principales des recherches en faveur de cette méthode sont la saturation des sites favorables sur estran et la diminution des rendements. Après le ramassage, les huîtres doivent être mises en poches pour l'étape du durcissement. La seconde méthode en eau profonde consiste à utiliser des cordes fixées à une table sur lesquelles sont attachées les huîtres directement à l'aide de ciment ou par l'intermédiaire de poche en plastique rigide. La rapidité de la croissance de l'huître dépend du rapport entre la disponibilité en nutriment et les utilisateurs de nutriment.

Que les huîtres aient été élevées sur estran ou en eau profonde, elles peuvent être affinées avant la commercialisation. Cette opération de trompage consiste à déposer les huîtres pendant quelques jours dans des bassins spécialement aménagés, les claires (bassins argileux de faible profondeur d'eau), contenant une eau saumâtre moins salée et plus riche en phytoplancton que l'élevage. Elle s'effectue essentiellement en Charente-Maritime mais n'est pas réalisée sur le Bassin d'Arcachon.

Au bout de ces 3 années d'élevage, les huîtres ont atteint la taille commerciale réglementaire et l'ostréiculteur les prépare à l'expédition, à la vente (CNC, 2007 ; Le Roux et Boncoeur, 2007 ; Popovsky. et Pautrizel, 2005 ; SMN de la Gironde, 2004).

3 SITUATION ADMINISTRATIVE DES PARCS OSTREICOLES

Les conditions et les normes d'exploitation des zones de production ostréicoles sont réglementées par des Schémas de structures, proposés par la profession en concertation avec La Direction Départementale des Affaires Maritimes (DDAM) et l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER). Ces schémas déterminent les espèces élevées, le mode d'exploitation, les densités et les conditions d'élevage. L'élevage des coquillages s'effectue sur le domaine public maritime (DPM) géré par l'Etat, qui accorde aux éleveurs une concession (**annexe n°1**) et une autorisation d'exploitation. Le DPM est un espace inaliénable et imprescriptible constitué du rivage (dont la plus grande partie des plages), du sol et du sous-sol de la mer jusqu'à la limite des eaux territoriales.

La morphologie du Bassin, ses caractéristiques sédimentologiques et courantologiques, les paramètres physico-chimiques de l'eau et d'une manière générale, tous les paramètres environnementaux influencent la disposition des parcs concédés. L'activité ostréicole (captage et élevage) se situe en bordure des chenaux mieux balayés par les courants et principalement à l'ouest du Bassin dans la partie la plus proche de l'Océan, qui offre une meilleure productivité pour les parcs d'élevage, voire sur le Banc d'Arguin à l'entrée du Bassin qui bénéficie d'un statut et d'une gestion particulière.

En 2007, le DPM du Bassin d'Arcachon couvre une superficie de 11 000 hectares dont 710ha concédés sur l'estran, répartis en 3670 concessions. Les 496 concessionnaires sur le Bassin d'Arcachon utilisent le DPM à des fins de captage (13%), d'élevage en surélevé (51%) ou à plat (35%), ou de dépôt pour le stockage des huîtres (1%).

Historiquement, l'occupation du DPM a été encore plus forte, mais les ostréiculteurs ont progressivement abandonné les « hauts » du Bassin (partie Est) pour se concentrer sur la partie la plus proche de l'ouverture. Ainsi, la surface concédée, le nombre de concessions et le nombre de concessionnaires sur le Bassin d'Arcachon poursuivent leur diminution observée d'année en année (moins 24% de surface concédée, moins 22% de concessions et moins 33% de concessionnaires entre 1989 et 2004).

Certains ostréiculteurs ont cependant cherché des solutions ailleurs que dans le Bassin. Une vingtaine d'ostréiculteurs arcachonnais détient actuellement près de 45 hectares de parcs sur d'autres sites. Les trois principaux sont Paimpol pour 19 hectares, Cherbourg pour 10 hectares et le Morbihan pour 8 hectares. Si cette réponse est loin d'être négligeable en surface, elle n'est que le fait d'un nombre limité d'ostréiculteurs.

De plus, près de deux cents ostréiculteurs ont entamé en 1993 une fuite vers l'ouest en allant coloniser le Banc d'Arguin. Sur cette réserve naturelle, l'exploitation par les ostréiculteurs est encadrée par le comité de gestion du banc d'Arguin. Ce comité, constitué par la DDAM, la Société pour l'Etude, la Protection et l'Aménagement de la Nature dans le Sud-Ouest (SEPANSO) et des représentants des exploitants se réunit régulièrement afin de suivre l'état des parcs, d'éviter l'ensablement du matériel et l'abandon du cheptel, de veiller à une distribution équitable des parcs et à l'attribution de nouveaux parcs aux jeunes exploitants. Les ostréiculteurs possédant leurs parcs sur le Banc ne sont pas des concessionnaires car il n'existe pas de titre de concession pour cette zone. L'élevage couvre 24 hectares entre 175 exploitants. Le banc d'Arguin changeant de configuration de façon permanente, sous l'action de la dérive littorale, de la houle et des tempêtes, cette occupation ne pourra pas perdurer (CNC, 2006 ; Mr Courgeon, communication personnelle ; Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer, 2005 ; Popovsky. et Pautrizel, 2005 ; SMN de la Gironde, 2004).

ANNEXE N°4 : GESTION ADMINISTRATIVE DES PORTS DU BASSIN D'ARCACHON.

Cette annexe a pour objectif de présenter succinctement la gestion administrative ainsi que les avantages et inconvénients (**tableau n°4**) des ports du Bassin d'Arcachon répartis en trois groupes (*Corbier et al., 2007 ; SMN de la Gironde, 2004*) :

- Les ports de la côte Sud,
- Les ports de la côte Nord-Est,
- Les ports de la côte Noroît.

1 LES PORTS DE LA COTE SUD

Les ports de la côte Sud, entre La Teste de Buch et Gujan-Mestras, sont en majorité gérés par le Conseil Général (CG) de la Gironde. Les groupements ostréicoles de l'Aiguillon et du Lapin Blanc à La Teste de Buch restent gérés par l'Etat, et celui de la Hume est concédé à la commune de Gujan-Mestras par le CG de la Gironde. Tout en ayant gardé un certain cachet traditionnel, ces ports ont peu à peu évolué vers une « industrialisation » des installations ostréicoles. Ces sites accueillait en février 1995, 64% des concessionnaires ostréicoles.

2 LES PORTS DE LA COTE NORD-EST

Le Nord Bassin, avec les ports de Cassy, Lanton, Taussat et Audenge relèvent essentiellement de la gestion des communes, qui a été concédée par le Département. Ils accueillait en février 1995, 16% des concessionnaires du Bassin. Sur cette côte, les ports ne sont pas dans une situation identique ; ils sont plus ruraux que ceux du Sud et ne regroupent que peu d'entreprises ostréicoles. Le cas d'Andernos-les-Bains est particulier car ce port présente une forte activité touristique où cohabitent ostréiculture et tourisme.

Un problème d'approvisionnement en eau de mer propre et d'aménagement général se pose pour ces sites. Actuellement, sauf peut-être à Taussat et Cassy, les ostréiculteurs affichent leur volonté de rester présents sur tous les sites qu'ils occupaient. Ceci va se traduire inmanquablement dans certains ports par une mixité ostréiculture/plaisance.

3 LES VILLAGES DE LA COTE NOROIT

Tous situés sur la commune de Lège-Cap-Ferret, les huit villages de la côte Noroît sont des sites patrimoniaux exceptionnels. La presqu'île du Cap-Ferret représente la vitrine de l'ostréiculture du Bassin d'Arcachon, et l'activité ostréicole n'échappe pas à ce caractère. Ainsi, de pittoresques ports de travail (L'Herbe, village classé, Piraillan, Le Canon, Petit et Grand Piquey, et le Cap-Ferret) s'égrènent le long du rivage. L'ostréiculture a su garder son aspect artisanal tout en exploitant au mieux la composante fortement touristique de la presqu'île.

La gestion foncière et immobilière des ports reste à l'Etat. Cependant du fait de leur inscription à l'inventaire des sites, à l'exception du village du Four, le Service des Bâtiments de France impose l'application de règles architecturales spécifiques. Ces ports accueillait en février 1995, 20% des concessionnaires du Bassin.

Destinés traditionnellement aux seules activités ostréicole et de pêche, le mode d'occupation a beaucoup évolué dans le temps sur l'ensemble du Bassin. Actuellement 277 cabanes sont habitées par des particuliers ostréiculteurs pêcheurs ou leurs descendants dans 95%. Cet usage qui entre en compétition avec la modernisation de l'ostréiculture est conforté par les contraintes architecturales préservant le site.

Des travaux structurants de certains ports ont été réalisés par le Département mais reste parfois le problème de l'approvisionnement des établissements en eau de mer, qui est rendu plus difficile par la nécessité de disposer d'importants réservoirs d'eau, « les malines ».

De plus, certains secteurs, essentiellement conservés par des ostréiculteurs retraités, sont en mauvais état, donnent l'aspect de friches ou bien présentent des usages divers des sites souvent concurrentiels pour un même domaine foncier (travail ostréicole, habitation, villégiature, plaisance, commerce). Ils constituent une difficulté pour une éventuelle réaffectation du foncier et pour la mise en place d'équipements par de nouveaux ostréiculteurs.

Tableau n°4 : Présentation des avantages et inconvénients des ports du Bassin d’Arcachon (SMN de la Gironde, 2004).

Ports	Avantages	Inconvénients
Côte SUD	Poids économique important, ils concentrent l'essentiel de l'expédition du Bassin d’Arcachon (75 à 80%).	De nombreux ostréiculteurs retraités gardent les lieux en friche et bloquent le foncier, ce qui rend difficile tout remembrement et restructuration du parcellaire.
	Le domaine foncier y est relativement vaste	De nombreux bateaux de plaisance stationnent dans certains secteurs toute l'année
	Certains disposent d'un aménagement permettant un travail ostréicole rationnel (ex le port du Rocher à La Teste de Buch).	Débat Département/Commune sur la mutation du port de La Teste de Buch.
	Certains offrent une large capacité d'accueil, après réaménagement et remembrement (ex : port du Canal et de la Barbotière à Gujan-Mestras).	Quelques darses sur Gujan-Mestras sont délaissées par les ostréiculteurs.
	Ils accueillent diverses activités directement liées à la mer (chantiers navals, maintenance mécanique, matériels ostréicoles)	Quelques difficultés d'approvisionnement en eau de mer propre
	Sites de qualité urbanistique et paysagère à caractère patrimonial	
	Pas d'usage d'habitation	
Côte NORD-EST	Andernos est dynamique, proche d'une organisation de type « industriel ».	De nombreux inconvénients sont liés à la situation géographique difficile de ces sites (éloignement des sites d'élevages ostréicoles du Bassin)
	Gestion déjà intégrée de l'approvisionnement en eau de mer propre pour Arès et Andernos.	Les problèmes d'approvisionnement en eau de mer doivent être résolus pour Taussat, Cassy et Audenge
	Hormis Robinville et Arès l'occupation par les bateaux de plaisance est importante.	
Côte NOROIT	Proximité des parcs d'élevage et de l'eau à tout moment de la marée.	Manque de place.
	Avantage technique : eau de mer propre sans « maline ».	Contraintes architecturales.
	Travail quotidien facilité.	
	Certains secteurs sont des abris naturels (Cap Ferret, Piraillan etc.).	

ANNEXE n°5 : RESEAUX DE SURVEILLANCE DU BASSIN D'ARCACHON MENES PAR L'IFREMER.

Les trois réseaux de surveillance nationaux du milieu marin côtier, organisés par l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER), sont le Réseau de contrôle Microbiologique des zones de production conchylicole (REMI), le Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (RNO) et le Réseau de Surveillance du Phytoplancton et des Phycotoxines (REPHY). Le Bassin d'Arcachon est découpé en 12 zones d'analyse des coquillages filtreurs (huîtres et moules) et 2 zones pour les fousseurs (myes, coques et palourdes). Les points de cette surveillance sont présentés dans **la figure n°5**. Le positionnement et le nombre des points de prélèvement résultent des contraintes environnementales et anthropiques. Les pathologies et les mortalités anormales de coquillages sont également suivies (AFSSA, 2006b ; IFREMER, 2006b et 2007).

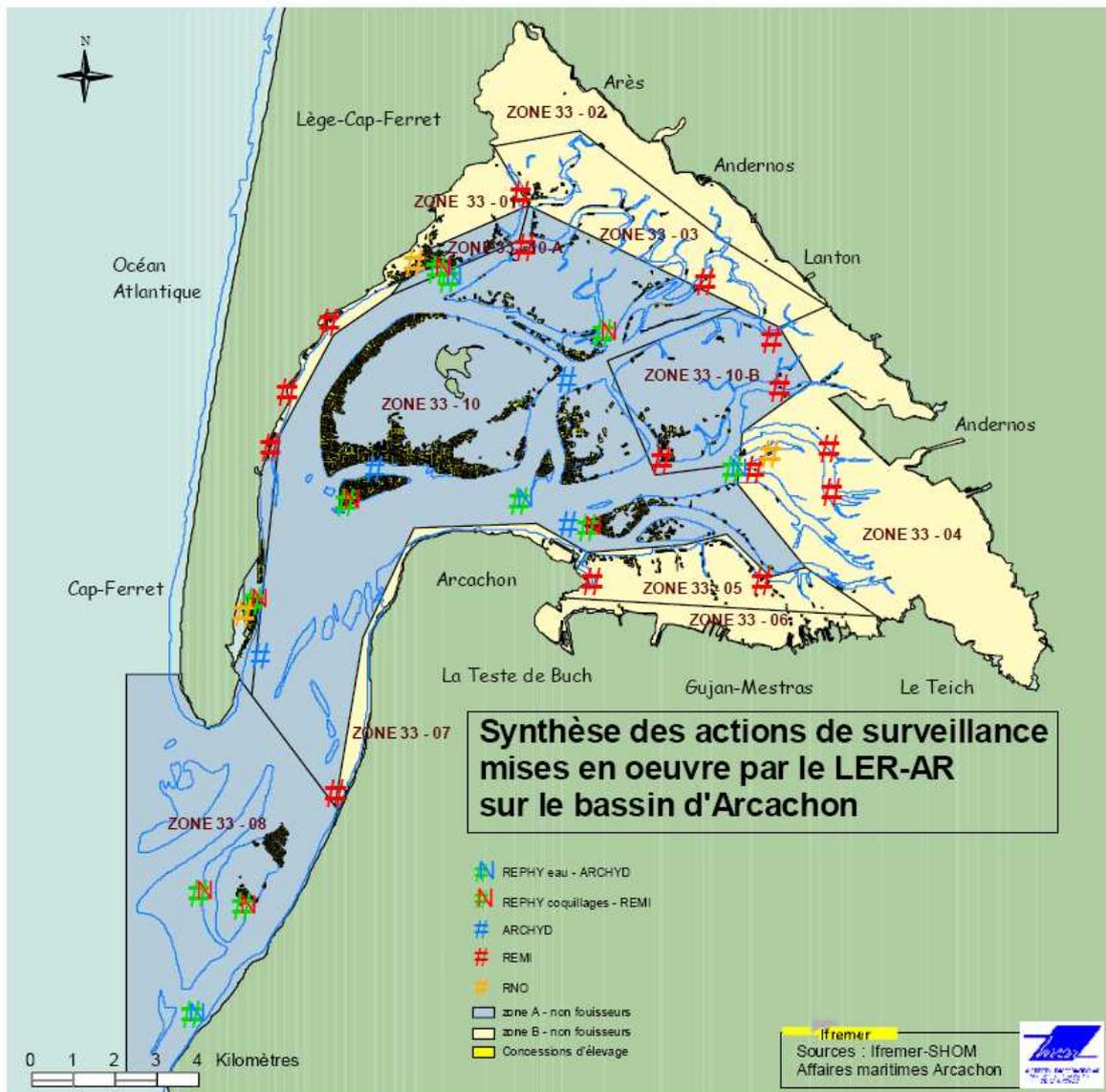


Figure n°5 : Cartographie des points de surveillance IFREMER dans le Bassin d'Arcachon et classement des zones de production conchylicole (IFREMER, 2006a et b).

1 SURVEILLANCE MICROBIOLOGIQUE

Les premiers contrôles sanitaires des coquillages ont été mis en place en France au début du siècle à la suite de graves épidémies attribuées à la consommation d'huîtres. Afin d'assurer la surveillance sanitaire du milieu, le Réseau de contrôle Microbiologique des zones de production conchylicoles (REMI), mis en place par l'IFREMER, a été créé en 1989, puis révisé en 1997. Il fait suite aux directives européennes (79/923/CEE) du 30 octobre 1979 et (91/492/CEE) du 15 juillet 1991 qui imposaient la mise en place d'un système de surveillance périodique des zones de production et de classement de ces zones en fonction de critères de qualité, notamment microbiologiques. A travers ce réseau, la qualité microbiologique est un paramètre pris en compte à la fois dans le classement sanitaire des zones de production conchylicoles (évaluation de la qualité du milieu naturel par directive 91/492 et *par le règlement 854/2004, tableau n°5*) et dans l'évaluation du risque sanitaire des coquillages.

Le REMI réalise des analyses non pas directement sur le milieu naturel, l'eau, mais sur des coquillages présents dans ce milieu pour des raisons de praticité de réalisation des analyses et du fait de la concentration (systèmes intégrateurs) des polluants par les coquillages filtreurs (bioaccumulation).

Du fait de la présence très irrégulière et de la multitude de micro-organismes pathogènes (bactéries, virus, protozoaires) dans les eaux littorales, de l'absence à la fois de technique de routine pour la recherche de virus et de norme virologique, l'évaluation du risque infectieux des coquillages a pour unique fondement le dénombrement des bactéries *Escherichia coli* (*E. coli*) ou « germes indicateurs de contamination fécale » présents dans les coquillages sur les sites de production ou bien avant commercialisation. Ces germes ont été choisis, bien qu'en partie dénués de pathogénicité pour l'Homme, car ils sont très nombreux dans les eaux usées et que leur identification est simple et rapide par rapport aux espèces véritablement pathogènes. Si la présence des espèces indicatrices ne confirme pas celle des espèces pathogènes, elle la laisse supposer car il existe une relation quantitative entre ces deux groupes. Cependant, la relation entre la teneur en germes indicateurs de contamination fécale et celle en agents dangereux n'est pas toujours évidente : des coquillages répondant aux normes de salubrité ont été impliqués dans des toxi-infections alimentaires collectives (TIAC), montrant que cette bactérie peut disparaître plus rapidement qu'un pathogène « vrai ». Des critères alternatifs et/ou complémentaires, reposant sur la présence d'autres marqueurs tels que les bactériophages, ont été proposés en raison du poids potentiel des contaminations virales des coquillages. Mais des résultats contradictoires rapportés sur le sujet ont conduit à l'abandon de ce critère dans le règlement communautaire fixant les critères microbiologiques de surveillance pour les mollusques bivalves vivants. De plus, le fait qu'une contamination microbiologique puisse constituer un signal d'alerte à l'apparition d'une contamination phycotoxique n'est actuellement appuyé par aucune hypothèse scientifique solide.

Ainsi, par leur présence, ces témoins de contamination fécale indiquent la probabilité, mais non la certitude, d'une contamination par des pathogènes de même origine car la présence et le nombre des pathogènes dépendent de l'état de santé de la population responsable de la pollution fécale. A l'inverse, l'absence de témoin n'est pas une preuve de l'absence de risque sanitaire car certains micro-organismes pathogènes, en particulier les virus, peuvent survivre plus longtemps qu'*E. coli* dans les eaux littorales et les coquillages (AFSSA, 2006b ; China *et al.*, 2003 ; IFREMER, 2006b et 2007b ; Le Guyader et Pommepey, 2002 ; Monfort, 2006 ; Murchie *et al.*, 2005 ; Popovsky et Pautrizel, 2005 ; Schwartzbrod, 2000).

2 SURVEILLANCE PHYCOTOXINIQUE

Afin d'assurer la sécurité sanitaire des consommateurs, des programmes de surveillance de la présence de phytoplancton producteur de toxines et des toxines associées dans les coquillages sont en place dans plusieurs pays en Europe et dans les pays tiers exportateurs de mollusques vers le marché européen. La surveillance de toxines marines est effectuée dans un cadre réglementaire strict, dicté par la réglementation européenne (en particulier une directive de 1992 modifiée en 1997, et deux décisions de la Commission européenne datant de 2002) (*L'Officiel de la Conchyliculture, 2006 ; Puiseux-Dao, 2006*).

En France, le Réseau de Surveillance du Phytoplancton et des Phycotoxines (REPHY), créé en 1984 suite à de nombreuses intoxications de consommateurs de coquillages, a un double objectif. L'objectif patrimonial assure la connaissance de la distribution spatio-temporelle des différentes espèces phytoplanctoniques des eaux côtières et lagunaires, le recensement des événements tels que les eaux colorées, les efflorescences exceptionnelles, et les développements de toutes espèces toxiques ou nuisibles susceptibles d'affecter la faune marine. L'objectif sanitaire assure la protection des consommateurs par la détection des espèces phytoplanctoniques productrices de toxines, et la recherche de ces toxines dans les coquillages dans leur milieu naturel selon les familles et seuils présentés dans le **tableau n°5** (AFSSA, 2006b ; Popovsky et Pautrizel, 2005).

Tableau n°5 : Familles et seuils de qualité des phycotoxines soumises à contrôle définis par les règlements CE 853/2004 et 2074/2005.

Famille de phycotoxines soumise à contrôle	Limites
Phycotoxines paralysantes (ou PSP : Paralytic Shellfish Poison)	800µg équivalent saxitoxine/kg de chair
Phycotoxines amnésiantes (ou ASP : <i>Amnesic Shellfish Poison</i>)	20mg d'acide domoïque/kg de chair
Acide okadaïque + Dinophysistoxines + Pecténotoxines	160µg d'équivalent acide okadaïque/kg de chair
Yessotoxines	1mg d'équivalent yessotoxine/kg de chair
Azaspiracides	160µg d'équivalent azaspiracides/kg

Les recherches de flores totales fournissent une connaissance satisfaisante de la distribution spatiale et des variations temporelles des divers taxons phytoplanctoniques le long des côtes françaises. Les données des flores partielles indicatrices et partielles toxiques sont utilisées en complément des flores totales, l'ensemble des deux pouvant répondre à différents objectifs que sont l'élaboration des indicateurs de type efflorescences phytoplanctoniques, le suivi des développements d'espèces toxiques ou nuisibles pour les animaux marins, l'évaluation de l'état d'eutrophisation et, sur un plan sanitaire, le suivi de toutes les espèces toxiques ou potentiellement toxiques pour le consommateur, connues ou émergentes (AFSSA, 2006a).

Ces recherches permettent de définir des zones et des périodes dites « à risque ». Les zones à risque sont les zones qui ont été touchées au moins une fois par la présence de phycotoxines dans les coquillages à des concentrations supérieures au seuil de salubrité, sur une période de référence définie comme étant les six dernières années d'observation. La notion de zone à risque est définie pour une famille de toxines. Ces définitions sont indépendantes des périodes de forte consommation. Pour chacune des zones à risque, et pour une famille de toxines, la période à risque recouvre l'ensemble des mois concernés par la présence de ces toxines.

Ainsi, la stratégie sanitaire du REPHY est basée sur une surveillance systématique des trois familles de phycotoxines (ASP, PSP et toxines lipophiles, **annexe n°10**) en période de pêche ; elle est différente selon que les coquillages sont proches de la côte ou au large. Pour les gisements et les élevages côtiers, la stratégie retenue pour le risque « phycotoxines paralysantes et amnésiantes » est basée sur la détection dans l'eau des espèces présumées productrices de phycotoxines, qui déclenche, en cas de dépassement du seuil d'alerte phytoplancton, la recherche des phycotoxines correspondantes dans les coquillages (le bioessai sur souris est la méthode de référence pour analyser les toxines lipophiles). Le risque « phycotoxines lipophiles » est géré par une surveillance systématique des coquillages dans les zones à risque et en période à risque ; en dehors des périodes à risque, la stratégie est identique à celle appliquée pour les toxines des phycotoxines paralysantes et amnésiantes (AFSSA, 2006a et b ; IFREMER, 2006a et b).

Pour le Bassin d'Arcachon, la période à risque définie pour les phycotoxines lipophiles, pour l'année 2006, correspond aux mois de janvier puis d'avril à août. Pour les phycotoxines paralysantes, la période à risque a été définie pendant l'hiver. Il est important de noter que des prélèvements d'eau sont aussi réalisés de manière hebdomadaire pour dénombrer les espèces phytoplanctoniques potentiellement toxiques et surveiller la présence éventuelle d'indicateurs de présence des autres familles de phycotoxines réglementées (AFSSA, 2006a et b).

3 SURVEILLANCE TOXIQUE

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE, 2000/60/CE) du 23 octobre 2000 constitue le cadre réglementaire de la politique de l'eau au niveau communautaire. Elle impose de préserver les milieux aquatiques non dégradés (milieux de référence indispensable pour déterminer l'importance de la contamination et éventuellement en suivre des conséquences écotoxicologiques jusqu'au retour aux conditions initiales) et d'atteindre d'ici 2015 un bon état des eaux pour les milieux moyennement ou fortement dégradés. Le « bon état » englobe l'état écologique et l'état chimique d'une masse d'eau. La stratégie de lutte contre la pollution chimique des eaux se concentre autour de 33 substances (ou groupe de substances) considérées comme prioritaires (décision n°2455/2001/CE) et sur plusieurs substances qui ont déjà fait l'objet de directives adoptées sur la base de la directive sur les substances dangereuses (76/464/CEE) (Marchand *et al.*, 2004).

La surveillance des produits chimiques en milieu marin côtier nécessite donc la mise en place de stratégies qui tiennent compte des spécificités de ce milieu, de la diversité des molécules dont les propriétés conditionnent leur comportement biogéochimique et leurs effets écotoxicologiques, et également des pratiques agricoles. En France, le Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (RNO), réseau environnemental mis en place en 1974 par le Ministère chargé de l'Environnement, a pour objectif l'évaluation des niveaux et des tendances de la contamination chimique du littoral, ainsi que de l'état de santé de la faune et de la flore. Les données de ce réseau peuvent servir, en seconde utilisation, pour l'évaluation de la qualité des zones de production conchylicoles (AFSSA, 2006b ; Arzul *et al.*, 2004).

Jusqu'en 1979, le suivi a uniquement porté sur les paramètres généraux de qualité et les nutriments, mesurés dans les masses d'eau puis, a été étendu aux contaminants chimiques. 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, le RNO utilise pour ce suivi des matrices intégrant la contamination sur une période plus longue. Deux « compartiments » du milieu marin sont utilisés : les mollusques bivalves (moules et huîtres) qui sont des indicateurs quantitatifs de la contamination du fait de leur capacité de bio-accumulation de certains contaminants chimiques, et le sédiment qui intègre dans ses couches successives plusieurs années d'apports.

Aujourd'hui, le RNO collecte des données sur seulement certaines substances prioritaires de la DCE mais en complète également la liste. Dans le cadre du RNO, les substances suivantes sont mesurées dans le Bassin d'Arcachon, deux fois par an (Arzul *et al.*, 2004 ; Laulhère, 2006 ; Marchand *et al.*, 2004 ; Popovsky et Pautrizel, 2005) :

- Les métaux : cadmium, plomb, mercure, cuivre, zinc, chrome
- Les organohalogénés dont font partie les pesticides : dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT et ses métabolites), lindane
- Les hydrocarbures : naphthalène, anthracène, fluoranthène, les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP, *benzo(a)pyrène*, *benzo(b)fluoranthène*, *benzo(g,h,i)pérylène*, *benzo(k)fluoranthène*, *indéno(1,2,3-cd)pyrène*, *fluorène*, *phénanthrène*, *acénaphthène*, *acénaphthylène*, *pyrène*, *benzo(a)anthracène*, *chrysène*, *dibenzo(a,h)anthracène*).

D'autres substances peuvent également être suivi lors de pollution ponctuelle, comme par exemple, celles qui ont suivi les naufrages des pétroliers « Erika » et « Prestige ». En France, il n'existe pas actuellement de réseau de surveillance de la contamination chimique des eaux côtières par les produits phytosanitaires et seules des études ponctuelles permettent de suivre cette contamination dans les milieux aquatiques (CEDRE, 2003).

ANNEXE N°6 : COMPETENCE DES DIFFERENTS ACTEURS ADMINISTRATIFS.

La répartition des compétences pour l'exercice des contrôles sanitaires dans le domaine des coquillages est définie dans le code rural. Le Ministère principalement compétent est le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche. Au niveau central, la DPMA coordonne l'action des DDAM. La DGAL coordonne celle des DDSV ([AFSSA, 2006b](#) ; [IFREMER, 2005](#)).

1 CONTROLE DES ZONES DE PRODUCTION ET GESTION DES PORTS

La DPMA gère les services de contrôle de la zone de production. Elle centralise les informations et intervient dans la gestion du risque en collaboration avec la DGAL.

Dans le cadre du Système National d'Information sur l'Eau (SNIE) mis en place par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, l'IFREMER, établissement public industriel et commercial créé par le décret n°84-428 du 5 juin 1984, est « chargé d'apporter à l'Etat son concours pour l'exercice de ses responsabilités notamment pour le contrôle de la qualité des produits de la mer et du milieu marin ». Dans cette perspective, l'IFREMER a mis en place et organisé le fonctionnement de réseaux pour l'observation et la surveillance du milieu marin côtier. Les trois réseaux de surveillance nationaux du milieu marin côtier, présentés en [annexe n°6](#), sont le Réseau de contrôle Microbiologique des zones de production conchylicole (REMI), le Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (RNO) et le Réseau de Surveillance du Phytoplancton et des Phycotoxines (REPHY). Le Bassin d'Arcachon est découpé en 12 zones d'analyse des coquillages filtreurs (huîtres et moules) et 2 zones pour les fousisseurs (myes, coques et palourdes) : les points de cette surveillance sont présentés dans la [figure n°5](#) en [annexe n°5](#) de ce présent mémoire. L'IFREMER n'a aucun pouvoir de police : il effectue d'une part les analyses et les caractérisations microbiologiques des coquillages et, d'autre part, des investigations environnementales pour déterminer l'origine de la contamination lorsque la provenance des coquillages est identifiée.

La DDAM est chargée de proposer au Préfet de département, sur la base des données récoltées par les laboratoires IFREMER, les mesures de gestion des zones de production qui s'imposent (fermeture et réouverture) et de veiller à leur application. Elle détient également une compétence spéciale en ce qui concerne les établissements de cultures marines dont l'installation à terre est soumise à autorisation d'occuper le DPM. Certains ports ont fait l'objet d'un transfert de compétence en application des lois de décentralisation. Ainsi, un ostréiculteur pour installer un atelier sur le DPM portuaire doit toujours obtenir une autorisation d'exploiter un établissement de culture marine de l'Etat mais aussi une autorisation d'occuper le terrain du département (CG de la Gironde) ou de la commune concessionnaire. Le CG par l'intermédiaire de son service Mer et Port gère les complexes ostréicoles situés sur « ses » ports (22 ports) mais aussi sur le domaine privé. Ces trois partenaires doivent donc s'entendre pour réaliser la meilleure utilisation possible de cet espace ([AFSSA, 2006b](#) ; [IFREMER, 2005, 2006b et 2007a](#) ; [Popovsky. et Pautrizel, 2005](#) ; [SMN de la Gironde, 2004](#)).

2 CONTROLES SANITAIRES DES INSTALLATIONS ET DES PRODUITS MIS SUR LE MARCHE

Les coquillages sont des denrées alimentaires ; ils peuvent faire l'objet d'une manipulation, d'un traitement préalable (purification des coquillages, par exemple) ou d'un conditionnement dans les établissements conchylicoles en vue de leur mise sur le marché pour la consommation humaine. Dans ce cadre, la DGAL coordonne l'action des DDSV à la fois pour la délivrance d'une autorisation d'exploitation, un agrément et pour le contrôle des produits et le contrôle sanitaire et technique des installations d'expédition et de purification ainsi que toute étape de transformation, d'entreposage et de négoce, jusqu'à la vente au consommateur (marché, restaurant, GMS...). La DDAM est également consultée pour donner son avis sur les dossiers d'agrément, en particulier sur l'implantation des points de pompage pour l'approvisionnement en eau. Lors des inspections dans les établissements conchylicoles par la DDSV, une attention particulière est portée à la traçabilité des coquillages, la qualité de l'eau et aux autocontrôles (les analyses effectuées sont essentiellement microbiologiques, les autres contaminants ne sont pas recherchés en routine mais peuvent l'être en fonction de la connaissance d'un risque accru) ([AFSSA, 2006b](#) ; [IFREMER, 2005](#) ; [Stablo, 1998](#)).

La DDSV de la Gironde suit les établissements ostréicoles d'expédition et de purification (activités soumises à agrément) présents sur deux sites, le Bassin d'Arcachon et le site Médocain. En Gironde, 22 établissements disposent d'un agrément pour la purification (dont 21 sur le Bassin d'Arcachon) et 330 (dont 322 sur le Bassin d'Arcachon) disposent d'un agrément pour l'expédition. La réglementation sanitaire européenne a introduit de nouvelles obligations pour les professionnels dont la mise en œuvre de la méthode *Hazard Analysis and Critical Control Point*, (HACCP) ou analyse des dangers et points critiques pour leur maîtrise. Elle devrait déjà être en application mais un délai a été obtenu pour prolonger les agréments sanitaires conchyliques en cours jusqu'à l'été 2008.

ANNEXE N°7 : PRINCIPAUX DANGERS ASSOCIES AUX COQUILLAGES EN EAU DE MER.

Cette annexe traite des dangers liés aux coquillages présentés dans l'ordre décroissant en santé publique à savoir les dangers infectieux, les dangers toxiques et enfin, les dangers toxiques.

1 DANGER MICROBIOLOGIQUE

Le milieu marin est normalement pauvre en micro-organismes. La contamination moyenne de l'eau en haute mer est estimée à quelques centaines par ml seulement en surface, moins encore en profondeur. Les micro-organismes pathogènes dans l'environnement sont le plus souvent des germes allochtones au milieu marin, excrétés dans les selles d'individus infectés. Les rejets urbains et agricoles, après lessivage des sols d'épandage, constituent une source importante de contamination des zones littorales et donc des coquillages (Boutin *et al.*, 1992 ; Marteil, 1974 ; Monfort, 2006 ; Schwartzbrod, 2000 ; Stablo, 1998).

Le milieu marin reçoit donc une foule de micro-organismes et de parasites liés à l'habitat humain, parmi lesquels un certain nombre est potentiellement pathogène pour l'Homme. Les micro-organismes les plus fréquents, dans les eaux résiduaires brutes des villes, sont des bactéries et des virus, mais aussi des parasites avec des métazoaires (oeufs de ténia, ascarides, tricocéphales, oxyures, ankylostomes), des protozoaires (kystes d'amibes dysentériques, lamblia), des schizomycètes (bacilles de la fièvre typhoïde, paratyphoïde, des dysenteries, du choléra, pyogènes variés, spores de clostridies, bacilles de la tuberculose), des mycètes ou des leptospires pathogènes. Les bactéries et les virus entériques sont les micro-organismes les plus impliqués dans des épisodes de TIAC (le risque parasitaire est quantitativement moins important, peu de parasites pouvant survivre dans l'eau de mer) ; ils peuvent potentiellement être retrouvés en sortie de station d'épuration. Seuls ces deux catégories de micro-organismes seront étudiées dans ce mémoire.

Les bactéries et les virus sont des organismes unicellulaires invisibles à l'œil nu dont la taille est d'environ un micron pour les bactéries et dix fois moins pour les virus. En arrivant sur le littoral via les effluents urbains et agricoles, ils vont être plus ou moins dilués selon les conditions hydrodynamiques rencontrées. Une partie importante de ces micro-organismes s'associe à des particules qui sédimentent sur les fonds vaseux plus propices à leur survie. Ils pourront alors être remis en suspension lors des marées, des tempêtes ou des opérations de dragage (ou de désenvasement des zones portuaires) et éventuellement contaminer les coquillages à proximité (Boutin *et al.*, 1992 ; IFREMER, 2007b ; Marteil, 1974).

1.1 SURVIE DANS L'EAU DE MER DES MICRO-ORGANISMES

Le concept classique d'autoépuration par l'eau de mer a été longtemps retenu. Les eaux marines constituent un milieu défavorable pour les bactéries et les virus. Ils vont subir les conditions stressantes de cet environnement : la salinité, la lumière solaire, l'effet de la prédation et de la température, la sédimentation. De plus, les bactéries vont être soumises à des carences en éléments nutritifs et à l'antibiose entre les bactéries et certaines substances antibactériennes produites par les algues ou les bactéries marines.

Les virus se comportent dans les eaux marines comme des particules inertes. Du fait de leurs propriétés physico-chimiques, ils ne peuvent pas se multiplier dans le milieu extérieur. La plus grande partie de ces virus se présente dans le milieu hydrique sous forme agrégée ou adsorbée à la surface de particules (argile, sable, sédiment). L'association des particules virales avec des matières en suspension (MES) augmente leur durée de persistance dans l'environnement marin. Il est vraisemblable que certains facteurs comme la température, la salinité ou le rayonnement UV conditionnent le devenir de ces virus en influençant l'adsorption ou la désorption mais la viabilité des virus dans l'environnement est peu connue.

Les bactéries, quant à elles, peuvent avoir quelques activités métaboliques et tenter de s'adapter à ces conditions défavorables sans toutefois se multiplier : la présence de matière organique, notamment dans les sédiments, favoriserait le processus de survie des *Escherichia coli* (*E. coli*) et des salmonelles. Toutefois, les bactéries vont évoluer plus ou moins rapidement vers un stade viable non cultivable : elles ne seront plus détectées par les techniques d'analyse de routine mais pourront éventuellement conserver une activité pathogène.

La survie des bactéries et des virus dans l'environnement marin dépend donc de plusieurs paramètres :

- Paramètres physiques : ensoleillement, température, état particulière,
- Paramètres chimiques : pH, sels, O₂ dissout,
- Paramètres biologiques : algues, bactéries, protozoaires, matières organiques
- Paramètres intrinsèques aux virus : Famille, genre, sérotype.

Le devenir des micro-organismes d'origine fécale dans le milieu marin est généralement évalué par le T90, soit le temps nécessaire pour que 90% d'entre eux ne soient plus détectés par technique classique. Si la population microbienne dans son ensemble subit une régression rapide, tous les germes ne disparaissent pas en même temps et certains se révèlent résistants plusieurs jours, voire des semaines pour les virus. Le T90 permet ainsi de comparer leur décroissance dans des sites très différents. Il va varier, de façon sensible, selon l'espèce et l'état du micro-organisme et selon les conditions environnementales rencontrées. La lumière solaire est souvent un des facteurs ayant le plus d'impact sur cette décroissance. Ainsi, de manière générale, le T90 en milieu marin à 6°C est estimé de 2 à 5 jours pour des bactéries et de 10 à 30 jours pour les virus contre 5 à 35 heures pour les bactéries et 10 à 12 jours pour les virus, lorsque l'expérience est réitérée à 20°C ([Gantzer et al., 1998](#) ; [IFREMER, 2007b](#) ; [Marteil, 1974](#) ; [Murchie et al., 2005](#) ; [Stablo, 1998](#)).

1.2 BACTERIES

En raison de leur grande diversité et capacité d'adaptation, les bactéries peuvent coloniser des environnements très variés. La flore bactérienne naturelle marine est constituée par un petit nombre d'espèces dont les plus fréquentes sont les *Pseudomonas* largement prédominants, suivis par les *Achromobacter*, les *Acinetobacter*, les *Flaobacterium*, les *Serratia*, les *Vibrio*, les *Cellulibrio*, etc. Dans la zone littorale, cette microflore s'enrichit d'espèces entériques et telluriques, apportées par les effluents urbains, les eaux fluviales, les vents ou les ruissellements. Théoriquement, toutes les espèces bactériennes à transmission hydrique, considérées comme pathogènes pour l'Homme, pourraient être considérées comme contaminantes des coquillages : ces bactéries sont représentées par ([China et al., 2003](#) ; [Stablo, 1998](#)) :

- Des bactéries entériques responsables de fièvre typhoïde (*Salmonella typhi*, *paratyphi* A, B et C), de choléra (*Vibrio cholerae*) et de gastro-entérites (*Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella dysenteriae*),
- Des bactéries non entériques, comme *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* D et *Pseudomonas aeruginosa*.
-

Cependant, du fait des différentes capacités de survie en milieu marin des bactéries vues précédemment, les agents identifiés dans les coquillages lors de TIAC en France sont essentiellement des *Salmonella spp.* (13% des TIAC avec majoritairement *S. Enteritidis* ou de sérotype inconnu) ainsi que *Staphylococcus aureus* et *Clostridium perfringens* regroupant 7% des TIAC déclarées. Le genre *Campylobacter spp.*, des *Escherichia coli* ont également été impliqués dans des gastro-entérites, *Listeria monocytogenes* dans des méningites, septicémies et avortement, le genre *Yersinia spp* dans des entérites et des septicémies ou encore le genre *Vibrio spp.* (*V. cholerae*, *V. parahaemolyticus* et *V. vulnificus*) qui a entraîné la mort de consommateurs de mollusques aux Etats Unis ([AFSSA, 2006a](#) ; [IFREMER, 2007b](#) ; [InVS, 2006](#) ; [Lemoine, et al., 1999](#) ; [Murchie et al., 2005](#)).

1.3 VIRUS

Le rôle des aliments dans la transmission des infections virales est une notion relativement récente. Plus de 140 sérotypes de virus sont susceptibles d'être retrouvés dans le milieu marin. Ils y sont apportés soit par les eaux usées urbaines brutes ou épurées, soit par les fleuves. Les principaux virus humains susceptibles de contaminer les aliments sont les virus nus (la présence d'une enveloppe chez un virus constituant un élément de fragilité), capables de résister dans l'environnement soient essentiellement les virus présentant un cycle de multiplication entérique.

Ces virus pathogènes pour l'Homme appartiennent à plusieurs familles virales qui peuvent être classées en trois catégories :

- Les virus responsables de gastro-entérites comme les norovirus, les rotavirus, les adénovirus entériques et les astrovirus,
- Les virus responsables d'hépatites à transmission oro-fécale dont les principaux sont le virus de l'hépatite A (VHA) responsable de la jaunisse (ictère), et le virus de l'hépatite E (VHE),
- Les Entérovirus comme le virus de la poliomyélite, syndromes respiratoires et digestifs.

L'importance relative de ces différents virus comme cause de TIAC n'est pas connue, mais il semble que les norovirus et le VHA soient les causes principales d'épidémie, en recrudescence ces dernières années ; jusqu'à présent aucun cas de VHE n'a été lié aux coquillages (Boutin *et al.*, 1992 ; China *et al.*, 2003 ; IFREMER, 2007b ; Le Guyader et Pompepu, 2002 ; Murchie *et al.*, 2005).

Seuls les coquillages élevés dans des zones conchylicoles exemptes de pollution microbienne ne présentent pas de risque pour le consommateur. Dans le milieu marin, essentiellement hétérogène, l'absence totale et continue de tout germe d'origine humaine est impossible à obtenir. De plus, les coquillages ont tendance à un meilleur engraissement dans un milieu recevant une petite proportion d'eaux douces qui ne pourront jamais être totalement exemptes de micro-organismes entériques du fait des difficultés de gestion des bassins versants. Une mer indemne de germes microbiens serait improductive. La qualité microbiologique du milieu naturel dépend de la gestion des pratiques liées à l'eau à savoir les épandages agricoles, les élevages industriels et les réseaux d'assainissement d'eaux usées domestiques et pluviales (DEL, 1992b ; Marteil, 1974 ; L'Ostréiculteur Français, 2003b ; Schwartzbrod, 2000).

2 DANGER TOXINIQUE

Le phytoplancton, premier maillon de la chaîne alimentaire dans l'écosystème marin, regroupe l'ensemble des dinoflagellés, algues unicellulaires microscopiques (taille comprise entre 20 et 200 µm) qui flottent dans l'eau : il est consommé par les herbivores, en particulier les mollusques filtreurs. Il existe, au niveau mondial, près de 4 000 espèces phytoplanctoniques. Dans des conditions favorables de lumière, de température, de salinité, de nutriments, certaines espèces (environ 250) peuvent proliférer de façon importante formant des eaux rouges, brunes ou vertes ; d'autres (environ 70) sont toxiques indirectement pour l'Homme par la synthèse de toxines (phycotoxines), métabolites secondaires, qui s'accumulent dans les coquillages et/ou directement pour la faune marine (poissons, coquillages ...) ; mais la plupart d'entre elles sont totalement inoffensives.

Si des intoxications périodiques liées à la consommation de coquillages ont été décrites depuis très longtemps, la mise en évidence d'une relation entre la présence de certaines espèces de micro-algues dans l'eau où vivent les mollusques et leur toxicité date des années 1970. Depuis cette époque, en raison des progrès de la recherche, la liste mondiale des phycotoxines présentes dans les mollusques n'a cessé d'augmenter, ainsi que la liste des espèces phytoplanctoniques impliquées dans ces toxicités et le nombre de zones géographiques touchées.

Les espèces toxiques (comme les espèces non toxiques) se disséminent rapidement entre les différents pays du monde, notamment par les eaux de ballast des navires, mais également du fait des échanges multiples de mollusques vivants entre différents pays ou régions. Elles peuvent être classées selon leur structure chimique (8 groupes), mais aussi en fonction des syndromes spécifiques aigus qu'elles sont susceptibles de provoquer sur l'Homme.

En effet, l'ingestion de fruits de mer contaminés provoque des symptômes variables selon les toxines présentes, leur concentration et la quantité de coquillages contaminés consommés. Actuellement, six syndromes alimentaires dus à des phycotoxines sont identifiés dont cinq sont liés aux coquillages et un aux poissons vivants dans les massifs coralliens des Caraïbes.

Les empoisonnements les plus communs dus à des mollusques sont liés à l'ingestion de (Australia New Zealand Food Authority, 2001 ; Baylet *et al.*, 2004 ; China *et al.*, 2003 ; DEL, 1993b ; De Schrijver *et al.*, 2002 ; IFREMER, 2006b, d, e, f et 2007 ; l'Officiel de la Conchyliculture, 2006 ; La Veille *et al.*, 2004 ; Puiseux-Dao, 2006) :

- la toxine PSP (Paralytic Shellfish Poisoning, la Saxitoxine) et ses dérivés,

Ces toxines sont produites par différentes espèces phytoplanctoniques des genres *Alexandrium spp.*, *Pyrodinium spp.* et *Gymnodinium spp.*. Elles manifestent principalement des symptômes neurologiques comme des picotements, un échauffement, des vertiges et un discours incohérent qui dans les cas extrêmes peuvent entraîner la mort par paralysie respiratoire. Les symptômes d'intoxication pourraient apparaître après absorption de 120 à 190 µg de toxine, la dose de 1 000 µg étant mortelle.

- la toxine DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning, l'Acide Okadaïque, toxines dinophysis, et les autres toxines lipophiles, les Azaspiracides, les Pectenotoxines et les Yessotoxines),

Ces toxines, qui ne s'accumulent pas dans les huîtres, causent des problèmes gastro-intestinaux sévères et peuvent favoriser le développement de tumeurs de l'estomac. De plus, l'acide okadaïque aurait une certaine action chronique à effet promoteur tumoral. Le risque potentiel pour le consommateur apparaît pour une densité de *Dinophysis spp.* supérieure à 200 cellules par litre d'eau de mer. Cependant l'activité toxique varie selon l'état physiologique des cellules et les conditions du milieu et compte tenu du caractère occasionnel de la consommation de coquillages, le risque chronique pour l'Homme est probablement faible.

- la toxine NSP (Neurotoxic Shellfish Poisoning, polyéthers, notamment les brevetoxines),

Les toxines NSP sont libérées par des dinoflagellés de l'espèce *Gymnodinium breve*, responsable de marées rouges en Floride et dans le golfe du Mexique. Elles induisent des détresses respiratoires. N'étant pas retrouvées en Europe, elles ne sont pas réglementées au niveau communautaire. Aucun décès dû à l'empoisonnement de brevetoxines n'a été rapporté à travers le monde.

- la toxine ASP (Amnesic Shellfish Poisoning, l'Acide Domoïque) :

La toxine ASP (acide domoïque essentiellement) est produite par deux espèces du genre *Pseudonitzschia spp.*. Elle se caractérise par des troubles gastro-intestinaux et des symptômes neurologiques incluant confusions, pertes de mémoire, désorientations, dommages cérébraux permanents et comas.

- L'azaspiracide et associées.

Egalement de nature diarrhéique, ces toxines ont volontairement été isolées, car elles ont un mode d'action qui diffère des autres toxines diarrhéiques.

La gravité d'une intoxication, toujours aiguë, par des fruits de mer est liée à trois principaux paramètres que sont la famille de toxines, les quantités ingérées et la sensibilité individuelle (les toxines n'ont pas la même courbe dose-réponse chez l'Homme).

Quelle que soit la nature des toxines, les symptômes digestifs sont très fréquemment retrouvés et sont très peu spécifiques. Ainsi, la consommation de coquillages contaminés par des phycotoxines présente un risque potentiel d'intoxication alimentaire pour le consommateur sans qu'il soit actuellement possible de fournir une estimation de l'incidence annuelle réelle des affections qui leur sont associées (AFSSA, 2006a ; La Veille *et al.*, 2004).

3 DANGER TOXIQUE

Le risque toxique est le risque lié à la pollution chimique de l'eau de mer caractérisée par des apports exogènes entraînant des variations importantes dans les caractéristiques physico-chimiques et biologiques du milieu. De façon générale, la pollution détruit l'équilibre du biotope, nuit à l'exploitation des ressources biologiques (pêche, aquaculture), met en péril la santé de l'Homme en contaminant les produits marins et entrave les utilisations traditionnelles de la mer (activités de loisirs, navigation). Elle peut être aiguë (marée noire, déversements accidentels ...) ou chronique.

La pollution aiguë ayant un effet désastreux immédiat sur la faune, la flore et l'aspect de l'eau éloigne l'Homme du contact avec l'eau de mer et le risque morbide est dès lors faible. La pollution chronique, généralement insidieuse a pu au contraire entraîner des conséquences morbides graves. Les polluants principaux sont les molécules organiques, les hydrocarbures et les métaux : ils peuvent se retrouver dans les eaux de rivières puis dans l'eau de mer et y générer des risques sanitaires et des effets sur la qualité organoleptique (odeur et goût) des coquillages (Boutin *et al.*, 1992 ; DEL, 1994b ; Marteil, 1974).

3.1 POLLUTION ORGANIQUE

Les polluants organiques ne sont considérés comme des polluants du milieu marin que depuis le début des années 1980 : ils comprennent aussi bien le tributylétain (TBT, peinture antisalissure), les pesticides, les détergents, que les contraceptifs urbains. Par la suite, nous ne développerons que les pollutions les plus importantes en terme d'impact sur le Bassin d'Arcachon : les produits pesticides et le TBT (Cabane, 2007 ; DEL, 1994b ; Le Roux, 2007a).

Les pesticides, étymologiquement « tueurs de fléaux », sont des produits obtenus le plus souvent par synthèse chimique organique et dont les propriétés toxiques permettent de lutter contre les organismes nuisibles. D'un point de vue réglementaire, deux familles de pesticides sont identifiées : les pesticides utilisés principalement pour la protection des végétaux sont des produits phytopharmaceutiques ou plus communément produits phytosanitaires, et les biocides sont employés pour d'autres usages. Les pesticides sont utilisés à trois fins principales : herbicide (élimination des mauvaises herbes ou plantes adventices), fongicide (lutte contre les maladies des plantes provoquées par les champignons, les bactéries ou les virus) et insecticide (protection des cultures, de la santé humaine et du bétail contre les insectes). Par ailleurs, d'autres pesticides sont destinés à supprimer des cibles très spécifiques notamment les acariens (acaricides), les rongeurs (rodenticides), les limaces et escargots (mollusquicides) et les nématodes (nématocides). L'utilisation massive par application sur les sols ou les cultures de ces produits, associée à leur mobilité élevée, conduit à la contamination de tous les compartiments du milieu aquatique (eaux de surface, eaux souterraines, eaux littorales) par les substances actives utilisées, ainsi que par leurs produits de dégradation : ceci relève essentiellement d'une problématique de contamination diffuse qui dépend fortement des conditions environnementales (qualité du sol, mode d'application, conditions climatiques, délai entre épandage et événement pluvieux). Ils peuvent être transportés sous forme dissoute, ou associés aux particules. Les quantités de produits qui se retrouvent dans les cours d'eau correspondent le plus souvent à un faible pourcentage des quantités appliquées. Le respect ou non des bonnes pratiques agricoles influe également sur les quantités de pesticides retrouvées dans les eaux. Ces composés se retrouvent ensuite dans les estuaires, qui en tant que systèmes intégrateurs de leur bassin versant, représentent des sites de choix pour l'évaluation des apports en contaminants d'origine continentale en milieu marin.

La présence dans les eaux de pesticide peut être à l'origine de déséquilibres écologiques graves et de problèmes sanitaires importants (par le biais de la consommation d'eau contaminée). Cette toxicité s'exprime par l'accumulation dans les corps gras de la faune marine des molécules ce qui perturbent l'ensemble de la chaîne alimentaire. Cependant, les impacts à long terme des pesticides sont encore mal connus. De plus, il semblerait que les blooms d'algues phytoplanctoniques soient liées à l'eutrophisation du milieu naturel par l'action des pesticides et des apports en nitrate (Arzul *et al.*, 2004 ; Laulhère, 2006 ; Marchand *et al.*, 2004 ; MEDD, 2003).

L'étain (Sn) est largement utilisé dans différentes substances organiques dont les peintures et les plastiques mais également dans les pesticides. Les liaisons étain-produit organique conduisent à des molécules dangereuses pour l'Homme et pour l'environnement. Le tributylétain (TBT) en est la forme la plus dangereuse : il s'avère toxique pour les coquillages à des concentrations très faibles (à partir de 1 ng/l). Destiné à protéger la carène des navires contre la fixation d'organismes vivants, il agit en diffusant dans le milieu des quantités importantes de TBT ($> 5 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{j}^{-1}$). Dans l'eau de mer, le TBT se trouve à l'état dissout sous forme d'hydroxyde de carbonates ou chlorures et faiblement associé aux MES (5%). Cette faible affinité pour la phase particulaire se traduit par des coefficients de partage eau-sédiments faibles. Néanmoins, une fraction faible ($< 1\%$) peut être désorbée par agitation de sédiments contaminés dans de l'eau de mer. Le TBT est dégradé dans les eaux par action microbiologique et photolytique.

Sa durée de vie mesurée dans des conditions environnementales varie entre quelques jours et quelques semaines, alors que dans les sédiments il est beaucoup plus stable et peut persister plusieurs années. Les tributylétains sont très toxiques pour les mollusques à des concentrations extrêmement faibles (modifications de la sexualité des gastéropodes marins, formation de chambres remplies d'une substance gélatineuse et absence de croissance des coquilles) (Cabane, 2007).

3.2 POLLUTION PAR LES PRODUITS PETROLIERS

Les produits pétroliers dont les hydrocarbures, confèrent aux coquillages un goût qui les rend pratiquement inconsommables, le seuil de perception étant de l'ordre de 1ppm. Ils sont rejetés de façon habituelle près des raffineries ou dans les ports et par rejets volontaires en haute mer (déballastage des pétroliers) ou accidentels (navires et plates-formes de forage). Le pétrole ainsi répandu à la surface de la mer tend à s'étaler jusqu'à réaliser des couches monomoléculaires. Les hydrocarbures manifestent, sur le milieu marin, des effets toxiques liés à leur nature et à leur composition. Par ordre de toxicité croissante, peuvent être classées les paraffines à bas poids moléculaires, les oléfines, les cycloparaffines et les aromatiques. Les hydrocarbures à bas poids moléculaires provoquent, à faibles concentrations, des narcoses ; à plus hautes doses, ils entraînent la mort de nombreux animaux marins. Les composés aromatiques sont relativement encore plus toxiques pour les poissons. De plus, ils génèrent des substances volatiles (Baylet *et al.*, 2004 ; Marteil, 1974 ; Marchand *et al.*, 2004).

3.3 POLLUTION PAR LES METAUX LOURDS

Les métaux lourds retrouvés en milieu marin sont principalement le mercure, le cadmium, le plomb, le cuivre et le fer (DEL, 1994b ; Marchand *et al.*, 2004).

En l'absence de toute activité humaine l'eau des rivières, des lacs et des mers contient une petite quantité de mercure (0,01 à 0,12 mg/m³). Les traces de mercure et d'organomercuriels (méthylmercure, éthylmercure et phénylmercure) présentes dans l'eau, sont absorbées aussi bien par les plantes que par les animaux aquatiques. L'extension de l'emploi du mercure dans les industries électriques et chimiques en a fait un polluant très surveillé dans les eaux des pays industrialisés. Le mercure et ses dérivés sont très largement utilisés pour la fabrication du chlore et de la soude, des produits antifongiques, des peintures « antifouling », de matériel électrique et d'instruments de mesures. En raison du rôle vital pour l'organisme des groupes réactionnels inhibés par le mercure, la dose tolérable semble être très basse.

La toxicité varie d'ailleurs beaucoup suivant les formes d'association du mercure : les dérivés organiques alkyles apparaissent beaucoup plus nocifs que les sels inorganiques mercuriques. Le méthylmercure et l'éthylmercure semblent se former assez facilement dans la nature. Certaines bactéries aérobies, communes dans les vases marines, transforment le mercure inorganique ou le phénylmercure en méthylmercure. Ces transformations augmentent sensiblement la nocivité des rejets. A l'exception de la dramatique intoxication mercurielle ayant touché des milliers de familles de pêcheurs de Minamata (Japon 1953-1970), la littérature médicale n'a pas jusqu'ici rapportée d'affection pouvant évoquer de tels cas d'intoxication liée à la consommation d'huîtres.

Le cadmium est classé parmi les agents potentiellement cancérigènes (classe 2a) par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC). Les formes alkyles, volatiles et hautement toxiques, ne paraissent pas se former naturellement et les organismes marins ne semblent pas être l'objet d'une contamination dangereuse pour le consommateur. Mais l'existence, chez les organismes vivants, d'un processus de concentration du cadmium conduit à le considérer comme un métal dangereux. Chez l'Homme le cadmium provoque, au niveau des membres et des articulations, des douleurs dues à des lésions osseuses ainsi que des lésions irréversibles des reins.

Dans l'eau de mer, le plomb est retrouvé à des concentrations de l'ordre de 9 mg/m³, sa solubilité étant limitée à 1 mg/l. Cette teneur aurait passablement diminué grâce à l'interdiction de l'emploi du plomb tétraéthyle dans les carburants. Ce composé était entraîné essentiellement par les vents jusqu'à l'océan où il demeurerait principalement dans les couches superficielles. A des doses élevées, le plomb peut causer la mort d'organismes marins. Par ailleurs, il existerait également un processus d'accumulation de ce métal dans les organismes.

La concentration naturelle en cuivre de l'eau de mer varie entre 1 et 20 mg/ml. Les sources de contaminations ont souvent été identifiées comme les mines de cuivre. Chez l'Homme, les intoxications causées par les sels de cuivre sont rarement graves : les doses toxiques sont très élevées et les vomissements qui succèdent à l'ingestion en éliminent une grande partie. Le cuivre est un constituant normal des invertébrés marins puisque leur pigment respiratoire, l'hémocyanine, en contient en moyenne 0,25%. Les huîtres, lorsqu'elles vivent dans des eaux riches en cuivre, peuvent en fixer des quantités très supérieures à celles qui leur sont nécessaires ; le facteur de concentration peut atteindre 7500. Lorsque leur teneur en cuivre est élevée, elles ont un goût âcre assez désagréable et elles présentent une couleur verte ou des amas verdâtres sous la masse viscérale sans toutefois être toxiques pour la consommation. Au-delà d'une concentration de 8 µg/L, le cuivre deviendrait toxique pour les organismes marins. Cette toxicité du cuivre, à de fortes concentrations, est exploitée pour lutter contre les bryozoaires encroûtants qui provoquent des mortalités de naissains d'huîtres fixés sur collecteurs ainsi que dans les peintures antisalissures des coques de bateaux (peintures antifouling), pour détruire les astéries ou réduire la croissance des chlorophycées sur les collecteurs.

Dans l'eau de mer, le fer existe sous les formes solubles (ions ferreux et ferrique, composés organiques), et insolubles en suspension (hydroxydes). Dans les eaux océaniques, la teneur en fer varie entre 1 µg/L et 50-60 µg/L d'ions ferreux et ferriques, dissous dans l'eau. A des pH respectifs de 8,0 et 8,5, l'eau de mer ne peut contenir plus de $4 \cdot 10^{-7}$ et $3 \cdot 10^{-8}$ µg/L de fer ionisé, en solution vraie. Le fer est concentré, comme le cuivre, par les animaux marins. Quand ils vivent dans des eaux très riches en fer, les coquillages, notamment les huîtres, prennent fréquemment une coloration rougeâtre sur la coquille et la chair.

ANNEXE N°8 : SOURCES DE CONTAMINATION DU BASSIN D'ARCACHON.

Les éventuelles sources de contamination microbiologique et physico-chimique du Bassin d'Arcachon sont les activités agricoles, les activités industrielles, les pollutions domestiques, la navigation et la lutte contre les nuisibles.

1 AGRICULTURE ET ELEVAGE

1.1 ACTIVITE AGRICOLE SUR LE BASSIN VERSANT DU BASSIN D'ARCACHON

Le bassin de la Leyre, principal cours d'eau parvenant au Bassin, représente à lui seul 70% de la surface des bassins de type direct. Ce cours d'eau a un bassin versant surtout sylvicole et agricole. Dans les années 90, 95% de la superficie de ce bassin versant étaient occupés par l'activité agro-sylvicole (sans extension depuis les années 90) dont 88% attribuable à l'activité sylvicole et 12% attribuable à l'agriculture intensive avec essentiellement la culture de maïs.

Actuellement, la maïsiculture est encore la culture dominante sur les bassins versants du Bassin d'Arcachon : elle représente, en 2000, plus de la moitié de la surface agricole. Toutefois, depuis les années 90 et la réforme de la Politique Agricole Commune, l'agriculture se diversifie vers les cultures légumières (maïs doux, carottes, haricots verts, petits pois, asperges, pommes de terres) et la culture des bulbes, et cela au détriment du maïs grain et des surfaces fourragères. L'activité d'élevage n'est que très peu développée sur les bassins versants du Bassin d'Arcachon : un élevage intensif de porcs est installé sur la commune de Lanton, à proximité du Cirès (petit cours d'eau situé au Nord Est du Bassin), et quelques unités d'élevage de porcs et de moutons sont situées sur le bassin versant de la Leyre. La porcherie de Lanton est la plus susceptible d'avoir un impact sur le Bassin. Les activités intensives (maïs culture et porcheries) ont été contenues dans leur développement par les élus locaux qui ont interdit la culture de maïs sur les communes du Bassin d'Arcachon et les élevages intensifs sur le Bassin Versant de la Leyre, refusé la création d'une maïsiculture importante sur le territoire de la commune de Biganos ainsi que l'extension de la porcherie industrielle à Lanton ([Auby et Maurer, 2004](#) ; [Auby et al., 2007](#) ; [Billé, 2004](#) ; [Capdeville, communication personnelle](#) ; [IFREMER, 2007b](#) ; [Laulhère, 2006](#)).

A ces activités en zone agricole à l'échelle du bassin versant s'ajoutent des activités en zone non agricole à l'échelle du pourtour du Bassin d'Arcachon comme :

- La gestion des espaces verts et de la voirie communale : à l'échelle nationale, les communes représentent le 2^{ème} utilisateur de pesticides en zone non agricole en quantité de matière active achetée après les jardiniers amateurs,
- L'entretien des jardins des particuliers : les jardins d'agrément et les potagers correspondent à 21% des surfaces urbanisées sur les communes du Bassin d'Arcachon,
- L'entretien de golfs : trois golfs à proximité du Bassin peuvent présenter un risque de pollution des eaux.

1.2 CONTAMINANTS ASSOCIES A CETTE SOURCE DE POLLUTION

En terme d'utilisation de pesticides, la pression polluante chimique exercée sur les eaux du Bassin d'Arcachon relève davantage d'une occupation du sol en amont qu'à l'exutoire, à savoir principalement l'agriculture (la gestion de la forêt ne représente qu'une faible part de l'utilisation de pesticide). Plusieurs éléments permettent d'expliquer que les produits épandus sur les bassins versants se retrouvent dans le Bassin. Les sols des bassins versants sont principalement sableux, présentant donc une faible tendance à adsorber les pesticides, qui sont dès lors plus susceptibles d'être entraînés vers la lagune *via* le ruissellement. De plus, la nappe phréatique superficielle est proche de la surface, ce qui facilite le lessivage des produits contenus dans les sols, y compris dans leurs niveaux supérieurs, *via* notamment les nombreux émissaires débouchant dans le Bassin.

Le taux de transfert des polluants estimé pour les utilisations agricoles est de l'ordre de 2% de la quantité de matière active épandue, alors qu'il est de 10 à 40% pour les utilisations non agricoles. Les taux de transfert étant largement conditionnés par les pratiques d'utilisation des pesticides, cela signifie que la plus grande marge de progrès qu'il reste à réaliser revient aux utilisations non agricoles.

Ainsi, l'impact des utilisations en zone non agricole n'est pas à négliger en terme de contamination du milieu. En effet, les conditions d'application font que les risques de transfert vers les eaux superficielles sont importants (les traitements se réalisent sur des surfaces plus sensibles au ruissellement) et les utilisateurs connaissent souvent très peu les bonnes conditions d'application et les dosages.

Une fois parvenus dans le Bassin, les pesticides ont tendance à y demeurer assez longtemps, en raison des temps de résidence des eaux élevés. Le temps de résidence dans les eaux du Bassin, défini comme le temps nécessaire pour qu'un produit voie sa concentration atteindre 37% de la concentration initiale à laquelle il a été épandu, varie entre 60 et 90 jours. La vitesse de dégradation correspondant à l'élimination, par les micro-organismes vivants, du composé en tant que molécule mère, est fonction des facteurs abiotiques (lumière, pH de l'eau, température, présence d'argile ou de matière organique) et biochimiques (mise en jeu des enzymes contenues dans l'être vivant, qu'il soit végétal ou animal, qui absorbe la molécule). Selon les pesticides, les produits de dégradation ou métabolites issus de la molécule mère peuvent être plus ou moins toxiques que celle-ci. Ainsi, le risque que présente un pesticide pour l'environnement n'est pas systématiquement fonction de sa vitesse de dégradation. Une réduction des apports en pesticides a été observée ces dernières années : elle est liée à une agriculture recourant de façon plus raisonnée à l'usage des engrais et évitant leur dispersion par l'eau.

Les micro-organismes présents dans le milieu marin peuvent provenir de rejets agricoles. En effet, comme les Hommes, les animaux d'élevage hébergent une quantité importante de micro-organismes dont des bactéries, des virus et des parasites. Parmi ceux-ci, certains peuvent être des agents de zoonoses, tandis que d'autres, bien que pathogènes pour l'Homme, sont présents chez l'animal sans porter atteinte à leur santé. Les micro-organismes entériques peuvent se retrouver dans l'environnement par des épandages de fumiers (paille et selles) ou de lisier (fèces et urine), lors des pâturages des animaux, lors des rejets provenant directement des élevages ou lors des débordements de fosse et des ruissellements au niveau des exploitations agricoles. Le rejet de micro-organismes dans l'environnement conduit à des apports potentiels importants, dont seulement une partie parviendra au milieu marin par lessivage des sols, si les conditions rencontrées leur sont favorables. Pour limiter les désagréments dus aux épandages, ceux-ci sont soumis à une réglementation (arrêtés préfectoraux). Ces mesures comprennent notamment l'interdiction d'épandre à moins de 500 mètres d'une zone conchylicole. Des études sur des bassins versants à dominance agricole ont confirmé que des micro-organismes entériques d'origine animale pouvaient parvenir jusqu'au littoral et contaminer les coquillages ([Auby et Maurer, 2004](#) ; [Auby et al., 2007](#) ; [IFREMER, 2007b](#) ; [Laulhère, 2006](#) ; [Monfort, 2006](#)).

2 ACTIVITE INDUSTRIELLE

Le Bassin d'Arcachon ne présente pas d'activité industrielle lourde sur son bassin versant à l'exception de l'usine de fabrication de papier kraft de la société irlandaise SMURFIT KAPPA Cellulose du Pin, à Factice-Biganos. Cette société emploie sur ce site près de 450 personnes et réalise un chiffre d'affaires d'environ 235 millions d'euros en produisant à partir du pin maritime 480 000 tonnes de papier par an dont 60% sont exportés.

Malgré ses augmentations successives de capacité de production, cette industrie a réduit sa consommation en eau en diminuant ses prélèvements dans le milieu naturel et en la recyclant en interne. Elle traite ses effluents en station d'épuration de décantation physico-chimique qui permet de réduire d'environ 90% les matières en suspension (MES) présentes dans les effluents. Depuis 2002, un traitement biologique de méthanisation des effluents les plus concentrés a également été mis en service. Les effluents sont ensuite captés par les ouvrages d'assainissement des eaux usées du Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon (SIBA).

Compte tenu de l'importance de ses rejets d'eaux industrielles, SMURFIT KAPPA a constitué un élément essentiel dans l'élaboration du réseau d'assainissement du Bassin d'Arcachon ([SIBA, 2006 et 2007a](#)).

2.1 ASSAINISSEMENTS DES EAUX USEES, URBAINES ET PLUVIALES, DU BASSIN D'ARCACHON

Avec le développement de l'urbanisation et le développement touristique de ce territoire (la population autour du Bassin a été multipliée par deux entre 1995 et 2004 pour atteindre 104 200 habitants en hiver et 400 000 habitants en période estivale), les rejets d'eaux usées et pluviales ont considérablement évolués tant sur le plan qualitatif que quantitatif. Il s'agit de la source de pollution la plus problématique pour le Bassin d'Arcachon.

Les cours d'eau ont une capacité naturelle d'épuration qui a pour effet de consommer l'oxygène de la rivière ce qui se répercute sur la faune et la flore aquatique. Les eaux usées domestiques sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines, et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants et de débris organiques, et en eaux vannes chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux (bactéries, virus, et parasites). Les eaux pluviales, quant à elles, se chargent d'impuretés au contact de l'air (apports atmosphériques issus des activités industrielles, des chauffages, du trafic automobile), puis, en ruisselant, de résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds, germes fécaux ...).

Sur le Bassin d'Arcachon, l'eau constitue une source de conflits entre les besoins économiques permanents (développement urbain, ostréiculture et pêche), les besoins saisonniers (pour le tourisme) et la protection de l'écosystème. L'assainissement des eaux usées est donc devenu un impératif pour assurer la protection sanitaire des populations ainsi que le maintien de la qualité de l'environnement et des activités liées à l'eau.

Pour répondre à ces problématiques, une structure de coopération intercommunale a été créée en 1964, le SIBA, qui comprend :

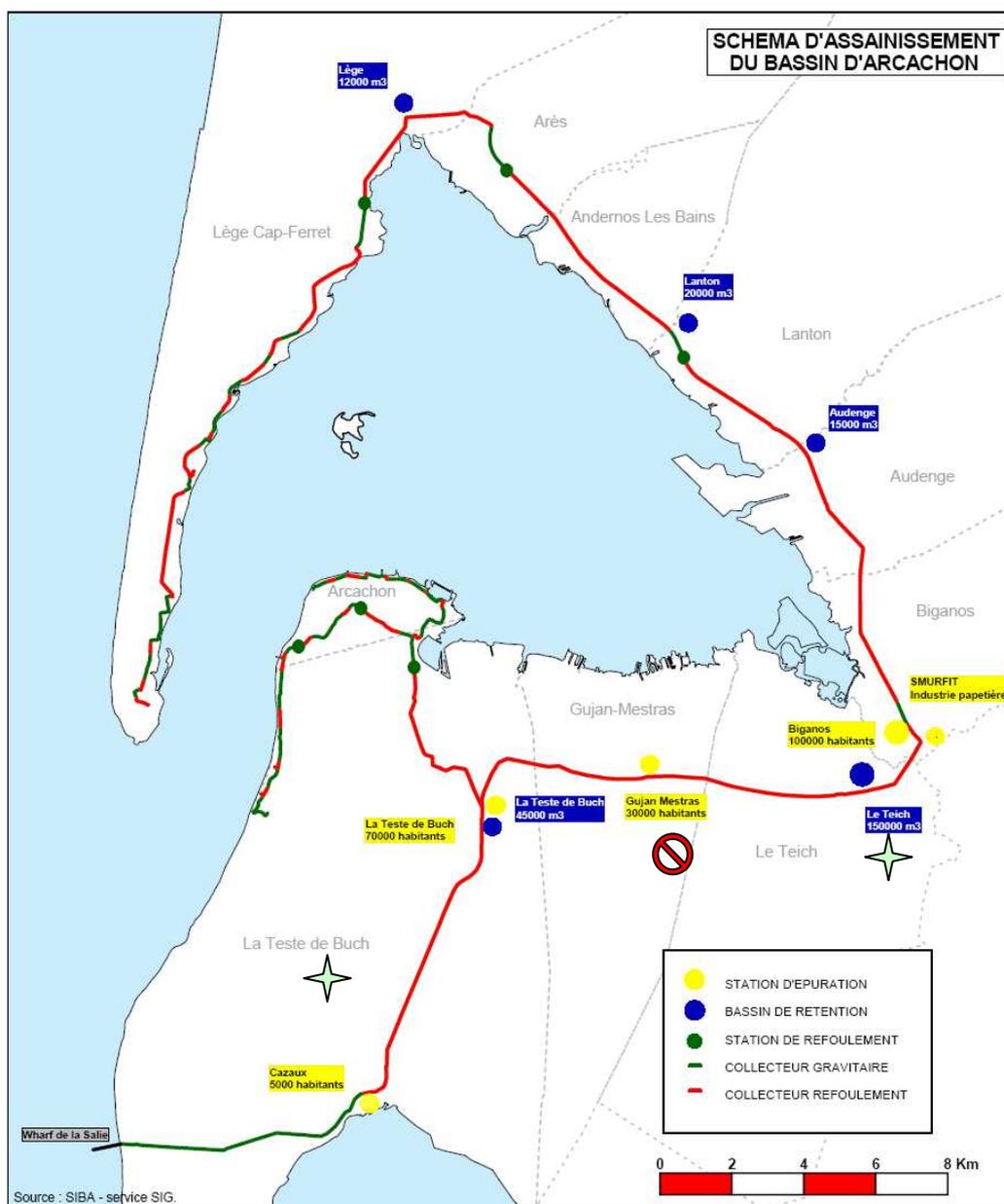
- La Communauté d'Agglomération du Bassin d'Arcachon Sud (COBAS) : regroupement des communes d'Arcachon, La Teste de Buch, Gujan-Mestras et Le Teich,
- Les six communes du Nord Bassin : Biganos, Audenge, Lanton, Andernos les Bains, Ares et Lège-Cap Ferret.

Une des compétences du SIBA est la protection de la qualité des eaux de baignade et conchylicoles par la création de réseaux d'assainissements séparatifs (assainissement des eaux usées, collectif et non collectif, assainissement des eaux pluviales) interdisant tout rejet dans les eaux du Bassin d'Arcachon, même après épuration. Le SIBA, propriétaire des ouvrages publics d'assainissement, a confié leur exploitation et leur entretien à la Société d'Assainissement du Bassin d'Arcachon (SABARC) dans le cadre d'un contrat d'affermage. Les autres compétences déléguées par les communes au SIBA vont du balisage intra-bassin, à l'entretien des chenaux, en passant par l'ensablement de certaines plages (IFREMER, 2007a ; INSEE, 2005 ; Popovsky et Pautrizel, 2005 ; SMN de la Gironde, 2004 ; SMN de la Gironde, 2004 ; SIBA, 2007c et d).

2.2 ASSAINISSEMENT DES EAUX USEES

Le réseau d'assainissement des eaux usées du Bassin d'Arcachon se structure autour de réseaux primaires et secondaires entièrement séparatifs et de stations d'épuration (**figure n°6**).

Le **réseau primaire**, constitué de deux collecteurs, ceinture le Bassin. Le collecteur Nord reçoit les eaux usées ménagères issus des six communes du Nord Bassin. Le collecteur Sud transporte les effluents traités des cinq communes du Nord Bassin, de la papeterie située sur la commune de Biganos et de la COBAS. Sont aussi collectées, après traitement, les eaux usées de la base militaire aérienne de Cazaux. Le système de collecte comprend ainsi 65 km de canalisations d'un diamètre variant entre 300 et 1 500mm et fonctionnant soit gravitairement soit en pression. Le refoulement est assuré par une succession de stations de pompage. Les rejets finaux s'effectuent dans l'océan par l'intermédiaire d'un wharf (canalisation de rejet en mer, à 800m du rivage) situé à La Salie, à 12 km au Sud de l'entrée du Bassin d'Arcachon.



★ Nouvelles stations d'épuration courant 2007

⊘ Arrêt de cette station courant 2007

Figure n°6 : Schéma actuel d'assainissement du Bassin d'Arcachon et évolution courant 2007 (SIBA, 2007a, c et d).

Les **réseaux secondaires** se branchent sur le réseau primaire et couvrent les communes du pourtour du Bassin. A ce jour, 900 km de canalisations ont été mis en place nécessitant 388 postes de pompage, desservant 61 300 abonnés au service assainissement soit près de 99% des propriétés. L'assainissement autonome non maîtrisé peut être un vecteur potentiel de contamination bactériologique du milieu naturel. Pour limiter la contamination du Bassin, les propriétés utilisant un tel système d'assainissement (environ 500) sont situées à l'écart du Bassin d'Arcachon, sans rejet dans ce dernier.

Enfin, quatre **stations d'épuration**, présentées dans le **tableau n°6** assurent le traitement des effluents, représentant 205 000 équivalents-habitants (SMN de la Gironde, 2004 ; Maison du Delta, 1988 ; SIBA, 2005, 2007a).

Tableau n°6 : Présentation des différentes stations d'épuration du Bassin d'Arcachon en terme d'équivalent par habitant actuel et prévu pour 2007 et en terme de capacité de traitement actuel (SMN de la Gironde, 2004 ; SIBA, 2007a, c et d).

Stations	Année de création	Equivalents/habitants		Capacité de traitement actuel (m ³ /jour)
		Actuel	Evolution 2007	
Biganos	1981	100 000	135 000	25 000
Gujan-Mestras	1979 / 1988	30 000	Arrêt	6 000
La Teste de Buch - Arcachon	1977 / 1981	70 000	150 000	18 000
La Teste de Buch - Cazaux	1987	5 000	5 000	1 000
TOTAUX	/	205 000	290 000	50 000

La station d'épuration de La Teste de Buch - Cazaux est de type biologique. Les trois autres stations, plus importantes, sont de type physico-chimique : ce traitement a été choisi de façon à absorber les fortes variations de population en période estivale. Cette épuration permet d'atteindre un abattement minimum de 90% sur les MES, 80% sur la demande biologique en oxygène à 5 jours et de l'ordre de 70% pour la demande chimique en oxygène. Le rejet en mer représente une moyenne journalière de 6 000 m³ d'effluents dont 25 000 m³ d'effluents urbains (en période estivale).

L'objectif de ce réseau est de préserver la qualité des eaux du Bassin d'Arcachon. Aussi, les stations d'épuration et les principaux postes de refoulement disposent de groupes de pompage de secours et de groupes électrogènes. Un système de téléalarme a également été installé afin de garantir la sécurité et la fiabilité des stations d'épuration et des stations de relevage des eaux usées : il relie les stations de pompage à un poste centralisant les informations et les répercutant de façon déportée sur les centres d'exploitation de la société fermière qui gère le réseau. De plus, afin d'assurer la continuité du service pendant les travaux et de se prémunir contre les conséquences sur l'environnement d'éventuels dysfonctionnements, le dispositif dispose de six bassins de rétention. Parallèlement, l'usine SMURFIT KAPPA dispose d'un bassin de sécurité d'une capacité de 70 000 m³.

Les boues des stations d'épuration à traitement biologique ont une teneur en eau de 25-30%. Elles sont ensuite déshydratées et chaulées de façon à favoriser leur utilisation agricole sur des sols acides en tant qu'amendement calcique et de matières organiques. 16 000 tonnes de boues par an sont utilisées en valorisation agricole (19%), pour le compostage avec des déchets verts (44%) ou bien sont stockées dans une Centre d'Enfouissement Technique (CET, 31%) (SMN de la Gironde, 2004 ; SIBA, 2005 et 2007a).

Afin d'améliorer la qualité des eaux dans l'environnement immédiat du Wharf de La Salie, une modernisation de ce système est en cours (**tableau n°6**). Le SIBA vient d'entreprendre, pour un coût voisin de 40 millions d'euros, la construction de deux nouvelles stations d'épuration et la destruction de la station de Gujan-Mestras. La station de La Teste de Buch, d'une capacité nominale de 150 000 équivalents habitants, permettra de traiter les effluents urbains de la COBAS. La station d'épuration de Biganos traitera les eaux usées issues des six communes du Nord Bassin. Sa capacité nominale sera de 135 000 équivalents habitants.

Ces deux unités ont pour objectifs (SIBA, 2007a, c et d) :

- L'amélioration de la qualité biologique des effluents :

Chaque station sera équipée d'un traitement physico-chimique primaire accéléré par décantation lamellaire (DENSADÉG®) et associé à un procédé de filtration biologique (BIOFOR®) ; la combinaison de ces deux systèmes permet de réduire l'emprise au sol par rapport aux procédés classiques. Un traitement de désinfection par rayonnements ultraviolets sera installé en sortie de station, rendant les effluents conforme aux caractéristiques d'une eau de baignade et des eaux résiduaires urbaines. La conception des installations prévoit le doublement de tous les ouvrages et équipements sensibles permettant d'assurer le traitement des effluents en période estivale ou lors d'un arrêt pour entretien ou réparation d'une partie des installations.

- L'amélioration de la couleur de l'effluent rejeté en sortie de station d'épuration et à l'exutoire final, le Wharf de La Salie (figure n°7) :

Le panache à proximité du wharf n'est pas lié à une pollution : il s'agit d'une réaction chimique de combinaison entre les sels de fer utilisés dans les stations d'épuration avec les dérivés soufrés, rejetés essentiellement par la papeterie SMURFIT KAPPA, pour former un précipité de couleur sombre. Les nouvelles stations n'utiliseront plus du sulfate ferreux mais de l'eau oxygénée pour le traitement des sulfures (oxydation) et des polychlorures d'aluminium pour les étapes de coagulation.

- La réduction des nuisances olfactives et sonores :

Les équipements électromécaniques seront confinés dans des bâtiments maintenus en dépression et conçus pour absorber les vibrations et les bruits. L'air vicié sera traité dans des tours de lavage assurant la désodorisation complète avant son rejet dans l'atmosphère.

- La réduction de la production de boues :

De façon à réduire les volumes et diminuer les coûts de transports et les nuisances occasionnées, les boues seront concentrées, déshydratées par centrifugation avant d'être séchées thermiquement. Le séchage thermique des boues est compatible avec les différentes filières d'élimination.

2.3 ASSAINISSEMENT DES EAUX PLUVIALES

L'amélioration de la qualité des eaux du Bassin d'Arcachon, outre la mise en place et l'extension des réseaux communaux d'assainissement des eaux usées, passe aussi par la maîtrise de la collecte, du traitement et de l'évacuation des eaux pluviales. L'implication du SIBA dans ce domaine tient au fait qu'un dysfonctionnement des eaux pluviales entraîne assez rapidement un dysfonctionnement des ouvrages d'assainissement des eaux usées, saturés par l'intrusion d'eaux parasites. Le développement de l'urbanisation a pour effet de modifier sensiblement le cycle naturel de l'eau. L'imperméabilisation des sols diminue les possibilités d'absorption des effluents sur place. Les voiries, parkings, toitures, accroissent les volumes d'eaux ruisselées, favorisent leur restitution rapide vers le milieu récepteur pouvant causer des pollutions accidentelles et augmente les risques d'inondation. Les nouvelles zones urbanisées utilisent comme exutoire des eaux pluviales soit des collecteurs existants, soit des fossés et crastes qui ne peuvent faire face aux pointes de débit par temps d'orage.

Afin de limiter la surcharge des réseaux lors de nouvelles réalisations immobilières, le SIBA privilégie les possibilités d'infiltration des eaux pluviales et de ruissellement par l'utilisation de matériaux poreux dans la réalisation notamment des chaussées et parkings. De façon à limiter la concentration et l'évacuation rapide des eaux de pluie en différant leur écoulement, sont également aménagés des bassins d'infiltration, des puits filtrants, des ouvrages de stockage et de régulation. De plus, dans les zones sensibles, les premières eaux de ruissellement provenant de la voirie subissent un traitement avant rejet dans le milieu récepteur. Ces dispositions ont été adoptées dans les prescriptions du Schéma Directeur d'Urbanisme approuvé le 30 juin 1994. Elles sont progressivement reprises dans les annexes sanitaires des Plans Locaux d'Urbanisme et sont appliquées lors de toute nouvelle construction (SIBA, 2005 et 2007 ; SMN de la Gironde, 2004).

Jusqu'à présent, la pollution des eaux du Bassin par les hydrocarbures issus des eaux pluviales a été limitée. Mais dans le contexte actuel d'urbanisation et de densification du bâti, la pression supplémentaire menace de porter atteinte à la qualité du réseau.

Compte tenu de la configuration des réseaux d'assainissement des eaux usées du Bassin d'Arcachon, des pollutions ponctuelles peuvent apparaître dans le Bassin notamment lors d'orage violent (dysfonctionnement des réseaux pluviaux et la submersion des ouvrages d'assainissement eaux usées). Les possibilités d'entrée dans le Bassin du panache du wharf de La Salie (**figure n°7**) existent, sous certaines conditions de vent et de marée. Cependant, l'impact du rejet de la Salie, que ce soit dans les secteurs proches ou éloignés, apparaît limité du fait du très important effet de dilution dans les eaux océaniques. Actuellement, les analyses pratiquées sur les coquillages du Banc d'Arguin indiquent qu'il n'y a pas de contamination bactérienne des huîtres élevées sur ce site (Mr Capdeville, communication personnelle ; IFREMER, 2007b ; Popovsky. et Pautrizel, 2005 ; SMN de la Gironde, 2004).



Figure n7 : Wharf de la Salie et panache du rejet - Situation de début de montant (coef. 102) et de vent faible de Sud-est à Est (photo STU, 27 août 1988, IFREMER, 2007b).

3 LE NAUTISME

Traditionnellement, le nautisme est l'activité de loisir dominante du Bassin d'Arcachon. La navigation de plaisance, actuellement largement associée au tourisme sur le Bassin, a pris son essor depuis les années 60 et n'a cessé d'augmenter depuis, d'une part grâce à la sécurité du plan d'eau par rapport à sa taille, d'autre part parce que le Bassin est proche de l'agglomération bordelaise et attire ainsi sa population.

En matière de plaisance, le Bassin d'Arcachon représente 18 ports intra-Bassin, dont les plus significatifs en termes de capacité sont ceux d'Arcachon (2600 anneaux) et de la Vigne sur la presqu'île du Cap Ferret (300 anneaux) ; ces deux ports comptent la moitié des bateaux de plaisance immatriculés en Aquitaine. L'activité pêche, quant à elle, est en recul sur tout le littoral. Le seul port de pêche sur le Bassin est celui d'Arcachon. Il compte 62 navires de pêche et arrive au 2^{ème} rang aquitain derrière le port de Saint Jean de Luz. Sa flottille est axée sur la petite pêche et la pêche côtière, mais aussi sur la pêche intra-Bassin (coques, palourdes, seiches,...). A cette activité s'ajoute l'ostréiculture et ses 420 chalands et embarcations ([Auby et Maurer, 2004](#) ; [Mr Courgeon, communication personnelle](#)).

Les pollutions liées à la présence de navires sur le plan d'eau sont principalement de trois ordres à savoir les peintures anti-salissures qui libèrent du cuivre, du tributylétain (TBT) et différents biocides, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) nécessaires au fonctionnement des moteurs de bateaux et les micro-organismes issus de la vie à bord des bateaux (déchets ménagers et assimilés). D'autres pollutions comme le nettoyage quotidien des embarcations (utilisation de détergents pour nettoyer le cockpit et le pont) représentent une part mineure comparativement aux autres activités. Les bateaux naviguant à l'intérieur du Bassin d'Arcachon ont l'impact le plus direct en matière de pollution chimique des eaux du Bassin ([SMN de la Gironde, 2004](#)).

3.1 UTILISATION DES PEINTURES ANTI-SALISSURES

Les organismes aquatiques (micro-algues et coquillages) ont tendance à se fixer sur les coques des bateaux. Cela entraîne différents inconvénients, notamment la perte de vitesse par frottement des bateaux, et par-là même des surcoûts en consommation de carburants et des problèmes de corrosion qui endommagent les carènes. Pour remédier à ces problèmes, les coques sont enduites de peintures anti-salissures érodables ou à matrice dure servant à prévenir l'installation de ces micro-organismes. Ces peintures sont utilisées sur la plupart des bateaux, qu'ils soient professionnels ou de plaisance, à l'exception des bacs ostréicoles en aluminium qui ne nécessitent pas l'emploi de ce type de produit. A l'heure actuelle, il n'existe pas d'alternative à l'utilisation des peintures anti-salissures pour protéger les carènes des micro-organismes.

La France a été précurseur en matière de réglementation des peintures anti-salissures, puisqu'elle est le premier Etat Européen à avoir interdit l'utilisation du TBT sur les coques des bateaux de moins de 25 mètres. Le TBT est absorbé ou bioconcentré par ces mollusques. L'usage de sels de tributylétain qui a conduit à des dépôts dans les sédiments, en particulier portuaires, reste une préoccupation pour l'ostréiculture du fait de la mobilisation de cette molécule à l'occasion des travaux de dragage des chenaux, du nettoyage du domaine public maritime (DPM) ou de désenvasement des ports.

Suite au retrait du TBT, les fabricants des peintures se sont tournés vers les dérivés du cuivre et vers d'autres algicides puissants. Le diuron était une des substances les plus utilisées à la fin des années 90 : ce produit étant aujourd'hui classé dangereux pour les organismes aquatiques, l'utilisation de préparation contenant le diuron comme seule substance active est interdite depuis 2003. Selon les chiffres livrés par les plus gros distributeurs de peintures sur le Bassin d'Arcachon et les données des industries de fabrication, les substances actives les plus employées par les navigateurs, qu'ils soient professionnels ou plaisanciers, sont en 2005 :

- Pour les métaux : l'oxyde cuivreux, l'oxyde de zinc et le zinc pyrithione,
- Pour les pesticides : le colophane, le dichlofluanid et le chlorothalonil.

En matière de pesticides, le dichlofluanid et le chlorothalonil, molécules très toxiques pour la faune aquatique, sont des substances très peu solubles et qui ont tendance à s'absorber sur les particules : ces deux pesticides n'ont donc jamais été retrouvés dans les eaux du Bassin.

Les eaux du Bassin d'Arcachon peuvent être contaminées par les peintures par le biais de deux phénomènes : la mobilisation des sédiments contaminés lors des opérations de dragage d'une part, et la pollution directe des eaux par l'activité de carénage d'autre part (Auby et Maurer, 2004 ; Laulhère, 2006).

3.2 HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)

La navigation peut être à l'origine de la pollution en HAP du Bassin du fait des effluents issus du fonctionnement des moteurs et de la manipulation des carburants lors de l'avitaillement. Les HAP, et notamment le fluoranthène, sont en partie d'origine pyrolytique (combustion des essences). Les substances hydrocarbures aromatiques polycycliques entrant dans la composition des carburants pour les moteurs de bateaux sont principalement les pyrènes et les fluoranthènes, et, dans une moindre mesure, les benzo(e)pyrènes, les benzo(b,k,j)fluoranthènes, les chrysènes, les méthylphénanthrènes sur les sites portuaires, puis les naphthalènes, les phénanthrènes, et les benzo(g,h,i)pérylènes. De façon générale, la famille chimique des composés aromatiques regroupe les hydrocarbures les plus toxiques pour l'environnement (toxicité aiguë, effet mutagène).

La réglementation en matière de limitation de la pollution causée par les substances hydrocarbures touche essentiellement les navires de commerce. Cette législation s'adresse aux bateaux circulant en mer et la gestion des effluents d'hydrocarbures des autres bateaux n'est donc pas encadrée. En revanche, au niveau de la mise sur le marché, les moteurs sont soumis à une procédure d'homologation. L'Union Européenne fixe des normes d'émission pour les moteurs à combustion interne. La combustion complète de l'essence ou de gazole avec de l'oxygène pur ne produirait que du dioxyde de carbone, de la vapeur d'eau et de l'énergie.

Cependant, dans la réalité, il est impossible de brûler complètement les carburants et il y a donc toujours quelques émissions de carburant imbrûlé ou partiellement brûlé ainsi que des oxydes d'azote.

La plaisance représentait, en 2002, 35% des quantités de carburant consommées, contre 65% par les professionnels ; en 2005, la plaisance est passée à 50% du tonnage global. Ainsi, il apparaît que la plaisance participe d'avantage à l'évolution du milieu que la profession (Laulhère, 2006).

3.3 POLLUTION MICROBIOLOGIQUE

Les activités liées au littoral, et la plaisance notamment, peuvent induire une dégradation microbiologique des eaux en raison du déversement des eaux noires des bateaux. Dans un objectif de protection de l'environnement, l'activité maritime est donc réglementée par de nombreux textes juridiques. Cette législation s'exprime par des exigences d'ordre général. Le code de l'environnement interdit notamment à quiconque de déverser ou laisser s'écouler dans les eaux des substances nuisibles à la santé de la faune et de la flore (article L216-6 en vigueur depuis le 1^{er} janvier 2006) (Laulhère, 2006 ; Monfort, 2006).

4 LUTTE CONTRE LES NUISIBLES

La lutte contre les nuisibles du Bassin d'Arcachon comprend notamment la démoustication et la lutte contre les termites.

4.1 LUTTE CONTRE LES MOUSTIQUES

Ancienne zone de marécages, le triangle sableux des Landes de Gascogne, dont fait partie le Bassin d'Arcachon, était une zone propice au développement des moustiques. Au XIX^{ème} siècle, la politique de plantation et de drainage des Landes conduite par Napoléon III met fin à l'envahissement de ces insectes. Aujourd'hui, seuls certains sites sont infestés par les moustiques ; il s'agit essentiellement des zones humides constituées par les anciens réservoirs à poissons du Bassin d'Arcachon (domaine de Certes, Malprat) et le delta de la Leyre. Autour du Bassin d'Arcachon, cinq espèces de moustiques *Culicidae* sont largement dominantes. Il s'agit d'espèces du genre *Aedes*, parmi lesquelles dominent les halophiles (dont la larve se développe dans l'eau salée ou saumâtre). Chez ce genre, la ponte a lieu dans une zone asséchée et l'éclosion de l'œuf se produit lorsque le substrat est inondé.

Pour lutter contre l'invasion de ces insectes, pouvant devenir un véritable fléau en zone littorale urbaine et touristique, des traitements sont réalisés par l'Entente Interdépartementale pour la Démoustication (EID) Atlantique sur les zones humides concernées et sur les secteurs à haute fréquentation du public. Depuis 1982 pour la côte Nord-ouest et 1986 pour le côté Sud, l'EID pratique l'épandage de matières actives insecticides qui peut présenter un risque de contamination pour les eaux du Bassin.

L'unité Bassin d'Arcachon de l'EID Atlantique conjugue deux actions. Elle effectue la lutte en zone marécageuse par des traitements préventifs systématiques sur gîtes larvaires, empêchant ainsi la transformation des larves en moustiques (technique méditerranéenne). Afin de protéger ponctuellement les habitations par des traitements contre les moustiques adultes lorsque les traitements sur larves n'ont pas été totalement efficaces, la lutte en milieu urbain est réalisée chez les particuliers (Auby et Maurer, 2004 ; Laulhère, 2006).

4.1.1 DEMOUSTICATION EN ZONE MARECAGEUSE

L'EID intervient sur les zones humides à chaque éclosion (de janvier à octobre), soit lors de grosses marées, soit lors de fortes précipitations. La proximité des élevages conchylicoles et de zones faunistiques protégées rend obligatoire un traitement extrêmement ciblé et ponctuel basé sur la lutte anti-larvaire. Les traitements préventifs de ces zones sensibles du point de vue environnemental (zones humides) se font donc par voie terrestre avec des pulvérisateurs à dos. Cette lutte anti-larvaire est respectueuse du milieu puisqu'elle s'effectue sur les seuls gîtes préalablement prospectés par les agents. Cependant, certaines zones inaccessibles peuvent être traitées par voie aérienne, entraînant une pollution plus diffuse.

Le produit utilisé est à base de téméphos qui ne présente pas de risque pour les organismes aquatiques (il est classé dangereux pour les abeilles et autres insectes pollinisateurs seulement). La surface traitée développée varie d'une année sur l'autre, en fonction du nombre de traitements, lui-même conditionné par les épisodes de remise en eau des marais. En moyenne, l'EID traite cinq fois par an 269 hectares, ce qui correspond à une quantité de matière active épandue d'environ 150 kg. A partir de 2007, le téméphos va être remplacé par le Bacille de Thuringe, une bactérie pathogène des insectes. Il s'agit d'un moyen de lutte biologique (biopesticide) n'ayant aucun effet néfaste sur les milieux. De ce fait, la pression de la pollution liée aux traitements préventifs est à minimiser en fonction de ce contexte à venir.

Des travaux de lutte physique sont également effectués : le creusement des fossés, la remise en eau salée de marais à l'abandon et l'amélioration des circuits hydrauliques permettent également de supprimer les gîtes larvaires (Auby et Maurer, 2004 ; Laulhère, 2006).

4.1.2 DEMOUSTICATION EN MILIEU URBAIN

Les communes les plus touchées par le traitement chez les particuliers sont celles à proximité du delta de la Leyre et des anciens marais à poissons à l'Est du Bassin : il s'agit du Teich (25% des appels des administrés), Audenge (25%), Biganos (20%), Gujan-Mestras (15%) et Lanton (10%), les autres communes du Bassin représentant 5% des appels.

La démoustication en milieu urbain concerne une multitude de petits gîtes dans lesquels l'eau de pluie ou de mer est susceptible de stagner (fosses d'aisance, bidons de recueil d'eau dans les jardins potagers...). Les épandages se font avec un pulvérisateur à dos d'avril à septembre pour environ 100 interventions par an chez les particuliers.

Le produit utilisé lors de ces interventions est à base de deltaméthrine qui est classé dangereux pour les organismes aquatiques. Mais à l'heure actuelle, parmi les produits efficaces sur les moustiques adultes, il est le moins toxique d'un point de vue environnemental. La lutte en milieu urbain présente un risque de pollution chimique pouvant porter atteinte aux écosystèmes du Bassin, même s'ils ne représentent qu'une petite part de l'activité de démoustication (moins de 1% des traitements réalisés) ([Auby et Maurer, 2004](#) ; [Laulhère, 2006](#)).

4.2 LUTTE CONTRE LES TERMITES

Face à la résurgence des termites dans de nombreuses régions françaises, notamment côtières et le fort taux d'urbanisation sur le Bassin d'Arcachon, les traitements préventifs et curatifs contre ces insectes sociaux sont en pleine expansion. Sur ce territoire, trois communes présentent un niveau d'infestation fort (Arcachon, La Teste de Buch et Andernos-les-bains), l'ensemble des autres communes un niveau moyen.

Les entreprises de détermitage interviennent dans trois circonstances :

- Sur des terrains non bâtis,
- En préventif, sur des terrains destinés à recevoir une construction,
- En préventif et en curatif sur les constructions,

Le premier cas de figure n'induit pas de risque de pollution puisque la technique adoptée est celle des pièges contenant des appâts insecticides, qui n'impliquent pas le déversement de produit chimique dans le milieu. Cette technique de piège peut également être utilisée en traitement curatif des constructions.

En revanche, les deux autres interventions peuvent faire l'objet d'un épandage de produit insecticide sous forme liquide sur toute la surface du sol (avant le coulage de la dalle de béton ou autour de l'habitation) et entraîner ainsi une contamination des eaux (par ruissellement et/ou érosion). Le produit insecticide le plus utilisé lors de ces épandages est le chlorpyrifos-éthyl, dont des doses importantes sont injectées dans le sol. Cette molécule présente une écotoxicité importante vis-à-vis de certains organismes aquatiques (notamment pour les mollusques bivalves). [Laulhère \(2006\)](#) estime que 9250kg de cette substance seraient épandus chaque année sur les bords du Bassin si cette molécule était la seule utilisée pour les traitements.

Le second produit le plus utilisé est à base de fipronil ; classé dangereux pour l'environnement, ce produit est interdit depuis le 24 juillet 2006 puisqu'il présente des risques trop importants pour la santé humaine.

Pour le cas des traitements en pré-construction, il existe deux autres méthodes (barrières physico-chimiques ou uniquement physique) qui n'impliquent pas de déversement de produit insecticide sous forme liquide dans le sol ([Auby et Maurer, 2004](#) ; [Laulhère, 2006](#)).

Ces sources de contamination sont responsables de la qualité des eaux du Bassin d'Arcachon présentée dans le **chapitre n°2**.

ANNEXE N°9 : HISTORIQUE DES ARRETES PREFECTORAUX INTERDISANT PUIS AUTORISANT LA PECHE, LE RAMASSAGE, LE TRANSPORT, L'EXPEDITION ET LA VENTE DES COQUILLAGES DU BASSIN D'ARCACHON AINSI QUE LES ELEMENTS DECLENCHEURS ASSOCIES A CES DECISIONS.

(AFSSA, 2006b ; Belin, 2004 ; Mr Courgeon, communication personnelle ; Préfecture de la Gironde, 2007b)

Année	Période	Coquillages	Date de fermeture	Date de réouverture	Durée de fermeture	Éléments déclencheurs
1993	Février	Moules	06/02/1993	17/02/1993	11 jours	Toxicité atypique
1994	Janvier - Février	Tous les coquillages	14/01/1994	28/01/1994	14 jours	Toxicité atypique La toxicité serait due à une toxine de type PSP sans présence de phytoplancton.
		Moules	28/01/1994	25/02/1994	28 jours	
1995	Juin – Juillet - Août	Tous les coquillages sauf les huîtres	30/06/1995	13/07/1995	7 jours	Toxine DSP
		Tous les coquillages sauf les huîtres et les palourdes	13/07/1995	21/07/1995	7 jours	
		Moules	21/07/1995	08/08/1995	18 jours	
2000	Juin 2000	Moules	01/06/2000	?	?	Toxine DSP
2002	Décembre 2002 / Janvier 2003	Moules	12/12/2002	30/01/2003	50 jours	Toxine DSP
		Tous les coquillages	04/01/2003	16/01/2003	12 jours	Naufrage du pétrolier le Prestige
2003	Mai	Moules	02/05/2003	14/05/2003	12 jours	
2004	Juin - Juillet	Moules	24/06/2004	13/07/2004	20 jours	
2005	Mai	Huîtres	05/05/2005	02/06/2005	28 jours	Toxicité atypique et présence de toxines spirolides dans les eaux du Bassin d'Arcachon
		Moules	05/05/2005	19/08/2005	74 jours	
		Palourdes	05/05/2005	04/06/2005	30 jours	

Année	Période	Coquillages	Date de fermeture	Date de réouverture	Durée de fermeture	Éléments déclencheurs
2006	Mai	Moules	05/05/2006	24/05/2006	12 jours	Toxicité atypique
		Huîtres	12/05/2006	24/05/2006	19 jours	
	Juin	Moules	01/06/2006	15/06/2006	14 jours	
	Août - Septembre	Moules du Banc d'Arguin	21/08/2006	15/09/2006	25 jours	Toxicité atypique Suspicion de deux décès liés à la consommation d'huîtres du Bassin d'Arcachon (les décès n'étaient pas dûs à la consommation de coquillages)
		Moules du Bassin d'Arcachon	25/08/2006	15/09/2006	21 jours	
		Huîtres du Banc d'Arguin	21/08/2006	14/09/2006	24 jours	
		Huîtres du Bassin d'Arcachon	31/08/2006	14/09/2006	15 jours	
2007	Mars	Moules	15/03/2007	30/03/2007	15 jours	Présence de Dinophysis
	Avril	Huîtres du Banc d'Arguin	29/03/2007	13/04/2007	15 jours	
	Mai	Moules	19/04/07	05/05/2007	16 jours	

ANNEXE N°10 : LISTE ET COORDONNEES DES ORGANISMES CONTACTES LORS DE LA REDACTION DE CE MEMOIRE.

<u>Organisme</u>	<u>Adresses</u>	<u>Contact</u>	<u>Fonction</u>	<u>E-mail</u>	<u>Téléphone</u>	<u>Fax</u>
Conseil Général de la Gironde	Esplanade Charles de Gaulle 33074 Bordeaux Cedex www.cg33.fr/	Mr AUDY		o.audy@cg33.fr	05 56 99 33 33	
Direction Départementale des Affaires Maritimes (DDAM) à Arcachon	Service des cultures marines 194, bd de la Plage 33120 Arcachon	Mr COURGEON	Chef du service	laurent.courgeon@equipement.gouv.fr DDAM.Gironde@equipement.gouv.fr	05 57 52 57 00	05 57 52 57 19
		Mme DEBORT	Chef de bureau			
		Mr MAYER	Volet Maritime			
		Mr NAVARRO				
IFREMER	Arcachon: Laboratoire Environnement et Ressources (LER) Quai du Commandant Silhouette 33120 Arcachon www.ifremer.fr/	Mr DRENO	Chef de station	jpdreno@ifremer.fr	05 57 72 29 80	05 57 72 29 99
		Mme AUBY	Adjointe au chef de station Hydrologie, Ecologie	iauby@ifremer.fr		
	Bouin: Laboratoire génétique et pathologie Polder des Champs 85230 Bouin www.ifremer.fr/	Mr HAURE		joel.haure@ifremer.fr	02 51 68 77 80 02 51 68 89 46 (bureau)	02 51 49 34 12
	La Rochelle: Laboratoire Ressources halieutiques Place du Séminaire BP 7 17137 L'Houmeau www.ifremer.fr/	Mr HUSSENOT	Hydrobiologiste	Jerome.Hussenot@ifremer.fr	05 46 50 94 40	05 46 50 06 50
	La Tremblade: Laboratoire Environnement Ressources des Pertuis Charentais Ronce-les-Bains BP 133 17390 La Tremblade www.ifremer.fr/	Mr LE MOINE	Responsable	olivier.le.moine@ifremer.fr	05 46 76 26 10 (standard) 05 46 76 26 21 (bureau)	05 46 76 26 11

<u>Organisme</u>	<u>Adresses</u>	<u>Contact</u>	<u>Fonction</u>	<u>E-mail</u>	<u>Téléphone</u>	<u>Fax</u>
Institut de la Filtration et des Techniques Séparatives (IFTS)	Rue Marcel Pagnol 47510 Foulayronnes <i>www.ifts-sls.com/</i>	Mr PEUCHOT	Directeur	christophe.peuchot@ifts-sls.com	05 53 95 83 94	05 53 95 66 95
		Mme SIRVAIN	Ingénieur Conseil	marie.sirvain@ifts-sls.com		
Mission Interservice de l'Eau (MISE) DDAF de la Gironde	Cité administrative 2 rue Jules Ferry BP 50 33090 Bordeaux Cedex			mise.ddaf33@agriculture.gouv.fr	05 57 57 76 23	05 56 24 83 36
Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon (SIBA) Siège	16, allée Corrigan 33120 Arcachon <i>www.siba-arcachon.fr</i>		Service Hygiène et Sécurité	administration@siba-bassin-arcachon.fr	05 57 52 74 74	05 57 52 74 75
Service Intercommunal d'Hygiène et de Santé	20, allées de Boissière BP12 33980 Audenge <i>www.siba-arcachon.fr</i>	Mr CAPDEVILLE	Directeur Service Hygiène et Santé	service.hygiene@siba-bassin-arcachon.fr	05 57 76 23 23	05 56 26 92 01
Section Régionale Conchyliculture (SRC)	15 rue de la Barbotière BP53 33470 Gujan Mestras <i>www.huitres-arcachon-capferret.com/</i>	Mr DRUART	Président	srcarcachon@yahoo.fr	05 57 73 08 43	05 57 53 02 48
		Mr MAUVIOT	Directeur			

ANNEXE N°11 : CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU POUR LA SURVIE DES COQUILLAGES.

Outre des caractéristiques sanitaires, l'eau d'approvisionnement des bassins dégorgeoirs doit présenter des caractéristiques physico-chimiques nécessaires à la survie des coquillages. Ces paramètres sont ceux intervenant dans les fonctions physiologiques des mollusques à savoir la turbidité, la salinité, la température et la teneur en oxygène dissout. A ces paramètres généraux des bassins de finition, s'ajoutent les paramètres de dégradation de la matière organique du fait du recyclage de l'eau en circuit fermé : l'hydrogène sulfuré, les résidus ammoniacaux, et le système « gaz carbonique ».

Les interactions des divers éléments sont des phénomènes complexes où il est difficile de différencier l'influence réelle de chaque facteur pris isolément. Cependant, par facilité d'étude, chaque élément sera traité individuellement.

1 TURBIDITE ET MATIERE EN SUSPENSION

L'eau de mer ne constitue pas un milieu optiquement pur. Sa turbidité, extrêmement variable dans l'espace et dans le temps, dépend de la quantité de matières en suspension (MES) qui peuvent être à la fois des éléments vivants et des éléments détritiques organiques et minéraux.

Dans les bassins dégorgeoirs, l'immersion d'huîtres dans une eau turbide entraîne la clarification de cette dernière par l'activité de pompage et de filtration des mollusques. Les mouvements brusques d'ouverture et de fermeture des valves ont pour but d'évacuer l'excès de matières retenues par les branchies, empêchant l'engorgement de l'appareil. Ainsi, une turbidité excessive, par le colmatage du filtre branchial, diminue l'activité de filtration et gêne l'accomplissement des fonctions de nutrition et de respiration. Elle est responsable, en certains cas, du « chambrage » des coquillages, dépréciant la valeur commerciale des huîtres.

De plus, les micro-organismes étant adsorbés sur les particules en suspension, le dégorgement des huîtres dans une eau turbide, donc chargée en micro-organismes, entraîne la contamination des coquillages. Ceci justifie l'utilisation de système de décontamination de l'eau lorsque l'eau utilisée dans les bassins dégorgeoirs est turbide, ce qui est le cas pour les eaux classées B du pourtour du Bassin d'Arcachon. Ces équipements assurent l'élimination des déjections de coquillages, des dépôts naturels et des salissures, des produits génitaux (ponte), animaux, végétaux ... qui contribuent à la contamination des coquillages mais également à l'augmentation de la consommation en oxygène (DEL, 1992b ; Marteil, 1974 ; Petit, 1986 ; SIBA, 2006).

2 TEMPERATURE

La température est l'un des phénomènes les plus facilement perceptibles et mesurables. Elle peut influencer d'autres paramètres de l'environnement, directement (tel l'oxygène dissout) ou indirectement (augmentation de la production d'ammoniaque) et intervenir sur l'état physiologique et donc sur la vitesse de pompage, le transit intestinal et l'émission de fécès par l'animal.

Bien qu'eurythermes (tolérant un large intervalle de température), les mollusques supportent difficilement les larges variations de température. Une température excessive (supérieure à 22°C) ou trop froide (inférieure à 14°C) peut entraîner des altérations irréversibles de la qualité de l'huître. Ainsi, d'une façon générale l'action des basses températures entraîne un ralentissement de l'ensemble des fonctions physiologiques des mollusques pouvant aller jusqu'à l'arrêt complet et à la mort en cas de gel prolongé. De plus, des variations positives ou négatives, de 2 à 4°C créent en période de gamétogenèse (en été), même en milieu naturel, le choc nécessaire à une ponte massive chez l'huître creuse. Les émissions les plus importantes surviennent entre 18 et 20°C. Ce phénomène en bassin de finition impose une vidange immédiate du bassin, la semence des huîtres se dégradant très rapidement et entraînant des effluves nauséabondes et la mort par asphyxie des coquillages (augmentation de la demande en oxygène de la matière organique) (Auby *et al.*, 2007 ; Le Saux et Pommeguy, 2003 ; Marteil, 1974 ; Popovsky et Pautrizel, 2005 ; SIBA, 2006).

3 SALINITE

La caractéristique principale de l'eau de mer est de contenir des sels dissouts et donc d'être salée. La salinité correspond au poids en grammes, sous vide, des éléments solides obtenus à partir de 1 kg d'eau de mer après évaporation et chauffage à 480°C jusqu'à poids constant.

Les huîtres sont des mollusques euryhalins : elles supportent de larges variations de salinité. Cependant, il est important de conserver dans les bassins dégorgeoirs une salinité proche de celle observée dans le milieu marin (de 20 à 35 g/l) pour ne pas perturber l'équilibre osmotique des huîtres.

Des valeurs de salinité peuvent être maintenues stables essentiellement par addition d'eau douce pour compenser l'augmentation de la salinité due à l'évaporation, ou de sels alimentaires pour pallier à la diminution de salinité lors du douçain (Popovsky et Pautrizel, 2005 ; Le Saux et Pommeguy, 2003 ; Marteil, 1974 ; Montfort, 2006).

4 GAZ DISSOUTS DANS L'EAU

Tous les gaz atmosphériques sont présents dans l'eau de mer grâce aux échanges qui s'effectuent entre l'interface eau-air, mais ils n'ont pas la même densité, la même stabilité, la même importance pour les êtres vivants. Les incidences les plus grandes sur la vie des mollusques et leur culture en circuit fermé sont observées pour l'oxygène, l'hydrogène sulfuré et le « système gaz carbonique ».

4.1 OXYGENE DISSOUT

La concentration en oxygène dissout est la résultante d'actions de facteurs antagonistes mettant en jeu des processus physiques, chimiques et biologiques. Certains facteurs contribuent à augmenter la teneur des eaux en oxygène dissout : le renouvellement des surfaces de contact avec l'air atmosphérique, comme l'action des vents et des courants, les réactions biochimiques intervenant dans la photosynthèse. Les plantes vertes et les organismes constituant le phytoplancton peuvent même provoquer une légère sursaturation des eaux de surface. D'autres facteurs contribuent à diminuer la teneur des eaux en oxygène : les phénomènes de respiration des animaux et végétaux marins et les processus d'ordre chimique, comme les oxydations des sulfures de fer ou de manganèse et des matières organiques en suspension, ou biologiques comme les réactions enzymatiques et l'action bactérienne.

Sur les côtes françaises, la teneur des eaux marines en oxygène est suffisante pour assurer la vie des huîtres élevées. Le taux initial en oxygène est d'autant plus important qu'il diminue fortement (renouvellement limité) dans les milieux clos comme les bassins de finition. En effet, des déséquilibres peuvent survenir localement, dans les bassins dégorgeoirs, pour des raisons diverses telles que les conditions atmosphériques, la fréquence de renouvellement de l'eau, une augmentation exceptionnelle du matériel organique ou la surpopulation éventuelle du bassin. De plus, la consommation d'oxygène évolue positivement avec la température : pour les huîtres creuses, elle double lorsque la température s'élève de 16 à 28°C, et triple lorsqu'elle passe de 10 à 28°C. Dans ces conditions, la couverture des besoins qui peut être assurée à 15°C risque de ne plus l'être à 20°C.

L'huître peut, sous des conditions moyennes de température et de salinité, survivre une quinzaine de jours dans un milieu confiné sans possibilité de réoxygénation, grâce à sa faculté de clore ses valves lorsque les conditions deviennent défavorables sous condition de non dégradation du matériel organique ni accumulation de substances toxiques (hydrogène sulfuré, par exemple). Cependant, cette privation d'oxygène entraîne des phénomènes irréversibles tels que l'engorgement des branchies et les attaques d'animaux divers qui provoquent rapidement la mort du mollusque. En pratique, les bivalves sont menacés dès que le pourcentage de saturation en oxygène dissout reste constamment au-dessous de 70% (DEL, 1991 ; Marteil, 1974).

4.2 HYDROGENE SULFURE

Dans les conditions écologiques normales, le soufre, sous forme de sulfures provenant de la décomposition de la matière organique, est oxydé en sulfate par des bactéries sulfo-oxydantes. Cette activité est normalement contre-balançée par celles des bactéries sulfato-réductrices.

Par suite de conditions écologiques particulières, notamment lors de la décomposition de matière organique en milieu clos (comme dans les bassins de finition), l'hydrogène sulfuré peut s'accumuler déterminant ainsi des conditions anaérobies toxiques pour la plupart des êtres vivants. La présence plus ou moins importante dans l'eau d'hydrogène sulfuré (H_2S) se traduit par une raréfaction de l'oxygène dissout pouvant aller, dans les cas extrêmes, jusqu'à une anaérobiose totale et la mort des coquillages (Marteil, 1974).

4.3 « SYSTEME » GAZ CARBONIQUE ET PH

L'eau de mer contient du gaz carbonique sous diverses formes qui constituent le « système » gaz carbonique. Le CO_2 est présent sous forme d'ions carbonates et bicarbonates, de molécules non dissociées de CO_2 et d'acide carbonique qui sont, à chaque instant, en équilibre les uns avec les autres et avec les ions hydrogène du milieu. La teneur en « CO_2 total » de certaines eaux varie, de 40 à 50mg de CO_2/l , mais, comme pour l'oxygène et les autres gaz, la pression partielle du système carbonique dans les eaux est sous la dépendance de facteurs abiotiques. Elle augmente avec la température, la salinité, la précipitation du carbonate de calcium mais aussi avec la respiration de tous les organismes marins. Inversement, elle diminue avec la température, la salinité, la solubilisation du $CaCO_3$ et avec l'activité photosynthétique.

En bassin de finition, milieu confiné, une accumulation de CO_2 peut être observée modifiant le pH de l'eau. La toxicité du CO_2 par lui-même commence dès 9 mg/l à pH 5 (contre 20 mg/l à 6,0 et 100 mg/l au-dessus de pH 7,0). Un abaissement du pH par accumulation de CO_2 exerce un effet prononcé sur le taux de consommation d'oxygène par les huîtres : pour un pH de 6,5 à 25°C, la consommation est réduite à 60% de la normale. Ainsi, pour conserver les huîtres dans de bonnes conditions, le pH de l'eau de mer ne doit pas être inférieur à 7. Des remontées brutales de pH du fait de la présence de plantes qui consomment le CO_2 (photosynthèse le jour) peuvent également entraîner des intoxications à l'ammoniaque.

Dans les secteurs conchylicoles français, les valeurs de pH fluctuent entre 7 et 8,5 mais se maintiennent, en moyenne, entre 8 et 8,3.

Les variations des valeurs du pH peuvent être tamponnées par addition de cailloux calcaires, par exemple, dans un circuit fermé. Néanmoins, comme ces variations indiquent un changement des conditions du milieu, les causes de ce changement doivent être recherchées (Marteil, 1974 ; Petit, 1986).

5 RESIDUS AMMONIACAUX

La présence d'ammoniaque dans les bassins de finition est principalement due au catabolisme des protéines animales. L'ammoniaque (NH_4-OH) se présente dans l'eau sous forme d'ion ammonium (NH_4^+) ou de gaz dissout (NH_3), la dernière forme étant la plus toxique. L'ammoniaque oxydée produit des nitrates ($N-NO_2$) et des nitrites ($N-NO_3$) également toxiques pour les coquillages (Petit, 1986).

ANNEXE N°12 : GRILLE D'AUDIT DES ETABLISSEMENTS OSTREICOLES DU BASSIN D'ARCACHON UTILISANT UN CIRCUIT FERME.

Pour des facilités de lecture de cette grille, les établissements ostréicoles ont été classés comme suit : ceux utilisant un écumeur, puis ceux utilisant une désinfection aux UV (à l'exception des établissements disposant d'un écumeur) et les autres établissements n'entrant pas dans les premières catégories.

1 ETABLISSEMENTS DISPOSANT D'UN ECUMEUR

<u>Date de visite:</u>	02/07/2007	02/07/2007	12/07/2007	09/07/2007	09/07/2007	09/07/2007	
<u>Nom de l'entreprise:</u>	ARISCON	CODIMER	DRUART	BERGEROT	LE GUIEL	HIRIBARN	
<u>Contact:</u>	Mr ARISCON	Mr TOURNESSI	Mme DRUART	Mr BERGEROT	Mr LE GUIEL	Mr HIRIBARN	
Données Administratives	<u>Commune Port</u>	Port de Meyran EST	Port de Larros		Lège Cap Ferret		
	<u>Jetée</u>	Je tée Est	Digue Est		Village du Phare	l'Herbe	33-236-033
	<u>N°Agrément sanitaire</u>	33-199-007	33-199-171	33-199-0 04	33-236-021	33-236-035	DPM
	<u>Etablissement: DPM ou privé?</u>	DPM	DPM	DPM	DPM	DPM	OUI/NON
	<u>Utilisation en circuit fermé</u>	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	
	<u>Raisons</u>	Pour fonctionner en période de fermeture avec des huîtres de l'extérieur				Pour dégustation, ne pas être fermé juillet et août	
	<u>Protocole?</u>	NON	OUI	OUI	NON	OUI	NON
	<u>Raisons</u>	Difficulté de fonctionnement pour un roulement sur 11 jours			Coût des analyses; encore avec l'idée de l'ancien protocole: une analyse d'eau et de coquillage en cas de fermeture ==> attention, ne suffira pas!		Pour dégustation, ne pas être fermé juillet et août
<u>Commentaires</u>		15 - 16 employés, jusqu'à 20 en été			Beaucoup de perte avec le circuit fermé sur TC de l'eau ==> refroidisseur		
Commercialisation	<u>Commercialisation annuelle (tonnes d'huîtres)</u>	100	<100 tonnes	50 tonnes (à vérifier)	30 tonnes	12 tonnes	>150 Tonnes
	<u>3 mois de plus forte vente</u>	Juin -Juillet - Août		Janvier - Novembre - Décembre	Juillet - Août -Décembre	Juillet - Août -Décembre	Juillet -Août - Décembre
	<u>Vente de ces 3 mois (tonnes)</u>	60 soit 60%			50%	50%	40%
	<u>Mois arrêt de commercialisation</u>	Aucun		Aucun	15 jours	Aucun	Aucun
Circuits de commercialisation	<u>GMS</u>	OUI (1 seule)	NON	OUI (Carrefour + Champion)	NON	NON	NON
	<u>Vente au détail (à la cabane)</u>	OUI (un peu)	OUI	OUI (peu)	OUI	OUI	OUI
	<u>Dégustation</u>	NON	NON	NON	NON	OUI	OUI
	<u>Autre (préciser)</u>	NON	Vente en gros vers d'autres expéditeurs	Restaurateurs + en gros	Restaurateurs l'été + point de vente à Bordeaux	Marché, Restaurateurs	Vente en gros à un intermédiaire de GMS + Restaurateur
Origine des Coquillages	<u>Huîtres</u>	OUI (huîtres creuses que du Bassin d'Arcachon)	OUI (huîtres creuses du Bassin d'Arcachon, Bretagne, Espagne, Irlande)	OUI (que huîtres creuses que du Bassin d'Arcachon: du naissain jusqu'à l'expédition; parcs en Normandie pour demi-élevage puis >3 mois sur le BA)	OUI (que huîtres creuses que du Bassin d'Arcachon: du naissain jusqu'à l'expédition)	OUI (que huîtres creuses que du Bassin d'Arcachon: du naissain jusqu'à l'expédition)	OUI (huîtres creuses du Bassin d'Arcachon: du naissain jusqu'à l'expédition + autres origines)
	<u>Moules</u>	NON	OUI (revente)	NON	OUI (que du Bassin d'Arcachon)	NON	NON
	<u>Coques</u>	NON	OUI (revente)	NON	NON	NON	NON
	<u>Palourdes</u>	OUI (peu)	OUI (revente)	NON	NON	OUI (peu)	NON
	<u>Autre</u>	NON	OUI (Bigorneaux, bulot, crabe, tourteau)	NON	NON	NON	Crevettes, bulot ==> société de négoce

	Nom de l'entreprise:	ARISCON	CODIMER	DRUART	BERGEROT	LE GUIEL	HIRIBARN
Bassin de réserve	Domianialité	Public	DPM	3/4 privé et 1/4 DPM	NON	NON	NON
	Nombre	1	1	1			
	Individuelle / collective (nombre)	Individuelle	Individuelle	Collective (8-9)			
	Présence de ponton	NON	NON	OUI			
	Présence de coquillage	NON	NON	OUI stockage			
	Surface (m2)	15X15 + 225 (A VERIFIER)					
	Profondeur (3)	1m (A VERIFIER)					
	Volume d'eau mini (m3)		5 000				
	Volume d'eau maxi (m3)		10 000				
	Structure des digues	Terre	Terre				
	Hauteur des digues(m)						
	Mode d'étanchéité	Aucun	OUI (exeptrisé) Clapet anti-retour				
	Réserve submersible à la marée		NON				
	Alimentation en eau	Gravitaire	Pompage				
	Dispositif d'alimentation gravitaire	Clapet et bombe d'entrée d'eau	NON				
	Point de captage enfoui	OUI					
	Diamètre du tuyau d'alimentation (mm)						
	Nombre de marée pour remplir la réserve		NON				
	Position de la station de pompage	NON	Terre plein				
	Pompage automatique		NON				
	Volume d'eau pompée (m3)		débit: 100m3/h				
Durée de pompage pour remplir le bassin							
Station de pompage submersible	NON						
Coefficient: gravitaire ==> pompage	NON						
Durée de l'utilisation de l'eau de réserve (j)							
Commentaires			Idée d'un compteur horaire (disque heure entrée et sortie eau) ==> devis	Changement de l'eau si sale			
Bassins de production)	Domianialité	Public	ATTENTION: ICI BASSINS DE RESERVE D'EAU		NON	NON	NON
	Nombre	1	2				
	Présence de ponton	NON	NON				
	Surface (m2)	6x12=72	9				
	Profondeur (m)	1	1,8				
	Volume (m3)		16,2				
	Structure des digues	Plaque béton					
	Hauteur des digues(m)						
	Mode d'étanchéité	Plaque béton					
	Bassin submersible à la marée	NON	NON				
	Alimentation en eau	Gravitaire et Pompage	1 par pompage et l'autre en gravitaire en com avec le premier				
	Dispositif d'alimentation gravitaire	Clapet	Aucun				
	Point de captage enfoui						
	Diamètre du tuyau d'alimentation (mm)						
	Nombre d'heures pour remplir le bassin						
	Position de la station de pompage		Terre plein				
	Pompage automatique		OUI				
	Volume d'eau pompée (m3)						
	Durée de pompage pour remplir le bassin (h)						
	Station de pompage submersible						
Coefficient: gravitaire ==> pompage							
Durée de l'utilisation de l'eau de réserve (j)							
Lavage / vidange		Vidange tous les 3 mois et lavage tous les 1,5 mois					
Eau en circuit fermé	OUI	OUI (rajout tous les 1 à 2 mois)					

Nom de l'entreprise:		ARISCON	CODIMER	DRUART	BERGEROT	LE GUIEL	HIRIBARN
Lavage	Origine eau	Forage	Eau douce ou du circuit de traitement de l'eau ==> perte d'eau	Eau de forage	Eau du bassin d'Arcachon (chenal) + eau forage	Eau du bassin d'Arcachon (chenal)	Eau du bassin d'Arcachon
	Fréquence	Avant et après bassin de finition		Avant et après bassin de finition	Avant et après bassin de finition	Avant bassin de stockage, en attente validation (dégorgement dans ce premier bassin)	Avant et après bassin de finition
	Mode de lavage	Laveur automatique	Manuel et laveur automatique	Autolaveur	Autolaveur		Laveur automatique
	Remarques sur le forage		2 forages non utilisés mais en cours de réflexion pour une utilisation future	Utilisation pour le lavage	Forage depuis 2005 à 12m, pas d'odeur ni de rouille (T=15,2°C, pH=7,49, salinité=536mg/l)	Présence d'un forage mais très faible salinité (8 pour mille); étude par le CG à 10m (pas assez profond)	NON
	Etude BRGM?	OUI		OUI	OUI		
	Durée d'utilisation de l'eau par jour	2 à 5h		Au max, toute la journée et 7/7 soit par jours 10h	3 heures/jour	Dépend des quantités	> 4 heures
	Débit d'eau (m3/h)						
	Jours réguliers de lavage			NON	NON	NON	NON
	Exutoire des eaux de lavage			Port	Bassin d'Arcachon	Bassin d'Arcachon	Bassin d'Arcachon
	Commentaire		Forage ==> éviter les pertes d'eau	Type machine Laveur SA MULOT	Pourquoi ne pas utiliser l'eau des forage dans les bassins de finition alors qu'ils le font à Leucate?		
Caractéristiques des bassins de finition	Nombre	2 indépendants	7	3 mais surtout 1 est utilisé	1	3 (un de stockage et un en circuit fermé)	1
	Présence d'un ponton	NON	NON	NON	NON	NON	OUI
	Possibilité d'entrée d'eau pluviale	OUI si vent de travers mais couverts	NON (surélevé)	NON (surélevé)	NON (surélevé+toit)	NON (surélevé)	NON (surélevé)
	Stockage max de coquillage (kg)	3-4 tonnes par bassin (à Noël) et 800kg/1tonne (en été)	7 bassins non indépendants sauf 2 qui peuvent être mis séparément si besoin purification (mais perte de l'eau)	2,4 tonnes soit 15 tonnes en tout (dimensionnement EMYG)	3 tonnes	5 tonnes max mais jamais au delà de 2-3 tonnes	
	Durée max de stockage des coquillages (jours)	Hivers: 8 jours / Été: 4-5 jours		6 mois au max mais les huîtres tournent sur 1 semaine car pas de nourriture	4 semaines	1 mois (car après, amaigrissement)	8
	Largeur pour chaque bassin (m)	6	3	3	5	5,5	8
	Longueur pour chaque bassin (m)	12	6	10	10	11	1,2
	Profondeur pour chaque bassin (m)	1	0,6	1,5	1	0,8 (peu jusqu'à 1m)	64
	Surface (ou chaque bassin (m ²))	72	18	30	50	60,5	76,8
	Volume pour chaque bassin (m ³)	72	10,8	45	50	48,4 à 60,5	Parpain crépiné
	Structure des parois	Parpain crépiné	Ciment	Plaque béton	Parpain crépiné	Parpain crépiné	Semi-enterré
	Enterrement	OUI	NON	NON	Semi-enterré	Semi-enterré	0,3
	Hauteur des parois (m)		0,6	1,5m	0,5	0,5	Parpain crépiné
	Mode d'étanchéité	Parpain crépiné		Plaque béton	Parpain crépiné	Parpain crépiné	NON
	Submersible à la marée	NON	NON	NON	NON	NON	NON
	Couverture	OUI (toit)	OUI (TOIT)	OUI (toit)	OUI (toit + murs)	OUI (toit + rideaux)	Envisage la couverture du bassin + séparation en deux bassin
Commentaires			Les bassins ne sont pas indépendants ==> un Skim pour 90 m3!!				

Nom de l'entreprise		ARISCON	CODIMER	DRUART	BERGEROT	LE GUIEL	HIRIBARN
Caractéristiques de l'eau	Origine	Réserve d'eau	Issues des bassins de réserve d'eau après traitement	Eau de la maline	Eau du bassin d'Arcachon (prise d'eau à 50m en zone A)	Eau du bassin d'Arcachon (en zone B)	Eau du bassin d'Arcachon (en zone B)
	Fréquence de remplissage des bassins	1,5 - 2 mois + compléments parfois (évaporation)	Tous les 1 ,5 mois	Tous les 2 mois (préconisation EMYG)	2 fois par an (EMYG préconise 3 fois par an)	depuis le 27/05 (mais possibilité vidange de l'eau du bassin vers le bassin de stockage pour laver le bassin)	Tous les jours (max 10 jours en période de crise)
	Fréquence lavage des bassins		Tous les 1 ,5 mois	A la vidange	A chaque vidange	A chaque vidange (carcher + séchage + rinçage)	A chaque vidange (séchage + rinçage)
	Gravitaire	OUI	NON	NON	NON	NON	NON
	Dispositif d'alimentation	Clapet					
	Point de captage enfoui						
	Point de captage: relevé GPS						
	Diamètre du tuyau d'alimentation (mm)						
	Nombre de marée pour alimenter le Bassin de finition						
	Par pompage	OUI	OUI			OUI	OUI
	Nombre de pompe (total)	1	2 pompes de relevage: avant et après le SKIM	1	1	1	1
	Nombre de pompe par bassin	1		1	1	1	1
	Marque			<i>non visible</i>	<i>non visible</i>	<i>non visible</i>	<i>non visible</i>
	Fourisseur						
	Type						
	Puissance						
	Station submersible		NON	NON	NON	NON	NON
	Position de la station de pompage		Terre plein	Terre plein	Terre plein	Terre plein	Terre plein
	Pompage automatique		NON				
	Volume d'eau pompée par pompage (m3)						
	Débit de pompages de la pompe L/min						
	Durée pompage de chaque bassin (h)						
							Du vendredi au dimanche, en période de fermeture: 100 - 200m3M/ semaine sinon, 50m3/jour
							20 minutes
	Alimentation mixte (gravitaire + pompage)	OUI	NON	NON	NON	NON	NON
	Proportion						
Coefficient de marée gravitaire ==> pompage							
Nombre de bassin où entrent les eaux pluviales							
Emploi d'eau salée de forage	NON	OUI	OUI pour lavage	NON	NON	NON	
Commentaires						Eaux du bassins sans beaucoup de plancton: et pas de nourriture avec UV ==> pollution eaux sales car les huîtres ne grandissent pas même sur les parcs (étude IFREMER?)	

Nom de l'entreprise		ARISCON	CODIMER	DRUART	BERGEROT	LE GUIEL	HIRIBARN	
Equipements					Depuis juin 2005			
<i>Dispositif de filtration des MES</i>		NON	NON	NON	NON	NON	NON	
Inconvénients					Changement du sable tous les 6 mois ==> coût + mauvaise utilisation des équipements		Envisage l'utilisation d'un filtre + UV avec une prise d'eau en profondeur plutôt qu'en surface	
Dispositif de séparation par flottation	Type de dispositif	SKIM	SKIM	SKIM	SKIM	PROP&IN	PROP&IN	
	Date début d'utilisation	Depuis 7 ans			juin-05	juin-06	juin-06	
	Emplacement du dispositif de flottation	Dans le bassin de finition mais non fixe (mobile pour les autres bassins)	Dans le bassin un bassin, réserve d'eau, isolé de la maline en communication gravitaire avec un autre bassin de stockage d'eau	Dans le bassin		Dans le bassin	Hors du bassin	Hors du bassin
	Marque	EMYG	EMYG	EMYG	EMYG	Josselin Pompes	Josselin Pompes	
	Fournisseur	EMYG	EMYG	EMYG	EMYG	Josselin Pompes	Josselin Pompes	
	Type	Skim	Skim	Skim (1 seule taille)	Skim (1 seule taille)	PROP&IN	PROP&IN	
	Débit d'eau (m³/h)		100m3/h de brassage					
	Volume d'eau ds le séparateur (m³)							
	Mode de formation de bulle							
	Fréquence de lavage	15 jours / 3 semaines	15 jours / 3 semaines	1 fois par semaine à 3 fois selon quantité	1 fois par semaine, 15 minutes (préconisation EMYG)			
	Fréquence de maintenance	Emyg: 1 fois par an	Emyg: 1 fois par an	Soiété Bertrand; idem Bergerot	Contrat avec EMYG, changement joint, roulement, huile moteur et anode, 1 fois par an (changement anode tous les ans, vérification moteur tous les 2 ans)	Aucune ==> pb avec Josselin Pompes	Aucune	
	Fréquence utilisation			en continu, saturation en O2 permanente (mais préconisation EMYG: 23h/24)	2 fois 2 heures de coupures dans la journée, selon quantité d'huître dans le bassin (données expérimentales d'Emyg); lors du remplissage, utilisation pendant 1h avant immersion des coquillages			
	Prix à l'achat	10 000 euros	12 000 euros	10000 euros	11000 euros	12 000 euros tout installé (skim + cher 18000)	10 000 euros tout installé	
	Prix de fonctionnement (maintenance...)			Coût électricité	2kW/h , ensemble de la cabane 100 euros /mois			
	Rejets, écume	Vers une vidange	Vers une vidange	Dans un conteneur et vers un centre d'enfouissement technique	Vers le Bassin d'Arcachon	Vers le Bassin d'Arcachon	Vers le Bassin d'Arcachon (très peu: 3L/jour)	
	Commentaires	Ecumeur de Josselin Pompes: moins performant que le SKIM	Adriatic Sea: aussi un écumeur mais beaucoup plus grand et plus complet	Le skim doit être utilisé une heure à chaque remplissage avant immersion des coquillages	Le skim n'a qu'une seule taille			
Avantages		Diminution de la température de l'eau		Elimination jusqu'à 0,038 µm avec le skim				
Inconvénients						Prise d'eau en surface plutôt qu'en profondeur, moins bonne circulation et pas filktration de tout le volume d'eau		

Nom de l'entreprise		ARISCON	CODIMER	DRUART	BERGEROT	LE GUIEL	HIRIBARN
Dispositif de désinfection de l'eau	Type de dispositif	NON mais l'écumage serait susceptible d'assurer la désinfection (non prouvé scientifiquement actuellement)	NON mais l'écumage serait susceptible d'assurer la désinfection (non prouvé scientifiquement actuellement)	NON mais l'écumage serait susceptible d'assurer la désinfection (non prouvé scientifiquement actuellement)	NON mais l'écumage serait susceptible d'assurer la désinfection (non prouvé scientifiquement actuellement)	Lampes UV	Lampes UV
	Date début d'utilisation					juin-06	depuis 1 mois
	Emplacement du dispositif de désinfection					Dans le bassin directement	Dans la pompe de circulation, en sortie de l'écumeur
	Marque					<i>non visible</i>	<i>non visible</i>
	Fournisseur						
	Type						
	Référence						
	Nombre de dispositif						
	Puissance (kW)					1 tube	
	Contrôle					Pas de maintenance pb Josselin Pompes	
	Dose UV / Quantité d'ozone / chlore libérée					<i>non visible</i>	
	Fréquence changement					?	Pour l'instant, aucune
	Fréquence utilisation					En continu	En continu
	Débit d'eau devant chaque dispositif (m³/h)						<i>non visible</i>
	Prix à l'achat						
	Prix de fonctionnement (maintenance...)						
Commentaires		Dans d'autres bassins pour d'autres coquillages: filtre à sable + UV + refroidisseur					
Avantages						Qualité de l'eau meilleure	
Inconvénients				Ne sert à rien car élimination de la nourriture pour les huîtres			
Dispositif de refroidissement de l'eau	Type de dispositif	NON	Intension d'un refroidisseur avec de l'eau douce: tuyau dans bassin	NON	NON	NON mais en cours de réflexion	NON mais en cours de réflexion
	Date début d'utilisation		2007				
	Emplacement du dispositif de réfrigération		tuyau dans bassin				
	Marque						
	Fournisseur						
	Type						
	Nombre						
	Nombre de jets						
	Débit de chaque jet (m³/h)						
	Surface échangeur (m²)						
	Fluide réfrigérant						
	Débit d'eau dans l'échangeur						
	Débit de fluide réfrigérant						
	Puissance de la pompe à chaleur (kW)						
	Prix à l'achat						
	Prix de fonctionnement (maintenance...)						
Fréquence utilisation							
Commentaires			Non préconisé par EMYG pour une température comprise entre 10 et 20°C	Emyg préconise l'utilisation d'un aérateur de type SPLASH de surface (non utilisé lors de la visite) pour permettre le maintien de la température entre 10 et 18°C ==> régulation thermique			
Avantages		Avoir une température < à 17°C pour optimiser l'oxygénation	Eau parfois trop chaude				

Nom de l'entreprise		ARISCON	CODIMER	DRUART	BERGEROT	LE GUIEL	HIRIBARN	
Pompes supplémentaires: circulation	Type de dispositif	NON	NON	Pompes pour circulation de l'eau	Pompe de circulation	Pompe de circulation d'eau, spéciale eau de mer ==> pompe du système	NON	
	Date début d'utilisation				juin-05	juin-06		
	Nombre de pompes			1 pour chaque bassin	1	1		
	Emplacement des pompes			Dans les bassins, pompe immergée	Dans le bassin	Dans un conteneur près du bassin		
	Utilité			Assurer la circulation des débris autre que les coquilles pour une bonne épuration de l'eau	Circulation de l'eau: fonctionnement 1 heure toutes les heures (programmation)	Circulation de l'eau: débit		
	Marque							
	Fournisseur							
	Type					<i>non visible</i>		<i>non visible</i>
	Puissance W							
	Tour /min							
Prix à l'achat								
Prix au fonctionnement								
Avantages			Assurer la circulation des débris autre que les coquilles pour une bonne épuration de l'eau					
Inconvénients								
Oxygénateur	Type de dispositif	SPLASH + VENTURIE lors du pompage	Oxygénateur système venturi + avec le débit d'eau	Par le skim	NON	2 Venturi + par le débit d'eau (chute de 40cm)	Venturi avec pompe circulation	
	Date début d'utilisation	6 mois				juin-06		
	Nombre d'oxygénateur		1/bassin			3	2	
	Emplacement des oxygénateurs		Dans les bassins de finition			Dans le bassin de finition	Dans le bassin de finition	
	Marque	EMYG	EMYG					
	Fournisseur	EMYG				<i>non visible</i>	<i>non visible</i>	
	Type	SPLASH	Force 7					
	Fréquence utilisation						Que la nuit, 12 heures car la journée, pas besoin d'O2 (photosynthèse) et soleil chauffant l'eau ==> circulation d'une eau chaude	
	Prix à l'achat		1500 euros pour Force 7					
	Commentaires		Dans d'autres bassins pour d'autres coquillages: pompes immergées (FORCE 7) et oxygénateur avec jets (flobulle) ==> sur toute l'exploitation, 5000 euros d'électricité / mois			Avec le Skim, pour un taux d'oxygène dissout compris entre 80 et 110% ==> programmation 20h/24		
Avantages	Brasse d'avantage l'eau qu'une pompe immergée ==>meilleure tenue des huîtres					Température de l'eau à 15-16°C (casse si température supérieure à 20°C)		
Inconvénients	Certifiée pour diminuer la T°C de l'eau mais au mieux, il y a une diminution de 2°C							

Nom de l'entreprise		ARISCON	CODIMER	DRUART	BERGEROT	LE GUIEL	HIRIBARN
Suivi de la qualité de l'eau	Instruments de mesures utilisés	AUCUN	Sonde à température + Commande d'un oxymètre (300 à 740 euros)	Thermomètre, salinité (comprise entre 20 et 35mg/l) , O2 dissous (entre 80 et 110%)	Thermomètre + salinité (densimètre fourni par Emyg°)	Non	Sonde à O2, salinité et température (mesure 3 fois par jour)
	Fréquence de prise d'eau	Eau de la maline + du vivier (2 fois par an)	Tous les mois (Eurofins)				
	Enregistrement de la qualité de l'eau + durée de stockage						
	Analyses réalisées						
	Bactério		OUI				
Autre		Cellule dinophysis					
Commentaires généraux					Depuis 1 an, utilisation de l'eau du forage dans le bassin pas de problème (eau douce, faiblement salée) pas de pb de salinité lorsque la salinité du bassin augmente. Utilisation d'une eau douce préconisée par Emyg (ORIGINE?) pour ajuster la salinité entre 20 et 35g/l	Travail seul	Attention, les chocs thermiques chaud vers froid sont moins problématique que les chocs thermiques froid vers chaud

2 ETABLISSEMENTS DISPOSANT D'UNE DESINFECTION AUX UV (HORMIS CEUX DISPOSANT D'UN ECUMEUR)

Date de visite:	4/05/2007 et 27/06/2007	28/07/2007 et 2/07/2007	11/05/2007 et 3/07/2007	03/07/2007	04/07/2007	09/07/2007	
Nom de l'entreprise:	SCEA ALOIR DELARUE	BARCESSAT	SCEA CABANE 301	DIJON	JALADE	BOUET	
Contact:	Messieurs ALOIR et DELARUE	Mme MAHERAULT (employée)	Melle CASTILLO	Mr DIJON	Employés	Mr BOUET	
Données Administratives	Commune Port	Port de La Teste	Port de Larros		Port de la Hume	Port d'Andernos	Lège Cap Ferret
	Jetée	L'aiguillon	Larros Ouest	Digue centrale			Grand Piquey
	N°Agrément sanitaire	33-529-015	33-199-121	33-199-048	33-199-073	33-005-021	33-236-078
	Etablissement: DPM ou privé?	DPM	DPM	DPM		Commune	DPM
	Utilisation en circuit fermé	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI depuis 3 ans	OUI
	Raisons	Avoir de l'eau propre en période de fermeture	Plus vendeur (vitrine du magasin), Pas de perte ni de casse	Site privilégiée pour le tourisme, vente locale; ouverture de la cabane avec Easy trait coq	Praticité (éviter la navette entre l'établissement et les bassins de finition présent sur un autre port avec maine) + huître fraîche pour le consommateur	Vendre quand il y a fermeture + huîtres à portée de main	Salinité non modifiée de l'eau
	Protocole?	NON	OUI	OUI	OUI	OUI	
	Raisons	En période de fermeture, achat d'huîtres d'autres bassins de production ==> pas très vendeur (clientèle locale, plus de vente au détail que de dégustation)				Vendre quand il y a fermeture	
Commentaires							
Commercialisation	Commercialisation annuelle (tonnes d'huîtres)	60-70		15	30-40	40 tonnes	20 tonnes
	3 mois de plus forte vente	Mai (1/2 détail + 1/2 dégustation) - Aout (surtout dégustation) - Décembre (surtout vente au détail)	Novembre - Décembre	Août - Septembre - Décembre	Mai - Aout - Décembre	Juillet - Aout - Décembre	Janvier - Novembre - Décembre
	Vente de ces 3 mois (tonnes)			9 (soit 60%)		25 tonnes	50%
	Mois arrêt de commercialisation	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun
Circuits de commercialisation	GMS	NON	NON	NON	NON	NON	NON
	Vente au détail (à la cabane)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
	Dégustation	OUI (du 15/06 au 15/09)	OUI	OUI	OUI	NON	OUI (15%)
	Autre (préciser)	Quelques restaurants et quelques poissonniers (au Pyla, mais bientôt arrêt)	NON	NON	Restaurateurs, 1 GMS (Champion) en direct sans passer par une centrale d'achat	Restaurateurs / Marchés	Restaurateurs
Origine des Coquillages	Huîtres	Pas de naissain / Huîtres du BA ou Irlande (peu) / Petites huîtres à reparquer (Bretagne)	OUI (que huîtres creuses que du Bassin d'Arcachon)	OUI (que huîtres creuses que du Bassin d'Arcachon: achat du naissain, jusqu'à l'expédition)	OUI (que huîtres creuses que du Bassin d'Arcachon: du naissain jusqu'à l'expédition)	Oui (production à partir des huîtres de demi élevage)	OUI (que huîtres creuses que du Bassin d'Arcachon: du naissain jusqu'à l'expédition)
	Moules	NON	NON	NON	OUI (Achat, revente, bouchot, Espagne)	OUI (revente)	NON
	Coques	NON	NON	NON	NON	NON	NON
	Palourdes	NON	NON	NON	OUI (Achat, revente, Bretagne)	OUI (revente)	NON
	Autre	NON	NON	NON	OUI (Achat, revente, Clams, Amandes)	OUI (Clams, amandes, poissons, homards, langouste)	NON

Nom de l'entreprise:		SCEA ALOIR DELARUE	BARCESSAT	SCEA CABANE 301	DIJON	JALADE	BOUET	
Bassin de réserve	Domianialité		3/4 privé et 1/4 DPM			Communal		
	Nombre		1			1		
	Individuelle / collective (nbre)		Collective			Collective		
	Présence de ponton		OUI			NON		
	Présence de coquillage		NON			NON		
	Surface (m2)					200		
	Profondeur (3)					3		
	Volume d'eau mini (m3)							
	Volume d'eau maxi (m3)					600		
	Structure des digues					Terre		
	Hauteur des digues (m)							
	Mode d'étanchéité							
	Réserve submersible à la marée					NON		
	Alimentation en eau					Pompage		
	Dispositif d'alimentation gravitaire	NON			NON	NON	NON	
	Point de captage enfoui							
	Diamètre du tuyau d'alimentation (mm)							
	Nombre de marée pour remplir la réserve					NON		
	Position de la station de pompage					Terre plein		
	Pompage automatique					NON		
Volume d'eau pompée (m3)								
Durée de pompage pour remplir le bassin de réserve (h)								
Station de pompage submersible					NON			
Coefficient: gravitaire ==> pompage					NON			
Durée de l'utilisation de l'eau de réserve (jours)								
Commentaires								
<i>Bassins de production</i>		NON	NON	NON	NON	NON	NON	
Lavage	Origine eau	Forage	Eau de la réserve d'eau	Lavage au parc (Eau du large Zone A entre Motelle et Le Tes dans le chenal) et à la cabane (eau douce)	Forage	Eau de la maline (claire)	Eau du bassin d'Arcachon (chenal)	
	Fréquence	Après calibrage + Avant entrée dans bassin de finition + sortie du bassin de finition	Avant et après bassin de finition	Avant et après bassin de finition	Avant et après bassin de finition	1 à 2heures / semaines	Avant bassin de stockage, en attente validation (dégorgement dans ce premier bassin)	
	Mode de lavage	Laveur automatique		Laveur automatique (motopompe)		Laveur automatique	Laveur automatique	
	Remarques sur le forage	avec crépine / eau marron (oxyde de fer) odeur de soufre ==> but des recherches des études sans ses défauts Puits foré: eau pas trop salée, odeur H2S, eau douce potable à 17m (analyse)	à assurer que non mais étude BRGM		NON	1 analyse par an	NON	NON
	Etude BRGM?	Non	OUI		NON			
	Durée d'utilisation de l'eau / j			Dépend de la qualité: 1h	Très variable	1 à 2heures / semaines	Dépend des quantités	
	Débit d'eau (m3/h)	54 (assez important)						
	Jours réguliers de lavage	Tous les jours	NON		NON	NON	NON	
	Exutoire des eaux de lavage	Dans le chenal			Port	Tout à l'égout	Port	Bassin d'Arcachon
Commentaire						Pas de forage car très mauvaise odeur des forages voisins		

Nom de l'entreprise:		SCEA ALOIR DELARUE	BARCESSAT	SCEA CABANE 301	DIJON	JALADE	BOUET
Caractéristiques des bassins de finition	Nombre	2 bassins indépendants sauf la clim	2 (A=vitrine +1B à Mr POTET depuis 05/2007)	1 (3 compartiments non indépendants)	1	3	2 (un de stockage et un en circuit fermé)
	Présence d'un ponton	NON	NON pour le bassin A mais OUI pour le bassin B	NON	NON	OUI sur 1 (A)	NON
	Possibilité d'entrée d'eau pluviale	NON	NON (visite seulement de la vitrine)	NON (surélevé)	NON (surélevé)	NON (surélevé)	NON (surélevé)
	Stockage max de coquillage (kg)	2 Tonnes / bassins soit max de 5 Tonnes (mais jamais fait)	A = 500kg et B=800kg	Au max 800kg mais jamais au dessus de 600kg	2,5 tonnes	A =6 -7 tonnes B=400kg C=400kg	150 kg d'attente
		2		0,8	2,5	0,4	0,15
	Durée max de stockage des coquillages (jours)	5 jours maxi(été) et 5 semaines (hivers) sans changement de l'eau	Dépend de la vente: 1 à 2 mois au maxi	Max en période de fermeture: 1,5 mois; le plus souvent 3 semaines	15 jours en hivers et moins d'une semaine en été	1 semaine max car vente	3 semaines (interdit après, besoin roulement)
	Largeur pour chaque bassin (m)	2	A = 1 et B=10	1,2	2,5	A =7 B=1,2 C=1,2	5
	Longueur pour chaque bassin (m)	7	A = 4 et B=10	4,2	4	A = 10 B=1,6 C=1,6	5
	Profondeur pour chaque bassin (m)	1,1	A = 1 et B=1	0,7	1,7	A = 2 B=1 C=1	1,4
	Surface (our chaque bassin (m ²))	14	A = 4 et B=100	5,04	10	A = 70 B=2 C=2	25
	Volume pour chaque bassin (m ³)	15,4	A = 1800L et B=100 m3	3,528	17	A = 140 B=2 C=2	35
	Structure des parois	Parpaing crépiné	A =PVC et B=Parpaing crépiné	PVC	Parpaing crépiné	A = parpaing crépiné B=PVC C=PVC	Parpaing crépiné
	Enterrement	OUI	NON	NON	NON	OUI pour A mais NON pour B et C	enterré
	Hauteur des parois (m)		1m	1,2	1,7	Idem hauteur	
	Mode d'étanchéité	Enduit hydrofuge lisse	PVC et Parpaing crépiné	PVC	Parpaing crépiné	A = parpaing crépiné B=PVC C=PVC	Parpaing crépiné
	Submersible à la marée	NON	NON	NON	NON	NON	NON
	Couverture	OUI (toit): éviter pluies, Température, rayonnement UV	OUI (toit pour la vitrine) et NON pour B	OUI (toit)	OUI (toit)	NON pour A mais OUI (toit) pour B et C	NON
Commentaires						Envisager la couverture du bassin par création d'un nouveau bassin + grand	
Caractéristiques de l'eau	Origine	Chenal du port de La Teste(puits au large dans le chenal ==> pompage vers puits à terre ==> pompages vers bassins de finition): eau pas très bonne mais les puits assurent la décantation	A = Parc et B = réserve d'eau	Eau du large (conteneur, 2 cuves de 600l chacune en polyéthylène contact alimentaire, (Eau du large Zone A entre Motelle et Le Tes dans le chenal)	Eau du large (conteneur)	Eau de la maline (claire)	Eau du bassin d'Arcachon (en zone B)
	Fréquence de remplissage des bassins	conditionné par risque de fermeture: 1 fois tous les 15j / 3 semaines en été (T°C) et 2-3mois en hivers (conditionné par lavage des bassins) + complément car fuites du bouchon	A = 2 fois par an (B dépend)	1 fois tous les 3 mois (==> vider, nettoyer, sécher) ou plus souvent si beaucoup d'huîtres + vidange et remplissage partiel (compléter si évaporation)	Tous les 4 à 5 mois pendant le protocole; tous les 2 mois hors protocole	Des bassins B et C en circuits fermés: 6 mois (et A, une fois par semaine)	depuis 2 mois: dépendra de la température de l'eau mais envisager pr 6mois
	Fréquence lavage des bassins	1 fois par semaine		A chaque vidange		Des bassins B et C en circuits fermés: 1 fois par an (et A, une fois par semaine)	depuis 2 mois
	Gravitaire						
	Dispositif d'alimentation	NON		NON	NON	NON	NON
Point de captage enfoui							

Nom de l'entreprise:		SCEA ALOIR DELARUE	BARCESSAT	SCEA CABANE 301	DIJON	JALADE	BOUET
Caractéristiques de l'eau (suite)	Point de captage: relevé GPS						
	Diamètre du tuyau d'alimentation (mm)						
	Nombre de marée pour alimenter le Bassin de finition						
	Par pompage	OUI		Motopompe	Motopompe	OUI	OUI
	Nombre de pompe (total)	2		1	1	2 (une vers A et une vers B et C)	1
	Nombre de pompe par bassin	1		1	1	1	1
	Marque	ESPA LWA					
	Fournisseur	Arcelec					
	Type	SILEN 150					
	Puissance	1,6 kW					
	Station submersible	NON		NON	NON	NON	NON
	Position de la station de pompage	Terre plein				Terre plein	Terre plein
	Pompage automatique	NON		NON	NON	NON	
	Volume d'eau pompée par pompage (m3)	14		1000 L			
	Débit de pompages de la pompe L/min	150 - 425 mais utilisation 16m3/h					
	Durée pompage de chaque bassin (h)	2 (1h avant et après pleine mer ==> eau bcp plus claire)		30 min	2h	A =30 minutes à 2h (dépend de la hauteur de la meline) B et C: 1 heure par bassin	
	Alimentation mixte (gravitaire + pompage)						
	Proportion						
Coefficient de marée gravitaire ==> pompage	NON		NON	NON	NON	NON	
Nombre de bassin où entrent les eaux pluviales							
Emploi d'eau salée de forage	NON	NON	NON	NON	NON	NON	
Commentaires							
Equipements			VIV A COQ	Easy trait coq	Type traitement eau de piscine	Depuis fin 2006, sur 1 seul bassin (sauf refroidisseur et oxygénateur sur les 2 bassins en circuit fermé)	2500 euros l'ensemble
Dispositif de filtration des MES	Type de dispositif	Filtre à sable	Filtre laine de roche + charbon actif + filtre mousse	Filtre à cartouche + mousse (dégrilleur)	Filtre à sable type piscine	Filtre laine de verre + charbon	Filtre à sable type piscine
	Date début d'utilisation			2004	début 2004 (incendie) ==> fin 2004 (remplacé depuis)	Depuis fin 2006, sur 1 seul bassin	Depuis mi-avril 2007
	Nbre	2 (soit 1 par bassin)	1	3 filtre à cartouche (1 par compartiments) et 1 mousse dégrilleur	1	1	1
	Emplacement du filtre	Dans une station de traitement, hors des bassin	Dans une station de traitement, hors des bassin		Dans une station de traitement, hors des bassin	Dans un conteneur près du bassin	Dans un conteneur près du bassin
	Marque		GPI		Astralpool Cantabric	non visible	non visible

	Nom de l'entreprise	SCEA ALOIR DELARUE	BARCESSAT	SCEA CABANE 301	DIJON	JALADE	BOUET
Dispositif de filtration des MES (suite)	Fournisseur		GPI	Josselin Pompes			
	Type	Sable silice de filtration 0,4 / 60kg de sable par filtre	VIV A COQ modèle SLL-50				
	Débit d'eau (m³/h)	Celle de la pompe: 16m3/h	Air pump: 50L/min		14		
	Surface filtrante (m²)				0,29		
	Vitesse de filtration (m3/h/m2)				50		
	Poids du sable (kg)				150		
	Maille de toile (µm)						
	Taille grain sable (mm)	0,4			0,5 - 0,7		
	Pression (bar)		12,7kPa		2,5 kg/cm2		
	Contrôle	Manomètre			Contrat de maintenace: tous les 6 mois	Contrat maintenance: 1 fois par an	
	Fréquence de lavage	Rinçage des filtres à chaque remplissage pendant 1h		Du dégrilleur: 1 fois par semaine; les cartouches n'ont jamais été lavées en 2 ans	Tous les 2 à 3 jours		Contrelavage lorsque le manomètre en cours de filtration passe dans le orange
	Lavage eau ou lavage eau + air	Eau à contre courant à chaque remplissage (30 min)		Lavage du dégrilleur à l'eau douce	Eau du bassin de finition à contre courant		Eau du bassin
	Fréquence de changement	3 - 4 mois	2 fois par an	Jamais depuis 2 ans	Tous les 6 mois	1 fois par an	1 fois par an
	Fréquence utilisation	En continu	En continu	En continu		En continu	Que la nuit 22h30 à 7h30 (pas de brassage d'eau chaude): programmeur
Prix à l'achat	78 euros / 2 filtres	35 000 francs	Ensemble: 10 000 euros		Fait par un ami	2500 euros l'ensemble	
Prix de fonctionnement (maintenance...)		Peu d'électricité	Futur contrat de maintenance annuelle				
Commentaires							
Avantages		Pas de perte d'eau / moins de manutention / pas trop d'électricité					
Inconvénients			Pb de pollen même si en intérieur et filtration				
Dispositif de séparation par flottation	Dispositif de séparation par flottation	NON mais SKIM à l'essai	NON	NON	NON	NON	NON
	Avantages	Quand il pleut, l'eau trouble devient claire en 30 minutes + lorsque l'eau est chaude, pas de mousse; Skim et UV: même efficacité / qualité de la couleur de l'eau					
	Inconvénients	Très cher (12000 euros) et pas très solide / pb de suroxygénation				Prix et non efficacité sur bactério	
Dispositif de désinfection de l'eau	Type de dispositif	Lampe UV	Lampe UV	Lampes UV	Lampes UV	Lampes UV	Lampes UV
	Date début d'utilisation			2004	2004 (remplacées depuis)	Depuis fin 2006, sur 1 seul bassin	Depuis mi-avril 2007
	Emplacement du dispositif de désinfection	Dans une station de traitement, hors des bassin, après filtre		Dans une station de traitement, hors des bassin, avant filtre cartouche	Dans une station de traitement, hors des bassin, après filtre	Au dessus du bassin de finition	Dans un conteneur près du bassin
	Marque	Fabriqué par RIME SA					
	Fournisseur			Josselin Pompes			non visible
	Type	RUV3F n°série = 1358					UVeco25
	Référence	ALOIR &					non visible
	Nombre de dispositif	2 tubes de 3 lampes chacun		1 tube	3 lampes (1 lampe suffirait pour ce bassin)	1 tube et 1 lampe	1 tube et 3 lampes
Puissance (kW)							

	Nom de l'entreprise	SCEA ALOIR DELARUE	BARCESSAT	SCEA CABANE 301	DIJON	JALADE	BOUET
Dispositif de désinfection de l'eau (suite)	Contrôle	Voyant allumé / compteur d'heure			Contrat de maintenance: tous les 6 mois + Voyant allumé / compteur d'heure	Contrat maintenance: 1 fois par an	Pas de maintenance
	Dose UV	25 mJ/cm2 DO sur 1 cm = 90%				<i>non visible</i>	<i>non visible</i>
	Fréquence changement	> 7500 heures		Jamais depuis 2 ans	Toutes les 600heures	1 fois par an	?
	Fréquence utilisation	1 heure toutes les heures		En continu		En continu	Que la nuit minuit à 4h 4h/j (minuteur, programmeur)
	Débit d'eau devant chaque dispositif (m³/h)	celle de la pompe: Q maxi = 15 m3/h				Doit environ 0,25m/s pour bonne efficacité	22m3/h
	Prix à l'achat	75 euros x 6 lampes = 450 euros		Compris dans le prix de l'ensemble		Fait par un ami	2500 euros l'ensemble
	Prix de fonctionnement (maintenance...)	visite 1 fois par an (test visuel, nettoyage des quartzs)		Futur contrat de maintenance annuelle			
	Commentaires						
	Avantages	Skim et UV: même efficacité					
Inconvénients	Quand il pleut, l'eau trouble devient claire en 3 heures (long) + lorsque l'eau est assez chaude, avec les UV elle mousse + fragilité						
Dispositif de refroidissement de l'eau	Type de dispositif	Pompe à chaleur	Pompe à chaleur	Pompe à chaleur	Pompe à chaleur	Pompes à chaleur: 1 par bassin	NON mais en cours de réflexion
	Date début d'utilisation			2004	Début 2004 (non remplacée depuis)	Depuis fin 2006, sur 2 bassins	
	Emplacement du dispositif de réfrigération	Dans une station de traitement, hors des bassin, après filtre et UV	Dans une station de traitement, hors des bassin, à l'étage pour éviter le bruit	Dans une station de traitement, hors des bassin	Dans une station de traitement, hors des bassin, à l'extérieur pour éviter pb avec oxygénateur du fait de la chaleur générée	A l'étage (chaleur bruit)	
	Marque		LAE	PSA	TITANE	<i>non visible</i>	
	Fournisseur			Legnago Verona			
	Type	AQUACLM10/230/1/60	MTR 4	Climatiseur d'eau titane	OPTIPAC 3D		
	Nombre	1 pour bassin (chacun leur tour)		1	1		
	Nombre de jets						
	Débit de chaque jet (m³/h)						
	Surface échangeur (m²)						
	Fluide réfrigérant			Fluide G2: min -10°C et max 100°C	45°C à -10°C et P=20bar, 230V, 50Hz		
	Débit d'eau dans l'échangeur						
	Débit de fluide réfrigérant						
	Puissance de la pompe à chaleur (kW)				13,5		
	Prix à l'achat	8500 euros pour 5 ans				Fait par un ami	
Prix de fonctionnement (maintenance...)	Contrat de maintenance: 1 fois / an						
Fréquence utilisation	Alternance entre les bassins	En continue sauf en hivers (trop froid)					
Commentaires						Bassin de stockage refroidi en intérieur (celui en extérieur à un trop gros volume et pas protégé pour être refroidi)	
Avantages	Empêcher les huîtres de frayer dans les viviers; moins de mortalité	Refroidir l'eau à 15°C l'été et à 21-22°C l'hiver				Eau à 16-17°C; aucun pb de frai depuis installation sauf si arrêt réfrigération	
Inconvénients	Consommation de beaucoup d'électricité et forts investissements	Bruit			Pb de frai même avec le refroidisseur	Chaleur, bruit	

Nom de l'entreprise		SCEA ALOIR DELARUE	BARCESSAT	SCEA CABANE 301	DIJON	JALADE	BOUET
Pompes supplémentaires: circulation	Type de dispositif	NON	Pompe du système	Pompe du système	Pompe du système	NON	Pompe de circulation d'eau, spéciale eau de mer
	Date début d'utilisation			2005 mais changement en 2007	2004		Depuis mi-avril 2007
	Nombre de pompes			1	1		1
	Emplacement des pompes			Dans une station de traitement, hors des bassin, avant filtre et UV	Dans une station de traitement, hors des bassin, avant filtre et UV		Dans un conteneur près du bassin
	Utilité			Circulation dans le système de traitement mais pas pour dans bassin	Circulation dans le système de traitement mais pas pour dans bassin		Circulation de l'eau: débit: 14m3/h
	Marque			MULTI	HANNING ELEKTRO-WERKE		<i>non visible</i>
	Fournisseur			Initialement Josselin Pompe mais changement personnel			
	Type						
	Puissance W			6000 L, hauteur de refoulement: 3,5m	975		
	Tour /min				2830		
	Prix à l'achat						
	Prix au fonctionnement						
	Avantages						
Inconvénients							
Oxygénateur	Type de dispositif	Pompes immergées avec tube venturi	Avec le débit d'eau	Avec le débit d'eau réglable		Oxygénateur, pompes immergées: 1 par bassin	Par le débit d'eau
	Date début d'utilisation			2004		Depuis fin 2006, sur 2 bassins	
	Nombre d'oxygénateur	3 pour 2 bassin (1 par bassin)		1 par compartiment	1	1/bassin	
	Emplacement des oxygénateurs	Dans les bassins de finition			Dans une station de traitement, hors des bassin, avant filtre et UV	Dans les bassins de finition	
	Marque				MARTY COMPRESSEUR	<i>non visible</i>	
	Fournisseur						
	Type				HB 329		
	Fréquence utilisation	Quasiment permanente					
	Prix à l'achat	75-80 euros à l'achat				Fait par un ami	
	Commentaires						
Avantages	Air extérieur						
Inconvénients				Fait beaucoup de mousse dans le bassin			
Suivi de la qualité de l'eau	Instruments de mesures utilisés	AUCUN (Température sur pompe à chaleur)		Aucun (pas température ni O2)	Température, salinité (pas O2)	Thermostats sur réfrigérateur + contrôle salinité mais pas O2	Température (pas O2...)
	Fréquence de prise d'eau	Coquillage tous les deux mois mais pas eau		Autocontrôle + protocole		1 fois par mois + 2 fois par mois pour les coquillages + contrôle officiel	
	Enregistrement de la qualité de l'eau + durée de stockage						
	Analyses réalisées						
	Bactério						
Autre							

3 AUTRES ETABLISSEMENTS

Date de visite:	06/07/2007	12/07/2007	12/07/2007	07/07/2007	10/07/2007	10/07/2007	
Nom de l'entreprise:	SARL DUBOURDIEU BIDEGORRY	DUCOURAU	NOAILLES	DUBOURDIEU	DUFAU	CANALS	
Contact:	Mr DUBOURDIEU	Mr DUCOURAU	NOAILLES	Mr DUBOURDIEU	Mr et Mme DUFAU	Mr CANALS	
Données Administratives	Commune Port	Port du Canal		Port de la Barbotière			
	Jetée	Est		Ouest	Ouest	Digue Ouest	
	N°Agrément sanitaire	33-199-081	33-199-086	33-199-1 46	33-199-080	33-199-165	33-195-045
	Etablissement: DPM ou privé?	DPM	DPM	DPM	DPM	DPM	Privé
	Utilisation en circuit fermé	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
	Raisons		Facilité de travail (moins de manipulation, plus proche de la cabane), éviter les vols et condenser le travail	Pour refroidissement, éviter le lavage des coquillages si elles frayent dans la maline	Refroidissement		Pour se moderniser lors de l'achat de la cabane en 1994
	Protocole?	NON	NON	NON	NON	OUI	OUI
	Raisons		Pas possible sur un seul bassin et second bassin en extérieur (les huîtres ne tiennent pas l'hiver): (pb de casse sur 11 jours pour le protocole); trop compliqué, inapplicable		Vente		
Commentaires		intérêt du protocole: éviter la destruction des lots envoyés à Auchan lors d'un rappel produit			Demande de l'organisation, programmation (en avance pour papier registre)		
Commercialisation	Commercialisation annuelle (tonnes d'huîtres)	40 tonnes	120 tonnes	?	20 tonnes	20 tonnes	80 tonnes (attention: achat revente, pas production)
	3 mois de plus forte vente	Juillet - Aout - Décembre	Octobre - Novembre - Décembre (petit bassin en circuit fermé mois d'avril ==> octobre)	Mai - Juin - Décembre	Octobre - Novembre - Décembre	Novembre - Décembre - Janvier	Août - Novembre - Décembre
	Vente de ces 3 mois (tonnes)	20 tonnes	80 tonnes		10 tonnes	40% (dont 30% en décembre)	Tonnage régulier par mois sauf en décembre: 20%
	Mois arrêt de commercialisation	Aucun	Aucun	Septembre à décembre	Août parfois	Aucun	1 Mois
Circuits de commercialisation	GMS	OUI	OUI (Auchan)	NON	NON	NON	NON
	Vente au détail (à la cabane)	OUI	OUI (peu)	OUI (peu)	OUI	NON	NON
	Dégustation	OUI	NON	OUI (peu)	NON	NON	NON
	Autre (préciser)	Poissonniers / Restaurateurs	Marché, vente de naissain, peu de 18 mois	Marché, Restaurateurs, poissonneries	Poissonniers et vente en gros	Marché	Poissonniers (99%) et restaurateur
Origine des Coquillages	Huîtres	OUI (que huîtres creuses que du Bassin d'Arcachon: du naissain jusqu'à l'expédition)	OUI (que huîtres creuses que du Bassin d'Arcachon: du naissain jusqu'à l'expédition; achat huître de Bretagne puis >3 mois sur le BA)	OUI (que huîtres creuses que du Bassin d'Arcachon: du naissain jusqu'à l'expédition)	OUI (que huîtres creuses que du Bassin d'Arcachon: du naissain jusqu'à l'expédition)	OUI (que huîtres creuses que du Bassin d'Arcachon: du naissain jusqu'à l'expédition)	OUI huîtres creuses taille marchande du Bassin d'Arcachon: et de Normandie)
	Moules	NON	NON	NON	NON	NON	NON
	Coques	NON	NON	NON	NON	NON	NON
	Palourdes	NON	NON	NON	NON	NON	NON
	Autre	NON	NON	NON	NON	NON	NON

Nom de l'entreprise:		SARL DUBOURDIEU BIDEGORRY	DUCOURAU	NOAILLES	DUBOURDIEU	DUFAU	CANALS
Bassin de réserve	Domianialité	DPM	DPM	DPM (idem Dubourdieu)	DPM	DPM	3/4 privé et 1/4 DPM (idem Barcessat, idem Druart)
	Nombre	1	1	1	1	1	1
	Individuelle / collective (nombre)	Collective (à 7)	Collective (22 membres dont 7 actifs sur la maline)	Collective à 18	Collective à 18	11	Collective (8-9)
	Présence de ponton	OUI	NON	OUI	OUI	OUI	OUI
	Présence de coquillage	OUI (surtout pour Noël, stockage de coquillages trop gros volume) avec un tonnage max de 50 tonnes		OUI (surtout pour Noël, stockage de coquillages trop gros volume)	OUI (surtout pour Noël, stockage de coquillages trop gros volume) avec un tonnage max de 50 tonnes	OUI (stockage)	OUI mais peu et pas chez CANALS
	Surface (m2)	13*33 = 429		85*33= 2805	85*33= 2805	100x40=4000m2	
	Profondeur (3)	1,2		1,2	1,2	1,5m	
	Volume d'eau mini (m3)						
	Volume d'eau maxi (m3)	Volume total: 6682,5 m3 sans évaporation et Vaot=1336,5m3		3366	3366	6000m3	
	Structure des digues	Terre		Terre	Terre	Terre	
	Hauteur des digues (m)			3	3		
	Mode d'étanchéité	Clapet anti-retour et 2 écluses (possibilité de fermer la maline, idée cadenas ou sceller)	NON: fuite	Clapet anti-retour	Clapet anti-retour		
	Réserve submersible à la marée	NON	NON	NON	NON	NON	
	Alimentation en eau	Gravitaire et Pompage		Gravitaire et Pompage	Gravitaire et Pompage		
	Dispositif d'alimentation gravitaire	OUI sauf aux mortes eaux		OUI: clapet	OUI	OUI	
	Point de captage enfoui						
	Diamètre du tuyau d'alimentation (mm)						
	Nombre de marée pour remplir la réserve						
	Position de la station de pompage	Terre plein		Terre plein	Terre plein		
	Pompage automatique	NON		NON	NON		
Volume d'eau pompée (m3)							
Durée de pompage pour remplir le bassin de réserve (h)							
Station de pompage submersible	NON		NON	NON			
Coefficient: gravitaire ==> pompage	OUI lors des mortes eaux			OUI lors des mortes eaux	OUI lors des mortes eaux		
Durée de l'utilisation de l'eau de réserve (jours)			Pb de fuite + gravitaire ==> au max 12 heures				
Commentaires	Vidange lors des grosses marées; alimentation tous les 2 jours de nuit ==> décantation 12heures; selon V aot: utilisation possible si fermeture maline pdt 41 jours avec vidange tous les jours des bassins de finition						
Bassins de production	NON		NON	NON	NON	NON	NON

Nom de l'entreprise:		SARL DUBOURDIEU BIDEGORRY	DUCOURAU	NOAILLES	DUBOURDIEU	DUFAU	CANALS
Lavage	Origine eau	Eau de la maline	Généralement eau de la maline mais favoriser l'eau du forage l'été (T°C plus fraîche) et de la maline l'hiver pour les mêmes raisons	Eau de la maline	Eau de la maline, en général, ou du forage	Eau de la maline	Eau de la maline
	Fréquence	Avant et après bassin de finition	Au calibrage, avant (petit laveur) et après bassin de finition (pour petit bassin A mais seulement au calibrage et après bassin pour grand bassin B)	Avant et après bassin de finition	Avant et après bassin de finition	Avant entrée dans les bassins de finition (pas besoin après)	La plupart des huîtres sont achetées lavées mais lavage avant entrée dans les bassins de finition pour certaine et après bassin pour toutes
	Mode de lavage	Laveur automatique	Autolaveur	Autolaveur	Manuel et Laveur automatique	Autolaveur	Autolaveur
	Remarques sur le forage	NON	Utilisation pour le lavage: favoriser l'eau du forage l'été (température plus fraîche)	NON	1 forage utilisé pour lavage des huîtres (eau rejetée vers les ports)	Pas de forage actuellement mais en cours de réalisation + dossier pour autorisation d'utilisation pour le lavage et pour les bassins de finition	Forage non utilisé actuellement (pensé que interdit pour lavage ==> doit rappeler)
	Etude BRGM?		OUI		NON	NON	
	Durée d'utilisation de l'eau par jour	Au moins 1/2 heure		Dépend des quantité; hiver, tous les jours; été: 2x1/2 journée / semaine	4-5 heures	1H30 par semaine	Dépend, expédition tous les jours
	Débit d'eau (m3/h)						
	Jours réguliers de lavage	NON			NON	NON	NON
	Exutoire des eaux de lavage	Port	Port	Egout commun dans le chenal du port	Egout commun dans le chenal du port	Port	Port ?
	Commentaire						
Caractéristiques des bassins de finition	Nombre	3 bassins non indépendants	2 (A= à partir d'avril seul et B= à partir d'octobre)	2 non indépendants pour l'eau	1	3	5 identiques, indépendants ou non, mais dépendant pour circulation eau
	Présence d'un ponton	NON	NON	OUI	NON	NON	NON
	Possibilité d'entrée d'eau pluviale	NON	A= Petit bassin surélevé et toit; B =grand bassin enterré et pas couverture	NON (surélevé+toit)	NON (surélevé)	NON couverture + surélevé)	NON (surélevé)
	Stockage max de coquillage (kg)	6-8 tonnes	A = 2 tonnes et B = 25 tonnes	4 tonnes / bassin au max mais jamais fait	2 tonnes	5 tonnes dans les 3 bassins	2 tonnes par bassin
	Durée max de stockage des coquillages (jours)	3 jours	A = 1 semaine l'été (pb de casse sur 11jours), B= 15-20 jours l'hiver (avec aérateur et changement eau)	Au max 3-4 jours	3 semaines	En hiver: max 1 mois; en été max 2 semaines (fonctionnement en protocole)	Rotation d'une semaine et max 10-12 jours
	Largeur pour chaque bassin (m)	4	A = 2,5 et B=8	5	4	2 bassins à 3m; 1 bassin à moins	2,5
	Longueur pour chaque bassin (m)	8	A = 5 et B=15	7	6	2 bassins à 5m; 1 bassin à plus	6
	Profondeur pour chaque bassin (m)	1	A = 0,85 et B=1,6	1,5	0,9	1m	1
	Surface pour chaque bassin (m ²)	32	A =0,85 et B=120	35	24	15m2	15
	Volume pour chaque bassin (m ³)	32	A = 10 et B=192 m3	52,5	21,6	15m3	15
	Structure des parois	Parpaing crépiné	Parpaing crépiné	Parpaing crépiné	Parpaing crépiné	Ciment	Plaque béton
	Enterrement	NON	A =NON B=OUI	NON	NON	Semi-enterré	NON
	Hauteur des parois (m)	1	A+0,4	1,5	1	0,4m	1m
	Mode d'étanchéité	Parpaing crépiné	Parpaing crépiné	Parpaing crépiné	Parpaing crépiné	Ciment	Plaque béton
	Submersible à la marée	NON	NON	NON	NON	NON	NON
Couverture	OUI (toit avec isolation performante)	OUI (toit pour A) et NON pour B	OUI (toit)	OUI (toit)	OUI (toit°)	OUI (toit)	
Commentaires	Huîtres surélevées pour éviter le contact avec les dépôts et favoriser circulation de l'eau donc une bonne oxygénation	Possibilité de B = tampon d'eau en avril mai	Il faut de l'espace entre le sol du bassin et les mannes pour assurer une bonne circulation de l'eau (support)			Les bassins permettent une séparation des lots; pas de différence entre bassin (photosynthèse), eau claire	

Nom de l'entreprise:	SARL DUBOURDIEU BIDEGORRY	DU COURAU	NOAILLES	DUBOURDIEU	DUFAU	CANALS
Origine	Eau de la maline	Eau de la maline ou grand bassin B (tampon d'eau)	Eau de la maline	Eau de la maline	Eau de la maline	Eau de la maline
Fréquence de remplissage des bassins	En période de fermeture: tous les 2 à 3 jours (pendant 1 mois) sinon, tous les 1 à 2 jours selon le tonnage	Tous les 15 jours 3 semaines	1 fois par semaine	3 semaines (max), généralement 15 jours	1 fois par semaine, 1 bassin est rempli ==> toute les 3 semaines	Dépend de la saison: été ==> garder le plus longtemps l'eau car bénéficie du froid, au max 1 mois
Fréquence lavage des bassins	A chaque remplissage (pression, séchage la nuit puis répression pour enlever les coquilles sèches)	A la vidange (remplissage du bassin, un peu + raclette + pelle + revidange)	A chaque vidange	A chaque remplissage (rinçage, remise en eau, rinçage du filtre)	A chaque vidange	A la vidange, si besoin
Gravitaire	NON	OUI pour le bassin extérieur B	NON	NON	NON	NON
Dispositif d'alimentation		Clapet antiretour				
Point de captage enfoui						
Point de captage: relevé GPS						
Diamètre du tuyau d'alimentation (mm)						
Nombre de marée pour alimenter le Bassin de finition		1				
Par pompage	OUI	OUI pour le bassin intérieur A	OUI	OUI	OUI	OUI
Nombre de pompe (total)	1	2: amener l'eau vers le bassin + assurer sa circulation	1	1	1	1
Nombre de pompe par bassin	1	1	1 pour les deux bassins	1	1	1
Marque	HONDA	<i>non visible pour l'alimentation (cf + loin pour la circulation)</i>	<i>non visible</i>		<i>non visible</i>	<i>non visible</i>
Fournisseur						
Type	Electronic Ignition Gx160					
Puissance						
Station submersible	NON	NON	NON		NON	NON
Position de la station de pompage	Terre plein	Terre plein	Terre plein		Terre plein	Terre plein
Pompage automatique	NON		NON			
Volume d'eau pompée par pompage (m3)	Celui des bassins					
Débit de pompages de la pompe L/min						
Durée pompage de chaque bassin (h)	30 à 45 minutes	A=20 minutes et B=1h30	30 minutes les 2 bassins		30-40 minutes	40 minutes/bassin
Alimentation mixte (gravitaire + pompage)	NON	OUI pour le bassin extérieur B	NON	NON	NON	NON
Proportion						
Coefficient de marée gravitaire ==> pompage						
Nombre de bassin où entrent les eaux pluviales						
Emploi d'eau salée de forage	NON	OUI pour lavage	NON	OUI pour le lavage	NON	NON Forage non utilisé actuellement (pensé que interdit pour lavage ==> doit rappeler)
Commentaires						

Caractéristiques de l'eau

Nom de l'entreprise:		SARL DUBOURDIEU BIDEGORRY	DUCOURAU	NOAILLES	DUBOURDIEU	DUFAU	CANALS
Equipements			Depuis 2004		Coût ensemble avec montage: 12000 euros	3 bassins depuis décembre 2006	Subvention pour mises aux normes européennes (1994): prix de l'ensemble 120 000 euros
Dispositif de filtration des MES	Type de dispositif	NON	Filter à sable type piscine	Filter à sable	Filter à sable + crépine d'aspiration en fond de bassin	NON	Filter à sable
	Date début d'utilisation		Depuis 2006 (avant:2 filtres à cartouche en parallèle ou en série)	2004	Depuis 2004		1994
	Nbre		1	1	1		1
	Emplacement du filtre		A l'étage	En dehors du bassin (sous toit)	En dehors du bassin (sous toit)		Hors du bassin
	Marque		PSA	non visible	non visible		74202
	Fournisseur		PSA				
	Type						
	Débit d'eau (m³/h)						
	Surface filtrante (m²)						
	Vitesse de filtration (m3/h/m2)						
	Poids du sable (kg)						
	Maille de toile (µm)						
	Taille grain sable (mm)						
	Pression (bar)						
	Contrôle				Contrat maintenance: 1 fois par an + manomètre		Manomètre: pour déclancher le lavage + maintenance
	Fréquence de lavage		A la vidange (purge avant la vidange du bassin)	1 fois par semaine ou toutes les 2 semaines, à la vidange	A chaque remplissage (rincage, remise en eau, rinçage du filtre)		Dépend de la température de l'eau car utilisation dépendante de la température de l'eau
	Lavage eau ou lavage eau + air		Eau	Eau	Eau		Eau
	Fréquence de changement			1 fois en 3 ans			Aucun depuis 1994
	Fréquence utilisation		15 minutes toutes les heures		En continu		Dès que déclanchement du refroidisseur
	Prix à l'achat		Filter à sable +9 tuyau + pompe: 5000 euros				
Prix de fonctionnement (maintenance...)	Pas de maintenance depuis 1 an						
Commentaires	Filter à cartouche 150 euros/ filtre: SPA QUIP c2100 Cartridge filter, Surface filtrante : 6,50m2; Débit=400 litre par minutes, Dupont Reemay, Pression = 280 kPascal, 550w - 1100w	Pb de maintenance		Marche forcée possible si eaux trop sales			
Avantages							
Inconvénients	Des filtres à cartouches: ne pas savoir quand la cahnger, est-elle sale ou bien encrassée?						
<i>Dispositif de séparation par flottation</i>	NON	NON	NON	NON	NON	NON	
<i>Dispositif de désinfection de l'eau</i>	NON	NON	NON	NON	NON mais en cours de réflexion UV serait plus intéressant que l'écumeur car demanderait moins d'analyse d'eau (que à chaque remplissage) que l'écumeur	NON mais en cours de réflexion	
Commentaires		Les UV ne servent à rien pour lkes toxines dissoutes (tests souris)				Non mis en place mais possible dans l'avenir	

Nom de l'entreprise:		SARL DUBOURDIEU BIDEGORRY	DUCOURAU	NOAILLES	DUBOURDIEU	DUFAU	CANALS	
Dispositif de refroidissement de l'eau	Type de dispositif	NON	Pompes à chaleur avec échangeur en titane	Pompe à chaleur	Pompe à chaleur	NON mais en cours de réflexion	Pompes à chaleur	
	Date début d'utilisation		2004	2004	2004		1994	
	Emplacement du dispositif de réfrigération		A l'étage, tourné vers l'extérieur	En dehors du bassin (sous toit)	En dehors du bassin (sous toit)		Hors des bassins, sur le murs	
	Marque		Aquaclim	PSA	PSA		Titane innovation PSA	
	Fournisseur		PSA				PSA	
	Type			Type piscine OPTIPAC 7,0 R407C double	Type piscine OPTIPAC 30		Froid climatisation système, AquaClim 15 400/3N/50, Type T1	
	Nombre						2 sur 5 bassins ==> même eau qui se mélange	
	Nombre de jets						NON	
	Débit de chaque jet (m ³ /h)						NON	
	Surface échangeur (m ²)							
	Fluide réfrigérant				45°C à -10°C et P=28bar, 230V, 50Hz		45°C à -10°C et P=28bar, 230V, 50Hz	
	Débit d'eau dans l'échangeur							
	Débit de fluide réfrigérant							
	Puissance de la pompe à chaleur (kW)			moins 0,2°C par demi heure	<i>non visible</i>		<i>non visible</i>	15000 kW pour le froid, pression du circuit d'eau = 3 bar et de la réfrigération = 27 bar
	Prix à l'achat			10 000 euros (pompes + refroidisseurs)				10 000 x2 euros
	Prix de fonctionnement (maintenance...)			Pas de contrat de maintenance				Maintenance 2 fois par an
Fréquence utilisation		15 minutes toutes les heures	Si température > 16°C	Si température > 16°C	Déclanchement si température > 18°C, cela déclanche la circulation			
Commentaires		Pas de refroidissement sans pompage			Avant le froid, tjs en marche forcé			
Avantages			Avoir une T°C toujours < à 16°C (le refroidisseur s'enclenche dès que T>16°C) + pas de mortalité	Avoir une T°C toujours < à 16°C (le refroidisseur s'enclenche dès que T>16°C) + pas de mortalité	Moins de mortalité			
Inconvénients					Consommation d'électricité, coût de la maintenance			
Pompes supplémentaires: circulation	Type de dispositif	Pompes immergées	Pompe pour circulation de l'eau	Pompe de circulation	NON	NON	Pompes pour circulation de l'eau + pompage dans la maline	
	Date début d'utilisation		2004	2004			1994	
	Nombre de pompes	1	1				1 pour tout le système	
	Emplacement des pompes	Dans le grand bassin	Au dessus du bassin					
	Utilité	Circulation de l'eau	Circulation de l'eau dans les tuyaux + dans le bassin					
	Marque		CALPEDA					
	Fournisseur							
	Type	<i>non visible</i>						
	Puissance W		40m3/h					
	Tour /min		2900 tours / minutes					
	Prix à l'achat							
	Prix au fonctionnement							
Avantages		Circulation de l'eau du + grand bassin vers un petit puis par débordement vers le 3ième bassin et de nouveau vers le premier bassin						
Inconvénients				Compatibilité entre le débit de la pompe et le refroidisseur				

Nom de l'entreprise:		SARL DUBOURDIEU BIDEGORRY	DUCOURAU	NOAILLES	DUBOURDIEU	DUFAU	CANALS
Oxygénateur	Type de dispositif	Compresseur et tuyau dans les bassins (comme un arroseur automatique)	Avec le débit d'eau pour le bassin A + pompe immergée venturi 1 (4 sortie d'eau) et un SPLASH sur le bassin B	Avec le débit d'eau (1 tuyaux par bassin assez haut)	Avec le débit d'eau (5 tuyaux sur le bassin)	1 pompe immergée venturi par bassin	Pompes immergées type venturi
	Date début d'utilisation					juin-06	1994
	Nombre d'oxygénateur	1				3 (1 par bassin)	1 par bassin soit 5
	Emplacement des oxygénateurs	En dehors des bassins en hauteur pour prélever de l'air extérieur				Dans le bassin de finition	Dans les bassins
	Marque					<i>non visible</i>	
	Fournisseur						
	Type						
	Fréquence utilisation					15 minutes toutes les 15 minutes d'arrêt	15 minutes toutes les heures
	Prix à l'achat					350 euros mais généralement 150 euros	150 euros par pompes
	Commentaires		Avant force 7: pas efficace pour la circulation de l'eau. SPLASH: moins de place, pas prise d'air chaud, meilleure circulation de l'eau dans le bassin (1200 euros)				dure de 1 à 3 ans
Avantages				Mieux que les petits oxygénateur car pas air chaud			
Inconvénients			Air chaud				
Suivi de la qualité de l'eau	Instruments de mesures utilisés	Thermomètre, Salinité (pas o2)	Oxymètre + thermomètre avec la climatisation ==> tableau correspondance température et O2 donnant salinité	Thermostat sur refroidisseur (pas salinité, pas O2)	Thermostat sur refroidisseur (pas salinité, pas O2)	Non (aucun: pas température, ni sonde O2, ni salinité)	Sonde à température pour réguler le refroidisseur + thermomètre pour vérifier sonde du refroidisseur, pas de sonde à O2 ou salinité mais goût pour salinité et visuel pour O2
	Fréquence de prise d'eau	Tous les 2 mois (AFSSA)			Tous les mois (AFSSA)		
	Enregistrement de la qualité de l'eau + durée de stockage						
	Analyses réalisées						
	Bactério						
Autre							
Commentaires généraux	Pb du jours pour prélèvements tests souris (organisation pour le protocole); eau reconstituée (eau pompier + sel du commerce); savoir raison mort des souris		Ajout de sel de mer achat à la coopérative maritime, pour modifier la salinité de l'eau si pb				Les -: Consommation d'électricité, coût de la maintenance et des analyses d'eaux; Les +: facilité de manipulation des huîtres (ponts roulants), changer l'eau moins souvent, diminution de la mortalité

Date des visites	Commune	Agréé Type	Société / Particulier	Nom du contact	Adresse établissement	Port établissement	N° Concession prise eau de mer	N° Concession prise eau de mer	N° agrément
11/05/07 et 3/07/08	33470 GUJAN MESTRAS	E	SCEA LA CABANE 301	LACOSTE TUZAN / CASTILLO	Port de Larros Digue centrale Cabane 301	LARROS digue centrale	AOT 301.302.3 03		33-199-048
12/07/07		E	DUCOURAU	DUCOURAU	Port du Canal	LE CANAL Ouest	251	2315	33-199-086
06/07/07		E	SARL DUBOURDIEU- BIDEGORRY	DUBOURDIEU et BIDEGORRY	Port du Canal	LE CANAL	232		33-199-081
02/07/07		EP	ARISCON	ARISCON	27 Port de Meyran Est	MEYRAN EST	18-15	010B	33-199-007
09/07/07	33950 LEGE CAP FERRET	E	HIRIBARN	HIRIBARN	Atelier n°125 - Canon	LE CANON	805/65221	805/64191	33-236-033
09/07/07		EP	LE GUIEL	LE GUIEL	91 avenue de l'Herbe 33950 LEGE CAP FERRET	L'HERBE	04512- 04612	4512L	33-236-035
09/07/07		E	BOUET	BOUET	34 Impasse du Grand Coin Piquey 33950 LEGE CAP FERRET	PIQUEY	7,1		33-236-018
09/07/07		EP	BERGEROT	BERGEROT	19 quartier des pêcheurs cabane 43 33950 LEGE CAP FERRET	VILLAGE DU PHARE	803/39071		33-236-021
04/05/07 et 27/06/07	33260 LA TESTE	E	SCEA ALOIR DELARUE	ALOIR et DELARUE	Cabane 54 Boulevard Pierre Loti 33120 ARCACHON	LA TESTE	828/2908/ 1	828/3007/1	33-529-015

Date des visites	Commune	Agréé Type	Société / Particulier	Nom du contact	Adresse établissement	Port établissement	N° Concession prise eau de mer	N° Concession prise eau de mer	N° agrément
17/07/07	MEDOC	EP	EARL EAU MEDOC	IUNG	Le Port 33590 Saint Vivien de Médoc	SAINT VIVIEN DE MEDOC			33-490-002
17/07/07		E	PINTO	PINTO	2 chemin de la Mothe 33590 VENSAC	VENSAC	268-ZI		33-541-001

ANNEXE N°14 : LISTE ET COORDONNEES DES EQUIPEMENTIERS CONTACTES LORS DE LA REDACTION DE CE MEMOIRE.

<u>Société</u>	<u>Equipements proposés</u>	<u>Adresse</u>	<u>E-mail</u>	<u>Téléphone</u>	<u>Fax</u>
ADRIATIC (SEA tech Distributeur France)	Equipement intégré : Filtre biologique + Ecumeur + Filtre mécanique + Refroidisseur + Filtre chimique + Lampes UV + Ozonisateur	39 rue Sainte Melaine 35000 RENNES <i>www.adriasea.com/</i> (en italien)	seatechfrance@orange.fr	02 99 87 06 24	
BIO UV	Lampes UV	ZAC de la petite Camargue 34403 LUNEL CEDEX <i>www.bio-uv.com/</i>	info@bio-uv.com	04 99 13 39 11	04 99 13 39 19
EMYG	Ecumeur Skim Oxygénateur Force 7 Aérateur Splash Circulateur Brio	9 rue du Var les Barles du Sud 13470 CARNOUX EN PROVENCE <i>www.acquaeco.com/</i>	emygaqua.info@wanadoo.fr	04 42 73 30 93	04 42 73 30 94
FRANKEN (CETAMM Distributeur France)	Equipement intégré : Filtre à sable + Refroidisseur + Lampes UV	<i>Consortium Européen des Techniques Applicables aux Métiers de la Mer,</i> avenue de l'Etrade 17530 ARVERT <i>www.frankenmachines.com/</i>	info@frankenmachines.com	05 46 36 87 93	05 46 36 93 19
GUEGAN POMPES INDUSTRIE	Filtres biologiques Equipement intégré : Viv à Coq Filtre mousse + Filtre laine de roche + Filtre charbon d'eau + Refroidisseur + Lampes UV	9 AVENUE DES Jonquilles 35310 MORDELLES		02 99 60 48 30	02 99 85 16 12
JOSSELIN POMPES SARL	Ecumeur Prop&In [®] Equipement intégré : Trait'Coq : Filtre à mousse + Filtre à cartouche + Refroidisseur + Lampes UV	ZA Les Crechettes BP34 35960 LE VIVIER SUR MER	josselin.pompes@wanadoo.fr	02 99 48 85 60	02 99 48 85 61
PHILSON	?	293 avenue Denfert Rochereau 1700 LA ROCHELLE		05 46 43 44 70	
WEDECO KATADYN France	Lampes UV Détecteur efficacité UV Filtre à poche	29-31 boulevard de la Muette 95140 GARGES LES GONESSE <i>www.wedecoag.ch/</i>	info@trailigaz.com uv.wedeco.fr@itt.com	01 30 11 14 50	01 39 93 61 33